

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

ӘОЖ: 57:581.9(574.5)(043)

Қолжазба құқығында

**ДЖУМАХАНОВА ГАУХАР БАКТІЯРОВНА**

**Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстандағы хара балдырларының  
қазіргі жағдайы мен оларды қолдану перспективалары**

8D05101-Биология

Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілері:

б.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер Саметова Э.С.  
б.ғ.д., профессор Баринава С. С.

Қазақстан Республикасы  
Алматы, 2024

## МАЗМҰНЫ

<b>АНЫҚТАМАЛАР</b>	3
<b>БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР</b>	4
<b>КІРІСПЕ</b>	6
<b>1 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ</b>	12
1.1 Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның физика-географиялық сипаттамасы	12
1.2 Хара балдырларына жалпы сипаттама	14
1.3 Қазақстан мен ТМД елдеріндегі хара балдырларының зерттелу тарихы мен таралуы	17
1.4 Хара балдырларының табиғаттағы және шаруашылықта алатын орны	24
1.5 Хара балдырларынан ДНҚ бөліп алу тарихы	27
<b>2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ</b>	32
2.1 Зерттеу нысандарының сипаттамалары	32
2.2 Зерттеу материалдары мен әдістері	36
2.3 Балдырлар сынамаларын алу және оларды өндеу әдістері	38
2.4 Хара балдырлар түрлерінің клеткасынан ДНҚ бөліп алу	40
2.5 Харофитті балдырлардың филогенетикалық талдауы	41
<b>3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ</b>	42
3.1 Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу	42
3.1.1 Морфологиялық әдістерді қолдана отырып хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу	42
3.1.2 Молекулалық әдістерді қолдана отырып хара балдырларының түрлік құрамын анықтау	62
3.2 Зерттеліп жатқан аймақтың су айдындарындағы анықталған түрлерге салыстырмалы талдау жүргізу	68
3.3 Әр түрлі су айдындарындағы түрлердің таралуына қоршаған орта факторларының әсерін бағалау	72
3.4 Хара балдырларының шаруашылықтағы маңызын анықтау	81
3.5 Хара балдырларының сирек кездесетін, жоғалып кету қаупі бар және перспективалы түрлерін анықтау, оларды қорғау шараларын негіздеу.	84
<b>ҚОРЫТЫНДЫ</b>	92
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b>	94
<b>ҚОСЫМША А</b>	113
<b>ҚОСЫМША Ә</b>	120

## АНЫҚТАМАЛАР

Extinct	Жойылып кеткен
Least Concern	Алаңдаушылық аз
Secchi дискісі	Судың тұнықтығын анықтауда қолданылатын диск
Threatened	Азайып бара жатқан
Watanabe (D)	Органикалық заттармен ластану көрсеткіштері
Алкалофильдер	Сілтілігі жоғары суды мекен етушілер
Биоиндикация	Тіршілік ортасының абиотикалық және биотикалық факторларын биологиялық жүйе көмегімен анықтау
Биоиндикация әдісі	Кездесу жиілігі, жойылып кетуі, биоиндикатор-ағзалардың дамуындығы ерекшеліктері фактісі бойынша қоршаған орта күйі туралы баға беретін әдіс
Галобтылық дәрежесі	Тұздылық көрсеткіші
Галофобтылар	Тұщы суды ұнататын түрлер
Индифференттілер	Су құрамының сілтілік деңгейіне қарамастан тұрақты түрде кездесетін түрлер
Космополит	Жер шарының көп бөлігін мекендейтін түрлер
Мезогалогендер	Тұздылығы әлсіз суларда кездесетін түрлер
Оксигенация	Судың оттегімен қанығуы
Сапроксенді	Судың органикалық заттармен ластану көрсеткішінің орташа деңгейінде немесе тазартылған суда кездесетін түрлер
Эврисапробтылар	Судың органикалық заттармен ластану көрсеткішінің төмен деңгейінде тіршілік ететіндер

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Ssp/Sp Index	Түрішілік алуантүрлілік индексі
acb	ацидобионттар
acf	ацидофильдер
aer	аэрофильділер
AFLP	Амплификацияланған фрагмент ұзындығының полиморфизмі (Amplified fragment length polymorphisms)
alb	алкалибионттар
alf	алкалифильдер
ate	органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясына шыдамды азотты-автотрофты таксондар
ats	органикалық байланысқан азоттың өте аз концентрацияларына төзетін азотты-автотрофты таксондар
B	бентостық
CCA	Канондық сәйкестікті талдау әдісі (Canonical Correspondence Analysis)
cool	салқын су
CR	Қауіптілігі жоғары
DD	Деректер жетіспейді
e	эвтрофтар
eh	эугалобтар
EN	Қауіптілігі орташа
es	эвросапробтылар
eterm	эвритермиялық
EW	Табиғат жүйесінде жойылған
EX	Мүлдем жойылған
hb	галофобтар
hce	органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар
he	гиперэвтрофия
hl	галофильдер
hlnbnt	галобионттар
hne	органикалық байланысқан азоттың мезгіл – мезгіл жоғарылау концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар
i	индифференттілер
ind	индифференттер
GPS	Жаһандық позициялау жүйесі (Global Positioning System)
LC	Алаңдаушылық жоқ
m	мезотрофтар

MAFFT	Жылдам Фурье түрлендіруі арқылы бірнеше рет теңестіру (Multiple Alignment using Fast Fourier Transform)
<i>matK</i>	Матураза К (maturase K)
mh	мезогалобтар
ML	максималды ықтималдық
MP	максималды парсимония
me	мезоэвтрофтар
NCBI	Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығы (National Center For Biotechnology Information).
NJ	Жақын байланысу әдісі (Neighbor joining method).
NT	Қауіпке жақын
om	олиго-мезотрофтар
ot	олиготрофтар
o–e	олигодан – эвтрофтарға дейін
P	планктондық
P-B	планктобентостық
Pt/Co	судың түсі
RDA	Сызықтық ординация әдісі (Redundancy Detrended Analysis)
sp	сапрофилдер
st	ағынсыз су
str	ағынды су
st-str	ағысы төмен су
sx	сапроксендер
TDS н/е	Жалпы еріген қатты заттар (Total Dissolved Solids)
ЖЕКЗ	
temp	қоңыржай температура
Tro	Трофикалық күй көрсеткіштері
VU	Қауіптілігі әлсіз
warm	жылы су
АҚШ	Америка Құрама Штаттары
Авт-Гет	Автотрофты-гетеротрофты
ДНҚ	Дезоксирибонуклеин қышқылы
ОБП	Оттегіні биологиялық пайдалану (BOD)
ПТР	Полимеразалық тізбектік реакция
РМК	Республикалық Мемлекеттік Кәсіпорын
ТМД	Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы
т.д.б.	Теңіз деңгейінің биіктігі

## **КІРІСПЕ**

### **Жұмыстың жалпы сипаттамасы**

Диссертациялық жұмыс Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстандағы хара балдырларының қазіргі жағдайы мен оларды қолдану перспективаларын анықтауға бағытталған.

### **Зерттеу тақырыбының өзектілігі**

Қазіргі уақытта биологиялық алуантүрлілікті зерттеу және сақтау теориялық жағынан да, практикалық жағынан да өзекті мәселелердің бірі болып саналады. Атап айтқанда, өсімдіктердің жекелеген және аз зерттелген топтарын жан-жақты зерттеу ерекше маңызға ие. Қазақстанда алуантүрлілігі жеткілікті зерттелмеген өсімдіктер тобына хара балдырлары бөлімінің өкілдері де кіреді. Балдырлардың басқа бөлімдерімен салыстырғанда харофитті алдырлардың алуантүрлілігі салыстырмалы түрде аз болғанымен, олар экожүйелердің маңызды бөлігі болып табылады, өйткені олар айтарлықтай биомасса түзеді және суды тазартуға ғана емес, сонымен қатар су объектілерінің тазалығын анықтауға да қызмет ете алады. Қазіргі уақытта Қазақстанның су объектілерінде өсетін харофитті балдырлардың биологиялық алуантүрлілігінің жойылып кету қаупі жоғары, өйткені елімізде су ресурстарын тиімді пайдаланбау себептерінен көптеген су айдындарының суы тартылып, құрғап кетуіне байланысты ондағы өсімдіктер түрлерінің, соның ішінде хара балдырларының да түрлері сиреп немесе жоғалып кету қаупі жоғары. Сондықтанда, бүгінгі таңда ең өзекті мәселелердің бірі Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының түрлік құрамын анықтап, жан-жақты сараптама жасау және оларды ауыл шаруашылығында қолдану перспективаларын зерттеу болып отыр.

### **Зерттеу жұмысының мақсаты**

Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының алуантүрлілігін және олардың экологиялық-биологиялық ерекшеліктерін зерттеу.

### **Зерттеу жұмысының міндеттері:**

1. Морфологиялық және молекулалық әдістерді қолдана отырып, Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның су айдындарындағы хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу;

2. Хара балдырлар түрлерінің экологиялық сипаттамасы үшін анықталған харофитті балдырлар түрлеріне ілеспе микробалдырлар қауымдастығын анықтау және оларға зерттелетін аймақтың су айдындарына салыстырмалы талдау жүргізу;

3. Қоршаған ортаның көрсеткіштері мен байланысты микробалдырлар қауымдастықтарының белгілеріне сүйене отырып, әртүрлі су қоймалардағы харофитті балдырлар түрлерінің таралуына қоршаған орта факторларының әсерін бағалау;

4. Хара балдырларының шаруашылықтағы маңызын анықтау;

5. Хара балдырларының сирек кездесетін, жоғалып кету қаупі бар және перспективалы түрлерін анықтау, оларды қорғау шараларын негіздеу.

### **Зерттеу нысаны**

Жұмысымыздың негізгі нысандары – Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырлары.

### **Зерттеудің ғылыми жаңалықтары.**

Жұмыста Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аймақтарындағы 55 су айдындарындағы хара балдырларының түрлік құрамы зерттелді, оның ішінде, 32 нысанда алғаш рет зерттеу жүргізіліп, заманауи систематикалық топтары жасалынды. Зерттеу жұмысымыздың нәтижесінде Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарынан микро балдырлардың 8 бөлімге, 15 классқа, 37 қатарға, 64 тұқымдасқа, 107 туысқа жататын жалпы саны 220 түрі, ал, хара балдырларының жалпы саны 12 түрі және 1 вариациясы анықталды. Ал, жұмыстың нәтижесінде *Chara globata* W. Migula және *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing түр аралық вариациясы тұңғыш рет анықталып, Қазақстан альгофлорасына алғаш рет тіркелді.

Зерттеу жүргізілген аймақтардағы хара балдырларының түрлік құрамын 32 су айдынының альгофлорасының түрлік құрамына тұңғыш рет салыстырмалы талдамалары жасалынып, балдырлардың таралуына және түрлік құрамының көп болуына су айдындарының теңіз деңгейінің биіктігі, судың минералдануы мен рН мәні маңызды рөл атқаратыны белгілі болып, нәтижесінде Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларымен Израиль мемлекетіндегі хара балдырларының флорасымен ұқсастықтары жоғары екендігі анықталды.

Зерттеу нысандарындағы хара балдырларының экологиясына биоиндикациялық зерттеу жұмыстары жүргізіліп, нәтижесінде Қазақстандағы хара балдырлар түрлерінің экологиясы туралы деректерді толықтырдық. Зерттеу жұмысы барысында хара балдырларының кездесу аймақтарының алуантүрлілігі потенциалды жағдайда климаттың өзгеруін бақылау болашақтағы климаттың жылыну құралы ретінде қызмет ете алады. Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарының рН концентрациясы жоғары зерттеу орындары хара балдырлардың тіршілік етуіне қолайлы екендігі белгілі болды.

Зерттеу жүргізілген аймақтардағы хара балдырлары флорасының экологиялық топтарының таралуы және алуантүрлілігі анықталып, нәтижесінде хара балдырлары бөлім өкілдерінің кездесу нысандарының аймағындағы негізгі таралу нүктелері картаға түсірілді.

Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның су айдындары мен су қоймаларынан жиналған хара балдырларының үлгілерінен ДНҚ молекуласы бөліп алынып, екі аридті өңірдің: Израиль мен Қазақстанның су айдындарынан хара балдырларының түрлік ұқсастығының салыстырмалы сипаттамасы микросателлиттік локустардың көмегімен генетикалық полиморфизмді салыстырмалы молекула-генетикалық әдіс пен ПТР талдау

жұмыстары жүргізіліп, соның негізінде хара балдырларына осы өңірлер үшін алғаш рет филогенетикалық салыстырмалы талдау жасалды.

Өсімдіктің екі түріне хара балдырларының биомассасын қолданатын өнімділік динамикасы бойынша тәжірибе жүргізілді.

**Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы.** Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы су сапасы мен биотехнологиясы мониторингі үшін пайдалануға болатын қауіп төндіретін және кең таралған түрлерін айқындай отырып, Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының биологиялық алуантүрлілігін анықтау және сәйкестендіру болып табылады. Анықталған түрлердің атаулары алғаш рет қазіргі таксономияға бейімделген. Жаңа әдістер мен классикалық таксономия арқылы алгология саласында молекулалық-генетикалық әдістерді қолдану мүмкіндігі дәлелденді. Мұндай заманауи систематиканың нәтижесінде жаңа атауларға ие болған балдырлар түрлері белгілі болды. Молекула-генетикалық әдістерді альгология саласында пайдалану мүмкіндігі дәлелденіп, классикалық систематикаға жаңа әдістер ашылды.

Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының альгофлорасының алуан түрлілігін зерттеп және хара балдырларының түрлік құрамын анықтау олардың экологиялық топтарына талдау жүргізу арқылы көл суының жағдайына биоиндикациялық баға беру диссертациялық жұмыстың ғылыми және практикалық жағынан маңыздылығын көрсетеді.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін еліміздің жоғары оқу орындарында биология және биотехнология мамандарын даярлауда, табиғатты қорғау және қоршаған ортаны қорғау мекемелерінде оқулықтарды, ұсыныстарды және демонстрациялық құралдарды дайындауда, сондай-ақ олардың деректер базасын құруда пайдалануға болады. Жалпы харофитті балдырлар жайында мәліметтер базасын жасауда, сондай-ақ осы жұмыстардың нәтижелерін Қазақстанның балдырлар флорасының кадастрын жасауға пайдалануға болады.

Кейбір құрғап бара жатқан өзендер мен көлдерді сақтап қалуда, балдырлардың жойылып бара жатқан түрлерін сақтап қалуда және хара балдырларын көбейтіп, өсіру жұмыстарында қолданады. Ауыл шаруашылық саласында, өсімдік өсіруде тыңайтқыш ретінде, балықтардың қорегі ретінде және суқоймаларын тазартуда қолдануды ұсынамыз.

### **Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер**

Зерттеу нысаны ретінде алынып отырған Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су қоймаларындағы харофитті балдырлардың түрлік құрамы морфологиялық және молекулалық әдістермен анықталып хара балдырларының 12 түр және бір вариациясы анықталды.

Зерттеуге алынған 55 нүктенің 32 нүктесіне хара балдырлары бойынша алғаш рет зерттеу жүргізілді.

Зерттелген хара балдырлары түрлерінің экологиялық сипаттамаларын анықтау үшін микробалдырларға биоиндикация әдістер қолданылып,



статистикалық картаға түсірілді және қоршаған орта көрсеткіштерімен байланысына талдау жұмыстары жүргізілді.

Хара балдырларының ішіндегі *Chara globata* W.Migula және *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing түрлері қорғауды қажет ететін сирек түрлер екендігі анықталды және олардың зерттелетін аймақтардағы таралуын анықтап, оларды қорғау шараларын негіздеу керектігі анықталды.

Су объектілерінің антропогендік ластануының үлкен қауіп төндіретіні және харофитті балдырлардың түрлік құрамының төмендеуіне әкелуі мүмкін екендігі анықталды.

Хара балдырларын ауыл шаруашылығында дақылдарды өсіруде стимулятор ретінде қолдануға болатыны анықталды.

### **Зерттеудің негізгі нәтижелері және тұжырымдары.**

Зерттеудің негізгі нәтижелері мен тұжырымдары келесідей топтарға бөлінеді:

1 Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан су айдындарынан балдырлардың 8 бөлімге, 15 классқа, 37 қатарға, 64 тұқымдасқа, 107 туысқа жататын жалпы саны 220 түрі және мұның ішінде хара балдырларының жалпы саны 12 түрі және 1 вариациясы анықталды. Зерттеу жұмыстың нәтижесінде *Chara globata* W. Migula түрі және *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing түр аралық вариациясы тұңғыш рет анықталып, Қазақстан альгофлорасына алғаш рет тіркелді. Қазақстан мен Шығыс Жерорта теңізінің шөлді және шөлейт аймақтарының зерттелген нысандарынан жиналған хара балдырларының ДНК молекуласы бөліп алынып, секвенирлеу жұмыстары жүргізілді және филогенетикалық салыстырмалы талдау нәтижесінде NCBI деректер қорындағы мәліметтер бойынша *Ch. vulgaris*, *Ch. contraria* және *Ch. gymnophylla* балдырларының matK гені нуклеотидтер тізбегінің жоғары ұқсастығы анықталды, бұл біздің Қазақстандағы хара балдырлар түрлерінің анықтамасын растады.

2 Зерттеу нәтижесінде еліміздің Оңтүстік және Оңтүстік – Шығысына жататын 55 су айдындарынан материалдар жиналып, оның ішіндегі 32 су айдындарының альгофлорасының түрлік құрамымен тұңғыш рет салыстырмалы талдамалары жасалынды. Сонымен қатар, зерттеу нысандарындағы анықталған хара балдырларының ішінде *Chara vulgaris* және *Ch. contraria* түрлері доминанттылық көрсетті, ал *Ch. aspera* var. *subinermis*, *Ch. kirghisorum* және *Ch. tomentosa*, *Ch. canescens*, *Nitella hyalina* балдырлар түрлерінің доминанттылығы төмен екендігі анықталды.

3 Ілеспе микро балдырлардың құрамын зерттеу нәтижелері бойынша протондардың жоғары концентрациясы (рН) бар Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының тіршілік ету ортасы үшін қолайлы екендігі анықталды, ал теңіз деңгейінің биіктігі төмендеген сайын тіршілік ету ортасы мен хара балдырлар түрлерінің саны азаятыны белгілі болды.

4 Қапшағай суқоймасынан жиналған *C. dominii* балдырының 3% және 6% экстрактілері тыңайтқыш ретінде бидай (*Triticum* L.) мен шалғам

(*Champion Raphanus sativus* L.) өсімдігіне қолданылды. Нәтижесінде топыраққа 3% балдыр экстрактісі қосылған шалғам өсімдігінің өсу жылдамдығы басым болды. Ал бидай өсімдігі бойынша зерттеу нәтижеміз 6% балдыр экстрактісі қосылған тапырақта өскен бидайдың өсу жылдамдығы басым болды. Хара балдырларын тыңайтқыш ретінде топыраққа қосу өсімдіктің өсіп дамуына тиімділік көрсетті.

5 Зерттелген су айдындарынан анықталған балдырлар түрлерін IUCN санаттары бойынша зерттелді. Зерттеу нәтижесінде жойылып кету қаупі төнген бір түр (*C. kirghisorum*), жоғалып кету қауіптілігі әлсіз бес түрі (*Chara aspera* var. *aspera*, *Chara dominii*), *Chara globata*, *Nitella hyalina*, *Nitellopsis obtusa*) және қалған түрлер үшін аландаушылық жоқ деп сипатталды.

**Автордың жұмыстағы жеке үлесі.** Диссертациялық жұмыстың авторы зерттеу нысанын және концепциясын таңдауда, жұмыстың мақсатын анықтап, зерттеудің міндетін қоюда, тәжірибелердің орындалуын жоспарлауда, алынған мәліметтерді жинақтау және өңдеп-талдауға толық өз үлесін қосты.

**Жұмыстың ғылыми зерттеу бағдарламасымен байланыстылығы.** Диссертациялық жұмыс диссертанттың жеке орындаған жұмысы болып саналады және BR05236546 «Ресурс әлеуетін тиімді басқарудағы ғылыми негіз ретінде Алматы облысының флорасы мен өсімдік ресурстарының қазіргі экологиялық күйін кадастрлық бағалау» (2021-2023 жж.) бағдарламасы аясында қаржыландырылды. Ғылыми жұмыстың орындалуы Ботаника және фитоинтродукция институтында (Қазақстан) экспедициялық және зертханалық жұмыстар жасалынса, ал әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің ғылыми тағылымдамаға қаржыландыруымен жұмыстың биоиндикациялық, альгофлораның салыстырмалы талдамалары мен молекулалық-генетикалық бөлімі, Эволюция институты Хайфа университетінде (Израиль) орындалды.

**Жұмыстың сыннан өтуі.** Диссертациялық жұмыстың нәтижелері мен негізгі қағидалары көптеген халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды және талқыланды:

- «Фараби әлемі» студенттермен жас ғалымдардың халықаралық конференциясы (Алматы қ., Қазақстан, 6-9 сәуір 2020);

- VII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Science and Education In The Modern World: Challenges of The XXI Century», Астана (Нұр-Сұлтан), Қазақстан 22 қазан, 2020 ж.

- «Фараби әлемі» студенттермен жас ғалымдардың халықаралық конференциясы (Алматы қ., Қазақстан, 6-7 сәуір 2021);

- Международной научно-практической конференции «Современные Проблемы Биологии и Биотехнологии» Алматы, Казахстан, 27 мая 2021 ж.

- «Биоалунтүрлілікті сақтау аспектілері» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Алматы қ., Қазақстан, 26 қараша 2021);

26.11.2021.

- «Фараби әлемі» студенттермен жас ғалымдардың халықаралық конференциясы (Алматы қ., Қазақстан, 6-8 сәуір 2022);

- Ботаника және фитоинтродукция институтының 90 жылдығына арналған Халықаралық ғылыми-практикалық (Алматы, Қазақстан, 7-9 қыркүйек 2022).

- VI Всероссийская научная конференция с международным участием и школы молодых ученых (г. Москва, Россия, 12-18 сентября 2022 г.).

- The 8th “Aquatic Biodiversity” International Conference, September 20th – 22th 2022, Sibiu, Romania.

**Басылымдар.** Автордың диссертациялық зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша-20 ғылыми мақалалары басылымдарда жарияланған; оның ішінде 2-мақала Web of Science және Scopus мәліметтер базасына енетін Q1, Q2 журналдарда, 1-мақала РИНЦ жүйесіндегі шетелдік журналдарда, 3-мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті тізіміндегі отандық ғылыми журналдарда, 15 тезис халықаралық ғылыми конференцияларының материалдар жинағында жарияланған.

#### **Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі**

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, отандық және шетелдік әдебиеттерге шолудан, материал және зерттеу әдістерінен, алынған нәтижелер мен оларды талқылаудан, қорытынды және пайдаланылған 270 әдебиет тізімінен және 2 қосымшадан тұрады. Жұмыстың көлемі 124 беттен 5 кесте және 28 суреттен тұрады.

## 1. ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

### 1.1 Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның физика-географиялық сипаттамасы

Қазақстанның Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс аймағы өзен-көлдерге бай аймақ болып табылады. Бұл территориялар аумағына екі үлкен бассейн кіреді, олар: Арал – Сырдарья бассейні және Балқаш - Алакөл бассейні. Арал – Сырдарья бассейніне Сырдарья және Шу өзендері құяды. Сырдарья өзені Оңтүстік Қазақстан аумағындағы Түркістан облысында орналасқан. Балқаш – Алакөл бассейніне Іле өзені кіреді. Бұл аталған өзен Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аумағындағы Алматы облысының территориясында орналасқан.

Хара балдырларына жасалған зерттеу жұмыстары Оңтүстік және Оңтүстік-шығыс Қазақстанның үш облысына Түркістан, Жамбыл және Алматы облыстарының суқоймаларына жасалды.

Қазақстанның Ұлттық Энциклопедиясының 7 томындағы мәліметтер бойынша Түркістан (О.Қ.О.) облысының гидрогеографиясына тоқталсақ, өзендері облыс аумағында біркелкі таралмаған. Түркістан облысы жерінің оңтүстігінен солтүстік-батысына қарай Сырдария өзені ағып өтеді. Сырдарияға Арыс (378 км.), Келес (241 км.), Құркелес (98 км.) өзендері құяды. Халқы тығыз орналасқан оңтүстік – шығысында Арыс өзенінің салалары: Бадам, Сайрамсу, Ақсу, Жабағылы, Машат, Дауылбаба, Боралдай өзендерінің шаруашылық маңызы өте зор. Қаратау жотасынан басталатын Бөген, Шаян, Арыстанды, Шылбыр, Байылдыр, Көксарай, т.б. өзендер облыс өзендерін сумен қамтамасыз етеді. Шу өзенінің төменгі ағысында суы аз, тек көктемде қар еріген кезде ғана суы молайып, Созақ ауданының шаруашылықтарын суландырады. Шардара (ауданы 400 км<sup>2</sup>, суының көлемі 5200 млн. м<sup>3</sup>), Бөген (суының көлемі 377 млн. м<sup>3</sup>), Бадам (суының көлемі 61,5 млн. м<sup>3</sup>), т.б. бөгендер салынған. Арыс өзенінен Арыс-Түркістан, Өзбекстан жеріндегі Сырдариядан Достық (бұрынғы Киров атындағы канал), Шардара ауданында Қызылқұм магистралды каналдары тартылған. Облыс көлдері негізінен таяз және тұзды, көктемде суға толып, жазда құрғап, сорға айналады. Ірі көлдері: Ақжайқын (48,2 км<sup>2</sup>), Қызылкөл (17,5 км.), одан басқа Қалдықөл, Шүйнеккөл, Тұздықдүме, т.б. ұсақ көлдер бар [1].

Қазақстанның Ұлттық Энциклопедиясының 3 томындағы мәліметтер бойынша Жамбыл облысы Қазақстанның оңтүстік бөлігінде орналасқан әкімшіліктің аумақтық бөлігі болып келеді. Жамбыл облысының гидрогеографиясына келер болсақ, жер бетіндегі су ағыны біркелкі таралмаған болып келеді. Өзендердің көпшілігі орталық және оңтүстік бөлігімен ағады. Ең үлкен өзенге Шу өзені жатады. Аталған өзен Жамбыл облысының шығысынан батысына қарай ағады. Келесі Талас өзені. Өзеннен шыққан су тау бөктеріндегі жазыққа шығады. Сол шыққан су егін суаруға пайдаланылады [2]. Талас өзенінің жер беті суының мониторингі бойынша, Талас өзені алабына он екі су қойма кіреді, оның он бірінің сиымдылығы 1 млн. м<sup>3</sup>. төмен болып келеді. Тоғыз суқойма тікелей бас өзенде орналасқан,

ал үш су қойма алапта орналасқан. Су қойманың жалпы пайдалы сиымдылығы 14,5 млн. м<sup>3</sup> [3-5]. Үшінші орынды иеленіп тұрған өзен Асы өзені. Ол өзеннің суы мол болған жылдары Талас өзеніне қосылады. Жамбыл облысында бірнеше орта және кішігірім өзендер бар. Олар: Шабакты, Бүркітті, Ырғайты, Құрағаты т.б. Бұл өзендер Қырғыз Алатауы мен Шу-Іле Алатауларының және Қаратаудың беткейлерінен басталады. Өзендер негізі мұздықтармен (Шу, Талас өзендері), қар және жерасты суларымен толысады. Көлдердің көпшілігі жазда тартылып, суы құрғап, сорға айналады. Ірі көлдерге: Ақжар, Ащыкөл, Ақкөл, Билікөл, Үлкен Қамқалы, Кіші Қамқалы, т.б. жатады. Шу өзенінде Тасөткел бөгені, Асы өзенінің бойында Теріс - Ащыбұлақ бөгені салынған [2]. Шу-Талас алабына, гидрографиялық тұрғыдан алғанда 3 үлкен өзен (Шу, Талас және Асы), 242 кіші өзен (соңын ішінде Шу өзенінің алабы бойынша – 158, Талас өзенінің алабы бойынша – 20, Асы өзенінің алабы бойынша – 64), 35 көлдер орналасқан. Сонымен қатар, Шу өзенінде орналасқан Тасөткел су қоймасы, жобалық көлемі – 620 млн. м<sup>3</sup>, Аса өзенінің негізгі тармақтарының бірі болып саналатын Теріс өзенінде орналасқан Теріс-Ащыбұлақ су қоймасы, көлемі – 158 млн.м<sup>3</sup> және Асы өзенінің алабы болып саналатын Шабакты өзенінде орналасқан Ынталы су қоймасының көлемі – 30 млн.м<sup>3</sup>, көлемі 1 ден 10 млн.м<sup>3</sup> дейін жететін 39 кіші су қойма (қосынды көлемі – 130,6 млн.м<sup>3</sup>) мен 164 тоғандар (барлық көлемі 72,2 млн.м<sup>3</sup>) орналасқан. Жамбыл облысының жылдық суммалық ағыны 4106 млн.м<sup>3</sup> құрайды [3-5].

Қазақстанның Ұлттық Энциклопедиясының 1 томындағы мәліметтер бойынша Алматы облысы – Қазақстанның оңтүстік шығыс бөлігіндегі әкімшілік бөлік болып табылады. Алматы облысының гидрогеографиясына тоқталатын болсақ Балқаш-Алакөл су бассейні тұйық алаптарда жатыр. Жердің беткі қабаты ағынды суларға тапшы болып келеді, көп жағдайда қар суымен, мұздық суларымен толысады. Ірі өзендер қатарына: Іле, Қаратал, Ақсу, Шелек, Шарын, Лепсі, Тентек, Жаманты, Ырғайты, Шілікті, Түрген, Есік, Бүйен жатады. Ал ірі көлдер қатарына: Балқаш, Алакөл, Жалаңашкөл, Сасықкөл, Ұялы, Қошқаркөл жатады. Сонымен бірге Іле өзенінің бойында Қапшағай бөгені орналасқан, аталған бөгенге су электр станциясы салынған. Тау бөктерлеріндегі минеральды бұлақ суларын кездестіре аламыз [6]. Қазақстан аумағында көптеген су қоймалары, 48 мыңнан астам көлдері бар. Аталған көлдерге – Арал теңізі, ірі көлдер: Зайсан, Балқаш, Марқакөл, Бурабай, Қорғалжын, Теңіз, мыңдаған шағын көлдер мен тоғандар, сонымен қатар қуатты су артериялары – Ертіс, Іле, Сырдария және Әмудария, Жайық өзендері және сансыз салалары жатады. Осы су қоймаларының көпшілігі әлі күнге дейін альгологиялық және гидробиологиялық тұрғыдан мүлдем зерттелмеген [7]. Балқаш көлі – Қазақстандағы ең ірі көлдердің бірі, Балқаш ойпатының солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан. Көлдің ұзындығы 595 км., ең үлкен ені 71 км. Сарысек түбегі көлді Ұзынарал бұғазы арқылы жалғасатын батыс (тұщы) және шығыс (тұзды) бөліктерге бөледі. Балқаш жағалауының әр жерінде оның кеуіп кетуі нәтижесінде пайда болған

көптеген ұсақ көлдер шашыранды орналасқан [8]. Іле өзені – көл бассейнінің негізгі артериясы. Балқаш, Шығыс Тянь-Шань шегінде қалыптасқан. Іле өзенінің ұзындығы 1384 км. (Қазақстан шегінде 802 км.), алабының ауданы 154 мың км<sup>2</sup> жетеді [9]. Іле өзенінің ең ірі салалары – Іле Алатауынан құйылатын Шарын, Шелек, Есік, Талғар, Қаскелең, Кіші және Үлкен Алматы өзендері. Балқашқа тағы бірнеше өзен – Қаратал, Ақсу және Лепсі құяды, бұл өзендер Жоңғар Алатауының тауларынан бастау алады [8].

## 1.2 Хара балдырларына жалпы сипаттама

Хара балдырлары – күрделі құрылысты, жоғары сатыда дамыған жалпы көрінісі қырықбуынға ұқсас жасыл балдырлар. Хара балдырларының биіктігі 20-30 кейде 100 см. жетеді [10, 11]. Бұл балдырлар кейде су астында кілемше болып жиі өседі. Басқа балдырлардан – архегониялы өсімдіктер сияқты, көп жасушалы аналық жыныс органы оогонийдің болуымен ерекшеленеді. Сонымен бірге денесі жоғарғы сатыдағы өсімдіктер сияқты «сабаққа» және шоғырланып орналасқан «жапырақ» тәрізді бөлшектерге шартты түрде бөлінген. Хара балдырларының буын, буынаралығынан тұратын, сабақ тәрізді бөлімінің буындарында топталып жетілген бір жасушалы жапырақ тәрізді өсімділері болады [10, 11]. Хара балдырларының тік өсіп тұратын «сабағы» буын және буын аралықтарына бөлінген болып келеді. Буын аралықтары ұзын цилиндр пішінді (ұзындығы 5 см-дей болады) жасушалардан құралады, ал буындары орталық екі жасушадан және алты шеткі қысқа жасушадан тұрады. Яғни, буындарындағы майда жасушалары бір ядролы, буынаралықтарындағы ұзын жасушалар көп ядролы болып келеді. Сабағы төбесінен өседі. Төбесіндегі күмбез тәрізді жасуша ылғи бөлініп “сабақ”, “жапырақ” түзеді. Жасуша қабықшасының ішкі қабаты целлюлозадан тұрады, сыртқы жағын каллоза деп аталатын суда ерімейтін полисахарид жауып жатады. Оның сыртына кальций карбонаты жиналады да, өсімдікке қаттылық қасиет береді [10, 11]. Сабақтан жапырақ деп аталатын бүйірлік бұтақтардың шоқтары тарамданып кетеді, олардың саны 6-дан 8-ге дейін жетеді. Тамыр тәрізді түссіз ризоидтары арқылы су түбіне бекінеді, онда крахмал жиналатын түйнектері болады. Негізгі сабақтың жоғарғы ұшы өсу нүктесіндегі төбе жасушасымен бітеді. Оның жасушасы алғашқы кезінде бір ядролы, ересек кезінде көп ядролыға айналады [10, 11]. Жасуша қабығы астындағы цитоплазмада жоғары сатыдағы өсімдіктердегі сияқты дән дәрізді хроматофоралары және хлорофилл «a», «b» каротиноид пигменттері болады. Ересек жасушаларда протоплазманың айналмалы қозғалысы байқалады. Қор заты ретінде крахмал жинақталады, пиреноиды болмайды. Жасушаның орталық бөлімінде вакуоль шырыны болады, ересек жасушаларда цитоплазма вакуольді айналып қозғалыста болады [11].

Хара тұқымдасы (*Characeae*) Хара туысының (*Chara* L.) түрлері көп жағдайда тұщы суларда (күмдардың арасындағы суларда), кейде тұзды суларда да көп болып өседі. Көп жылдық «сабақтың» буындарында 4 немесе одан да көп «жапырақшалары» жетіледі. Буын аралығында «сабағының»

ортасында бір ұзын жасуша, оны қоршаған бір қатар ұзын қабық жасушалары болады. Бір не екі үйлі, оогонидің тәжі 5 жасушадан тұрады [11].

Хара тұқымдасы (*Characeae*) Лампротамниум (*Lamprothamnium* Gr.) туысының балдырларының сабағы мен жапырақтары қабықсыз болып келеді. Прилистниктері жақсы жетілген, ұзын болып келеді. Жапырақтары ұзын 4-7 қатарлы. Жапырақшалары қай жағынан болсада жақсы жетілген. Бір үйлі балдыр.

Хара тұқымдасы (*Characeae*) Лихнотамнус (*Lychnothamnus* (Rupr.) Leonh.emend. A.Br.) туысының балдырларында сабағының қабығы дамымаған түрде қабық трубкаларынан тұрады немесе мүлдем болмайды. Прилистниктері жақсы дамыған, ұзын болып келеді, бір қатарлы орналасады. Жапырақтары ұзын, 3-5 қатарлы. Бір үйлі балдыр [12].

Нителла тұқымдасы (*Nitellaceae*) Нителла (*Nitella* Ag. emend. A. Br.) туысы балдырларының биіктігі 5-50 см-дей. Жапырағы кейде бір не бірнеше шанышқы тәрізді тармақталған. Буынаралығында сабағы ұзын бір жасушадан тұрады. Оны қоршаған қабық жасушалары болмайды. Бір не екі үйлі. Оогонийінің тәжі 10 жасушадан тұрады. Бұл белгі нителла туысына жататын барлық түрлерге тән [11].

Нителла тұқымдасы (*Nitellaceae*) Толипелла (*Tolypella* (A. Br.) A. Br.) туысы балдырларының бұтақтары әдетте сабақ түйіндерінде 2-ден көп болады. Жапырақтары күрделі, осьтікке қарай дұрыс емес айырлы болып келеді, біржасушалы сегменттердің азды-көпті оқшауланған негізгі жұмыртқа жасушасы бар, түйіндерінде бірнеше көпжасушалы жапырақшалары және көпжасушалы ұшы бар, сирек қарапайым бірнеше жасушалардан тұрады. Бір не екі үйлі балдыр. Оогонийінің тәжі он жасушадан тұрады [12].

Нителлопсис тұқымдасы (*Nitellopsidaceae*) Нителлопсис *Nitellopsis* Ну туысының балдырларының сабақтары мен жапырақтары толығымен қабықсыз болып келеді. Прилистниктері жоқ, болсада қарапайым болып келеді. Су түбіндегі лайлы орынға батып тұратын жерінде сабақ түйіндерінен ризоид тәрізді ерекше бұтақтар өседі, олардың түйіндері ақ жұлдыз тәрізді түйнекке айналады. Бір үйлі балдыр. Оогонийі үлкен, тәжі бес жасушадан тұрады. Хара балдырларының бөліміне 6 туыс, 500-дей түр жатады [11, 12].

**Көбеюі.** Хара балдырлары ризоидтарында пайда болған крахмалды түйнектердің және төменгі «сабақ» буындарының, олардың тамырланған «бұтақтарының» бөлініп кетуі арқылы вегетативті жолмен көбейеді. Жыныссыз көбеймейді. Оогамиялы жолмен жынысты көбейеді. Көпшілік уақытта бір өсімдік жапырағының қойнауында көп жасушалы оогоний және антеридий жетіліп бір үйлі, сирек әр түрлі талломдарда пайда болып, екі үйлі балдыр болады. Оогонийден сопақша келген бір жұмыртқа жасушасы жетіледі. Оны оогонийдің 5 жіпшесі жан-жағынан спиральша айнала қоршап жатадыда, жоғарғы ұшы жазылып, кейде 5 жасушадан (хараларда), кейде 10 жасушадан (нителлада) тәж сияқты өсіндіге айналады, оны *коронка* кей

жерлерде *карона* деп атайды. Оогонийдің ұзындығы 1 мм-дей. Антеридий жай көзбен көрінетін қызыл-сары шар тәрізді. Оның қабырғасы қалқан деп аталатын 8 жалпақ жасушадан құралған. Әрқайсысының тұтқа тәрізді өсіндісі болады. Қалқаннан антеридийдің ішіне қарай ерекше сүйеніш немесе тұғыр бітеді, одан шумақталып оралған спермогенді жіпшелер шығады, яғни төмпешіктерден спермагенді жіптер жетіледі. Әрбір жіп 100-300-ге дейін жалпақ жасушалардан тұрады. Әр жасушадан мүктердікіне ұқсас бір-бірден спермия жетіледі. Оның әрқайсысының алдыңғы жағында спираль тәрізді иілген екі талшығы болады. Антеридидің қабырға жасушалары ажырағанда спермиялар босап шығып, оогонидің тәжінің ортасындағы саңылауы арқылы ішке өтіп, біреуі жұмыртқа жасушасын ұрықтандырады. Ұрықтанғаннан кейін қалың қоңыр түсті қабығы бар ооспораға айналады. Зигота қоңыр-сары, қоңыр түсті, шар немесе эллипс тәрізді, ұзындығы 0,3-1 см болады. Сырты қалың қабықпен қапталып, крахмал, май тамшылары жиналып ооспораға айналады. Оның сырты жолақ болады. Бұйығу дәуірінен өткен соң, ооспораның ядросы бір рет мейоз, бір рет митоз жолымен бөлініп 4 ядро түзіледі. Оның біреуі меншікті цитоплазмамен және жасуша қабығымен қоршалып, митоз жолымен бөліне бастайды. Жоғарғы жасушаларынан жаңа «сабақ» төменгі жағындағы жасушадан ризоид пайда болады. Қалған үш ядро еріп, олардың қорегіне жұмсалады. Сөйтіп, басқа жасыл балдырлар сияқты хара балдырлары да – гаплоидты жолмен көбейеді [10, 11].

***Хара балдырларының эволюциясы.*** Хара балдырлары палеозойдың силур, девон дәуірлерінің қазба қалдықтарында табылған (225-275 млн. жыл бұрын). Қазба қалдықтан табылған ооспоралардың қазіргі ооспоралардан айырмашылығы жоқ. Қазір бұларға морфологиялық белгілері ұқсас балдырлар жоқ. Сондықтан бұлардың тегі бола алатын балдырларды дәл айту қиын. Дегенмен хара балдырлары жасушасының көп ядролығы, көп дән тәрізді хромотофораларының болуы, жасушасының ірі болуы - сифонды балдырларға ұқсас белгілер болып келеді. Морфологиялық кейбір белгілері хетфора балдырларына ұқсайды. Сондықтан ерте кезде харалар жасыл балдырлардан, солардың ішінде хетерофоралардың тегі болып есептелетін улотрикс сияқты, қазір жойылып кеткен балдырлардан бастау алған болуы керек деп болжамдауға болады [11].

***Хара балдырларының филогенезі.*** Хара – басқа жасыл балдырларға қарағанда, құрылысы жағынан өте күрделі, денесі салалы болып келеді. Бұлардың жалпы морфологиялық құрылысы жағынан улотрикти балдырлармен филогенетикалық байланыс болуы мүмкін, алайда эволюциялық дамуы жағынан олардан әлдеқайда жоғары тұрады. Құрылысының эволюциялық жағынан жоғары болуына қарамастан хара балдырлары әрі қарай дамымай тұйық бітеді. Жасыл балдырлардың эволюциялық дамуына қарай жыныс процестерінің де бірінші рет әртүрлі болып, олардың күрделене бастағанын байқауға болады. Дунаниелла сияқты өкілдерінде хологамиялық қарапайым жыныс процестерінің нәтижесінде қосылатын вегетативтік особьтарда гаметаға бөліну болмайды, яғни



физиологиялық та, морфологиялық та жыныс айырмашылығы байқалмайды. Ал, басқа жасыл балдырларда изогамиялық-гетерогамиялық және оогамиялық жыныс процестерінің болуы, олардың жыныс гаметаларына бөлінуі эволюциялық дамудың біртіндеп күрделене бастағандығының айқын белгісі болып есептеледі. Изогамиялық жыныс процесінде қосылатын гаметалардың морфологиялық жыныс айырмашылығы байқалмағанымен физиологиялық жыныс айырмашылығы байқалады. Сондай-ақ кез-келген особьтардан шыққан гаметалар қосылмай, белгілі бір особьтан шыққан гаметалар ғана қосылады. Гетерогамиялық және оогамиялық жыныс процестерінің біртіндеп күрделене түсуіне байланысты гаметалардың жыныс айырмашылық белгілері айқын көріне бастайды. Ал, оогамиялық жыныс процесінде аналық гаметаның қозғалмай одан жұмыртқа жасушаның дамуы, антеридийден көптеген ұсақ сперматозоидтардың түзілуі және олардың бір түрлерінде жалаңаш протоплазмалық дене түрінде антеридийден босаса, екінші бір күрделі құрылысты түрлерінде қабықтарының болатындығы байқалады. Сонымен қатар, хара балдырларында оогонийдің, басқа жасыл балдырларға қарама-қарсы бірнеше жасушадан тұратындығы, оның құрылысының күрделі екендігін дәлелдейді. Ең соңында, тіркеспелі балдырларға тән ерекше жыныс процесі-зигогамияның болуы. Жасыл балдырлардың дамуында бірінші рет жынысты және жыныссыз ұрпақ ауысудың бар екендігі байқалады. Жыныссыз көбею-балдырлардың қолайлы тіршілік жағдайында ұрпақ беруді қамтамасыз етуі болса, жынысты көбею арқылы организм қолайсыз тіршілік жағдайларында да көбею қабілеттілігін сақтайтындығын көрсетеді. Жасыл балдырлар эволюциялық даму нәтижесінде өзінен жоғары тұрған жасыл өсімдіктердің бастамасын берді деп айту қиын. Кладофоралылар, эдогониялылар, сифондылар, конъюгациялылар және харалар жасыл балдырлардың эволюциялық дамуының тұйық бұтақтары. Кейінгі кезде жер бетіндегі жасыл өсімдіктер қабаты горизонталь және вертикаль бағытқа қарай өсетін хетофора тектес улотрикти балдырлардан шыққан деген болжаулар айтылып жүр [10].

### **1.3 Қазақстан мен ТМД елдеріндегі хара балдырларының зерттелу тарихы мен таралуы**

Қазақстандағы *Charales* балдырлары туралы алғашқы мәліметтер 1937 ж. А.Д.Фурсаев және Н.М. Елиаштың Қамысты-Самар көлдеріне жасалған жұмыстарынан *Chara aspera* Deth. ex Willd., *Ch. tomentosa* L., *Ch. connivens* Salzm. ex A. Br., *Ch. contraria* A. Br., *Ch vulgaris* L emend. Wallr., *Ch. fragilis* Desv түрлерін кездестіруге болады [13]. Ал, М.М. Голлербах [14] 1940 жылы жариялаған мақаласында Қазақстан үшін харофитті балдырлардың 18 түрін анықтап көрсеткен. Бұл аталған балдырлар түрлерінің 2 түрі *Nitella* Ag., 1- *Nitellopsis* Ny, 13 - *Chara* L., 1- *Tolypella aralica* Golenkin (таксономиядан алынған), 1- *Lamprothamnium* Gr. Кейіннен Л.А. Демченко [15] 1948 ж. «Бурабай көлінің су өсімдіктері» кітабында Бурабай қорығының көлінен табылған хара тұқымдасының 3 түрінің тізімі берілген: *Ch. aspera* Deth. ex

Willd., *Ch. fragilis* Desv., *Ch. strigosa* A.Br. 1953 ж. Доброхотова К.В. – Қазақстан суларын (Іле, Сырдария, Әмудария, Бурабай, Билікөл т.б.) өзендер мен көлдерді зерттеп Хара балдырларының түрлерін анықтап, Қазақстанның су айдындарынан хара балдырларының 20 түрін тапты [16]. Олар: *Chara* -16, *Nitella* -2, *Tolypella* -1, *Nitellopsis* -1. Алматы және Қызылорда облыстарының кейбір аудандарындағы күріш алқаптарының альгофлорасын зерттеуде В.М. Обухова [17] 1961 ж. харофитті балдырлардың 6 түрін тапты: *Nitella hyalina* (D.C.) Ag., *Ch. canescens* Desv. et Lois., *Ch. contraria* A.Br., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr., *Ch. braunii* Gmel., *Ch. gymnopitys* A.Br. Ал, Таубаев Т.Т. – Орта Азия су айдындарындағы су өсімдіктерін зерттеген [18, 19]. 1969-1970 жж. Орта Азия мен Қазақстанға арналған еңбектерінде хара балдырларының 28 түрінің тізімін келтіреді (*Nitella* - 3, *Tolypella* -1, *Nitellopsis* -1, *Lamprothamnium* -1 *Chara* -22) [7].

Қазақстанның хара балдырларын 1970-80 жылдары зерттеушілердің бірі, Костин В.А. – Іле-Балқаш су бассейндерінің хара балдырларын зерттеп анықтаған [20-22]. Сонымен қатар, кейбір хара түрлеріне сипаттама бере отырып, олардың таралуына экологиялық факторлардың әсері туралы жазған. Харофитті балдырлардың систематикасы мен экологиясы туралы ең толық мәліметтер Балқаш көлі, Іле өзені және Қапшағай су қоймасының су басу аймағы үшін В.А. Костин, Р.Ш. Шоякубовтың 1972-1973 жж. еңбектерінің арқасында қол жетімді [22-24]. Іле өзені – Балқаш алабы үшін харофитті балдырлардың 26 түрі және 2 түрішілік формасы анықталған. Оның 2 түрі *Nitella* тұқымдасына, 22 түр және 2 түрішілік форма *Chara* тұқымдасына, бір түрі *Nitellopsis* және *Lamprothamnium* тұқымдасына жатады [25]. Шоякубов Р.Ш. – Орта Азия бойынша белгілі гидрботаник ғалым, хара балдырларының бірнеше түрлерін анықтап «Өзбекстанның хара балдырлары» атты монография жазған [26].

R.D.Wood пен К. Imahori [27], М.М.Голлербах [28] 1973 ж. деректері бойынша харофитті балдырлардың дүниежүзілік флорасы 314 түрге жетеді. ТМД республикаларының территориясында 62-ге жуық түрлер кездеседі [12], олардың 70%-дан астамы Орталық Азия мен Қазақстаннан анықталған [7]. Автор алғаш рет Орталық Азия үшін 1 түрін көрсетті – *Ch. baueri* A.Br. ал Қазақстан үшін алғаш рет 5 түрі: *N. flexilis* (L.) Ag., *N. gracilis* (Smith.) Ag., *T. prolifera* (A. Br.) Leonh., *Ch. filiformis* Hertsch., *Ch. tenuispina* A. Br [7].

Қырғызстанда Т.Г. Матюкованың [29], С. Мәмбеталиеваның [30] еңбектері бойынша харофитті балдырлардың 15 түрі табылған, оның ішінде *Tolypella nidifica* (O. Mull) Leonh. Қазақстанда кездеспейді. Түрікменстанда 13 түрі белгілі [31], оның ішінде *Nitella globulifera* Pal. кездеспейді. Басқа түрлердің барлығы біздің елімізде кездеседі. Украина Республикасының флорасында *Chara* балдырларының 32 түрі белгілі, оның ішінде *Chara* L. тұқымдасының 20 түрі, *Lamprotamnium* Gr. тұқымдасының 1 түрі, *Nitella* Ag.emend. A.Br., Leonh., тұқымдасының 8 түрі. *Nitellopsis* Ну. тұқымдасының 1 түрі, *Tolypella* (A. Br.) A. Br. тұқымдасынан 2 түрі кездеседі [32, 33]. Р.И. Чхаидзе [34] Грузияның альгофлорасы үшін харофитті балдырлардың 14

түрін анықтап енгізген [7]. Хара балдырлары Ресейдің Еуропалық бөлігінде қазіргі уақытқа дейін толық зерттелмеген. Өзен алабында Еділ өзенінің жоғарғы, ортаңғы және төменгі аймақтарында хара балдырларына зерттеу жүргізу жоспарланған [35-38], бірақ, негізгі мәліметтер бойынша хара балдырларына бастапқы және соңғы аймақтарға ғана зерттеу жүргізілген. Жалпы алғанда, Еділ өзенінің Ортаңғы аймағынан хара балдырларының төрт тұқымдасқа жататын 15 түрі анықталғаны көрсетілген, олардың балдық бағалауы бойынша әр түрлі су объектілерінде және табиғи аймақтарда кездескендігі жарияланған, бірақ, егжей-тегжейлі растайтын мәліметтер жоқ [35]. Ал Самара аймағынан хара балдырларының 6 түрі анықталған. Олар, *Chara Linnaeus*, *C. cristata* nom. nud. қоспағанда, *Tolypella* (A. Braun) A. Braun тұқымдасының бір түрі, сондай-ақ *Nitella* C. Agardh тұқымдасының белгісіз өкілі табылған, нақты табылған жері айтылмаған [37-39]. Ал Марий Эл Республикасында Хара балдырларының 11 түрі табылды. Бұл деректер (Рузский, Жакова, Романов) осы аталған 3 ғалымның жұмысында ғана кездескен [40-42]. Татарстан Республикасынан *Chara* тұқымдасының екі түрі және *Nitella* тұқымдасының бір өкілі табылды деп көрсетілген [40]. Мордовия Республикасынан және Ресейдің Пенза облысынан, хара балдырларының тек бір түрі *Chara vulgaris* анықталған [43]. Бұрынғы Сур өзенінің 4 аумағынан хара балдырларының 2 түрі *Chara* және *Nitella* табылған [44], бірақ қай жерден және қандай түрі табылғаны туралы нақты мәліметтер жазылмаған. Чуваш Республикасынан хара балдырларының екі түрі - *Chara vulgaris* және *Nitella gracilis* анықталған [45,46]. Ресей Федерациясының Орынбор облысы Еділдің ортаңғы аймағынан хара балдырларының 4 түрі анықталған [47].

Қазақстанның, оның ішінде Алматы облысының су айдындарындағы харофитті балдырлар туралы өткен ғасырдың 1970–1990 жылдарында альголог мамандары зерттеу жүргізген, атап айтқанда Доброхотова К.В., Костин В.А., Шоякубов Р.Ш. еңбектерінде кездеседі [20-22,16].

Қазақстанның Солтүстік және Орталық облыстарының дала зонасының кейбір су қоймаларының хара балдырларын 1987 ж. В.А.Костин мен А.Қ. Жаманқара зерттеген [48]. Нәтижесінде Убаған, Торғай, Есіл өзендері, Татыр, Үлкен және Кіші Ақсуат, Кемел көлдерінде авторлар харофитті балдырлардың тоғыз түрін анықтады: *Nitella hyaline* (D.C.) Ag., *Chara braunii* Gmel., *Ch. canescens* Desv. et. Lois., *Ch. contraria* A.Br., *Ch. schaffneri* (A.Br.) T.F.Allen., *Ch. neglecta* Hollerb., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr., *Ch. fischeri* Mig., *Ch. fragilis* Desv [7]. Жаманқара А.Қ. – хара балдырларының палеонтологиясын, қазба қалдықтарын 1997 ж. зерттеп [49, 50], хара балдырлары бойынша кандидаттық диссертация қорғады.

Харофитті балдырлардың мекендейтін жерлерін зерттеу бойынша Солтүстік Қазақстанның су айдындарына көбірек зерттеулер жүргізілген [51, 52]. Солтүстік Қазақстан харофитті балдырларының таксономиялық әртүрлілігі мен ценоздық рөлін Сургут Университетінің профессоры Свириденко Б.Ф. – 2000 ж. Солтүстік Қазақстан көлдерінің Хара

балдырларын зерттеп 26 түрін анықтап, [51] «Солтүстік Қазақстан суқоймаларының флорасы мен өсімдіктері» атты монография жазған [51-53]. Оның 4 түрі *Nitella* тұқымдасына, 19 түрі *Chara* тұқымдасына, бір түрі *Tolypella*, *Nitellopsis* және *Lamprothamnium* тұқымдасына жатады.

Қазіргі кезде Нұрашов С.Б. және Саметова Э.С., Жиенбеков А.К. – Шығыс және Оңтүстік Қазақстан сулары мен Алакөл көлдерінен біраз хара балдырларын анықтады [54-57]. 2000-2002 ж.ж Нұрашов С.Б. және Саметова Э.С. Қазақстан суларында кездесетін хара балдырларының түрлік құрамын және олардың таралуының экологиялық ерекшеліктерін зерттеу мақсатында осы кезге дейінгі Ботаника және фитоинтродукция институтының Микология және альгология лабораториясында жиналған гербарийлерге талдау жасаумен қатар бірнеше облыстардың өзен, тоған, бұлақ суларынан жаңа материалдар жинады. Авторлар Шығыс Қазақстан облысының Семей қаласы маңында Ертіс өзені жағалауы Шар, Көкпекті өзендері, Бұқтырма, Зайсан көлінің солтүстік батыс жағалауынан материалдар жинап, хара балдырларының 7 түрін анықтаған [54-56]. Сонымен қатар соңғы жылдары Қапшағай су қоймасынан, Сорбұлақ көлі маңынан және шөлді жерлердің өзендерінен бірнеше түрлер жиналған [54].

2001 жылы *Nitella tenuissima* (Desv.) Kutz., *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) Gr., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr. және Селекция ауылы жанындағы тоғандарда *Ch. dominii* Vilh. и *Ch. vulgaris* L. emend Wallr. түрлері табылды. 2002 жылдың жазында көлдің жанынан материал (көлдер – ағынды су қоймаларынан) жиналды. Мұнда харофитті балдырлардың бес түрі табылды: *Ch. canescens* Desv. et Lois., *Ch. aspera* Deth. ex Willd., *Ch. fragilis* Desv., *Ch. vulgaris* L. emend Wallr., *Ch. gymnohylla* A.Br. Соңғы түрін Қазақстан үшін алғаш рет Нұрашов С.Б. ұсынды [7].

2002, 2006 - 2008 жж. Экспедиция барысында Шығыс Қазақстан облысының су айдындарынан материалдар жиналды. Шар және Көкпекті өзендерінен хара балдырларының 5 түрі табылған: *Ch. aculeolata* Kutz., *Ch. contraria* A. Br., *Ch. neglecta* Hollerb., *Ch. tomentosa* L., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr. Қаракөл көлінен: *Ch. aculeolata* Kutz., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr. түрлері табылған. Зайсан көлінің солтүстік-батыс жағасында хара балдырларының *Ch. braunii* Gmel., *Ch. schaffneri* (A. Br.) T.F. Allen. түрлері анықталған. Арасан көлінде (Рахмановский бұлақтарында), *Nitella tenuissima* (Desv.) Kutz түрі табылған. Өзеннің оң жағалауында Ертіс өзені, Аққу ауыл маңында және Павлодар облысы, Лебяжин ауданы, Қызылқоғам ауылынан *Ch. fragilis* Desv., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr хара балдырлар түрлері анықталған [7].

Жаңа материал (2000, 2001 және 2008 жылдары) Оңтүстік Қазақстан және Жамбыл облыстарындағы су қоймаларынан (Көкбұлақ өзені, Құлан ауылының солтүстігіндегі өзен, Нұрбайсай өзені, Шоқай ауылының оңтүстік шетіндегі су қоймасы және Талас өзенінің орта ағысынан) жиналды [7].

Харофитті балдырлардың жалпы түрлік құрамы туралы мәліметтер Нұрашов С.Б., Саметова Э.С., Крупа Е.Г., Баринаева С.С., Романов Р.Е. [52,

58–60] 2017-2021 жж. еңбектерінде жарияланған. Бұл түрлердің кейбіреулері ну өсімдік қабатын түзіп өсетін балдырлар [61–63]. Қазақстанда харофитті балдырлардың өсуіне қолайлы жағдайлардың болғанына қарамастан, әлі де зерттелмеген өзендер, көлдер, тоғандар көп. Қазақстандағы харофитті балдырлар түрлерін таксономиялық зерттеулерінің ұзақ тарихы бар [49, 50], бұл Қазақстан аймағы орта эоцендегі харофитті балдырлар үшін қолайлы болғанын растайды.

Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарында бұрын харофитті балдырлардың бес түрі ғана табылған [7, 8, 64, 65]. Ол үшін тұщы және тұзды сулардан харофитті балдырлар үлгілері алынып Іле, Сырдария, Амудария өзендерінің Қазақстан аймағында, Торғайда орналасқан ойпатты жерлерде, ал Бурабай, Билікөл, Балқаш көлдерінде 26 түрі бар екендігі анықталған. Олар: *Chara*—22, *Nitella*—2, *Tolypella*—1, *Nitellopsis*—1 [16, 20-22, 58]. Харофитті балдырларды анықтауда су сапасына 10 көрсеткіш бойынша бағалау жүргізілген. Үлгілер Черная өзенінен [66], Кеген және Райымбек аудандарынан [67], Зеренді және Бурабай көлдерінен [52, 60] ерекше қорғалатын табиғи қорығынан, индикаторлық түрлердің түр ерекшеліктерін ескере отырып жиналған. Батыс Қазақстаннан (Ақтөбе облысы, Нұра кентінің маңындағы тұзды және тұщы көлдер, Сарықобда өзенінің жоғарғы ағысы) Батыс Қазақстаннан бұрын зерттелмеген су қоймаларынан соңғы жылдары жинаған жаңа материалдар негізінде (Бессарабка ауылы, Ақраб ауылының жанындағы Қарасу көлі), харофитті балдырлардың 6 түрін анықталған (*Ch. delicatula* Ag., *Ch. dominii* Vilh., *Ch. fragilis* Desv., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr., *Ch. neglecta* Holler., *Ch. canescens* Desv. et Lois.).

Сондай-ақ Қазақстандағы хара балдырларының алуантүрлілігін зерттеу мақсатында солтүстік және оңтүстік аумақтардағы су қоймаларында, мысалы. Іле, Сырдария, Амудария өзендерінің атыраулары, оңтүстік-батыс Сібір жазығы, Сарыарқа (Қазақ таулы қыраты), Торғай ойпаты, Бурабай ұлттық саябағының көлдері, Балқаш көлінен материал жиналған [68]. Оңтүстік, шығыс және батыс Қазақстан бойынша аз ғана зерттеулер мен шектеулі деректер бар. Бұрын жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Оңтүстік Қазақстанда 28 түр мен 2 форма харофитті балдырлар түрі ғана табылған, оның ішінде 22 түрі мен 2 формасы *Chara* туысы, 3 түрі *Nitella* туысы, *Lamprothamnium*, *Lychnothamnus* және *Nitellopsis* туысының әрқайсысынан бір түрден анықталған [18, 19, 22, 23, 25, 68, 69-76]. Ең түрлерге бай орта (26 түр және 2 форма) Іле өзенінің маңындағы ойпатты жерлерде, әсіресе Іле өзенінің атырауында және Балқаш көлімен көршілес су қоймаларында шоғырланған. Бұл жазылған деректер жинақтары харофитті балдырлардың пайда болу тенденцияларын және көптігін бағалау үшін өте маңызды, бірақ олардың кейбіреулері бұл бағалау үшін жеткілікті емес [50, 51, 61, 63, 68, 77, 78].

Осы әдебиеттер негізінде Қазақстандағы хара балдырларының жалпы 40 түрі, 2 формасы анықталған. Оның 5 түрі *Nitella* тұқымдасына жатады, *Chara*

тұқымдасының құрамы ең көп болып шықты 32 түрі, 2 түрішілік формамен ұсынылған және *Nitellopsis*, *Tolypella* және *Lamprothamnium* тустарына әрқайсысынан бір түрден жатады. Қазақстанның су қоймаларында осы уақытқа дейін тіркелген бұл харофитті балдырлардың 16 түрі бореалдық, 16 түрі космополиттік түрлер. Харофитті балдырлардың көпшілігі (33 түрі) Оңтүстік Қазақстанның жылы су қоймаларында: Сырдария, Шу, Іле өзендері бассейндерінің су қоймаларында кеңінен таралған, олардың саны Қазақстанда кездесетін харофитті балдырлар түрлерінің 78,5%-ына жетеді. Оның 11 түрін оңтүстік аймақтарға тән деп санауға болады (*Nitella tenuissima* (Desv.) Kutz., *Chara baltica* Bruz., *Ch. canescentiformis* Hollerb., *Ch. dominii* Vilh., *Ch. fragifera* Durieu., *Ch. fischeri* Mig., *Ch. gymnopitus* A. Br., *Ch. kirghisorum* Lessing emend. Hollerb. f. *balchaschica*., *Ch. tomentosa* L. f. *macroteles*., *Ch. uzbekistanica* Hollerb., *Ch. gymnophylla* A.Br.). Солтүстік Қазақстанның су айдындары үшін осы аймақта 26 (68%) харофитті балдырлардың 10 түрі кездеседі (*Nitella confervacea* A. Br., *N. flexilis* (L.) Ag., *N. gracilis* (Smith.) Ag., *Tolypella prolifera* (A. Br.) Leonh., *Ch. baueri* A.Br., *Ch. filiformis* Hetzsch., *Ch. locuples* Hollerbah., *Ch. muscosa* Gr.et B.- W., *Ch. strigosa* A. Br., *Ch. tenuispina* A. Br.). Батыс Қазақстанның су айдындары үшін сәйкесінше 19 түрдің 4 түрі (47,6%) (*Chara arcuatofovia* Vilh., *Ch. galioides* DC., *Ch. hispida* L., *Ch. polyacantha* A. Br.), Ал Орталық және Шығыс Қазақстан облыстарында харофитті балдырлардың негізінен кең таралған және космополиттік түрлері кездеседі [7].

Ал, Қазақстан территориясында кездесетін хара балдырларының 40 түрі мен 2 түрішілік формасы анықталғанын жоғарыда айтылғандай, оның 32 түрі (76,2%) ТМД-ның Еуропалық бөлігінің су айдындарында, 19 түрі (45,2%) Сібір су айдындарында кездеседі [79].

ТМД елдеріндегі харофитті балдырлардың түрлік құрамы туралы нәтижелерді салыстыра отырып, Қазақстанның ашылған түрлерінің саны бойынша жетекші орынға ие екенін атап өтуге болады [7].

Соңғы зерттеулер температура, рН, тұздылық, электр өткізгіштік, еріген қатты заттардың жалпы мөлшері және қоректік заттардың қанықтылығы сияқты су сапасының айнымалылары харофитті балдырлардың кеңістіктік таралуына, алуантүрлілігіне және экологиясына әсер ететінін көрсетті [80,81-93]. Дегенмен, су сапасының кеңістіктік таралуға әсерін зерттеу Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанда әлі жүргізілмеген, өйткені бұл экологиялық қатынастар әртүрлі экологиялық аймақтарда, әсіресе осы зерттеудің құрғақ аймақтарында бірдей болмауына байланысты [73].

*Еліміздегі харофитті балдырларының қызыл тізіміне шолу.* Зерттеулер бойынша қоршаған ортаның айтарлықтай өзгеруіне әкелетін антропогендік әсер ету және су объектілерін басқару соңғы онжылдықтарда барлық аймақтарда харофитті балдырлар санының, пайда болуының және алуантүрлілігінің біртіндеп төмендеуіне алып келді [94-98]. Нәтижесінде кейбір аймақтық түрлер жойылып кету қаупі төнген немесе тіпті жойылып кеткен деп танылып, және Қызыл кітапқа енгізілді. Харофитті балдырлар ең

сезімтал және жойылып кету қаупі төнген топтарының бірі [99-103]. Олардың өмір сүруіне ең ауыр қауіптер қоршаған ортаның антропогендік трансформациясы мен тіршілік ету ортасының жойылуына және жоғалуына әкелетін қолайсыз климаттық өзгерістердің үйлесуі нәтижесінде құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда күтіледі. Қапшағай су қоймасынан төмен Балқаш көлінің су жинау бассейнінде мекендейтін кейбір түрлердің саны күрт азайды. Бұл 1975-1978 жылдары байқалды, өйткені өзендегі суды ағызу ережелері өзгерді, бұл су қоймасына әсер етті [104].

Сирек кездесетін түрлер болса да, Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген түрлер жоқ (<https://www.inaturalist.org/projects/red-book-of-kazakhstan-plants>). Сондықтан біз зерттеу барысында негізгі жойылып бара жатқан түрлерді зерттеп, харофитті балдырлардың алуантүрлілігі мен түрлердің аймақтық таралуын анықтадық. *Characeae* екі түрі, *C. vulgaris* және *C. contraria* кең таралған және морфологиясы бойынша өте ұқсас болғандықтан, екі түр арасындағы спецификацияны және NCBI деректерінде кейінгі салыстыруды анықтау үшін ДНҚ тізбегін салыстыру қажет болды [73]. Бұл зерттеуде Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы харофитті балдырлардың түрлерін сипаттауды мақсат еттік. Организмдердің таксономиялық орнын анықтау үшін экоморфологиялық және полифазиялық әдістерді (яғни, генотиптік, хемотаксономиялық және фенотиптік әдістер) қолданамыз [105,106] және олардың алуантүрлілігі, экологиясы, қоршаған ортаның негізгі факторларымен байланысы және таралуы бойынша нәтижелерін ұсынамыз. Хара балдырлар түрлерін қорғау жолындағы алғашқы қадам осы болды [73].

Қызыл тізім бойынша шет елдік мәліметтерге көз жүгіртетін болсақ Ресейдің Иванов облысының су қоймаларындағы хара балдырларының кездесуін және оларды қорғау қажеттілігін бағалауға арналған. Бүгінгі күнге дейін зерттелген аймақ үшін хара балдырлар түрлерінің әдеби көрсеткіштерін табу мүмкін болмады. Мұндай толық емес мәліметтер Ресейге көршілес Ярославль, Владимир және төменгі Новгород облыстарында да бар [107-109]. Иванов облысында Южский аймағындағы Ламна көлінде хара балдырларының өсетіні белгілі [110] және Палех аймағындағы Левинск көлінде хара балдырларының қауымдастықтары бар [111]. Жоғарыда айтылған барлық түрлер - Иванов облысының харофитті балдырлары туралы алғашқы мәліметтері болды [112].

Хара балдырларының гербарийлары 2011 және 2012 жылдары М.П. Шилов үш карст көлінен жиналған. Хара балдырлары Горький және Уводский су қоймаларынан, Ламна, Белая Вода және Левинск карст көлдерінен (карстовых озер) табылды. Таксономия кейін берілген [113].

Ерекше қорғалатын табиғи аймақтың бірі Еділ өзенінің Орталық аймағында *Chara* балдырларының 9 түрі кездеседі. Қазіргі таңда Ресей Федерациясында 2008 жылы хара балдырларының екі түрі Қызыл кітапқа енгізілген, Еділдің ортаңғы аймағынан *Chara*, *Nitella*, *Tolypella* хара балдырларының бір-бір түрлері Қызыл кітапқа енгізілген [114-117].

Хара балдырлары (*Streptophyta: Charophyceae, Charales*) - континентальды су қоймаларының және теңіздердің тұщы су аймақтарының ең үлкен макроскопиялық балдырларының бірі. Олар таза, биогендік элементтерге кедей судың индикаторлары [80], сондай-ақ су экожүйелерінің кейбір түрлерінің фондық бұзылмаған күйі ретінде белгілі [118]. Хара балдырлары эвтрофикацияға өте сезімтал, мұны соңғы онжылдықтарда Еуропа елдерінде олардың көбеюі мен пайда болуының айтарлықтай төмендеуіне байланысты кездесу жиілігінің азаюы дәлелдеп отыр [113,119]. *Charales* түрлерінің едәуір бөлігі Еуропада сирек кездеседі және жойылып кету қаупіне ұшырайды, кейбір түрлері еуропалық елдердің кейбір аумағынан жойылып кеткен болып саналады. Еуропаның бірқатар елдеріндегі хара балдырлардың жойылып бара жатқан түрлері қызыл тізімге енгізіледі, көбінесе олардың түрлік құрамының көп бөлігін қамтиды. Біздің зерттеу аймағымызда да кейбір кішігірім көлшіктер, тоғандар мен өзендердің судың аз түсуіне байланысты құрғап қалуы байқалады. Хара балдырларының кездесетін барлық жерлерін анықтау және мониторинг жасап олардың популяциясын бақылау, кездесу жиілігіндегі пайда болу өзгерістерін анықтау, жекелеген түрлерді қорғау шараларының тиімділігін әзірлеу және бағалау үшін қажет. Кездескен орындарының тізімі - тіршілік ортасы деңгейінде түрлерді қорғау шараларын негіздеу, әзірлеу және жүзеге асыру үшін қажетті ақпараттық база құрылған [120].

#### **1.4 Хара балдырларының табиғаттағы және шаруашылықта алатын орны**

Зерттеу бойынша көптеген ондаған жылдар бойы әртүрлі ғылым салаларының ғалымдары харофитті балдырларды бірнеше ерекшеліктеріне байланысты зерттеп келеді. Біріншіден, түйінаралық жасушалардың үлкен мөлшері оларды өсімдік жасушаларында және өсімдік жасушасының мембраналарында өтетін процестерді зерттеуге ыңғайлы нысанаға айналдырады. Екіншіден, кейбір харофитті балдырлар түрлерінің биіктігі 1 м-ден асуы мүмкін және су денелерінде үлкен биомассалар түзе алады. Осылайша, харофитті балдырлар өзендердегі, тоғандардағы және көлдердегі су астында қалған өсімдіктердің маңызды бөлігін құра алады, сонымен қатар көміртегі мен қоректік заттардың балансы және судың мөлдірлігі сияқты экожүйелік қасиеттермен әрекеттеседі. Хара балдырлары экожүйе өзгерістеріне де сезімтал болып келеді, бұл оларды экожүйе күйінің жақсы көрсеткіштеріне айналдырады. Ақырында, кейбір харофитті балдырлар түрлері кальциленген бөліктерді шығара алады, бұл өз кезегінде онай тасқа айналуына мүмкіндік береді. Харофитті балдырлардың қазба деректері соңғы 425 миллион жылды құрайды, ал кейбір қазба таксондары теңізден тыс тізбектерге арналған нұсқаулық болып табылады, бұл оларды биостратиграфиялық (мысалы, көмірсутегі кен орындарын барлау) және палеоэкологиялық зерттеулер үшін құнды объектілерге айналдырады [121].



*Харофитті балдырлардың жасушалары* – өсімдік жасушаларының жан-жақты үлгілеріне тоқталатын болсақ. 100 жылдан астам уақыт бұрын цитоплазманы яғни өсімдік жасушасының ішіндегі цитоплазманың қозғалысына жасалған алғашқы бақылаулар харофитті балдырлардың түйінаралық жасушаларында жүргізілді, ал харофитті балдырларды цитоплазманы зерттеу кезінде әлі де қолданып келеді [122]. Толық өскен харофитті балдырлар түйінаралық жасушаларының диаметрі шамамен 1 мм, ұзындығы бірнеше сантиметр (ұзындығы 40 см-ге дейін жетуі мүмкін [123]). Бұл жасушалар өте үлкен болғанымен, олардың құрылымы мен ультрақұрылымы [124, 125] көптеген басқа өсімдіктер жасушаларына, соның ішінде жоғары сатыдағы өсімдіктерге ұқсас болып келеді. Осылайша, харофитті балдырлар жасушалары жалпы өсімдік жасушалары үшін қолайлы үлгі болды. Харофитті балдырлардың аралық жасушаларының үлкен мөлшері тасымалдау процестері сияқты өсімдік жасушаларының биологиясындағы әртүрлі зерттеулер үшін оңай нысанаға айналды [126], мысалы, жараларды емдеуде [127], жасуша қабырғасының қалыптасуын [128] жасушаның ұзаруын [129] немесе жасушаларға төзімді органикалық химиялық заттардың түсуін зерттеуде қолданылды [130].

*Харофитті балдырлар экожүйелік қызметтерді жеткізушілер болып табылады.* Соңғы бірнеше онжылдықта адамзаттың экожүйелер беретін көптеген ресурстары мен процестерден пайда көретінін білеміз. Бұл артықшылықтар қазіргі уақытта «экожүйелік қызметтер» [131] ретінде белгілі және таза су сияқты өнімдерді және көміртекті секвестрлеу сияқты процестерді қамтиды. Харофитті балдырлар шыныменде көптеген экожүйелік қызметтерге үлес қосады және ғалымдар бұл туралы ондаған жылдар бойы зерттеп анықтап келеді. Zaneveld J.S. (1940 ж.) харофитті балдырлардың үлкен немесе аз экономикалық құндылықты білдіретін тоғыз әдісін қорытындылады [132]. Оларға балық өсіру, суды тазарту, су жануарларына арналған, сондай-ақ, ауыл шаруашылық малдарына арналған қоректер, тыңайтқыштар, жылтыратқыштар, балшық ванналары, емдік қолданбалар, қантты тазарту және жәндіктермен күресу кіреді. Мысалы, 18-20 ғасырлар аралығында Констанс көлінде харофитті балдырлар жиналып, кептірілген және көкөніс алқаптарында тыңайтқыш ретінде пайдаланылған [133]. Терапевтік қолданбалар үшін харофитті балдырларды пайдалану бір таң қалдыруы мүмкін, бірақ *Chara intermedia* гомеопатиялық медицинада қолданылады [134]. Дегенмен, харофитті балдырлардың ең көп бағаланған экожүйелік қызметтері олардың әртүрлі организмдер үшін тіршілік ету ортасымен азық-түлікпен қамтамасыз етудегі рөлі, сондай-ақ судың тазалығын арттыру, көміртегі мен қоректік заттарды сақтау қабілеті болуы мүмкін.

Харофитті балдырлар өсімдік қоректі балықтар [135], ұлулар [136], су құстары [137, 138] және шаяндар сияқты бірқатар организмдерге қорек ретінде қызмет етеді [139]. Ну өсімдік қабатын түзіп өскен харофитті балдырлар жыртқыштар мен ағындардан қорғауды қамтамасыз ететіндіктен,

харофитті балдырлардың тығыз өскен жерлерін әртүрлі организмдер мекендейді. Ең көп мекендейтіндері - перифитті микроорганизмдермен омыртқасыздар. Су омыртқасыздарының биомассасындағы маусымдық өзгерістерде, жалпы түрлер құрамыда хара балдырларының биомассасымен байланысты екені көрсетілген [140]. Осылайша, харофитті балдырлар тұщы және тұзды су экожүйелеріндегі биоалуантүрлілікті сақтауға көмектеседі [121].

Судың мөлдірлігі, көміртегі және қоректік заттарды сақтау үшін харофитті балдырлардың рөлін Kufel L., Kufel I. (2002 ж) қарастырған [141]. Олар харофитті балдырлардың ерекше тығыз қабаттары қоректік заттардың айналымын және көл биогеохимиясын бірнеше жолмен басқара алатынын көрсетеді: өсімдік биомассасымен қоректік заттарды сіңіру арқылы, жанама түрде фосфорды кальций карбонатымен бірге тұндыру арқылы және шөгінділерді күшейту және шөгінді бөлшектердің қайта суспензиясына қарсы тұруы арқылы жасалады [142]. Көптеген харофитті балдырлар мәңгі жасыл болғандықтан және олардың биомассасы әдетте біршама баяу ыдырайды, көміртегі мен қоректік заттар харофитті балдырлар шалғындарының шөгіндісінде ұзақ уақыт бойы тиімді сақталуы мүмкін. Харофитті балдырлар көп мөлшерде  $\text{CaCO}_3$  тұндырады және осылайша судың мөлдірлігін айтарлықтай арттырады [143] және  $\text{Ca}^{2+}$  концентрациясын төмендетеді [144]. Сонымен қатар, харофитті балдырлардағы жалпы фосфордың маңызды бөлігі  $\text{CaCO}_3$ -пен байланысты екендігі көрсетілген, бұл тотығу-тотықсыздану өзгерістеріне сезімтал емес және шөгінділерде ұзақ уақыт сақталуы мүмкін [145]. Сонымен қатар, харофитті балдырлар гексахлорбензол [130] сияқты органикалық химиялық заттарды, сондай-ақ уран [146], кадмий және қорғасын [147] сияқты металдарды судан тиімді түрде жоя алады және олар жер үсті суларында цианобактериялардың гүлденуін жеңілдетуі мүмкін [148].

Харофитті балдырлар әдетте экожүйеде «пайдалы» болып саналғанымен, олар кейде «проблема» немесе «мазасыздық» тудыратындар ретінде қарастырылуы мүмкін екенін атап өткен жөн. 1940 жылы Заневельд харофитті балдырлар каналдар мен резервуарларды бітеп тастауы мүмкін екенін атап өтті және бүгінгі таңда кең *Chara hispida* тұқымдастары балық шаруашылықтарына апаратын арналардан алып тасталуда, өйткені олар шаруашылық тоғандарының кіреберісін бітеп тастайды (Германияның Мюнхен қаласының оңтүстігіндегі ротбахтағы өсіріліп жатқан шаруашылықта зерттелген) [121]. Осындай жағдай біздегі Алматы бас ботаникалық бақтағы бассейндерде де кездеседі.

*Харофитті балдырлар бұрынғы және қазіргі экожүйе қасиеттерінің көрсеткіштері болып табылады.* Тығыз харофитті балдыр қабаттары судың мөлдірлігін арттырады және қоректік заттармен көміртекті судан харофитті балдырларды шалғындардың астындағы шөгіндіге бағыттайды. Осылайша олар экожүйелерде голиготрофиялық жағдайларды сақтауға көмектеседі. Екінші жағынан, харофитті балдырлар эвтрофикация сияқты қоршаған

ортаның өзгерістеріне де сезімтал болып келеді [82]. Бұл оларды экосистемадағы үздіксіз өзгерістерге осал етеді, мұндай көптеген харофитті балдырлар соңғы онжылдықтарда сирек немесе тіпті жойылып кету қаупіне ұшырады [149].

Харофитті балдырлар түрлерінің арасында судың химиясына және олар ұнататын тіршілік ету ортасының өлшеміне қатысты айтарлықтай айырмашылықтар бар [150]. Демек, көптеген харофитті балдырлар түрлері Еуропалық су шеңбер директивасына [151] сәйкес эвтрофикацияға [152] және экологиялық жағдайға қатыстыда экожүйенің күйін бағалау үшін индикатор ретінде пайдаланылады. Сондай-ақ, харофитті балдырлар таксондары арасында жарықтандыру кезінде акклиматизация қабілетінде түрге тән айырмашылықтары бар [153] және бұл үлкен көлдермен салыстырғанда кішкентай тоғандар сияқты әртүрлі зерттеу орындарында харофитті балдырлардың әртүрлі түрлерінің неліктен кездесетінін түсіндірудің бір бөлігі болуы мүмкін [150]. Харофитті балдырлардың пайда болуының экологиялық жағдайлары туралы білім, өз кезегінде, үлкен аумақтарда харофитті балдырлардың таралуын болжамды модельдеу үшін [154], сондай-ақ берілген климатта болашақ харофитті балдырлардың таралуын болжау үшін пайдаланылуы мүмкін [149].

Сонымен, харофитті балдырлар ақшыл экологиялық реконструкциялар үшін пайдалы құрал болып табылады. Седиментологиялық, тафономиялық және геохимиялық талдаулар негізінде қазбалы харофитті балдырлар үшін түрлерге тән палеоэкологиялық шектеулер анықталады [155]. Олардың палеоэкологияда ең көп қолданылуы теңіздік емес су объектілеріндегі палеоздылық көрсеткіштері болып табылады [156, 157]. Харофитті балдырлар сонымен қатар көл суының деңгейінің көрсеткіші ретінде сәтті қолданылды [158, 159] және қазбалы көлдердің трофикалық күйіндегі өзгерістерді құжаттау үшін пайдаланылады [160]. Ағымдағы әзірлемелер палео-тұздылықпен палео-температураны қалпына келтіру үшін геохимияны (микроэлементтер мен оттегі изотоптарын) пайдалана алатын эксперименталды мәдениеттерді қамтиды [161].

Харофитті балдырлардың қазіргі жағдайы және өткені туралы маңызды ақпарат алу үшін сәтті қолданылуы туралы көптеген қосымша мысалдар бар, Палеоэкология және экология пәндер арасында тығыз байланыс орнату қиын, бірақ хара балдырлары мұндай байланысты қамтамасыз ете алады. Мысалы, оның қазбалы харофитті балдырларының тарихи биогеографиясы қазба және сақталған түрлердің таралуы қалай болғанын түсінуге көмектеседі [162, 163].

### **1.5 Хара балдырларынан ДНҚ бөліп алу тарихы**

Хара балдырлары – күрделі морфологиясы және жоғары фенотиптік пластикалық қасиеті бар бентикалық балдырлар. Осы уақытқа дейін Хара балдырларындағы генетикалық зерттеулер шектеулі географиялық диапазоннан жиналған үлгілерге негізделген немесе таксондардың шектеулі санын ғана қамтыды. Бұл нәтижелерді жалпы түсіндіруге кедергі келтіруі

мүмкін. Schneider, S.C. және т.б. ғалымдар (2015 ж.) 19 елден жиналған 324 *Chara* үлгісінде пластид геномының жылдам дамып келе жатқан кодтау бөлімі matK штрих-кодтауын қолданды, бұл штрих-код гаплотиптерінің жеке адамдар арасында таралуы қазіргі уақытта түсінікті түр шекараларына сәйкес келетін келмейтінін тексеру үшін қолданған [164]. Филогенетикалық ағаш жиі қолданылатын сәйкестендіру кілттері бойынша 29 түрді біріктіретін 324 *Chara* особьтарын 12 нақты анықталған топқа (яғни монофилетикалық морфотүрлер немесе морфотүрлер топтарына) топтады. Елеулі морфологиялық вариация генетикалық біртекті топтарда орын алды. Бұған хара балдырларының сабағының ұзындығы мен саны, сабағында орналасқан тікенектерімен, прилистниктерінің ұзындығы, сабағындағы қабығы (тилакантты, изостихты, аулакантты және қабығы жоқ түрлер), сондай-ақ жыныс дифференциациясы сияқты *Chara* түрлерін анықтау үшін жиі қолданылатын белгілері кіреді. Дегенмен, морфологиялық жағынан ұқсас түрлер арасында айтарлықтай генетикалық айырмашылықтар болды (мысалы, *C. virgata*– *C. globularis*– *C. connivens*). Ешбір морфологиялық белгі генетикалық айырмашылықтарды дәйекті түрде көрсетпеді. Бұл нақты таксондарға арналған морфологиялық белгілер түрлерді делимитациялау үшін диагностикалық құрал ретінде қызмет етуі мүмкін екенін көрсетеді, бірақ олар әдетте генетикалық дифференциацияны немесе филогенетикалық қатынастарды анықтау үшін қолайлы емес. Сондай-ақ Schneider, S.C. және т.б. ғалымдар (2015 ж.) деректері бойынша *C. gymnohylla*-ны тилакантозды формаларға (олар *C. contraria* - мен тығыз байланысты) және аулакантозды формаларға (олар *C. vulgaris*) бөлу керектігін көрсетеді [164].

*Charales* қатарының сақталған және қазбалы мүшелері, сонымен қатар жойылып кеткен *Sycidiales* және *Moellerinales* қатарларының мүшелері ретінде анықталған харофитті балдырлардың [121] күрделі морфологиясы бар балдырлар болып табылады. Харофитті балдырлардың түрлерін анықтау әдетте өсімдік талломының морфологиялық белгілеріне негізделеді. Дегенмен, түрлерді ажырату үшін пайдаланылатын морфологиялық сипаттамаларда айтарлықтай сәйкестік бар, сондықтан харофитті балдырлар түрлерін анықтауда белгісіздік туындайды [165-167]. Сонымен қатар, әр түрлі флора препараттары бір және бірнеше түрді сипаттауда ерекшеленеді [74, 80, 168]. Шынындада, Proctor (1975 ж.) [*C. hispida* L.] кешенін қамтитын Еуразиядағы аймақтық зерттеулердің ешқайсысы дерлік танылуға жататын түрлердің нақты саны немесе оларды қалай ажырату керектігі туралы келіспейтінін» атап көрсетті [169]. Осы белгісіздіктерге қарамастан, соңғы он жылдықтарда көптеген *Chara* түрлерінің сирек кездесетіні хабарланды [97], олар көптеген елдерде қызыл тізімге енгізілген [119, 170] және олар өзендермен көлдердің экологиялық жағдайын бағалау үшін индикаторлар ретінде жиі пайдаланылады [151, 171]. Осылайша, харофитті балдырлар түрлерін дәл анықтау олардың биоалуантүрлілігін анықтау үшін ғана емес, сонымен қатар экожүйені бағалау үшін де маңызды. Қандай морфологиялық белгілер генетикалық

айырмашылықтарды көрсететіні туралы ақпарат экожүйені басқару үшін маңызды болуы мүмкін. Хара балдырларының генетикалық және морфологиялық сипаттамаларын салыстыратын ең ауқымды зерттеуді Mannschreck (2003 ж.) Франция және Мексикада Швециядан, Германиядан, Польшадан алып келінген 13 Chara түріне жататын 213 балдырды зерттеу үшін AFLP (Күшейтілген фрагмент ұзындығының полиморфизмі, генетикалық саусақ ізі әдісін) пайдаланып жасады [171]. Ол екі жұптан: *C. baltica* – *C. intermedia* және *C. virgata* – *C. strigosa* – дан басқа барлық түрлерді ажырата алды.

*Хара балдырларының генетикалық және морфологиялық өзгергіштігі.* Кейінгі егжей-тегжейлі AFLP зерттеулері бойынша *C. baltica* – *C. intermedia* жұбы бірнеше жақын түрлермен бірге бір-бірінен ажырата алатын түрлерінде ішінара ерекшеленді [165-167]. Мұны осы зерттеулердің әрқайсысында жеке тұлғалардың шыққан жерінен әртүрлі және шектеулі географиялық диапазонмен түсіндіруге болады. Шынында да, AFLP-нің соңғы зерттеулері [165, 172] осы кластерге енгізілген таксондардың ішінде жеке нысандар емес, континуум болуы мүмкін екенін көрсетті. Бұл Schneider, S.C. және басқалардың жақында жүргізген зерттеуімен сәйкес келеді [173], ол 14 түрлі таксонға жататын 91 Chara үлгісіндегі үш ДНҚ маркерін штрих-кодтау негізінде *C. baltica* - *C. intermedia* кешеніндегі сегіз Еуропалық таксонның бірдей екенін және тек Оңтүстік Америкадан алынған үлгілері осы кластердегі барлық басқа үлгілерден алынған базалық жұптан ерекшеленетінін көрсетті.

Дегенмен, Хара балдырларындағы AFLP және штрих-кодтау зерттеулері осы уақытқа дейін шектеулі географиялық диапазоннан жиналған үлгілерге негізделген немесе таксондардың шектеулі санын қамтиды. Тиісінше, таксондардың генетикалық немесе морфологиялық вариациясына жете бағаланбау қауіпі бар, бұл морфотүрлерді түсіндіруге әсер етеді. Сондай-ақ, бізде таксондар ішіндегі және олардың арасындағы салыстырмалы вариация туралы мәліметтер жеткіліксіз, яғни кейбір морфологиялық біртекті таксондар басқаларға қарағанда генетикалық айнымалы болама, әлде кейбір генетикалық біртекті таксондар басқаларына қарағанда көбірек морфологиялық вариацияға ие ме. Осы сұраққа жауап алу үшін Schneider, S.C. 2015 ж. 19 елден жиналған Chara тұқымының 324 үлгісін жинап зерттеді, олардың көпшілігі Еуропадан, сонымен қатар Солтүстік және Оңтүстік Америкадан, Азия мен Африкадан жиналған. Үлгілердің 30% алдыңғы зерттеуде қолданылған [173], ал қалған үлгілер бірінші рет жариаланған. Жиі қолданылатын анықтау кілттеріне сәйкес, біздің үлгілеріміз Chara тұқымының 29 түрін көрсететіні анықталды. Штрих-код гаплотиптерінің жеке адамдар арасында таралуы қазіргі уақытта түсінікті түр шекараларына сәйкес келетін-келмейтінін тексеру үшін пластид пен кодталған ақуыз-кодтау matK гені штрих-кодтауын қолдандық. MatK-пластид геномының ең жылдам дамып келе жатқан кодтау бөлімдерінің бірі [174], өсімдіктер үшін екі штрих-кодтау аймағының бір ретінде ұсынылады

[175] және жақында басқалар мен жақсы сәйкес келетіні анықталды. Хара балдырларында да жиі қолданылатын генетикалық маркер болып табылады [173].

*ДНҚ экстракциясы, праймерлер, күшейту (Амплификация) және секвенирлеу*

Осы зерттеуде ұсынылған генетикалық талдаулары үш түрлі жұмыс тобы үлгілеріне жасалды: (а) Норвегиялық суды зерттеу институты, (b) Росток университеті, (с) Канадалық ДНҚ штрих-кодтау орталығы (КДШКо). Тиісінше, ДНҚ экстракциясының үш түрлі әдісі, праймерлердің жинағы және ПТР күшейту әдістері қолданылды.

(а) Chara материалы 1,5 мл эппендорф түтіктерінде 600 мкл натрий-фосфат буфері (рН 8) бар 100°C температурада 5 минут инкубацияланды, содан кейін 0,5 г цирконий шарлары мен 100 мкл 25% натрий додецилсульфаты қосылған 2 мл криоконсервация түтігіне ауыстырылды. Содан кейін ДНҚ Хагман және басқалардағы (2015) хаттамаға сәйкес экстракцияланды [175]. ПТР күшейту CFX 96 Realtime жүйесінде (BIORAD, Осло, Норвегия) iProof™ HF Master Mix (BIORAD) көмегімен орындалды. ПТР денатурация қадамымен жасалды: 98°C (30с), одан кейін 98°C(10с), 62°C (20с) және 72°C (20с) 35 цикл, 5 минут бойы 72°C соңғы ұзарту қадамымен жүрді. Әрбір ПТР өнімі үшін екі жолақ өндірушінің нұсқауларына сәйкес BigDye терминаторы V. 3.1 циклді реттілік жинағы (Applied Biosystems, Applera Deutschland GmbH, Дармштадт, Германия) арқылы ABI 3130 XL генетикалық анализаторында реттелген.

(b) Жалпы геномдық ДНҚ кремний диоксидімен кептірілген материалдан стандартты Dneasy Plant Mini Kit (Quiagen, Hilden, Германия) көмегі мен алынған. ПТР бастапқы бес минуттық 94°C денатурация қадамымен және әрқайсысы бір минуттық денатурация (94°C), жасыту (55°C) және полимерлеу (72°C) 15 цикл үшін, содан кейін әрқайсысы бір минуттық денатурациямен орындалды. (94°C), жасыту (52°C) және полимерлеу (72°C) соңғы ұзарту қадамына дейін (10 мин) 20 цикл. Реттеу ПТР реакциялары үшін пайдаланылатын праймерлермен бірдей секвенирлеу праймерлері мен Applied Biosystems 3130xl генетикалық анализаторы арқылы орындалған [164].

(с) Schneider, S.C. және т.б. жұмысында сипатталғандай Chara материалынан жалпы геномдық ДНҚ алынды [173]. MatK аймағын күшейту және секвенирлеу Kuzmina және т.б. егжей-тегжейлі және сипатталған КДШКо хаттамаларына сәйкес жүргізілді [176]. Реттік хроматограммалар CodonCode Aligner 2.0.6 нұсқасы (CodonCode Co, АҚШ) бағдарламасы арқылы тексерілді, өңделді және контигтер құрастырылды. Контигтер CodonCode Aligner бағдарламасында айтылғандай MUSCLE көп ретті теңестіру алгоритмі [177] арқылы теңестірілді.

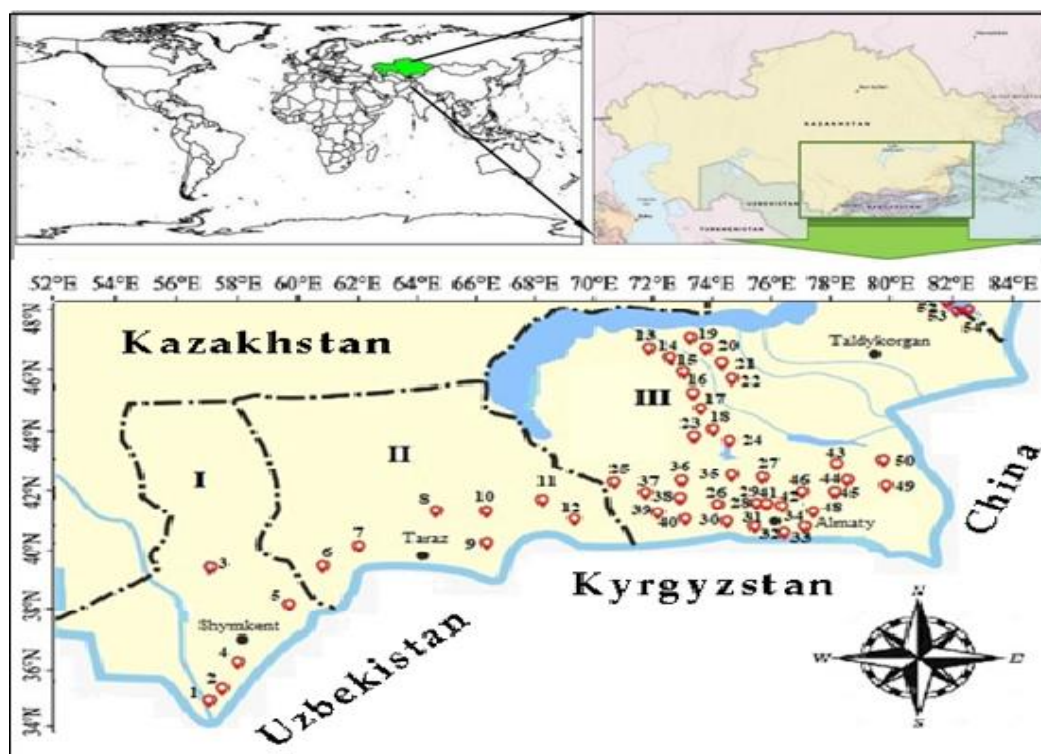
### Филогенетикалық талдаулар

Штрих-код деректерінің сапасы ықтимал ластануды, қате анықтауды және теңестіру қатесін анықтау үшін деректерді жинау барысында бірнеше рет бақыланды. Проблемалық үлгілердің ваучерлік үлгілері қайта зерттелді, нәтижесінде қате анықталған таксондар түзетілді. Тізбектер MS Windows негізіндегі Align (03/2007 нұсқасы) қолмен реттелетін реттілік өңдегішінің көмегімен тураланды (SequentiX–Digital DNA Processing, Klein Raden, Германия) көмегімен ДНК тізбегін алу үшін тураланды, содан кейін ол қолмен түзетілді. Жоғары айнымалы және анық емес аймақтары бар сегменттер және дұрыс туралауды мүмкін етпейтін бос орындар талдаулардан алынып тасталды. 518 позициядан тұратын matK жинағы пайдаланылды. *Chara longifolia* (AY170444), *Chara connivens* (AY170442), *Chara globularis* (AY170443), *Chara polyacantha* (AY170445), *Chara vulgaris* (DQ229102 және NC00803) және *Lamprothamnium macropogon* (AY170446) GENBANK тен алынған және зерттеуге енгізілген. Сыртқы топтың таксоны ретінде *Nitellopsis obtusa* (AY170447) қолданылды. Эволюциялық алмастыру модельдері MEGA 6 нұсқасында бағаланды [178] және GTR+G ең қолайлы эволюциялық модель ретінде таңдалды. BEAST 1.82 [179] нұсқасында Bayes талдауы жүргізілді. Бұрын босаңсыған логнормальді сағат үлгісі және коалесцентті тұрақты өлшем ағашы [180] пайдаланылған. Марков Монте-Карло (MCMC) тізбектері әрқайсысы 10 миллион ұрпақ үшін үш рет іске қосылып, әр 1000 ұрпақ сайын ағаш параметрлерін тіркеді. Тізбекті араластыру және конвергенция Tracer v.1.6 [181, 182] ішінде барлық параметрлер үшін болжамды іріктеу өлшемі (ESS) мәндерінің >200 екенін растау үшін тексерілді. Үш жүгірістегі ағаштардың кейінгі таралуы logCombiner v1.82 көмегімен жану ретінде әрбір жүгірудің үлесін алып тастағаннан кейін біріктірілді, максималды қаптау сенімділігі ағашы (MCC) TreeAnnotator v1.82-де есептелді және FigTree 1.4.0-де көрсетілді [181]. Біз сондай-ақ MEGA 6 нұсқасындағы [178] максималды ықтималдық (ML) және көршілес қосылу алгоритмдерін пайдалана отырып, деректерімізді талдадық. Ағаштардағы кластерлер «монофилетикалық морфотүрлер немесе морфотүрлер тобы» деп анықталды [164].

## 2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

### 2.1 Зерттеу нысандарының сипаттамалары

Балдырлар Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы үш облысының (I—Түркістан облысы, II—Жамбыл облысы және III—Алматы облысы) өзендерінен, арналарынан және көлдерінен жиналды (Сурет 1) теңіз деңгейінен 245-3629 м. биіктіктер арасында орналасқан (Кесте-1)).



Сурет 1 - Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстандағы балдырлар сынамалары алынған нүктелер

Зерттелген аймақтарға екі ірі бассейн кіреді: Арал-Сырдария бассейні және Балқаш-Алакөл бассейні [183]. Сырдария және Шу өзендері Арал-Сырдария бассейніне құяды. Сырдария өзені Түркістан облысына жатады, 1-4 учаскелер (қосымшаның 1-кестесі). Шу өзені Жамбыл облысының бөлігі болып табылады, 5, 6, 8-12 учаскелері. Мыңарал көлі, 7-учаске, Жамбыл облысының оңтүстік бөлігінде орналасқан. Балқаш-Алакөл бассейні (әлемнің Тұщы су экорегиондары) Іле өзенінің бүкіл су жинау бассейнін қамтиды. Ол Алматы III аймағына жатады.

Зерттелген учаскелер Іле өзенінің дренажды бассейнінің үш түрлі бөлігіне бөлінеді:

1. Қапшағай су қоймасының алдындағы бірінші аудан 42-51 учаскелерді қамтиды және аумақтың таулы ауданына жатады.

2. Екінші өңір-Талғар (35-40 учаскелер) және Қаскелең (25-28, 30 учаскелер) өзендеріндегі учаскелерді, сондай-ақ Қапшағай су қоймасын (31-34 учаскелер) қоса алғанда, немесе бассейн өзеніндегі зерттелген учаскелер.



3. Үшінші өңір-Іле өзенінің кездесу нысандары, ол Қапшағай су қоймасы бөгетінен кейін 29-учаскеден басталып, Арыстан (13-18-учаскелер), Жиделі (19-22-учаскелер) және Бақанас (23-учаске) каналдарындағы учаскелері бар Балқаш көлі бағытында жалғасады. Алматы облысына жататын Сорбұлақ көлі (24-учаске) және Күрті өзені (41-учаске) бар. Алакөл көлі (52, 53 және 54 учаскелері Алматы облысының (III) шығыс бөлігінде және Балқаш көлінің палео бассейнінің шегінде орналасқан, бірақ қазіргі уақытта олардың арасында байланыс жоқ. Келесі Нарын өзені (55-учаске).

Кесте 1 - Зерттеу нысандары ретінде алынған су айдындары

№	Атауы	Солтүстік ендік	Шығыс ендік	Теңіз деңгейінің биіктігі, м
1	*Достық каналы	41°00'31.80"	68°12'40.43"	245
2	Сырдария өзені	41°02'16.79"	68°30'49.94"	418
3	Қаратау қорығы, Кіші Қарақұз шатқалы, «Жаман тұма» бұлағы	43°51'07.48"	68°32'14.65"	971
4	*Шарбұлақ өзені	41°46'19"	69°24'10"	650
5	*Теріс өзені	42°39'59"	70°48'05"	953
6	*Меркі өзені	42°54'11.09"	73°09'51.17"	676
7	Мыңарал көлі	45°24'49"	73°40'51"	343
8	*Қарабалта өзені	43°12'01"	74°00'36"	520
9	Ақсу өзені	43°11'53"	74°03'48"	751
10	Шу өзені	43°16'05"	74°12'13"	533
11	Қақпатас өзені	43°21'13"	74°24'48"	561
12	*Қопа бөгені (дамбасы)	43°21'13"	74°28'45"	636
13	*Іле өзені, Арыстан өзені 1	45°32'08"	74°52'10"	641
14	* Іле өзені, Арыстан өзені 2	45°32'02"	74°52'11"	341
15	* Іле өзені, Арыстан өзені 3	45°32'13"	74°52'24"	341
16	* Іле өзені, Арыстан өзені 4	45°32'29"	74°52'42"	341
17	* Іле өзені, Арыстан өзені 5	45°32'34"	74°52'43"	341
18	* Іле өзені, Арыстан өзені 6	45°32'30"	74°52'44"	341

1-кестенің жалғасы				
19	*Іле өзені, Жиделі өзені 1	45°33'11"	74°53'36"	341
20	* Іле өзені, Жиделі өзені 2	45°33'00"	74°53'42"	341
21	* Іле өзені, Жиделі өзені 3	45°32'59"	74°53'43"	341
22	* Іле өзені, Жиделі өзені 4	45°33'09"	74°53'46"	341
23	*Бақанас каналы	44°52'50.37"	76°10'13.98"	389
24	Сорбұлақ көлі	43°38'01"	76°36'29"	618
25	Мерей көлі	43°20'31"	76°42'02"	696
26	* Қаскелең өзенінің тоғаны 1	43°46'27"	77°04'53"	488
27	* Қаскелең өзенінің тоғаны 2	43°46'20"	77°05'21"	488
28	* Қаскелең өзенінің тоғаны 3	43°46'22"	77°05'35"	488
29	Іле – Қапшағай бөгені	43°55'7.49"	77°05'49.31"	475
30	Қаскелең өзені	43°47'03"	77°07'47"	623
31	Қапшағай суқоймасы 1	43°48'04"	77°07'48"	477
32	Қапшағай суқоймасы 2	43°48'04"	77°07'49"	477
33	Қапшағай суқоймасы 3	43°48'04"	77°07'50"	477
34	Қапшағай суқоймасы 4	43°48'04"	77°07'51"	478
35	*Талғар өзені	43°41'50"	77°15'25"	394
36	Өстемір тоғаны 1	43°38'52"	77°15'48"	523
37	Өстемір тоғаны 2	43°38'52"	77°15'49"	533
38	Өстемір тоғаны 3	43°37'23"	77°15'59"	536
39	Өстемір тоғаны 4	43°37'44"	E77°16'09"	534
40	Өстемір тоғаны 5	43°37'36"	E77°16'11"	533
41	*Күрті өзені	43°44'20"	76°23'54"	562
42	*Қайыңды көлі	42°59'05.58"	78°27'54.79"	1865
43	*Қарқара өзені	42°50'57.64"	79°13'57.98"	2062
44	*Кеген өзені	43°00'27.64"	79°15'13.23"	1821

1-кестенің жалғасы				
45	*Мыңжылқы өзені	42°44'15.08"	79°16'53.07"	3000
46	*Сартасу өзені	42°37'14.49"	79°19'18.61"	3629
47	Шарын өзені	43°52'49.40"	79°27'13.56"	512
48	*Тентек өзені	42°46'35.14"	79°40'20.36"	2132
49	*Үлкен-Қақпақ өзені	42°36'06.68"	79°50'42.41"	1836
50	*Текес өзені	42°50'37.01"	80°03'07.5"	1766
51	*Нарынқол өзені	42°43'24.86"	80°08'06.54"	1831
52	Алакөл көлі 1	46°01'57.58"	81°22'02.31"	351
53	Алакөл көлі 2	45°59'21.36"	81°29'44.16"	363
54	Алакөл көлі 3	45°55'48.78"	81°35'58.31"	352
55	*Нарын өзені	45°50,7'43"	74°46,2'57"	367
Түсіндірме: «*» алғаш рет зерттеу жүргізілген нысандар				

Харофитті балдырлар Түркістан облысының (I) (Оңтүстік Қазақстан) бес су айдындарынан жиналды, осы аталған бес нүктенің ішіндегі үш нүктесіне харофитті балдырлар бойынша алғаш рет зерттеу жүргізілді (Кесте 1, Сурет 2А). Ал, Жамбыл облысынан (II) харафитті балдырлар жеті нүктеден жиналып, үш нүктесіне алғаш рет зерттеу жасалынды (Кесте 1, Сурет 2Ә). Сонымен қатар, харофитті балдырлар Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның Алматы облысындағы Іле өзені бассейндерінің (III) 22 учаскесінен жиналды, олардың 15 учаскесіне харофитті балдырлар бойынша алғаш рет зерттеу жұмыстары атқарылды (Кесте 1, Сурет 2 Б,В).



Сурет 2 - Харофитті балдырлар сынамалары алынған су айдындары Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: (А-Меркі өзені, Ә-Дамба Қопа; Б-Іле өзені, Арыстан өзені; В-Қаскелең өзенінің тоғаны)

Зерттелген аймақтарда климат әртүрлі болды [184]. Атап айтқанда Қазақстанның оңтүстік аймағында климат жұмсақ жылы, батыс аймақта қоңыржайдан суыққа ауысады, ал шығысында қалыпты болып келеді. Қыста жауын-шашын жазға қарағанда көбірек болады. Оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай жылжыған орташа температура төмендей түседі (Түркістан облысында 13,2°C Жамбыл облысында 11,2°C дейін [185], содан кейін Алматы облысында 8,6°C дейін) [186]. Бұл ретте жылдық жауын-шашын мөлшері 502,4 мм-ден 511,83 мм-ге дейін өседі.

## 2.2. Зерттеу материалдары мен әдістері

Сынама алу кезінде судың температурасы, өткізгіштігі және рН көрсеткіштері Hanna су өткізбейтін портативті рН/температура өлшегіш HI-9813-5 құралымен өлшенді. GPS координаттары, яғни, сынама алу нүктелері Garmin GISMAP 64 құралының көмегімен анықталды.

Зерттеуге жалпы 175 альгологиялық сынамалары алынып, микроперифитон мен микрофитобентостың сынамасы су астындағы өсімдіктер мен тастардан қыру арқылы жиналып, 3% формалин ерітіндісінде фиксацияланды. Фитопланктон үлгілері өлшемі 20 мкм планктон торымен алынған материалдар 3% формалин ерітіндісімен фиксацияланды.

Материал жинау барысында харофитті балдырлар арнай қырғыштармен, қаққыштармен (сачок), тырма көмегімен жиналды. Үлгілер фиксацияланып гербарийлер жасалды. Ылғалды үлгілер микроскопиялық зерттеу үшін Ботаника және фитоинтродукция институтына (Алматыға) мұз жәшігінде тасымалданды. Материалдар Ботаника және фитоинтродукция институтында (Қазақстан), Эволюция институты Хайфа университетінде (Израиль) зерттеу үшін бөлінді. Қазақстанда балдырлар түрлерін анықтауда «МБС-9 бинокуляр» (Скопия, Ресей Федерациясы) және MicroOptix (MicroOptx, Inc., Австрия) жарық микроскоптары қолданылды. Барлық балдырлар түрлерінің микроскоптық окуляр-микромметр көмегімен өлшемдері өлшеніп, формасы «Motic BA-400» (Motic Asia, Гонконг, Қытай) және Levenhuk MED P10 T LCD, тринокулярлы заманауи микроскоптарымен суретке түсірілді.

Израильде балдыр материалын өңдеу жалпы қабылданған әдістер бойынша жүзеге асырылды. Диатомды препараттар пероксид техникасын қолдану арқылы дайындалды [187]. Диатомды және басқа балдырлардың барлық препараттары Leica DM2500 (Leica Microsystems EMEA, Ұлыбритания) жарық микроскопымен 400–1000× үлкейту арқылы анықталды және Omax 9,0 MP USB сандық камерасымен суретке түсірілді.

Балдырлардың түрлік құрамын анықтауда альгологиялық және гидроботаникалық әдістер мен халықаралық анықтауыш әдебиет көздері пайдаланылды [188–194]. Ал анықталған балдырлардың таксон атауларын заманауи систематикалық жүйге келтіруде «Algaebase (Guiry and Guiry, 2018)» базасы қолданылды [195], және микробалдырлардың кездесу жиілігін анықтауда 6 баллдық шкала қолданылды [187] (Кесте 2).

Кесте 2 - Кездесу жиілігін анықтауға арналған шкала [187].

Балл	Визуальді бағалау	Планктонның литрдағы жасуша саны	Перифитонның препараттағы жасуша саны	Әрбір түрдің жасуша саны, %
1	Бірек саран	$1-10^3$ кл./л Л <sup>-1</sup>	1–5 препараттағы кл.	<1
2	Сирек	$10^3-10^4$ кл./л Л <sup>-1</sup>	10–15 препараттағы кл.	2–10
3	орташа	$10^4-10^5$ кл./л Л <sup>-1</sup>	25–30 препараттағы кл.	10–40
4	жиі	$10^5-10^7$ кл./л Л <sup>-1</sup>	1 әр қатардағы кл.	40–60
5	жиірек	$10^6-10^7$ кл./л Л <sup>-1</sup>	Бір қатарда бірнеше кл.	60–80
6	Өте жиі	Жоғары $10^7$ кл./л Л <sup>-1</sup>	Барлық қатардан кездестіруге болады	80–100

Сапробты индекстерді есептеу Сладечек модификациясындағы Пантле Бак әдісі (Pantle–Buck) бойынша жүргізілді [196]. Сапробтылық көрсеткіштері әрбір балдыр қауымдастығы үшін сапробты түрлердің санына және олардың салыстырмалы көптігіне байланысты алынды:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i h_i)}{\sum_{i=1}^n (h_i)} \quad (1)$$

Мұндағы S - балдырлар қауымдастығы үшін сапробтылық индексі S (бірліксіз), s - түрге тән сапробтылық индексі, n - әр түрдің жасуша тығыздығы (Кесте 1).

Ұқсастықты есептеу үшін BioDiversity Pro 2.0 бағдарламасы пайдаланылды. Корреляция желі және бірнеше регрессия талдаулары ботнет R Statistica [197] бумасында JASP корреляциясы бойынша орындалды. Түрлер мен қоршаған ортаның канондық сәйкестік талдауы айнымалылардың байланысы CANOCO 4.5 бағдарламасымен орындалды [198]. Жылу картасы (Heat map) көмегімен биоиндикаторлық талдау жүргізіліп ExStartR бағдарламасында құрастырылған [199]. Анықталған балдырлар мен цианобактериялардың түр-спецификалық, экологиялық артықшылықтарымен биоиндикаторлық талдаулар жүргізілді [200-202].

### 2.3 Балдырлар сынамаларын алу және оларды өңдеу әдістері

Температура мен рН Қазақстан объектілерінде HI991001 су өткізбейтін портативті рН/температура өлшегішімен (Hanna instruments, АҚШ) сынама алумен бір мезгілде өлшенді, ал Израильде еріген қатты заттардың өткізгіштігі мен жалпы мөлшері (TDS) HANNA HI 9813-0, ал N-NO<sub>3</sub> HANNA HI 93728 (Hanna Instruments, АҚШ) көмегімен үш қайталаумен өлшенді. GARMIN GIS MAP 64 көмегімен іріктеу орындарының GPS координаттары алынды. Ауа температурасы стандартты термометрмен өлшенді.

Еріген оттегі, оттегіні биологиялық пайдалану (ОБП) және судың түсі (pt/Co шкаласы) туралы деректер анықтамадан [68] және "Қазгидромет" РМК қоршаған орта мониторингі департаментінің Қазақстан Республикасы Экология, Геология және табиғи ресурстар министрлігінің веб-сайтындағы ай сайынғы деректерінен алынды. Қоршаған орта туралы деректер [203] сәйкес анықталды [68], келтірілген құжаттардан алынған мәліметтер харофитті балдырлардың үлгілері алынған зерттеу орындарының ай сайынғы және жылдық есептерден алынды.

Харофитті балдырлар 55 зерттеуге алынған нысандардан жиналды. Әдетте, харофитті балдырлар судың 0-0,5 м тереңдігінен көрінеді. Көрінген харофитті балдырлар кластерлері табылған әрбір нүкте іріктеу нүктесі ретінде анықталды және GPS координаттары жазылды. Осылайша, кейбір су айдындарында бірнеше сынама алу пункттері болды. Харофитті балдырлардың үлгілері әр сынама алу нүктесінен он метр радиуста зәкірмен сүйреп, 5-10 сынамадан 0-0,5 м тереңдікте қолдарымен тарту арқылы тұрақты әдістермен іріктелді. Үлгілер кептіріліп, зертханаға тасымалданып, ботаника және фитоинтродукция институтының (Қазақстан) гербарий қорында тұрақты сақталу үшін таңбаланды (Олар: АА 1-1-АА 54-1 таңбалау). Үлгілер ботаника және фитоинтродукция институтында, Хайфа университетінің эволюция институтында (Израиль) және Арканзас штатының Бибе университетінде (АҚШ) зерттелген. Балдырлар түрлерін анықтауда «МБС-9 бинокуляр» (SCOPICA, Ресей), және «MicroOptix» (MicroOptix, Inc., Аустралия) жарық микроскопы және Leica dm2500 жарық микроскопы қолданылды. Барлық хара балдырлар түрлерінің микроскоптық окуляр-микрометр көмегімен өлшемдері өлшеніп 400-ден 1000 есеге дейін ұлғайтылды, морфологиялық формасы «Motic BA-400» (Motic Asia, Ган Конг, Қытай) және Levenhuk MED P10 T LCD, тринокулярлы заманауи микроскоптарымен зерттеліп, OMAX 9.0 MP USB сандық камерасымен суретке түсірілді. Кальций карбонатының қалың қабаты өсімдікті жабу кезінде кейбір морфологиялық зерттеулерді қиындатты. Бұл үлгілер CaCO<sub>3</sub> еріту үшін 4% сірке қышқылымен өңделді.

Жиналған хара балдырларының түрлік құрамын анықтау үшін ең өзекті таксономиялық анықтауыш құралдар пайдаланылды [12, 204-206]. Таксон атаулары Algaebase.org веб-сайтында [195] салыстырмалы түрде тексеріліп, өзгерген түрлердің атаулары жаңартылды.

Экологиялық аймақтарды картаға түсіру бағдарламасы жеке түрлердің таралуын құру үшін пайдаланылды [207]. Statistica 12.0 параметр мәндеріне, геокеңістіктің координаттарға және қоршаған ортаның айнымалыларына сәйкес түрлердің таралу карталарын жасау үшін пайдаланылды, оларды сілтеме бойынша [68] әрбір зерттеу нысанының өлшемі өлшенді [208].

Сонымен қатар, органикалық заттардың ластануын және экожүйенің күйін сипаттайтын сапробтылық S индексі қолданылды. Сапробтылық көрсеткіштері әрбір балдыр қауымдастығы үшін сапробты түрлердің санына және олардың бұрын сипатталған салыстырмалы молдығына байланысты алынды [68]:

Сызықтық ординация әдісі Redundancy Detrended Analysis (RDA) түр үшін маңызды экологиялық факторларды анықтау үшін CANOCO 4.5 бағдарламасында өңделді [198]. Қоршаған ортаны қорғау деректеріне талдау толық экологиялық деректері бар 34 кездесу аймағына ғана жүргізілді. Зерттелетін харофитті балдырлар түрлерінің экологиялық мәліметтері анықтамалардан алынды [209].

Түрлердің сақталу мәртебесі мен сиректігі IUCN (Халықаралық табиғатты қорғау одағы (The International Union for Conservation of Nature)) критерийлеріне [210] сәйкес келесі схема бойынша бағаланды (Сурет 3):



Сурет 3 - IUCN критерийлері бойынша түрлердің сақталу мәртебесінің схемасы [210]

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: **Extinct**-жойылып кеткен, **Threatened**-азайып бара жатқан, **Least Concern**-Алаңдаушылық аз

*IUCN Қызыл тізімінің санаттары мен критерийлері жаһандық жойылу қаупі жоғары түрлерді жіктеуге, оңай және түсінікті жүйе болуға арналған. Ол түрлерді тоғыз санатқа бөледі: 1. Бағаланбаған; 2. Деректер жетіспейді (DD); 3. Алаңдаушылық жоқ (LC); 4. Қауіпке жақын (NT); 5. Қауіптілігі әлсіз (VU); 6. Қауіптілігі орташа (EN); 7. Қауіптілігі жоғары (CR); 8. Табиғат жүйесінде жойылған (EW); 9. Мүлдем жойылған (EX) [210]*

Хара балдырлар түрлерінің жойылып кету ықтималдығын бағалаумен үйлесімде түрлердің таралу аймағына, популяция көлеміне және популяцияның өзгеруіне сәйкес бес критерий арқылы бағаланды [210]. Бұл критерийлер әр түр үшін қай категорияның маңызды екенін анықтады.

## 2.4 Хара балдырлар түрлерінің клеткасынан ДНҚ бөліп алу әдістері

Диссертациялық жұмыста хара балдырлар түрлерін анықтау полифазалық тәсілі қолданылды [105, 106]. Сондықтан толық геномдық ДНҚ-молекуласы стандартты Dneasy Plant Mini Kit (Geneaid Biotech Ltd. Жаңа Тайбэй, Тайван) көмегімен бөлінді. Гербарий үлгілерінен алынған құрғақ материалдан жасалды, Қазақстандық популяцияларымен Израильдік популяцияларының түрлер тізбегіне ұқсас климатта орналасқан хара балдырлары салыстырылды. Бұл климатта кездесетін хара балдырларын таңдау гербарий үлгілерінің болуына және зерттеу жүргізілген зертханаға байланысты жүзеге асырылды.

ДНҚ бөліп алуда алдымен экстракция буфері (65°C) дайындалып, араластырылды. Зерттеуге алынған хара балдырларының кесінділері екі шарик салынған 2 мл пробиркаға салынды (шариктардың еркін қозғалуы үшін алынған кесінділер көлемі 20-30 мг. болуы керек). Оларды Retsch-Mühle (MM300) гомогенизатор көмегімен 28 Гц жиілікте 30 секунд бойы екі рет ұсақталды. 750 мкл экстракция буфері (65°C) қосылып, араластырылды. Келесі ретте, су моншасында (65°C) 30-40 мин қойылды. 750 мкл CIA (24:1) сұйықығы қосылып, араластырылды. 20 минут бойы 10 000 айн/мин центрифуга жасалды. Нәтижесінде бетінде түзілген сұйықтық (шамамен 700 мкл) алынып, 1,5 мл түтікке құйылды. 85 мкл ацетатмикс пен 500 мкл изопропанолды (-20°C) қосып, ақырын араластырылды. 13000 айн/мин-ден 20 мин бойы центрифуга жасалды. Түзілген тұнба алынып, 1 мл 70% этанолмен (-20°C) шайылды және 13000 айн/мин жылдамдықпен 20 минут центрифугаға қойылды. Супернатант пипеткамен алынып тасталды. Түтіктер 37°C температурада «ауада» 40-50 минут құрғатылды. 200 мкл TE-Puffer және 4 мкл РНКаза (мысалы, 100 мкл TE + 2 мкл РНКаза) қосылып, 30 мин 37°C бір түн 4°C қалдырылды.

*MatK* генінің аймағын синтездеу үшін F-Chara (AGAATGAGCTTAAACAAGGAT) және R-Chara (ACGATTTGAACATCCACTATAATA) праймерлері қолданылды. ПТР талдауы Thermal Cycler құралында (PCR Biosystems Ltd., Лондон Ұлыбритания) 2x Taq Mix Red PCR MasterMix көмегімен жүргізілді. Әрбір ПТР өнімі Applied Biosystems Veriti™ Thermal Cycler (Applied Biosystems, Калифорния, АҚШ) генетикалық талдау аппараты арқылы секвенс жүргізілді. ПТР бастапқы екі минуттық денатурация 95°C, жабысу 56°C және элонгация 72°C жүргізілді. ПТР өнімдері gelred (GelRed® Nucleic Acid GEL Stain (Biotium, Fremont, АҚШ)) бояуы бар 1,5% агарозды гель электрофорезінде тексеріліп, гель құжаттау құралында талданды. ПТР өнімдері Wizard (R) SV гелі мен Clean – up Systems PCR жинағы (Promega, АҚШ) арқылы тазартылды.

ПТР өнімдерін секвенирлеу 3730 ДНҚ анализаторы (Applied Biosystems, Thermo Fisher Scientific, NY, АҚШ) арқылы орындалды.



## 2.5 Харофитті балдырларды филогенетикалық талдау

Секвинс тізбектерін сәйкестендіру BioEdit бағдарламасында (7.2 нұсқасы) жүзеге асырылды. Филогенетикалық талдау үшін 8 *Chara vulgaris* үлгісіне (Израильден 7 үлгі және Қазақстаннан 1 үлгі) matK ген тізбегі қолданылды. Израильден *C. gymnophylla* (A.Braun) A.Braun 4 үлгісі және Қазақстаннан *C. contraria* 1 үлгісі талданды. Секвенс нәтижелері MAFFT (7 нұсқа) жүйесінде максималды ықтималдық (ML), максималды парсимония (MP) және көршілес байланысу әдісі (neighbor connection (NJ - Neighbor joining method)) арқылы талданды. BLAST бағдарламасының көмегімен алынған нуклеотидтер тізбегі арасындағы ұқсастық аймақтары анықталды және NCBI (Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығы) деректер қорындағы қолжетімді секвенс тізбектерімен салыстырылды, статистикалық маңыздылығы есептелді. UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic) әдісі арқылы филогенетикалық салыстырмалы талдау жасалды.

### 3. ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

#### 3.1 Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу

##### 3.1.1 Морфологиялық әдістерді қолдана отырып хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу

Диссертациялық жұмыста харофитті балдырлардың биоалуантүрлілігін анықтау мақсатында 55 су айдындарына альгологиялық зерттеу жұмыстары жүргізіліп, ал оның ішінде жалпы саны 32 су нысанына хара балдырлар түрлерін анықтау мақсатында алғаш рет зерттеулер жүргізілді. Харофитті балдырлар көбінесе монотүрлердің шоғырлары түрінде кездеседі. Харофитті балдырлар өсімдіктердің айналасында пайда болған микробалдырлар қауымдастығы 33 нысаннан анықталды. Барлық басқа учаскелерде моноспецификалық харофитті балдырлар жағалау шалғындықтары ұсынылған. Орташа өлшенген рН, температура, өткізгіштік, сондай-ақ Ұлттық мониторинг есептерінен [211–214] оттегі, ОБП (BOD) және түс бойынша кейбір су объектілері үшін алдыңғы зерттеулерден белгілі деректер 3-кестеде көрсетілген (Кесте 3).

Су сапасының параметрлері теңіз деңгейінің биіктігіне қарай өзгерді (Сурет 4). Өйткені графиктер кездесу нысанының теңіз деңгейінің биіктігі бойынша ұйымдастырылған, айнымалылардың әрқайсысы үшін сызылған тренд сызықтары көрсетуі мүмкін биіктіктің таралу үлгісіне әсері және бұл жағдайда температура, түрлердің алуантүрлілігі, ОБП және түс дәрежесі теңіз деңгейінің биіктігіне байланыссыз, бірақ бұл ортада оттегі аздап артады, бірақ рН және сапробтылық индексі S іс жүзінде өзгеріссіз қалады. Индекс су объектісінің органикалық ластануын көрсететін сапробтылық индексі S орташа алғанда ауытқып отырды, тар диапазон бойынша және су сапасының 3-класындағы орташа ластанған суларды көрсетеді. Үлкен-Қақпақ өзені сияқты кейбір учаскелер  $S = 1,26$  (2 класс) органикалық таза болды. Шамамен 1900 м биіктікте; дегенмен кейбір жерлер, мысалы, Іле өзені, Жиделі каналы ( $S = 2,11$ ), 341 м биіктікте органикалық ластанған.

Бұл таралу харофитті балдырлардың маңызды қасиеті ретінде кездесу экожүйесі қауымдастықтарының теңіз деңгейінің биіктігін көрсетеді. 4-суреттегі жалпы үлгілер екі айнымалының да төмендеуін көрсеткенімен, температура, және түрлердің байлығы, кездесу экожүйесі биіктігінің ұлғаюымен, егжей-тегжейлі талдау жүргізілді, осы екі көрсеткіш арасындағы қарым-қатынастар неғұрлым нәзік қатынастарды ашады және кейбір станцияларда өзара қарама-қарсы динамиканы көрсетеді. Яғни, кейбір станцияларда температура көтеріледі, қауымдастықтағы түрлердің саны азаяды және керісінше түрлер санына бай кездесу аймағы судың төменгі температурасындағы қауымдастықтар табылды. Көптік регрессия тәуелсіз айнымалылар және тәуелді айнымалылар ретінде теңіз деңгейінің биіктігін есептеу барлық станцияларда (температура, судың рН, сапробтылық индексі S және түрлердің саны) биіктікті растайды. Теріс корреляциясы бар осы параметрлер үшін реттеуші рөл атқара алады ( $b^* = -0,68$ ;  $p = 0,0049$ ).

Кесте 3 - Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның зерттеу нысандарындағы судың экологиялық айналымы бойынша орташа деректері

Ерітілген оттегі, ОБП және иісі бойынша деректер сілтемелерден алынды [211-214].

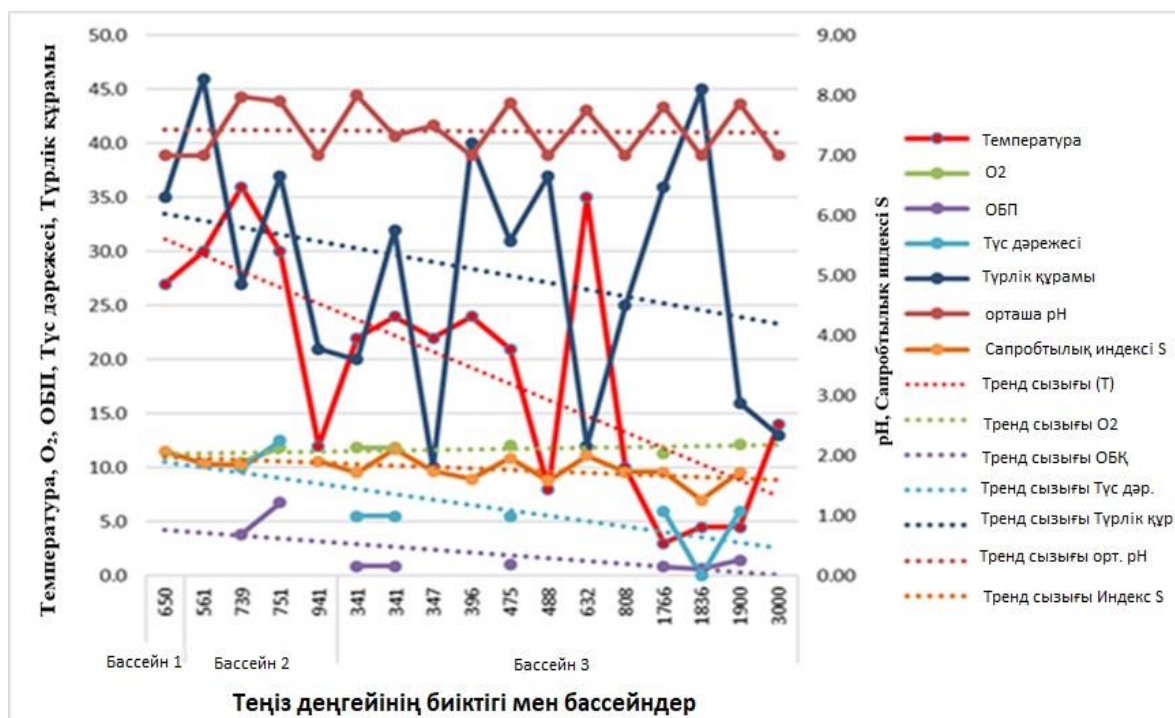
Бассейн	Зерттеу нысанының номері	Теңіз деңгейінің биіктігі, м.	Температура, °С	pH	O <sub>2</sub> , мг л <sup>-1</sup>	ОБП, мг O <sub>2</sub> л <sup>-1</sup>	Түс дәрежесі	Сапробтылық индексі S	Түрлердің саны
Бассейн I	4	650	27	7.00	-	-	-	2.07	35
Бассейн II	6	941	12	7.00	-	-	-	1.91	21
	8	739	36	7.24	10.50	3.85	10.0	1.85	27
	10	561	30	7.00	-	-	-	1.87	46
	12	751	30	7.39	11.85	6.76	12.5	-	37
Бассейн III	13	341	22	7.33	11.85	0.87	5.5	1.72	20
	14	341	24	7.33	11.85	0.87	5.5	2.11	32
	15	396	24	7.00	-	-	-	1.61	40
	16	808	10	6.00	-	-	-	1.73	25

3-кестенің жалғасы									
Бассейн	Зерттеу нысанының номері	Теңіз деңгейінің биіктігі, м.	Температура, °C	pH	O <sub>2</sub> , мг л <sup>-1</sup>	ОБП, мг O <sub>2</sub> л <sup>-1</sup>	Түс дәрежесі	Сапробтылық индексі S	Түрлердің саны
	17	632	35	7.75	-	-	-	2.00	12
	20	488	8	6.50	-	-	-	1.59	37
	21	475	21	7.44	12.10	1.09	5.5	1.96	31
	24	1900	4.5	7.43	12.15	1.43	6.0	1.73	16
	25	3000	14	7.00	-	-	-	-	13
	29	1836	4.5	7.00	-	0.65	0.0	1.26	45
	30	1766	3	7.76	11.35	0.85	6.0	1.72	36
	33	347	22	7.50	-	-	-	1.74	10

Бұл харофитті балдырлардың кездесу аймағының мәліметтерін, біріншіден, экологиялық көрсеткіштердің динамикасын көрсетеді, екіншіден, теңіз деңгейінің биіктігіне жеткілікті сипаттама берілмейді, қоршаған ортаның көрсеткіші ретінде кездесу экожүйесіне маңызды анықталған түрлердің құрамы мен экологиялық бейімділігін талдау кезіндегі атрибут микробалдырлар түрлері ретінде қосылуы керек.

Фитопланктон және фитобентос үлгілерін талдау нәтижесінде 220 микробалдырлар түрлері анықталды (Қосымша 2). Сегіз бөлімнен алынған балдырлар (Кесте 4). Көптеген қауымдастықтардағы үлес бойынша диатомды балдырлар қауымдастықтар құрамына ең үлкен үлес қосты (Кесте 4). Харофитті балдырлар екінші орында болды. Диатомдылардың ең көп таралған түрлерінің бірі Алакөл көліндегі *Epithemia gibba*, Қақпатас өзенінде *Symbella turgidula*, Баканас каналында *Nitzschia fonticola* және *Achnanthydium minutissimum* болды.

Үлкен-Қақпақ өзенінде, *Spirogyra sp.* және басқа жіп тәрізді харофитті балдырлар болды. Сонымен қатар Баканас каналы мен Шу өзенінде *Merismopedia* туысының цианобактериялары да көп болды.



Сурет 4 - Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан өзендері мен тоғандарының теңіз дейгейінің биіктігі бойынша зерттеу орындарының және биологиялық зерттеулердің динамикасы

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: Үзік сызықтар - сызықтық тренд сызықтары

Кесте 4 - Зерттеу аймағы сынама алу станцияларындағы таксономиялық бөлімдегі түрлер байлығы, индикаторлық түрлер саны, теңіз деңгейінің биіктігі және сапробтылық индексі S көрсетілген.

Зерттеу нысанының номері	13	14	33	15	21	20	10	17	4	8	12	16	6	30	29	24	25
Теңіз деңгейінің биіктігі	341	341	347	396	475	488	561	632	650	739	751	808	941	1766	1836	1900	3000
<i>Bacillariophyta</i>	8	12	6	21	14	21	21	5	19	15	30	16	15	19	35	13	8
<i>Charophyta</i>	3	5	4	6	3	8	7	3	3	4	4	4	2	6	7	3	3
<i>Chlorophyta</i>	5	6	0	3	9	1	14	2	5	2	0	3	2	2	2	0	0
<i>Cyanobacteria</i>	4	9	0	8	4	4	3	2	8	5	3	2	2	7	0	0	1
<i>Miozoa</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ochrophyta (Chrysophyceae)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ochrophyta (Xanthophyceae)</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euglenozoa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Түрлер саны	20	32	10	40	31	37	46	12	35	27	37	25	21	36	45	16	13
Сапробтылық индексі S	2.11	1.72	1.74	1.61	1.96	1.59	1.87	2.00	2.07	1.85	-	1.73	1.91	1.72	1.26	1.73	-
Тіршілік ету ортасы																	

4-кестенің жалғасы																	
Зерттеу нысанының номері	13	14	33	15	21	20	10	17	4	8	12	16	6	30	29	24	25
B	5	14	6	16	9	19	15	6	14	14	21	12	7	16	24	10	6
P-B	12	13	3	18	16	11	20	4	19	11	11	12	12	13	18	6	6
P	2	2	0	2	4	1	6	1	1	1	0	0	0	2	0	0	1
<b>Температура С<sup>0</sup></b>																	
cool	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	4	1	0
temp	3	7	3	13	12	11	14	2	13	10	8	11	8	15	16	8	2
etern	2	1	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1	2	3	0	2
warm	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0
<b>Оттегі</b>																	
aer	0	2	0	3	2	1	1	0	2	1	1	0	0	1	1	0	0
str	0	0	0	1	0	5	0	0	1	2	2	1	0	0	3	0	0
st-str	11	14	7	19	17	16	24	5	21	13	12	15	12	20	26	10	6
st	1	3	1	4	2	5	6	1	1	3	2	3	4	1	3	1	2
<b>Органикалық заттармен ластану көрсеткіштері</b>																	

4-кестенің жалғасы																	
Зерттеу нысанының номері	13	14	33	15	21	20	10	17	4	8	12	16	6	30	29	24	25
sx	0	0	1	3	1	5	3	0	3	2	5	3	4	5	9	3	1
es	5	8	4	11	10	9	11	1	11	7	8	9	7	9	16	7	3
sp	1	2	0	3	2	0	4	1	3	2	0	1	2	1	3	1	0
<b>Тұздылық</b>																	
hb	1	1	0	1	0	3	2	0	1	0	2	0	1	2	4	1	0
i	6	9	4	21	17	16	22	3	18	17	17	16	11	18	24	9	7
hl	3	5	1	5	4	4	5	2	8	1	3	2	2	2	4	1	0
mh	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	0	1
hlbnt	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<b>pH</b>																	
acb	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acf	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	3	0	0	1	1	0	0
ind	5	5	1	10	7	6	14	0	11	13	8	5	7	10	18	5	4
alf	4	9	4	16	11	15	15	5	13	6	14	12	10	12	18	8	4



4-кестенің жалғасы																	
Зерттеу нысанының номері	13	14	33	15	21	20	10	17	4	8	12	16	6	30	29	24	25
<b>Автотрофты-Гетератрофты</b>																	
alb	2	1	1	2	0	2	1	0	2	2	0	1	0	3	1	0	0
ats	1	1	1	4	3	9	6	2	4	5	5	2	2	4	13	1	3
ate	4	6	3	12	8	8	8	1	8	5	7	11	8	11	16	8	1
hne	1	4	1	4	1	2	5	2	5	2	3	2	2	2	2	2	2
hce	1	1	1	0	2	1	2	0	2	2	0	1	2	1	0	1	0
<b>Трофикалық күй көрсеткіштері</b>																	
ot	0	1	0	1	1	2	1	0	2	2	3	0	1	1	5	1	0
om	0	1	2	7	1	4	5	1	4	4	2	1	2	5	8	0	1
m	1	6	0	2	0	2	2	0	0	2	2	3	0	4	3	4	1
me	3	0	3	7	5	10	5	0	8	7	0	4	2	8	6	0	1
e	7	13	3	11	12	6	15	5	15	5	7	6	8	4	9	4	3
o-e	1	2	2	3	1	3	2	2	0	2	5	2	0	2	1	2	1
he	1	1	0	0	1	0	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0

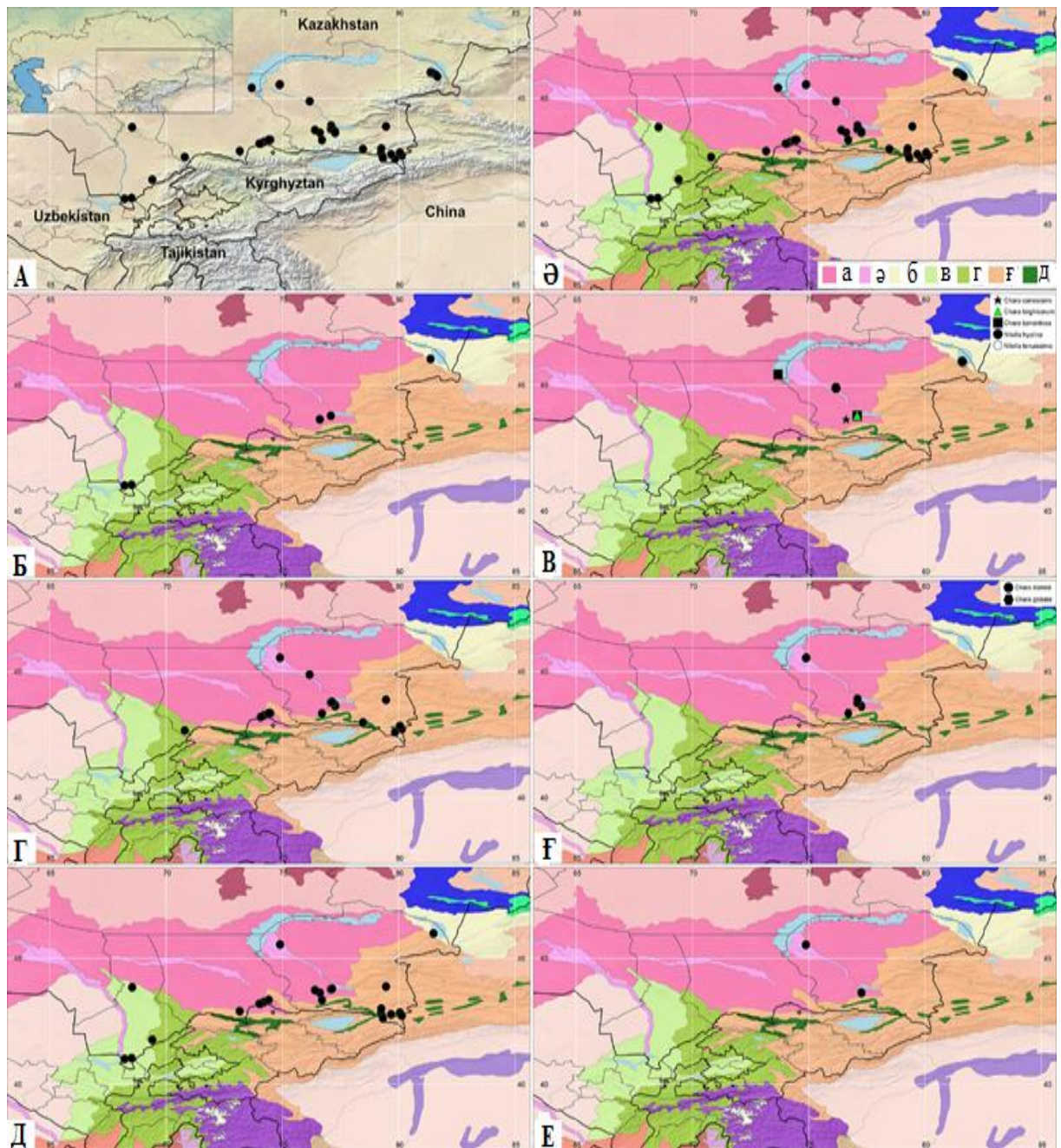
4-кестенің жалғасы																	
Зерттеу нысанының номері	13	14	33	15	21	20	10	17	4	8	12	16	6	30	29	24	25
Су сапасы көрсеткіштерінің класы																	
Class 1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0
Class 2	2	6	5	15	9	16	17	4	11	11	12	13	6	15	21	7	5
Class 3	7	14	2	12	13	5	14	1	10	7	5	7	6	10	10	5	5
Class 4	1	4	2	3	4	4	3	1	6	3	2	1	4	2	1	1	0
Class 5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Кестедегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: Тіршілік ету ортасы: P—планктондық, P-B—планктобентостық, B—бентостық. Температура көрсеткіштері: cool—салқын су, temp—қоңыржай температура, eterm—эвритермиялық, warm—жылы су тұрғындары. Оттегі және судың қозғалу (Oxygen) көрсеткіштері: st—ағынсыз су, st-str—ағысы төмен су, str—ағынды су, aer—аэрофильділер. Галобтылық дәрежесі (тұздылық көрсеткіші): i—олигогалобтар–индифференттілер, hl—галофильдер, hb—галофобтар, mh—мезогалобтар, hlbnt — галобионттар, eh—эугалобтар. Қышқылдық (pH): alf—алкалифильдер, ind—индифференттер; acf — ацидофильдер, alb—алкалибионттар, acb—ацидобионттар. Watanabe (D) бойынша органикалық заттармен ластану көрсеткіштері: sx—сапроксендер, es—эвросапробтылар, sp—сапрофилдер. Азотты сіңіру метаболизмі (қоректену типінің көрсеткіштері) (Авт-Гет): ats – органикалық байланысқан азоттың өте аз концентрацияларына төзетін азотты-автотрофты таксондар; ate – органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясына шыдамды азотты-автотрофты таксондар; hne – органикалық байланысқан азоттың мезгіл – мезгіл жоғарылау концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар; hse – органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар; Трофикалық күй көрсеткіштері (Tro): ot – олиготрофтар; om – олиго-мезотрофтар; m – мезотрофтар; me – мезоэвтрофтар; e – эвтрофтар; o-e – олигодан – эвтрофтарға дейін; he– гиперэвтрофия. «-» сипаты белгісіз.

Зерттеу жұмысының нәтижесінде жалпы саны 55 су айдындарынан 175 микро және хара балдырлар сынамалары алынып зертханада толықтай зерттеліп, нәтижесінде 12 түрі, 1 вариациясы анықталып, Қазақстан альгофлорасына біздің зерттеулеріміз нәтижесінде алғаш рет *Chara globata* W.Migula түрі және *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing вариациясы тіркелді (Сурет 5, 6). 6- суреттен харофитті балдырлардың әдетте құрғақ климатта, су деңгейінің айтарлықтай ауытқуы нәтижесінде жағалау сызығынан алыс жерлерде пайда болған. Кейбір учаскелер ластанған, олар жоғары ШРК бойынша (Қосымша Кесте 1) расталды, бұл харофитті балдырлардың ну өсімдік қабатының түзілуін тежейді.

Хара балдырларының координаталары табылған экорегионға сәйкес картаға түсірілді (Сурет 5 А, Ә).

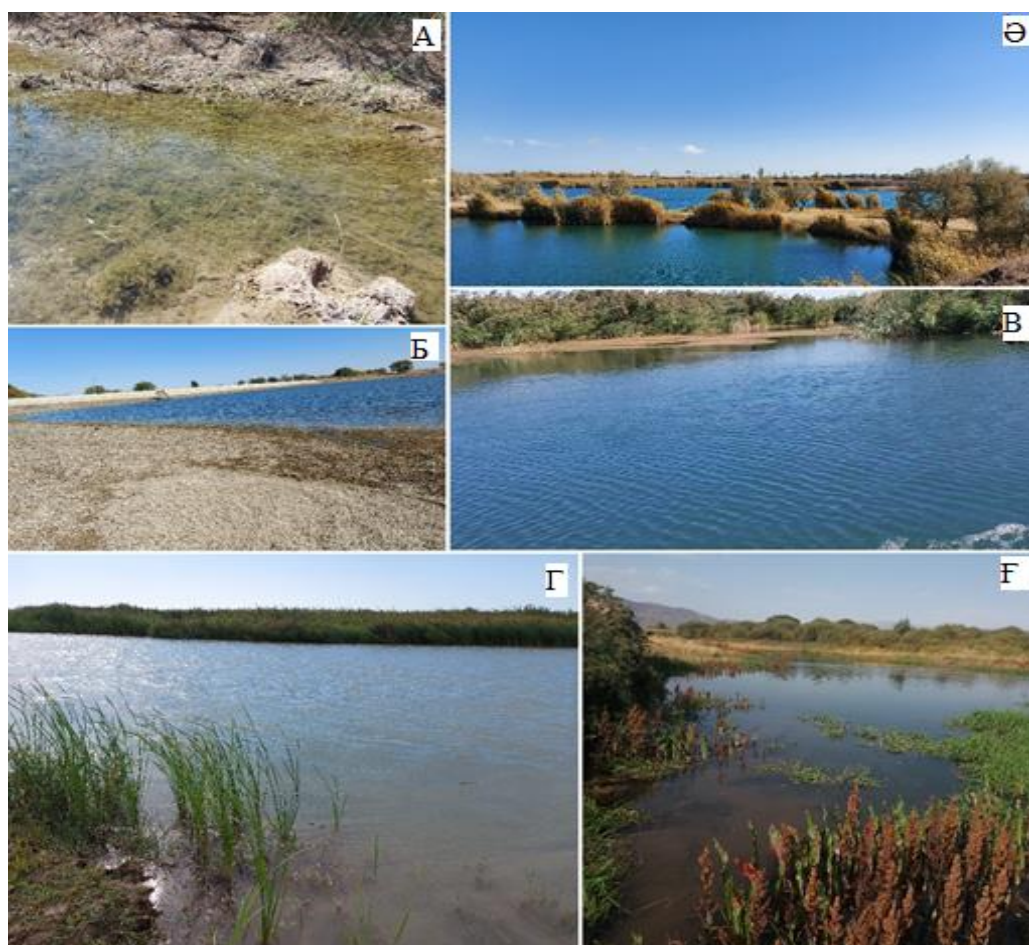
*Chara vulgaris* (26 зерттеу нысанында) және *C. contraria* (20 зерттеу нысанында) аймақтарда кең таралған (Сурет 5 Г, Д). Бұл екі түр екі экологиялық аймақтан табылды: ә – Орта Азияның жағалық орманды экорегионында және ғ-Тянь-Шань таулы далалары мен шабындықтарында шоғырланған. Сонымен бірге *C. canescens*, *C. kirghisorum*, *C. tomentosa*, *C. dominii*, *C. globata* және *Nitellopsis obtusa* Орта Азияның жағалық орманды экорегионында шоғырланған (Сурет 5 В, Г, Е). *Nitella hyalina* Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы бір-бірімен тығыз байланысты екі экорегионнан табылды: Орта Азияның жағалық ормандарында және Эмин алқабының далаларында кездеседі (Сурет 5 В). Тек бір түрі ғана *Chara aspera* яғни оның бір вариациясы *subinermis* зерттелетін аумақта алғаш рет тіркелді және кең таралған (Сурет 5 Б). Оның үстіне бұл вариация тек Орта Азияның жағалық орманды экорегионында типтік вариациядан бөлек түр ретінде табылған. Ең көп түр табылған хара балдырларына бай орын Қаскелең өзенінен бөлініп шыққан 1 тоған болды, онда хара балдырларының бес түрі табылды: *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. kirghisorum*, *C. vulgaris* және *C. tomentosa*. Қаскелең өзені аса үлкен емес және Қапшағай су қоймасына жақын жердегі өзен атырауында бөгетпен жабылған, үш су айдынына бөлінген жазық ландшафтта орналасқан өзен. Өзен атырауының бұл орманды аймақтары хара балдырларының түрлеріне бай болды. Атап айтқанда: *C. aspera*, *C. contraria*, *C. kirghisorum*, *C. tomentosa*, *C. dominii*, *C. globata* және *C. vulgaris* түрлері табылды. *C. vulgaris* және *C. contraria* Қаскелең өзенінің жоғарғы ағысында кездесті. Осылайша, Іле өзенінің бассейні хара балдырларына ең бай аймақ екендігі және зерттелген аймақтардың ең алуан түрлі харофитті балдырларының өсетіндігі белгілі болды.



Сурет 5 - Зерттелген аймақтардағы биіктік (А) және экорегиондар бойынша түрлердің таралуы

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: А, Ә – барлық түрлер, Б – *Chara aspera*, В – *C. canescens* (1), *C. kirghisorum* (2), *C. tomentosa* (3), *Nitella hyalina* (4), Г – *C. contraria*, Ғ – *C. dominii* (1), *C. globata* (2), Д – *C. vulgaris*, Е – *Nitellopsis obtusa*. Экологиялық аймақтар [207]: а – Орталық Азияның солтүстік шөлі, э – Орта Азияның жағалық орманды алқаптары, б – Эмин аңғары даласы, в – Алай-Батыс Тянь-Шань даласы, г – Гиссаро-Алай ашық орманды алқаптары, ғ – Тянь-Шань таулы даласы мен шалғындары, д – Тянь-Шань таулы қылқан жапырақты ормандар

Жиналған үлгілер Алматы қаласындағы Ботаника және фитоинтродукция институтында сақтаулы. Олардың морфологиялық сипаттамасы және зерттелген аумақтар мен гербарий сандары бойынша таралу деректері жазылған.



Сурет 6 - Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы харофитті балдырлар популяциясы шоғырланған зерттелетін нүктелердің учаскелерінің көрінісі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: Қарабалта өзеніндегі, *Chara vulgaris* (А); Қаскелең өзенінің тоғанындағы 1, *C. kirghisorum* (Ә); Өстемір тоғанындағы, *C. globata* (Б); Іле өзенінің Арыстан өзеніндегі, *C. dominii*, және *Nitellopsis obtusa* (В); Іле өзені, Жиделі өзеніндегі, *C. contraria*, *C. dominii*, және *C. vulgaris* (Г); Үлкен-Қақпақ өзені, *C. contraria* (F).

Бұл зерттеулер Қазақстанның оңтүстік аймағындағы химиялық және физикалық көрсеткіштері анықталмаған таулы жерлердің зерттелмеген кездесу аймағы суларының қасиеттерін сипаттауға көмектесті. Масса түзіп тіршілік ететін харофитті балдырлармен байланысты микробалдырлардың индикаторлық қасиеттері зерттелген барлық 55 кездесу нысанын сипаттауға

мүмкіндік берді. Микробалдырлардың биоиндикаторлық қасиеттері мен қауымдастық құрамы және сыртқы факторлар арасындағы байланысты анықтайтын статистикалық бағдарламалардың көмегімен теңіз деңгейінің биіктігі, судың баяу ағындары, орташа оттегімен қанығу, әлсіз сілтілі рН, төмен тұздылық және төмен органикалық ластану сияқты зерттеу орындарындағы харофитті балдырлар қауымдастықтарының кейбір артықшылықтарын анықтауға болады. Теңіз деңгейінен шамамен 700 м биіктікте мекендейтін балдырлардың тіршілік ету ортасының биіктігінің төмендеуімен судың тұздылығының жоғарылауымен байланысты алуантүрліліктің өзгеретіндігі көрсетілген; Бұл Оңтүстік Қазақстан аймағының құрғақшылық жағдайларының әсерін көрсетеді. Климаттық деректер зерттелген үш облыста да ауаның орташа жылдық температурасы шығыстан оңтүстік-батысқа қарай көтерілетінін көреміз, бұл мәліметтер жоғарыдағы тұжырымды қолдайды [184-186]. Осылайша, харофитті балдырлардың зерттеу нысандарында тіршілік ететін балдырлардың алуантүрлілігін зерттеу климаттың өзгеруін бақылау үшін пайдалы.

Қазақстандағы харофитті балдырлардың кездесу аймақтарын экологиялық тұрғыдан зерттеу әлі де ерте сатысында тұр [52, 60, 67]. Осыған қарамастан, басқа кездесу аймағы экологиялық тұрғыдан жақсы зерттелген [215]. Осылайша, біздің жұмысымыздың нәтижелерінің бірі харофитті балдырлардың жаңа, әлі зерттелмеген кездесу нысандарын зерттеп анықтау болды, зерттелген кездесу экожүйелерінің тізімін енді осылай кеңейтуге болады. Сонымен қатар, биоиндикация әдістерін қолдану харофитті балдырлардың экологиясы туралы білімімізді кеңейте алады.

### 1 *Chara aspera* Willdenow var. *aspera*

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр, үш қабатты, изотекті немесе тилакантты, сабағының қабығы бар, үшкір тікенді жасушалары бар, прилистниктарының 2 қатарлы орналасқан үшкір, жақсы дамыған ұштары және дара гаметангиясы бар (Сурет 7 Ә).

Үлгілер: Достық каналы (АА 1-1); Сырдария өзені (АА 2-1); Қаскелең өзені тоған 1 (АА 26-1); Алакөл көлі 1 (АА 52-1); Маусым, тамыз және қазан айларында жиналған (Сурет 5 Б).

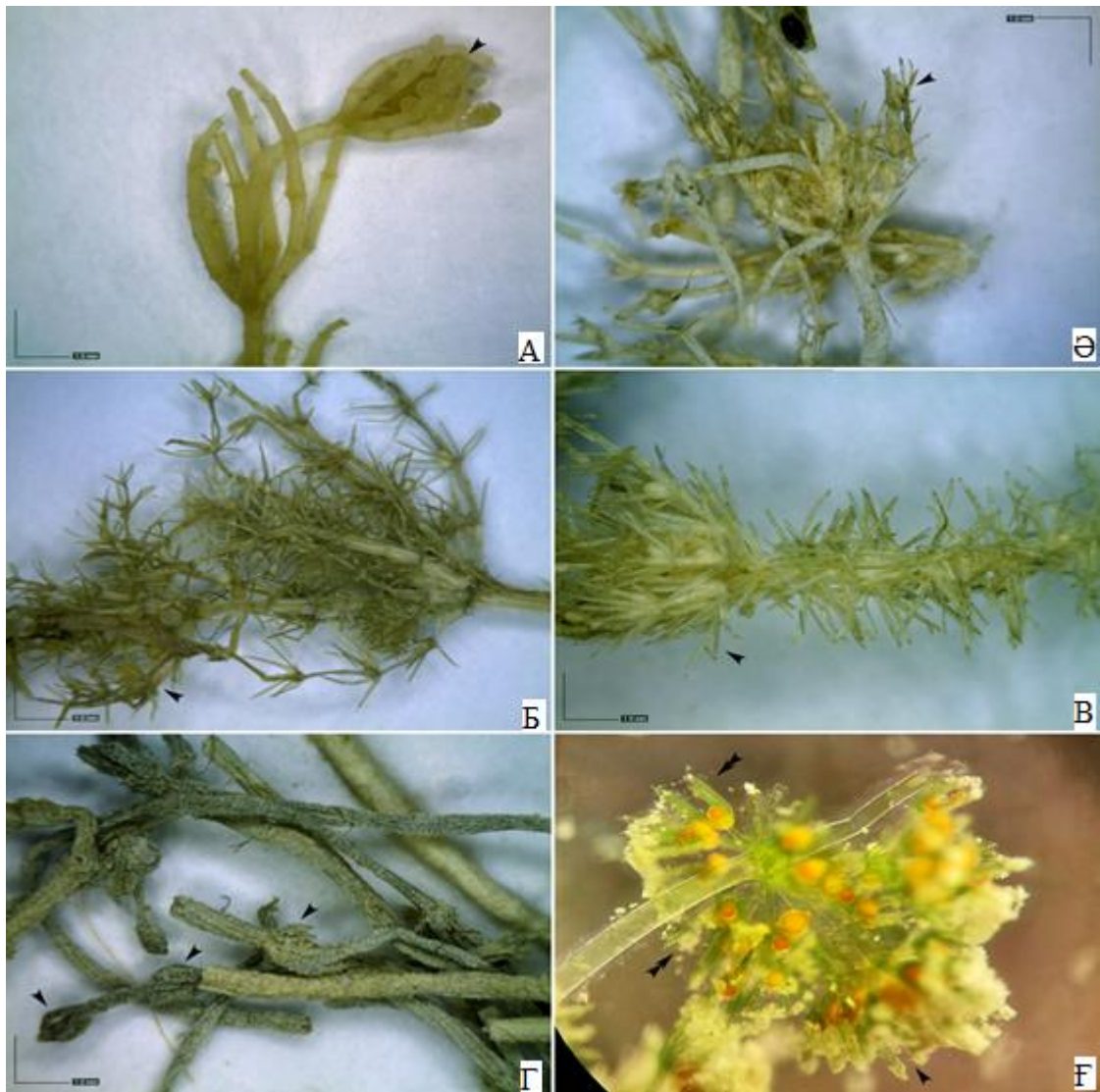
Тіршілік ету ортасы: тұщы және тұзды сулар; 4 зерттеу нысанынан; көлдер, үлкен тоғандар, каналдар мен өзендерде кездесті.

### 2 *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing

Сипаттамасы: var. *aspera* –дан айырмашылығы прилистниктері мен тікенектерінің өте қысқа болуымен ерекшеленеді (Сурет 7 А). Қазақстан альгофлорасына біздің зерттеулеріміз нәтижесінде алғаш тіркелген вариация.

Үлгілер: Сорбұлақ көлі (АА 24-1); Алакөл көлі; қыркүйек айында жиналған (Сурет 5 Б).

Тіршілік ету ортасы: 2 зерттеу нысанынан; үлкен көл мен су қоймасында кездесті.



Сурет 7 - *Chara aspera* (А,Ә), *C. canescens* (Б,В), *C. kirghisorum* (Г),  
*Nitella hyalina* (Ғ) хара балдырларының көрінісі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: (А) — *C. aspera* var. *subinermis* Алакөл көлінен жиналған аталық балдыр, стрелкамен - антеридий көрсетілген, (Ә) — Алакөл көлінен жиналған аналық балдыр, стрелкамен - оогоний көрсетілген, (Б,В) — Сорбұлақ көлінен жиналған аналық балдыр: (Б) — бұтақтардың шоғыры (мутовка), стрелкамен — оогоний көрсетілген, (В) — тығыз тікенді сабағы бар бұтақтардың негізі көрсетілген және жақсы дамыған сабағындағы тікенектерінің көрінісі (Г) — Қаскелең өзені тоғанындағы типтік қысқа бұтақтары бар балдырлардың бөліктері стрелкамен көрсетілген, (Ғ) — гетероморфты бұтақтардың шоғыры, Бақанас каналынан жиналған балдырдың негізгі (стрелкамен көрсетілген) және қосалқы (қос стрелкамен көрсетілген), оның бетінде бұтақшалардың көп бөлігін алып жатқан шырышты қабық, сабақ және кальций кристалдары көрінеді. Масштаб: 1 мм.

### 3 *Chara canescens* Loiseleur

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр (тек аналықтар) гапlostихты бағаналы қыртысты, шоғырланған жақсы дамыған сабағындағы өткір жасушаларының арқасында тікенекті болып көрінеді, 2 қатарлы жақсы жетілген жіңішке тікенектері бар, вертикальды орналасқан бұтақ жасушалары болады (Сурет 7 Б,В).

Үлгілер: Сорбұлақ көлінен (АА 24-2); Қыркүйек айында жиналды (Сурет 5 В).

Тіршілік ету ортасы: тек ащы таяз суларда; 1 зерттеу нысаны; су қоймада кездесті.

### 4 *Chara contraria* A.Braun ex Kützing

Сипаттамасы: Бір үйлі балдыр, сабағы дипlostихты, тікенекті жалғыз жасушалары бар, орташа ұзындықтағы екі жақты прилистниктері болады, бұтақтың түйінсіз бөлігінің айнымалы ұзындығы, жалпы бұтақ ұзындығының 1/5-1/3 бөлігін алады, алдыңғы бұтақтың ұзындығы өзгермелі болып келеді. Оогония жасушалары шамалы ұзағырақ орналасады кейде 4 есеге дейін ұзағырақ болады, қабықшалы сегменттер арасында біріктірілген гаметангия болады, (Сурет 8 А-Б).

Үлгілер: Теріс өзені (АА 5-1); Ақсу өзені (АА 9-2); Шу өзені (АА 10-2); Қақпатас өзені (АА 11-2); Қопа бөгені (дамбасы) (АА 12-1); Іле өзені. Жиделі 1 өзені (АА 19-1); Бақанас каналы (АА 23-1); Мерей көлі (АА 25-1); Қаскелең өзені тоғаны 1 (АА 26-3); Қаскелең өзені (АА 30-2); Қапшағай су қоймасы (АА 31-1); Талғар өзені (АА 35-1); Өстемір тоғаны 2 (АА 37-2); Өстемір тоған 3 (АА 39-1); Қайыңды көлі (АА 42-1); Қайыңды көлі (АА 42-2); Шарын өзені (47-2); Үлкен-Қақпақ өзені (АА 49-1); Текес өзені (АА 50-2); Нарынқол өзені (АА 51-2); маусым, шілде, тамыз, қыркүйек және қазан айында жиналған; зерттелген аймақта кең таралған түрлердің бірі (Сурет 5 Г).

Тіршілік ету ортасы: 20 зерттеу нысанынан; каналдар, су қоймаларында, көлдер, тоғандар мен өзендерде кездесті.

### 5 *Chara dominii* J.Vilhelm

Сипаттамасы: Бір үйлі балдыр, ірі құрылымды, екі жақты тилакантан изостихты бағаналы қыртысты қабығы бар, негізінен жалғыз сирек геминатты сабағының жасушалары қысқа немесе сабақ диаметрімен салыстыруға болады, өткір прилистниктері бар, вертикальді жақсы дамыған бұтақ жасушалары бар, біріктірілген гаметангиялардан тұрады, (Сурет 8 В–F).

Үлгілер: «Іле өзені. Арыстан өзені 1» (АА 13-1); Іле өзені. Арыстан өзені 4 (АА 16-1); Іле өзені. Арыстан өзені 5 (АА 17-1); «Іле өзені. Жиделі өзені 3» (АА 21-1); Іле өзені. Жиделі өзені 4 (АА 22-1); Қаскелең өзені тоғаны 2 (АА 27-1); Іле-Қапшағай бөгеті (АА 29-1); маусым, тамыз және қазан айларында жиналды (Сурет 5 F).



Тіршілік ету ортасы: 7 зерттеу нысанынан; үлкен өзендерде, су қоймалары мен тоғандарда кездесті.

#### 6 *Chara globata* W.Migula

Сипаттамасы: ірі балдырлардың бірі, прилистниктері екі жақты өсінділерден, тікенекті бағаналы қыртыстан тұрады, сабағының жасушалары қысқа немесе сабақ диаметрімен салыстыруға болады, ұштары өткір тікенектері бар, вертикальды жақсы дамыған жапырақшалары бар, біріктірілген гаметангиядан тұрады (Сурет 9 А-Б). Қазақстан альгофлорасына біздің зерттеулеріміз нәтижесінде алғаш рет тіркелген түр.

Үлгілер: Мерей көлі (АА 25-3); Қаскелең өзенінің тоғаны 2 (АА 27-2); Қаскелең өзенінің тоғаны 3 (АА 28-2); Іле-Қапшағай бөгеті (АА 29-2); Қапшағай су қоймасы (АА 32-1); Қапшағай су қоймасы (АА 34-1); Өстемір тоғаны 5 (АА 38-2); Өстемір тоғаны 4 (АА 40-1); маусым, шілде және қазан айларында жиналды (Сурет 5 F).

Тіршілік ету ортасы: 8 зерттеу нысанынан; үлкен каналдарда, су қоймаларында, тоғандарда кездесті.

#### 7 *Chara kirghisorum* C.F.Lessing

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр, сирек тармақталған, тікенек тәрізді екі-қатарлы өзек қыртысы бар, сабағы қысқа жалғыз жасушалардан тұрады, қысқа тікенектері болады, бұтақшалары өте қысқа, буын аралықтарынан бірнеше есе қысқа болып келеді (Сурет 7 Г).

Үлгілер: Қаскелең өзенінің тоғаны 1 (АА 26-4); қазан айында жиналған (Сурет 5 В).

Тіршілік ету ортасы: 1 зерттеу нысаны; тоғанда кездесті.

#### 8 *Chara tomentosa* Linnaeus

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр, құрылымы өте ірі, қабығы қатты екі қабатты бағаналы қыртысты болып келеді, жалғыз және үрленген тәрізді қысқа омыртқа жасушаларынан тұрады, ұшталған тікенектері және бұтақшалардың соңғы ұшындағы жасушалары бар (Сурет 9 В-Г).

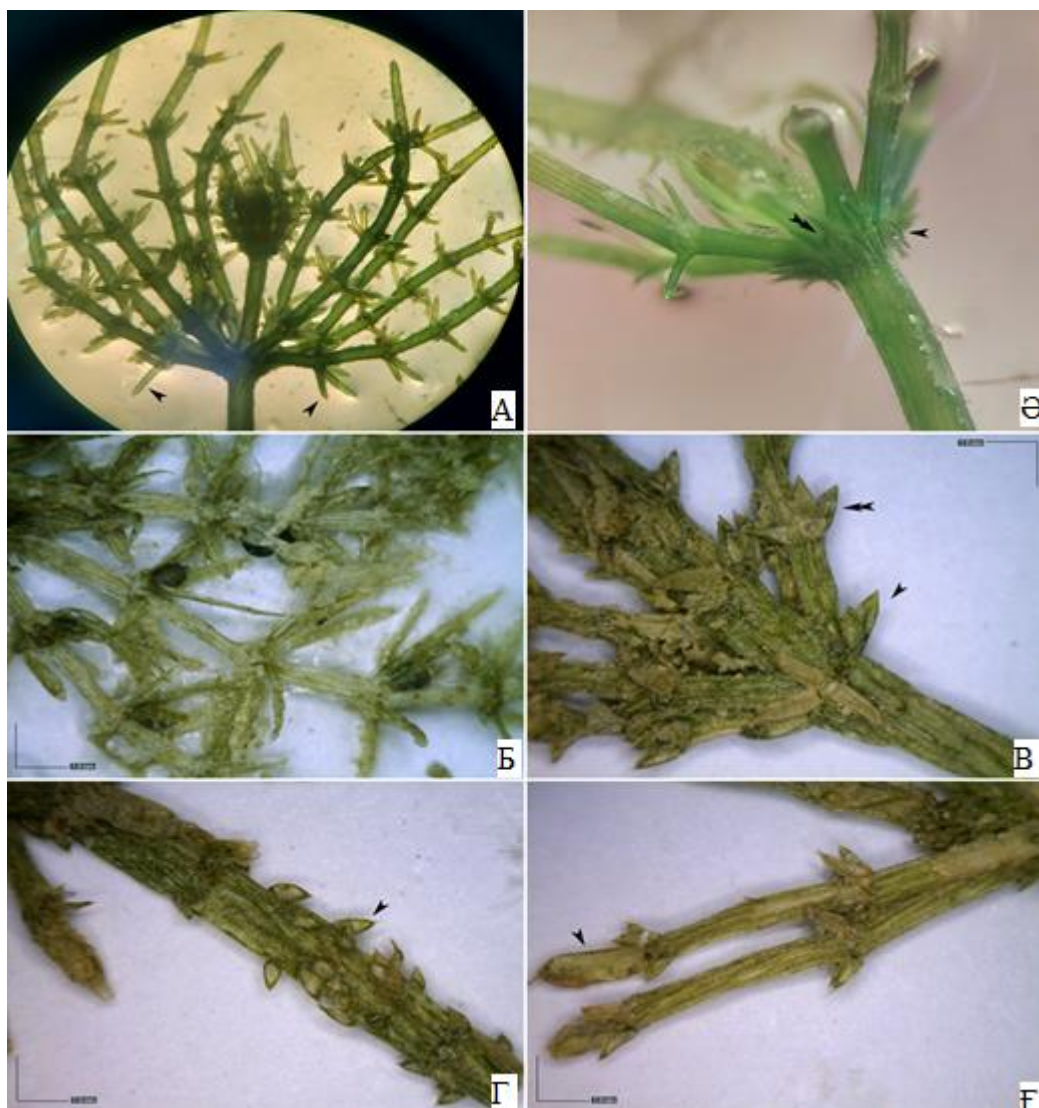
Үлгілер: Мыңарал көлі (АА 7-1); Қаскелең өзенінің тоғаны 1 (АА 26-5); тамыз, қазан айларында жиналды (Сурет 5 В).

Тіршілік ету ортасы: 2 зерттеу нысаны; көл мен өзенде кездесті.



Сурет 8 - *Chara contraria* (А–Б), *C. dominii* (В–Ғ) хара балдырларының көрінісі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: (А)— өсімдіктің үстіңгі бөлігі айқын қабықты бағаналы қыртысы және бұтақтары бар жапырақшаның түйінсіз бөлігі (стрелкамен көрсетілген) қыртысты сараланған бұтақ бөлігінен сәл қысқарак артқы жақша жасушаларында 3,5 (4) ұзындыққа дейін оогония орналасқан, Қапшағай су қоймасынан жиналған, (Ә) — өсімдіктің үстіңгі бөлігі тармақтары бар бұтақтары бар жапырақшаның түйінсіз бөлігі (стрелкамен көрсетілген) 3 есе ұзын қыртысты сараланған бұтақ бөлігі бар, Мерей көлінен жиналған, (Б) — артқы жақсүйек жасушалары бар бұтақтардың негізі, оогониядан шамалы ұзағырақ немесе жақынырақ орналасқан, бір папиллярлы тамыр жасушалары бар айқын талломының (сабағының) қабығы (стрелкамен көрсетілген), Бақанас каналынан жиналған, (В) — жалпы балдыр көрінісі, Арыстан өзенінен жиналған, (Ғ)-ұзын төртбұрышты қызғылт тік бұтақтары бар, ұзартылған өткір тікенекті өсінділері бар балдырлардың жоғарғы бөлігі, қысқа өткір, негізінен жалғыз тамыр жасушалары сабақ қабығында орналасқан тікенектері (стрелкамен көрсетілген), Арыстан өзенінен жиналған, (Ғ) - Сабақтың көлденең қимасы, сабақты кесіп қарағандағы сақиналар саны көрсетілген, Арыстан өзенінен жиналған.



Сурет 9 - *Chara globata* (А–Б), *C. tomentosa* (В–F) хара балдырларының көрінісі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: (А) — ұзын төртбұрышты вертикальды орналасқан, толығымен сараланған типтік бұтақтары бар балдырлардың жоғарғы бөлігі, Мерей көлінен жиналған, (Ә) — прилистникте орналасқан негізі өткір тікенектері (стрелкамен көрсетілген), қысқа омыртқа жасушалары бар прилистниктердің өзек қыртысы, жоғарғы қатарда қысқа тікенектер көрінеді (қос стрелкамен көрсетілген), Қапшағай су қоймасынан жиналған, (Б) — ұзын вертикальды орналасқан бұтақ жасушалары бар балдырдың жалпы бөліктері және піскен ооспоралары бар оогония, Мыңарал көлінен жиналған, (В) — типтік үрленген тікенектері бар жапырақшалар шеңберінің негізі (стрелкамен көрсетілген), типтік үрленген бұтақ жасушалары бар жапырақшалар (қос стрелкамен көрсетілген), Мыңарал көлінен жиналған, (Г) — сабағындағы тырнақшалары үлкейген (стрелкамен көрсетілген), (F) — бұтақшалардың соңғы ұшындағы жасушалары (стрелкамен көрсетілген), Мыңарал көлінен жиналған. Масштаб: 1 мм.

9 *Chara vulgaris* Linnaeus

Сипаттамасы: Бір үйлі балдыр, сабағының қабығы бар, сабағын қоршап тұрған қысқа дара жасушалары бар, қысқа доғал екі жақты тікенектері бар, огонийден бірнеше есе ұзын алдыңғы жапырақшалары болады, кортикацияланған сегменттер арасында немесе олардың жоғарғы жағында гаметангия орналасқан (Сурет 10 А - Б).

Үлгілер: Достық каналы (АА 1-1); Сырдария өзені (АА 2-2); Қаратау қорығы, Кіші Қаракүз шатқалы, «Жаман тұма» бұлағы (АА 3-1); Шарбұлақ өзені (АА 4-1); Меркі өзені (АА 6-1); Қарабалта өзені (АА 8-1); Ақсу өзені (АА 9-2); Шу өзені (АА 10-1); Қақпатас өзені (АА 11-1); Іле өзені, Жиделі өзені 2 (АА 20-1); Сорбұлақ көлі (АА 24-3); Мерей көлі (АА 25-2); Қаскелең өзенінің тоғаны 1 (АА 26-2); Қаскелең өзенінің тоғаны 3 (АА 28-1); Қаскелең өзенінің тоғаны (АА 30-1); Қапшағай су қоймасы (АА 33-1); Күрті өзені (АА 41-1); Қарқара өзені (АА 43-1); Кеген өзені (АА 44 -1); Мыңжылқы өзені (АА 45-1); Сартасу өзені (АА 46-1); Шарын өзені (АА 47-1); Тентек өзені (АА 48-1); Текес өзені (АА 50-1); Нарынқол өзені (АА 51-1); Алакөл көлі 2 (АА 53-1); маусым, шілде, тамыз, қыркүйек және қазан айларында жиналды; зерттелген аймақтағы ең көп таралған түрлер қатарына жатады (Сурет 5 Д).

Тіршілік ету ортасы: 26 зерттеу нысанынан; арналар, өзендер, көлдер, тоғандар, бұлақтарда кездесті.

#### 10 *Chara neglecta* Hollerbach

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр. Ұзындығы 20 см дейін, бұта тәрізді болып өседі, кей кездерде біркелкі өскен түрлері кездеседі. Сабақтары жұқа, иілгіш болып келеді. Түйін аралықтарындағы жапырақшаларының ұзындығы тең. Қабығы тегіс емес, кейде екі жолақты, кей жерлерде үш жолақты түрлеріде кездеседі. Мутовкасы (жапырақтардың күлтебасы) 7-8 жапырақшалардан тұрады.

Үлгілер: Нарын өзені (АА 55-1);

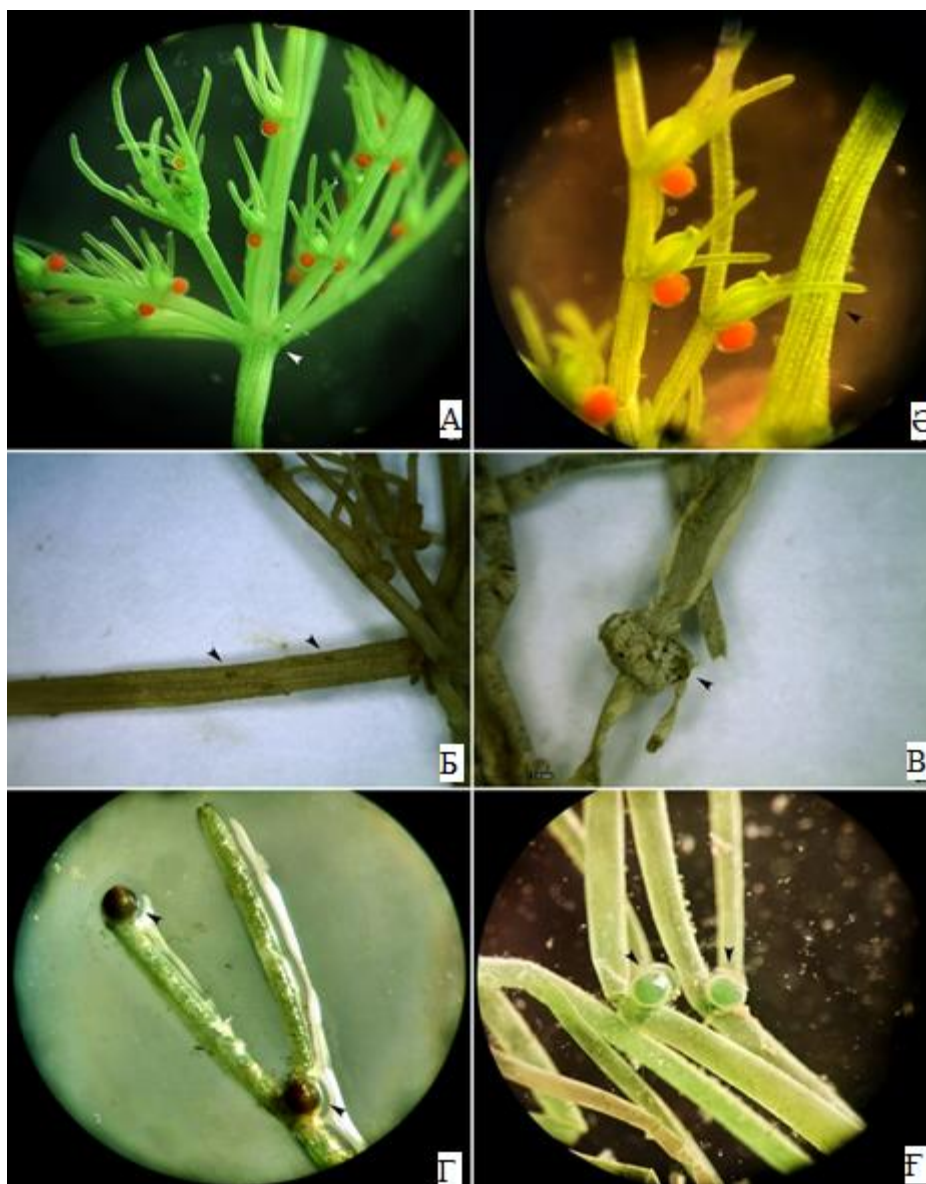
Тіршілік ету ортасы: 1 зерттеу нысанынан; өзенде кездесті.

#### 11 *Chara aculeolata* Kützing

Сипаттамасы: Балдыр ұзындығы 5-тен 80 см-ге дейін және әрқашан қабықпен қапталған болып келеді. Ось диаметрі 0,5-1,5 см. Түйін аралықтары ұзын, әр түйінде 8-12 тармақтан тұратын, әрқайсысы 7-9 сегментті бұтақтары болады. Сабағының қабығы диплостихті, тилакантты. Тікенекті жасушалары көп, кейде аз дамыған болып келеді. Бір үйлі балдыр.

Үлгілер: Нарын өзені (АА 55-1);

Тіршілік ету ортасы: 1 зерттеу нысананан; өзенде кездесті.



Сурет 10 - *Chara vulgaris* (А–Б), *Nitellopsis obtusa* (В–Ғ) хара балдырларының көрінісі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: (А) — типтік қысқа доғал тікенектері бар прилистник негізі (стрелкамен көрсетілген), Қапшағай су қоймасынан жиналған, (Ә) — гаметангия және өзек қыртысы біріктірілген тармақты түйіндер (стрелкамен көрсетілген), Қапшағай су қоймасынан жиналған, (Б) — қысқа дара сабақ жасушалары (стрелкамен көрсетілген), Шарын өзенінен алынған, (В) — ризоид көрінісі (стрелкамен көрсетілген), Өстемір тоғанынан жиналған, (Г) — сабақ жапырақшаларында орналасқан оогоний (стрелкамен көрсетілген) оогонийдің сыртқы қыртысы (стрелкамен көрсетілген), Арыстан өзенінен алынған, (Ғ) — антеридийлері бар сабақ жапырақшалары (стрелкамен көрсетілген), Арыстан өзенінен алынған. Масштаб: 1 мм, екеуі де (Б,В) үшін.

### 12 *Nitella hyalina* (De Candolle) C. Agardh

Сипаттамасы: Бір үйлі балдыр, сыртқы түрі біркелкі, үстіңгі бөліктері шырышқа, диморфты бұтақшаларға және біріктірілген гаметангияға енген (Сурет 7 F).

Үлгілер: Бақанас каналынан (АА 23-2), Алакөл көлінен 3 (АА 54-1); тамыз айында жиналды (Сурет 5 B).

Тіршілік ету ортасы: 2 зерттеу нысанынан; канал, көлдерде кездесті.

### 13 *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves

Сипаттамасы: Екі үйлі балдыр, ақ жұлдыз тәрізді түйінді пиязшықтары болады, піскен гаметангиялары бар (Сурет 10 B–F).

Үлгілер: Іле өзені, Арыстан өзені 1 (АА 13-2); Іле өзені, Арыстан өзені 2 (АА 14-1); Іле өзені, Арыстан өзені 3 (АА 15-1); Іле өзені, Арыстан өзені 5 (АА 17-2); Іле өзені, Арыстан өзені 6 (АА 18-1); Өстемір тоғаны 1 (АА 36-1); Өстемір тоғаны 2 (АА 37-1); Өстемір тоғаны 5 (АА 38-1); тамыз, қазан айларында жиналған (Сурет 5 E).

Тіршілік ету ортасы: 8 зерттеу нысанынан; үлкен каналдар, тоғандарда кездесті.

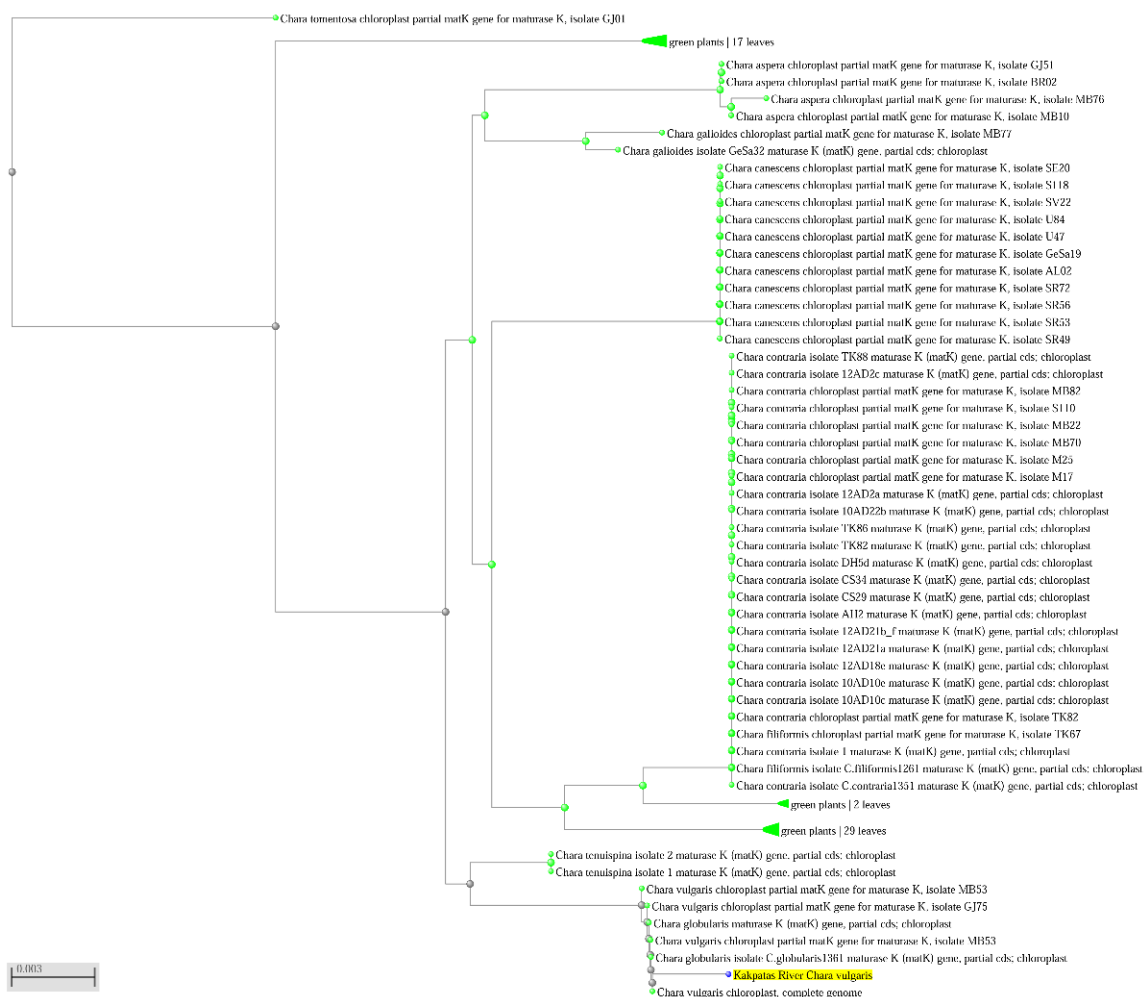
## 3.1.2 Молекулалық әдістерді қолдана отырып хара балдырларының түрлік құрамын зерттеу

Харофитті балдырлар қауымдастығының алдыңғы зерттеулері түрлердің шашыраңқы кездесу аймақтарында сирек кездесетіндігі сияқты жұмбақ қасиеттерін анықтауға мүмкіндік берді, оларды аумақты, мысалы, Израильде [216] жеткілікті тығыз зерттеу арқылы анықтауға болады, сондай-ақ Қазақстанда харофитті балдырларды одан әрі зерттеу арқылы не істеуге болады. Мұнда ұсынылған деректер Қазақстандағы харофитті балдырлар қауымдастығын тек морфологиялық және экологиялық әдістермен ғана емес, сонымен қатар жақын арада орындалады деп күтілетін молекулалық [121, 217, 218] және филогенетикалық [219] зерттеулердің заманауи әдістерін пайдалана отырып зерттеудің маңыздылығын көрсетеді. Сонымен қатар, харофитті балдырлармен бірге тұратын қауымдастықтарды зерттеу харофитті балдырлардың жекелеген түрлерінің белгілі аутоэкологиясын зерттеуге және нақтылауға үлес қосуға мүмкіндік береді [121, 209, 220].

Қазақстандағы зерттелген су экожүйесі популяцияларындағы үлгілерінен алынған ДНҚ тізбектері немесе секвенс нәтижелері біздің елімізге климаты ұқсас Израильден жиналған популяцияларымен салыстырылды. ДНҚ молекуласы Қазақстан мен Израильден жиналған хара балдырларының екі түрінен (*Chara vulgaris* және *C. contraria*) бөлініп алынды. Осылайша, климаттық жағынан ұқсас аймақтардағы ең көп таралған екі хара балдырларының түрлеріне секвенирлеу жұмыстары жүргізілді. Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы екі зерттеу нысанынан және Израильдегі он кездесу нысанынан жинап алынған хара балдырлар түрлерінің реттелген популяциялары үшін ДНҚ тізбектерін бөліп алуда

қоршаған орта деректері қолданылды (Кесте 5). Қазақстанның хара балдырларының генетикалық ерекшеліктерін салыстырып талдау үшін Израильдің 7 кездесу нысанынан *C. vulgaris* және 3 зерттеу аймағынан *C. vulgaris*-қа өте ұқсас *C. gymnohylla* A. Braun балдырын таңдап алдық, себебі бұл аймақтан *C. contraria* әлі күнге дейін табылған жоқ.

Қазақстандағы Қақпатас өзенінен анықталған *Chara vulgaris* (Сурет 22) және Мерей көлінен анықталған *Chara contraria* (Сурет 23) балдырларының үлгілері *matK* гені нуклеотидтік тізбегі бойынша (сары түспен ерекшеленген) NCBI деректер базасындағы балдырлармен салыстырылды. *Chara vulgaris* және *Chara contraria* балдырлар популяцияларының басқа популяцияларымен жоғары ұқсастығы көрсетілді. Бұл *Chara vulgaris* және *Chara contraria* балдырының морфологиялық белгілері бойынша әр түрлі нысандардан табылған осы түрдің ұқсастығын растайды, себебі, бұл кластердегі деректерге өте ұқсас мәліметтер NCBI деректер базасына алдын енгізілген.



Сурет 22 - Қазақстандағы Қақпатас өзенінен анықталған *Chara vulgaris* балдыры *matK* гені негізінде максималды ықтималдығы (ML) бойынша филогенетикалық сызбанұсқасы

Кесте 5 - Қазақстан (қалың әріптермен жазылған) және Израиль зерттелетін нысандары үшін хара балдырлар түрлерінің қоршаған орта айнымалылары мен қатар кездесетін түрлері бойынша деректер.

Зерттеу нысанының аты	Түрі	pH	ЖЕҚз, мг Л <sup>-1</sup>	Өткізгіштік, мСм см-1	N-NO <sub>3</sub> , мг Л <sup>-1</sup>	Теңіз деңгейінің биіктігі, м	Су Т °С	Кластер	<i>C. contraria</i>	<i>C. globata</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>C. connivens</i> Salzmann ex. A.Braun
<b>Мерей көлі</b>	<i>C. contraria</i>	7.5	-	-	-	696	35.0	6	1	1	1	-
Невория	<i>C. gymnophylla</i>	8.0	344	0.47	2.3	690	32.2	4	-	-	-	1
Дафна	<i>C. gymnophylla</i>	7.2	240	0.33	2.5	148	23.7	2	-	-	-	-
Эйн Тао	<i>C. gymnophylla</i>	7.2	421	0.58	0.9	72	24.5	3	-	-	-	-
<b>Қақпатас өзені</b>	<i>C. vulgaris</i>	7.0	-	-	-	561	32.0	5	1	-	1	
Эйн Эль-Верде	<i>C. vulgaris</i>	7.9	355	0.49	0.0	760	30.6	5	-	-	-	-
Орен	<i>C. vulgaris</i>	9.6	159	0.21	1.8	245	23.9	1	-	-	-	-
Банан	<i>C. vulgaris</i>	7.6	1117	1.53	1.4	0	22.3	1	-	-	-	-
Нааман	<i>C. vulgaris</i>	8.0	7815	7.78	0.7	6	31.8	1	-	-	-	-
Түркия цистернасы	<i>C. vulgaris</i>	7.5	318	0.44	2.2	472	20.5	3	-	-	-	-
Кармель саябағы	<i>C. vulgaris</i>	7.5	182	0.25	0.9	339	20.8	3	-	-	-	-
Эйн Афек	<i>C. vulgaris</i>	9.4	956	1.32	1.0	13	20.0	3	-	-	-	-

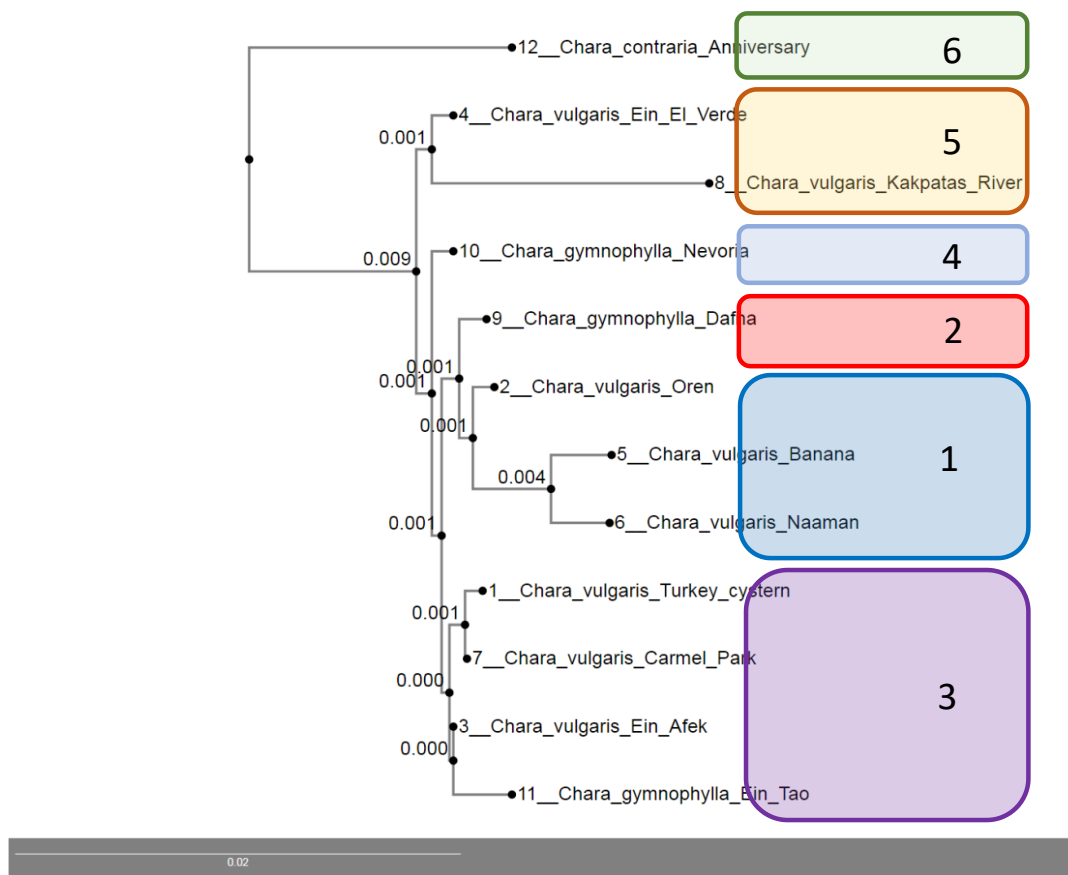




Сурет 23 - Мерей көлінен анықталған *Chara contraria* балдыры *matK* генінің максималды ықтималдығы бойынша филогенетикалық сызбанұсқасы

Филогенетикалық талдау нәтижелері зерттеуге алынған балдыр үлгілеріне ұқсастығы жоғары балдырлар Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан мен Израильдің зерттелген нысандарынан жиналған балдырлар түрлері *Chara contraria*, *C. vulgaris* және *C. gymnophylla* үлгілері үшін *matK* тізбегінің жоғары ұқсастығы бар филогенетикалық талдау нәтижесі көрсетілген (Сурет 24). Суретте көрсетілген NCBI деректері қорындағы балдырлармен жоғары ұқсастығы бар бірнеше кластерлер анықталды. Тұздылығы мен рН жоғары болған Жерорта теңізінің жағалау аймағындағы *C. vulgaris* популяциялары екенін көрсетті (Кесте 5). Зерттеу нәтижесінде Naaman, Vanana, Open балдырлары бір кластерді құрайтыны анықталды. Ал, *Chara gymnophylla* балдыры солтүстік Израиль Дафна аймағынан ЖИНАҚТАЛҒАН хара балдырлары 2-ші кластерді құрады. Сондай -ақ, Түркия және Кармел таулы биосфералық резерваты мен Эйн-Афек

қорығынан алынған *C. vulgaris* балдыры, сонымен қатар Израильден және Иордан өзенінің жоғарғы аңғары Эйндегі *C. gymnophylla* популяциясы 3-ші кластер ретінде ерекшеленді. Израильдің солтүстігіндегі биік таулар мекені Неворидағы *C. gymnophylla* балдырының үлгісі 4-ші кластерде басқа талдауға алынған балдырлардан ажырап шықты. Қазақстандағы Қақпатас өзенінен және Израильдің солтүстігіндегі таулы аймақ Эйн-Эль-Вердеден жиналған *C. vulgaris* 5-ші кластермен ерекшеленді. Соңғы, айтарлықтай ерекшеленіп тұрған 6-ші кластерге тек бір ғана түр кірді. Ол Қазақстандағы Мерей көлінен табылған *C. contraria* популяциясы болды.



Сурет 24 - Қазақстандағы хара балдырлар түрлерінің *matK* гені тізбегін Израиль түрлерімен салыстыратын UPGMA филогенетикалық сызбанұсқасы

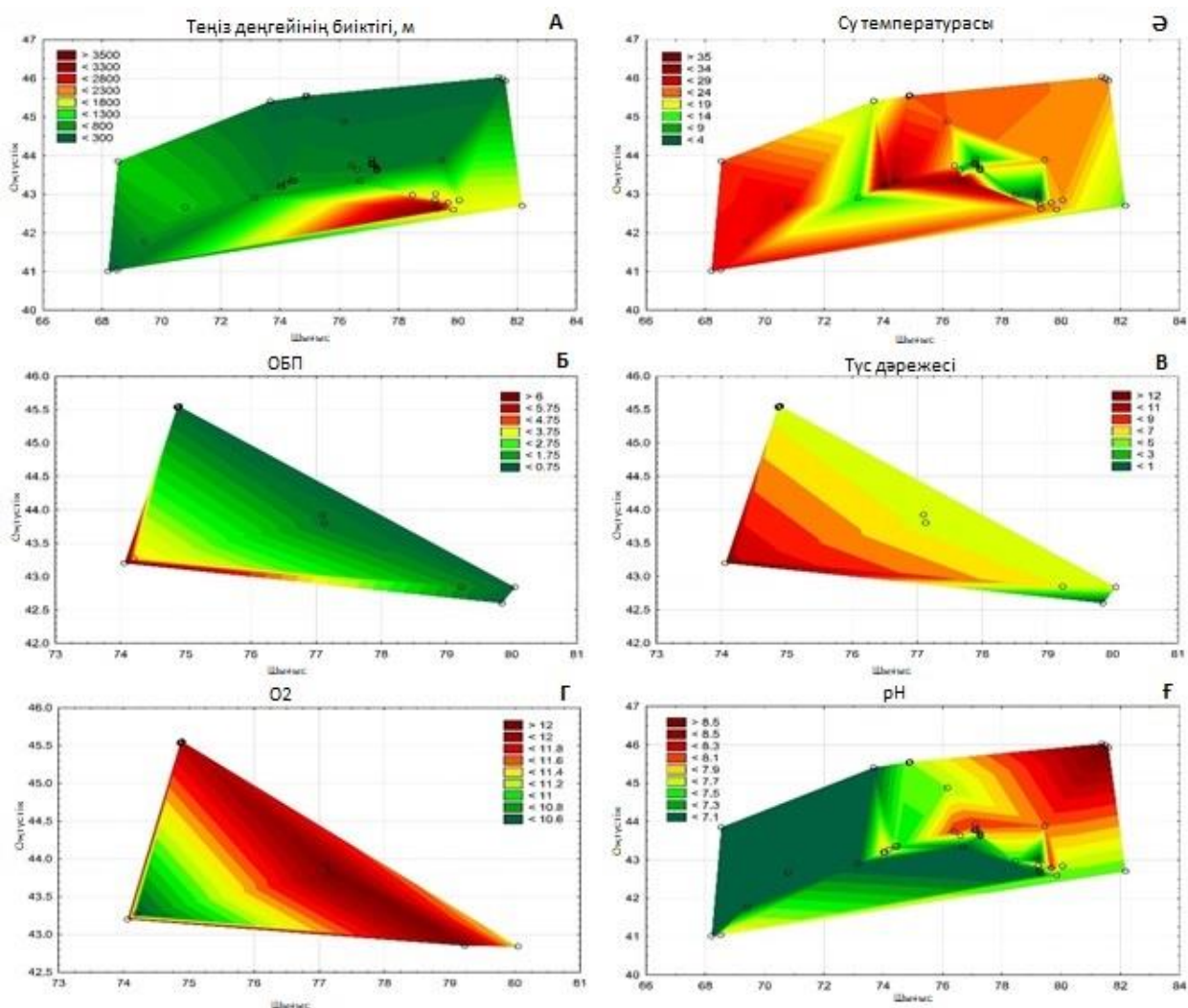
Біз қоршаған ортаның айнымалыларын және ол түрлерді кластерлерге реттеудің маңыздылығы талданды, бірақ тек 1-ші кластер үшін ұқсас параметрлер (Кесте 5). *C. vulgaris* түрі тұздылығы жоғары болатын Израильдің жағалау аймағынан табылған. Барлық басқа зерттеу орындары тұздылық, рН, нитраттар құрамы, теңіз деңгейінің биіктігі бойынша ерекшеленді және *Chara* балдырларының белгілі бір түрлерінің таралуымен сәйкес келмеді. Израильдің зерттеу орындарында амплификацияланған фрагмент ұзындығының полиморфизмі (AFLP) жоғары ақпаратты молекулалық-генетикалық әдісін қолдана отырып, *C. vulgaris* – *C. contraria*

және *C. gymnophylla* арасындағы молекулалық дифференциацияны талдадық және хара балдырларының алуантүрлілігінің дифференциациясын ғана емес [221], сонымен қатар *C. gymnophylla*-ның құрғақ орталарға сезімтал екенін анықтадық, өйткені ол тек қана Израильдің солтүстігінде кездеседі [91]. Ал *C. vulgaris* және *C. contraria* құрғақ орталарға төзімділік танытты деп болжауға мүмкіндік береді.

Зерттелетін кездесу нысандарында *Chara* түрінің бірнеше түрі мекендеген және Израильдегі бірнеше учаскеде бір жерде екі және одан да көп түрлер болатын үлгілер байқалды. Біздің алдыңғы зерттеуімізде *Chara vulgaris* және *C. contraria* олардың геномдық құрылымымен ерекшеленетінін көрсетті, ал олардың морфологиялық идентификациясына көптеген морфологиялық белгілердің ұқсастығы мен белгісіздігі кедергі келтіреді [222]. Геном тізбегі мен Израильдегі жартылай құрғақ аймақтардағы тіршілік ету ортасының сипаттамалары арасындағы анықталған байланыс харофитті балдырлардың адаптивті генетикалық дивергенциясы күн сәулесінің қарқындылығымен, су деңгейімен және рНмен, демек, климаттық дифференциациямен және байланысты екенін көрсететін мысал болып табылады, олар: жергілікті экологиялық стресстер. Бұл қазіргі харофитті балдырлардың әртүрлілігін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. 12 e,f-суреттегі карталар екі түрдің таралу айырмашылықтарын қатаң көрсетеді, мұнда *Chara vulgaris* оңтүстік өңірде көптеп кездеседі, бірақ *C. contraria* солтүстік жерлерде таралған, оны RDA растаған. Белгілі болғандай, харофитті балдырлар әдетте жаңа миграцияға жабылады, әсіресе барлық популяция бір тіршілік ету орынында орнығып, инвазивті ооспоралар жергілікті балдырлармен бәсекелескенде [223]. Бұрын біз сайттың экологиясы жаңа сайтта ооспораның пайда болуының негізгі шектеуші факторы болып табылады деп болжадық, яғни гендер ағыны ұқсас орталары бар сайттарда болуы ықтимал [222]. Осы екі морфологиялық ұқсас түрдің экологиялық артықшылықтары туралы талқылау әдетте УК-сәулеленудің реттеуші фактор ретінде әсерін қамтымайды, бірақ бұл біздің Израильдегі бақылауларымызда ұсынылды [224]. Бұл көбірек дәлелдейді және Қазақстандағы харофитті балдырлардың таралуын зерттеудің, екі түрдің де сенімді сәйкестендірілуінің маңыздылығын көрсетеді, бұл тек молекулалық әдістерді жасау арқылы мүмкін болады. 12 e,f - суретінде *C. vulgaris* оңтүстік жерлерді жақсы көреді, ал *C. contraria* солтүстікте, аз оқшауланған жерлерде мекендеген. Сондықтан, осы маңызды түрлер үшін таралудағы айырмашылықтар оның геномдық реттілігімен анықталады және расталады, сонымен қатар, түрлер экологиясының маңыздылығын да растайды. Бұл Қазақстандағы харофитті балдырлардың өсу жағдайлары Израильдегі харофитті балдырларға қарағанда қолайлы болуы мүмкін деп болжауға мүмкіндік береді, мұнда инсоляция мен гидрология су объектілеріндегі алуантүрлілікті қатаң түрде реттей алады [222].

### 3.2 Зерттеліп жатқан аймақтың су айдындарындағы анықталған түрлерге салыстырмалы талдау жүргізу

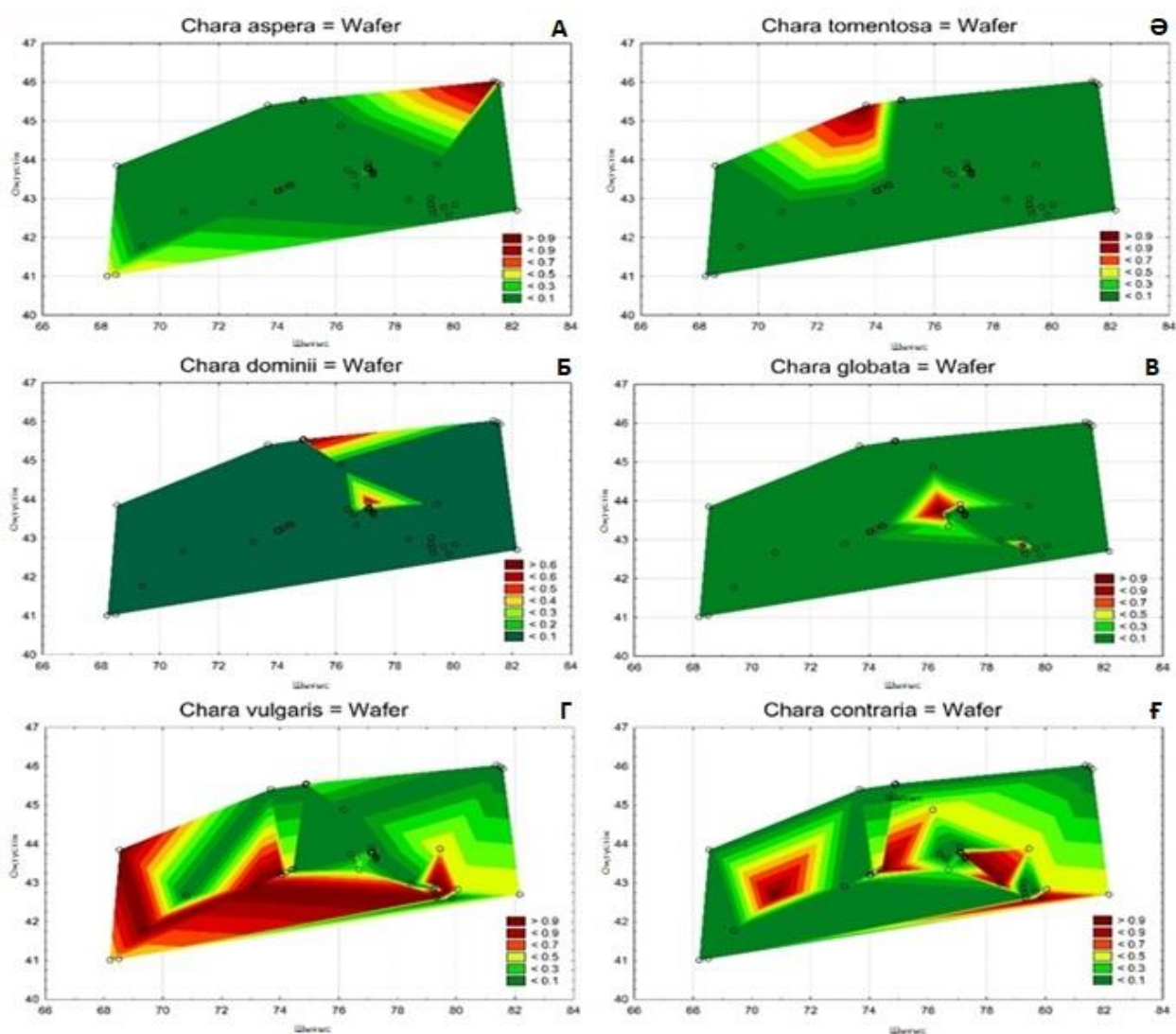
Қоршаған ортаның айнымалылары белгілі әрбір анықталған түр үшін статистикалық карталар жасалды (Қосымша 1, Кесте 1 және Кесте 2). 11 А-суреті қоршаған ортаның ауыспалы көрсеткіштерін бөлу үшін карталау әдісінің жарамдылығын көрсетеді (яғни, Кетпен жотасының тау биіктіктерін Алматы облысының оңтүстігінен көруге болады) (Сурет 11 А). Карталардан шөлді аймақта орналасқан Іле өзені бассейнінің оңтүстігінде және орталық бөлігінде су температурасы ең жоғары болды (Сурет 11 Ә), ОБП және судың Pt/Co түсі де оңтүстікке қарай жоғарылады (Сурет 11 Б,В), ал оттегінің қанығуы және рН төмендеді (Сурет 11 Г,Ғ).



Сурет 11 - Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысының зерттелетін ауданы бойынша экологиялық айнымалылардың таралуының статистикалық карталары.

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: Теңіз деңгейінің биіктігі (А); Су температурасы (Ә); BOD (ОБП) (Б); Pt/Co судың түсі (В); оттегі (Г); рН (Ғ).

Түрлердің таралуы бойынша жасалған статистикалық карталарын зерттеуде әр түрдің тенденцияларын көрсету үшін пайдаланылды. *Chara aspera* және *C. tomentosa* солтүстік және шығыс аймақтық орталарды жақсы көреді (Сурет 12 А, Ә), *C. dominii* және *C. globata* Іле өзені бойынан табылды (Сурет 12 Б, В). Екі ұқсас түрдің тенденциясы өте қызықты болды, *C. vulgaris* және *C. contraria*, әртүрлі экологиялық жағдайлар мен географиялық аймақтарда ерекшеленді. *C. vulgaris* судың оңтүстік кездесу экожүйесін иемденді (Сурет 12 Г), ал *C. contraria* көбірек солтүстік зерттеу нысандарында кездесті (Сурет 12 Ғ). Олардың таралуы бір-біріне қарама-қарсы сияқты, бір-бірімен байланысты емес сияқты көрінді, дегенмен екі түр кейде кейбір зерттеу аймақтарында бірге кездесті.

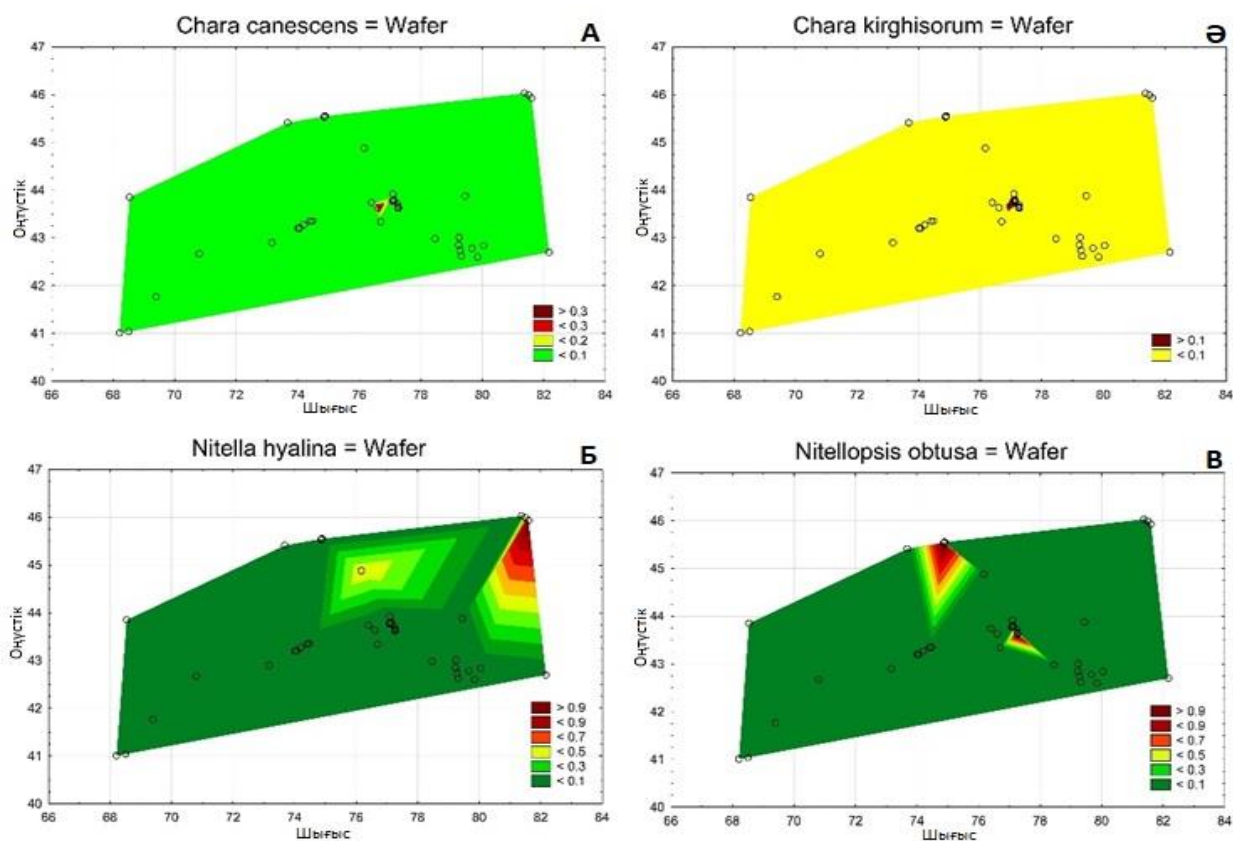


Сурет 12 - Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы зерттелетін аумақтардағы хара балдырлар түрлері таралуының статистикалық карталары

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: *Chara aspera* (А); *Chara tomentosa* (Ә); *Chara dominii* (Б); *Chara globata* (В); *Chara vulgaris* (Г); *Chara contraria* (Ғ)

Басқа *Chara* түрлерінің статистикалық карталары *C. canescens* және *C. kirghisorum* үшін шектеулі таралуды көрсетеді (Сурет 13 А, Ә). Кейбір зерттеу орындарында *Nitella hyalina* және *Nitellopsis obtusa* (Сурет 13 Б, В) бірге табылды. *Nitella hyalina* таралуы бойынша жеке кездескен зерттеу аймақтары бар, ал *Nitellopsis obtusa* таралуы *C. dominii* таралуына ұқсас болды.

Түрлер мен қоршаған орта айнымалыларының таралуы бойынша жасалған карталарын салыстыра отырып, Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы ең көп таралған түр болып табылатын *Chara vulgaris* екендігі белгілі болды. Оның су температурасы жоғары, органикалық заттарға бай (ОБП мәндерінің жоғарылауы) және судың түсі бар төмен теңіз деңгейінің биіктігінде мекендейтін жерлерді жақсы көреді деп болжауға мүмкіндік берді. бірақ оттегі мен рН төмен. *C. aspera*, *C. tomentosa*, *C. dominii*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella hyalina* сияқты басқа түрлер жазық жерлерде таза, сілтілі, органикалық ластанбаған және жақсы оттегімен қаныққан суларды жақсы көреді.



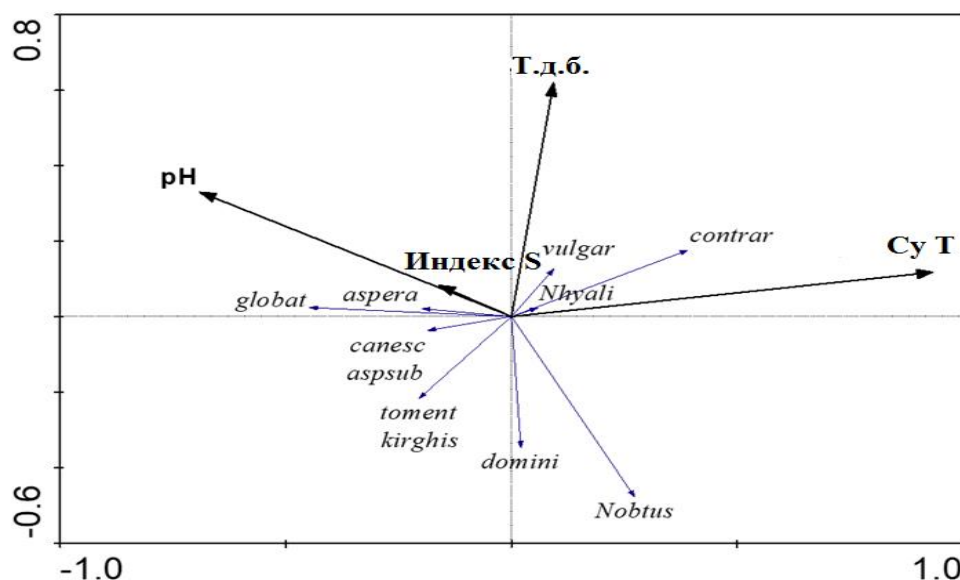
Сурет 13 - 2019-2022 жылдары Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның зерттелетін аумағында түрлердің таралуының статистикалық карталары

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: *Chara canescens* (А); *Chara kirghisorum* (Ә); *Nitella hyalina* (Б); *Nitellopsis obtusa* (В)

Қазақстанда түрлердің таралуына әсер ететін факторларды нақтылау үшін қосымшаның 2-кестесі негізінде RDA талдауы жүргізілді. Түрлердің орташа алуантүрлілігі биологиялық айнымалыларға тәуелді 34 учаскеде 11 түрді құрады, ал су мен ауа температурасының экологиялық көрсеткіштері, Ph, органикалық ластану индексі S және теңіз деңгейінің биіктігі тәрізді тәуелсіз айнымалылар болды.

pH, температура және теңіз деңгейінің биіктігі қатты әсер ететін түрлер бар, ал органикалық ластану (S индексі) түрлердің таралуын реттеудің маңызды факторы емес (Сурет 14). RDA көрсеткендей, pH пен теңіз деңгейінің биіктігі *Nitellopsis obtusa* таралуымен теріс корреляцияға ие, бірақ судың жоғары температурасы оң корреляцияға ие. Зерттеу нысанының теңіз деңгейінің биіктігі мен су температурасының жоғарылауы *Chara contraria* оң әсер етті. Сонымен қатар, кездесу аймағы теңіз деңгейінің биіктігі төмен болатын жерлерде өсетін түрлердің *Chara tomentosa*, *C. kirghisorum* және *C. dominii* таралуы үшін теріс фактор болып табылады. Басқа түрлер үшін RDA нақты әсер етуші факторларды көрсетпейді.

Сондықтан RDA әр түрге, түрлер тобына және сирек кездесетін түрлердің қалауына әсер ететін негізгі экологиялық айнымалыларды анықтауға көмектесті. RDA нәтижелері түрлердің көрнекі түрде таралуын және қоршаған орта айнымалыларының карталарын салыстыруды растайды, сондай-ақ сирек кездесетін түрлердің қолайлы орталары үшін кейбір сипаттамалар береді.



Сурет 14 - Диссертациылық жұмыстың зерттелген учаскелеріндегі зерттеу нысанының қауымдастығындағы қоршаған орта айнымалылары арасындағы байланыстардың RDA графигі

Суреттегі көрсеткіштердің аббревиатурасы: 999 ауыстыруға арналған Монте-Карло тестінің қорытындысы: бірінші канондық осьтің маңыздылығы: меншікті мән = 0,075; барлық канондық осьтердің маңыздылығы: Trace = 0,177, P-мәні = 0,094

38 балдыр түрінің экологиясы туралы қолда бар деректерден олардың органикалық заттарға аздап қаныққан суларды жақсы көретіні анықталды [208]. Олар көбінесе олигосапробты сулардың көрсеткіштерімен ұсынылған, мұнда сапробтық индексі  $0,8 \pm 1,3$ -ке дейін, ал трофикалық мәртебе олигодан эвтрофиялыққа дейін кең амплитудаға ие. Қазақстанда анықталған 11 түрдің тек 7 түрі ғана органикалық ластануды және трофикалық мәртебені қалайтыны белгілі. Олардың барлығы индекс амплитудасы  $1,1 \pm 1,2$  және олигодан эвтрофиялық суларға дейінгі трофикалық мәртебесі бар олигосапробты қауымдастықтарда өмір сүреді. Зерттелген харофитті балдырлардың популяциясы үшін сапробтық индекс амплитудасы  $1,26 \pm 2,11$  аралығында болды, бірақ трофикалық мәртебенің кең ауқымынан бұл біздің зерттеуімізде органикалық қаныққан суларға бейімделуді көрсетеді.

### **3.3 Әр түрлі су айдындарындағы түрлердің таралуына экологиялық факторлардың әсерін бағалау**

Харофитті балдырлардың кең таралуы оларды су сапасының көрсеткіштері ретінде пайдалы етеді [121]. Алайда көптеген түрлер үшін олардың аутоэкологиясы туралы мәліметтер жеткіліксіз. Харофитті балдырлар әдетте, балдырлар қауымдастығында абсолютті үстемдікпен моноспецификалық түрді [225] құрайды. Алайда, индикаторлық қасиеттер барлық түрлер үшін белгілі болмағандықтан, индикаторлық қасиеттері кеңінен танымал болатын, олармен бірге жүретін микробалдырларды қарастыру қажет [200]. Макробалдырлар-харофитті балдырлар мен олардың зерттеу аймағында бірге тіршілік ететін балдырлар үшін судың сапасына біріктірілген талдау жұмыстары бұрын жасалмаған, сондықтан бұл зерттеулер тіршілік ету ортасы үшін өте маңызды. Қазақстанда харофитті балдырлар ұзақ геологиялық уақыт бойы [49-50] даму үшін қолайлы жағдайлар тапқанына және оларды зерттеуге арналған көптеген басылымдарға [61-63, 67, 215, 217, 218, 221, 226-232] қарамастан, харофитті балдырлардың көпшілік кездесу аймақтары зерттелмеген күйінде қалып отыр.

Зерттелген харофитті балдырлардың кездесу аймағындағы балдырлар қауымдастығының қалыптасуына қатты әсер ететін қоршаған орта факторларын анықтау үшін түрлердің құрамына салыстыру жұмыстары жүргізілді. Өзендер мен тоғандардың микробалдырларының биоалуантүрлілік құрамының ұқсастығын анықтау үшін Bray-Curtis дарағы жасалынды, нәтижесінде екі кластер айқын болып бөлініп шыққанын 15-суреттен байқауға болады (Сурет 15).

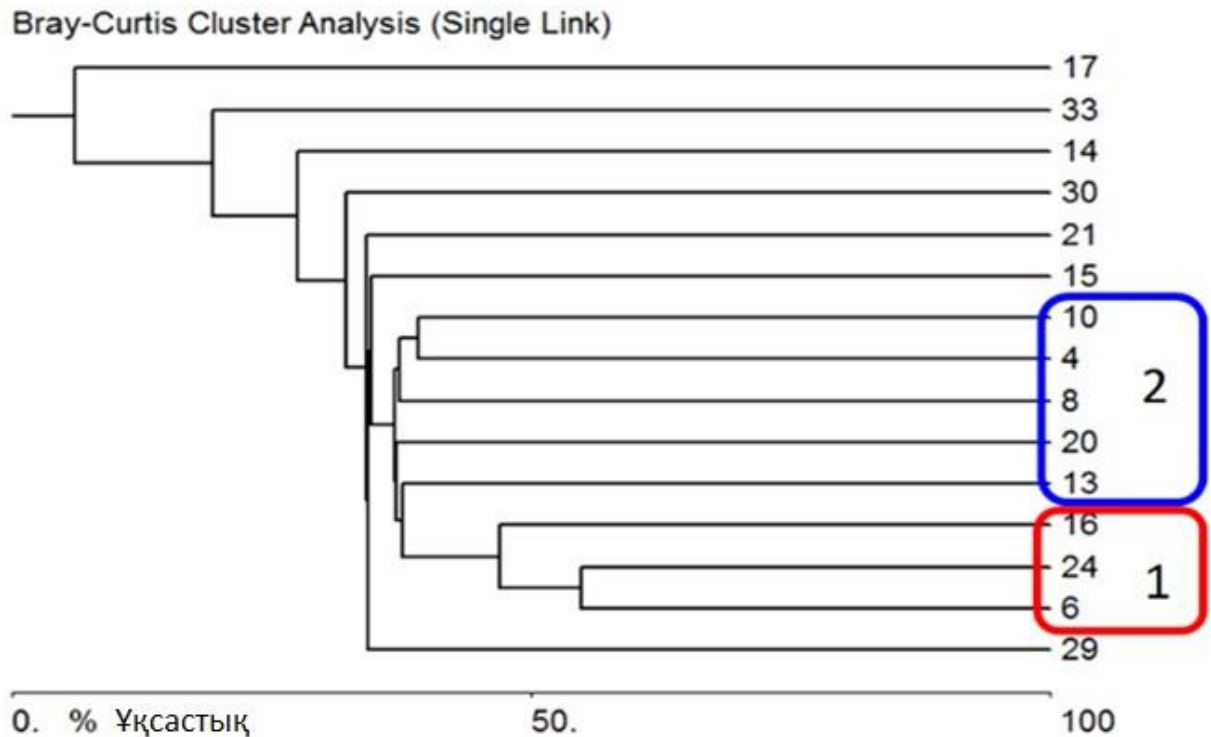
1 кластерде 48% деңгейінде ұқсас және 800 м мен 1900 м биіктіктегі зерттеу орындарына жататын үш қауымдастық қана кірді.

2 кластерде 40% ұқсастық деңгейінде бес қауымдастық болды және 500 м мен 700 м биіктіктегі зерттеу нысанын қамтыды.

Қалған қауымдастықтар өте жеке болды және кластерге бөлінбей қалғандар жеке кластерді құрайды. Олар кластерге ұқсастық деңгейінің



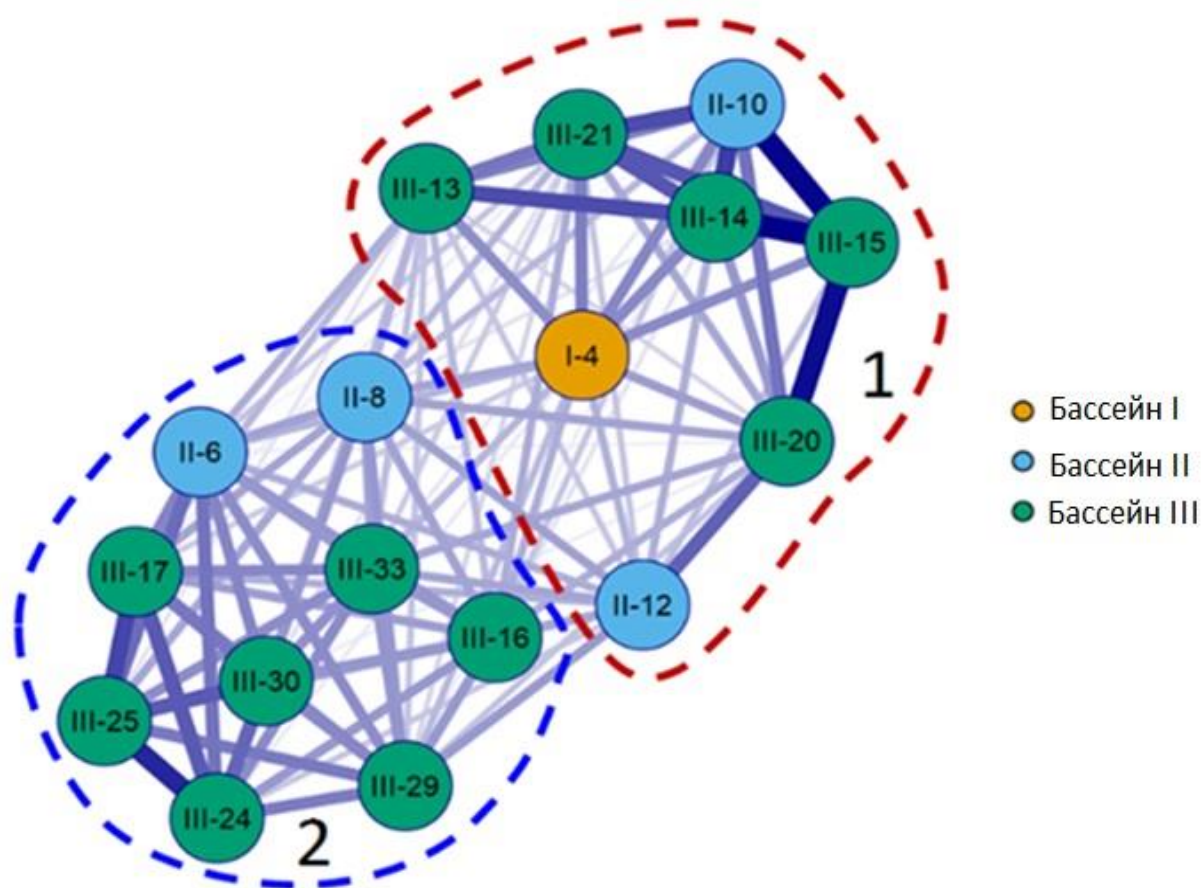
төменгі деңгейінде қосылды. Осылайша, кездесу нысанының биіктігіне әсер ететін харофитті балдырлардың түрлік құрамының таралуы ең маңызды экологиялық фактор болып шықты.



Сурет 15 - Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан өзендері мен тоғандарының биоалуантүрлілік құрамының ұқсастығын анықтайтын Bray-Curtis дарағы

1-бөлім, қызыл сызық, биік таулы жерлер,  
2-бөлім, көк сызық, орта биіктіктегі жерлер.

Теңіз деңгейінің биіктігінің қорытындысын тексеру үшін және қауымдастықтардың таксономиялық пропорцияларын да қарастыратын, 4-кестеге негізделген қоршаған ортаның қасиеттеріне бейімділігін көрсететін түрлердің индикативті сипаттамалары бойынша JASP корреляция желісінің сызбасы салынды. Қауымдастықтар негізгі бассейндерге (I, II, III) бөлінді, бұл бүкіл жиынтық екі кластерге бөлінетінін көрсетті (Сурет 16). 1 кластерге барлығына жататын қауымдастықтар үш бассейн кіреді, ал 2 кластерге тек II және III бассейндердің қауымдастықтары кіреді. Кластерлерді біріктіруші параметрі теңіз деңгейінің биіктігі болды, ал қай бассейнге жататындығы маңызды емес. Осылайша, 1-кластерге биіктігі 341-ден 751 м-ге дейін (төмен) тұратын кездесу аймағы кірді. 2-кластерге 632–3000 м (биіктік) биіктіктегі учаскелерді біріктірді. Осылайша, зерттеуге алынған аймақтардың теңіз деңгейінің биіктігіне байланысты қоршаған орта жағдайларының әсері шамамен 700 м т.д.б. құрады.



Сурет 16 - JASP корреляциясы бойынша Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан өзендері мен тоғандарына жасалған индикаторлық түрлердің сызбасы

1-бөлім, қызыл сызықпен ойпатты жерлер,  
2-бөлім, көк сызықпен биік таулы жерлер көрсетілген

Барлық анықталған түрлер қоршаған орта мен кездесу нысанының сегіз қасиетінің көрсеткіштері бойынша жасалды (Кесте 4). Жоғарыда келтірілген есептеулер мен зерттеу нәтижелері негізінде (Сурет 15, 16) теңіз деңгейінің биіктігіне байланысты қоршаған ортаның әр параметрі үшін түрлер құрамы мен индикаторлар тобын бөлудің гистограммалары жасалды. Бөлім түрлерінің саны теңіз деңгейінің биіктігінің айырмашылығымен байланысты емес (Сурет 17 А). Бұл қауымдастықтардың жергілікті жағдайларға реакциясын көрсетеді. Түрлерге бай қауымдастықтар шамамен 560м және 850м биіктікте орналасқан. Алайда пайыздық гистограмма (Сурет 17 Ә) теңіз деңгейінің биіктігі бойынша диатомдар үлесінің айтарлықтай өсуін, сондай-ақ басқа харофитті балдырлар түрлерінің азаюын көрсетеді.

Халқы тығыз орналасқан аудандарда харофитті балдырлары бар қауымдастықтар зерттеушілердің назарын аударады. Сондықтан Түркияда арт-Абель көлдері табиғи саябағындағы және Риздегі биік көлдердегі харофитті балдырлармен микробалдырлардың бірге тіршілік ететін

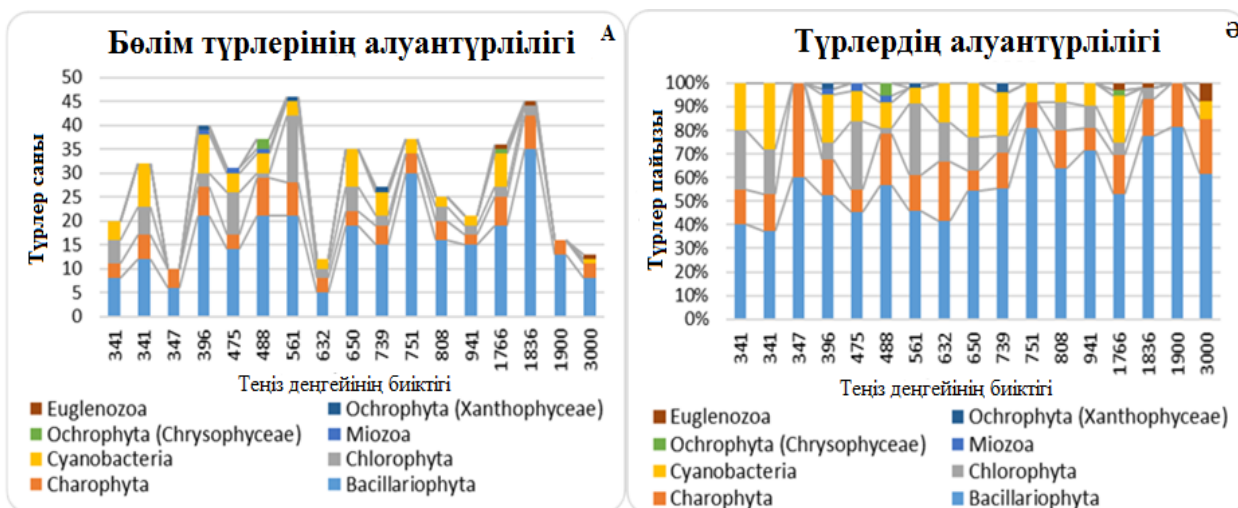
балдырлардың динамикасы мен алуантүрлілігі сипатталды [233, 234], сонымен қатар гидрология ғылымының олардың алуантүрлілігінің таралуына тигізетін әсері анықталды. Харофитті балдырлардың тіршілік ететін орындарының бірі Ұлы Лота және Исикли көлдері микробалдырлардың ассоциацияланған қауымдастықтарының алуантүрлілік динамикасына байланысты зерттелді [235-237]. *Mastogloia* басым қауымдастықтар Сорбұлақ көлі мен Ақсу немесе Текес өзендеріндегі аздап тұзды зерттеу экожүйелерінің ұқсас екені анықталды. Харофитті балдырларды зерттеген ғалымдардың нұсқауларын қолдана отырып, қазіргі кезде қатты урбанизацияланған бассейнің тарихи қалыптасуы [238] гидрологияның осы типтегі қауымдастықтарға тигізіп жатқан әсерлері байқалды.

Пәкістанның солтүстігіндегі Кабул өзенінің аңғарындағы харофитті балдырлар қауымдастығының климаты мен антропогендік қысым тұрғысынан біздің зерттелетін аймаққа ұқсас жағдайларындағы зерттеулері [239, 240] балдырлардың алуантүрлілігін анықтаудың негізгі реттеуші факторы, біздің тұжырымдарымызға ұқсас теңіз деңгейінің биіктігі екенін көрсетті. Шығыс Жерорта теңізінің климаты, жағалауға жақын аймағы қоршаған орта параметрлеріне сәйкес харофитті балдырларға және олардың таралуына қатысты әртүрлі аспектілерде зерттелді [224, 241, 242]. Климаттық параметрлердің, әсіресе теңіз деңгейінің биіктігі бойынша балдырлардың таралуына әсері негізінен ойпатты және биік таулы кездесу экожүйесі сияқты [243, 244], әсіресе харофитті балдырлар үшін [245] маңызды кездесу нысандары зерттеледі. Микробалдырлар қауымдастығына әсер ететін фактор қоршаған ортаның тұрақсыздығы екені анықталды. Орталық Аляска мен биік Гималай геологиялық жағынан ұқсас, бірақ географиялық жағынан шалғай таулы аймақтарында [243] орналасқаны белгілі. Сонымен қатар, климаттың өзгеруімен бірге жүретін метеорологиялық жаңбыр, тұман және ашық күн сәулесі сияқты микроклиматтық факторлар микробалдырлар қауымдастығының зерттеу аймағының теңіз деңгейінің биіктігімен біріктірді [246, 247].

Әр түрлі түрлердің ойпатты және биік таулы зерттеу орындарында жасыл балдырлар цианобактериялардан басым болатын микробалдырлар қауымдастығының таралу заңдылықтарында да маңызды рөл атқарды [246]. Теңіз деңгейінің 2000 м биіктігінен бастап, балдырлар жоғары ультракүлгін сәулелерінің кезектесіп түсуі, жаңбыр мен қардың жаууы, температураның тәуліктік ауытқуы және созылмалы қоректік заттардың жетіспеушілігі сияқты жағдайларды жеңуге мәжбүр [2247]. Бұл жағдайда гетеротрофты өсу қабілеті теңіз деңгейінің биіктігінің жоғарылауымен түрлердің кейбір топтарына артықшылық береді [247], біз оны Мыңжылқыдағы (теңіз деңгейінен 3000 м биіктікте) және Қарқарадағы (теңіз деңгейінен 2062 м биіктікте) таулы өзендерге арналған ағымдағы зерттеуде байқадық. Гетеротрофты қоректенетін балдырлардың болуы балдырлар түрлерінің таралуын реттейтін стресстік ортаны көрсетуі мүмкін [221]. Біздің жағдайда биік таулы өзен қауымдастықтары гетеротрофты қоректенетіндердің

ластанған Сорбұлақ көлімен ұқсастығына ие. Жайық тауларында зерттелген климаттық стресстік жағдайларда биіктік градиенті бойынша микробалдырлар қауымдастығының таралуы теңіз деңгейінің биіктік градиенті бойынша микробалдырлардың түрлік құрамының азаюының ұқсас заңдылықтарын, [248] таулы шалғыннан таулы тундраға дейінгі аймақтарды анықтайды.

Зерттеу нәтижесі бойынша тұрақты су температурасында кездесетін балдырлар түрлері доминанттылық көрсетті; дегенмен, мезотермиялық балдырлар түрлері ІІ аймақта Іле өзенінің Балқаш көліне келіп құятын сағасындағы ең төменгі кездесу аймағында да және ІІІ аймақтағы Мыңжылқы өзенінің төменгі ағысының су температурасы біршама жоғары аймақтарында 3000 м теңіз деңгейінің биіктігінде де кездесетіндігі анықталды (Сурет 18 А). Бұл көрсеткіштер гидрологияның температураға қатысты да рөл атқаратынын көрсетеді.

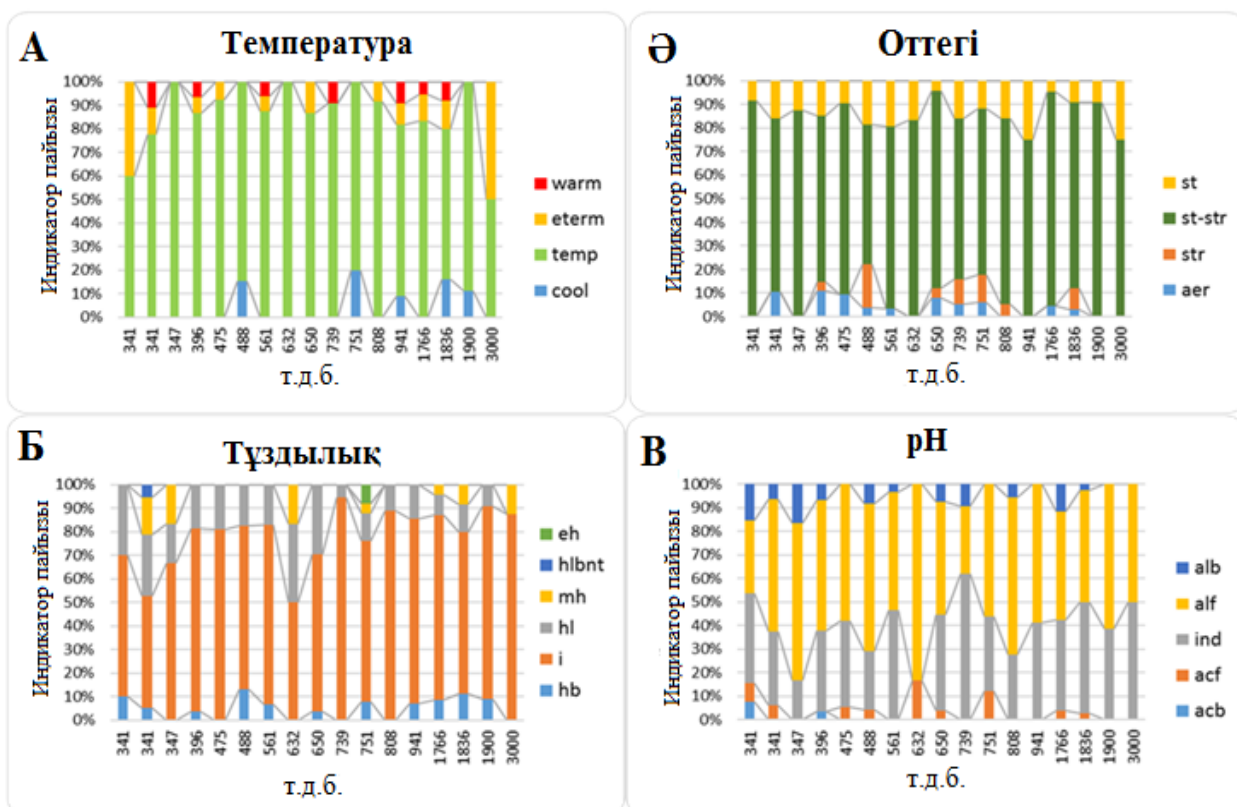


Сурет 17 - Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан өзендері мен тоғандарының теңіз деңгейінің биіктігі бойынша қауымдастығының таксономиялық биоалуантүрлілігінің динамикасы

Түрлер саны (А); Түрлердің пайызы (Ә)

Судың қозғалу көрсеткіштері мен суда еріген оттегінің көрсеткіштері баяу ағып жатқан сулардың үстемдігіне айтарлықтай әсер етеді, бұл экологиялық сипаттаманың харофитті балдырлардың оңтайлы тіршілік ету ортасының негізгі көрсеткіші бола алады (Сурет 18 Ә). Судың тұздылығы теңіз деңгейінің биіктігіне қарай біртіндеп төмендегенін байқауға болады (Сурет 18 Б), бұл ауа температураның ылғалдылығының әсерін көрсетеді, ал теңіз деңгейінің биіктігі төмен кездесу нысандарында тұздылық артады. Судың рН деңгейі де теңіз деңгейінің биіктігіне қарай төмендейді, бұл сілтіліктің біртіндеп жоғалуын көрсетеді (Сурет 18 В). Тіршілік ету ортасының маңызды сипаттамасы — миксотрофты балдырлардың болуымен сипатталады - егер фотосинтез арқылы қоректену тежелсе, гетеротрофты

коректенуге ауысып, бейорганикалық және органикалық заттарды жоя алатын организмдерге айналады. Зерттелген қауымдастықтарда миксотрофтардың үлесі (hne + hse) төменгі биіктіктегі тіршілік ету ортасындағы 40% - дан шамамен 1900 м биіктікте 7% - ға дейін төмендейді, содан кейін биік таулы жерлердегі су айдындарында қайтадан өседі (Сурет 19 А), бұл максималды биіктіктегі харофитті балдырлар қауымдастықтары үшін ықтимал стресстік жағдайларды көрсетеді. Тіршілік ету ортасының трофикалық деңгейінің көрсеткіштері оң тенденцияны көрсетеді (Сурет 19 Ә) және миксотрофтар да қатысуын арттырған соңғы екі биік таулы қауымдастықты қоспағанда, биіктігі бар эвтрофиялық түрлердің азаюын байқауға болады.



Сурет 18 – Зерттеуге алынған орындардың теңіз дейгейінің биіктігі бойынша қауымдастықтардағы индикаторлық түрлерінің пайыздық динамикасы

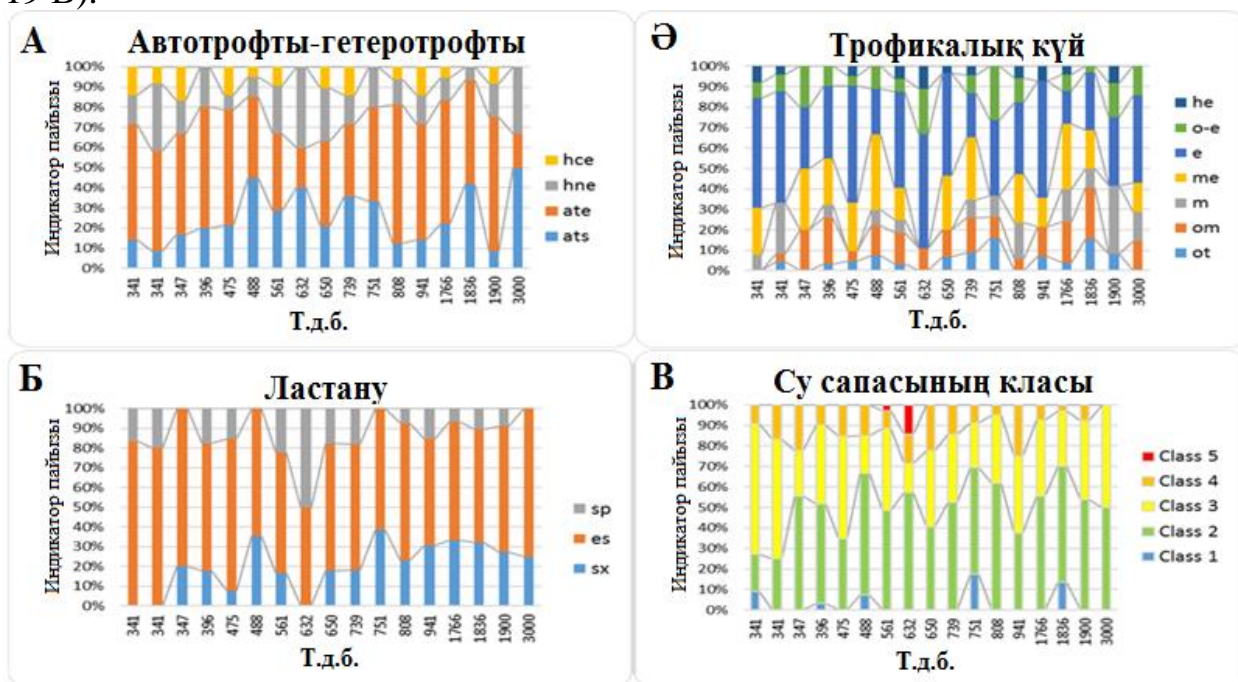
(А) температура көрсеткіштері (cool – салқын су, temp – су температурасы орташа немесе су температурасын талғамайтындар, eterm – эвритермді, warm – жылы су);

(Ә) оксигенация және судың қозғалу көрсеткіштері (st – ағынсыз су, st-str – ағысы төмен су, str – ағынды су, aer - аэрофилділер);

(Б) тұздылық көрсеткіштері (hb – олигогалообтар – галофобтар, i – олигогалообтар – индифференттілер, hl – галофильдер, mh – мазогалообтар, hlbnt – галобионттар, eh – эугалообтар);

(В) судың рН көрсеткіштері (acb – ацидобионттар, acf – ацидофильдер, ind – индифференттер; alf – алькалофилдер, alb – алкалобионттар).

Органикалық ластанудың көрсеткіштері болып табылатын диатомдардың кездесу экожүйесінің теңіз деңгейінің биіктігі жоғарылаған сайын өзін-өзі тазартуды көрсетеді, яғни сапрофилдер азаяды, ал сапроксендер, керісінше, қауымдастықтардағы үлесін арттырады (Сурет 19 Б). Су сапасының класы әр қауымдастық үшін есептелген сапробтылық индексінің мәнімен анықталды (Кесте 4). Зерттеу нысанының теңіз деңгейі биіктігінің жоғарылауымен 2-класс түрлерінің үлесі артады, ал 4-ші және 5-класс түрлері азаяды және қауымдастықтардан ол түрлер жойылады (Сурет 19 В).



Сурет 19 - Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның зерттелетін орындарының теңіз дейгейінің биіктігі бойынша қауымдастықтардағы индикаторлық түрлерінің пайыздық динамикасы

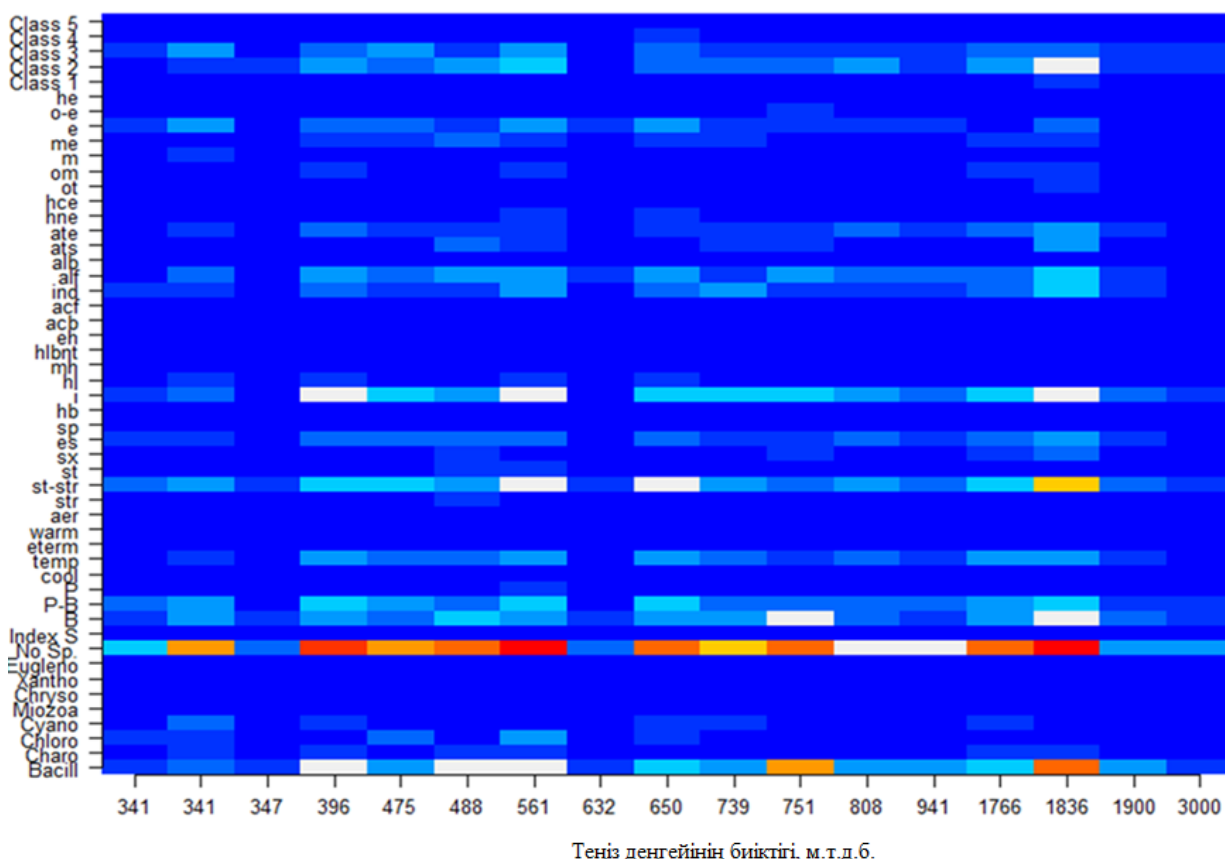
(А) қоректену типінің көрсеткіштері (ats – органикалық байланысқан азоттың өте аз концентрацияларына төзетін азотты-автотрофты таксондар; ate – органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясына шыдамды азотты-автотрофты таксондар; hne – органикалық байланысқан азоттың мезгіл – мезгіл жоғарылау концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар; hce – органикалық байланысқан азоттың жоғары концентрациясын қажет ететін факультативті азот-гетеротрофты таксондар);

Ә) трофикалық күй көрсеткіштері (ot – олиготрофтар; om – олиго-мезотрофтар; m – мезотрофтар; me – мезоэвтрофтар; e – эвтрофтар; o – e – олигодан – эвтрофтарға дейін; he – гиперэвтрофия).

(Б) органикалық ластану диатомды көрсеткіштері (sx – сапроксендер, es – эврисапробтар, sp – сапрофильдер);

(В) су сапасы көрсеткіштерінің класы. Салыстырмалы түрде су сапасы жақсы немесе орташа.

Қоршаған орта параметрлерінің харофитті балдырлар қауымдастықтарына әсер етуінің жиынтық әсерін Heat map картасынан көруге болады (Сурет 20), бұл қауымдастықтардың жалпы "таксономиялық және индикаторлық тұлғасын" көрсетеді. Осылайша, 15, 10 және 29 номерлі учаскелер қауымдастықтарының түрлік құрамы мен көрсеткіштер топтарының басым болуы тұрғысынан 14, 21, 4 және 12 номерлі учаскелер ұқсастықтарын және ерекшеліктерінің бар екенін көре аламыз.



Сурет 20 - Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан өзендері мен тоғандарының теңіз деңгейінің биіктігі бойынша биоиндикациялық көрсеткіштер топтарының түрлер санының Heat map картасы.

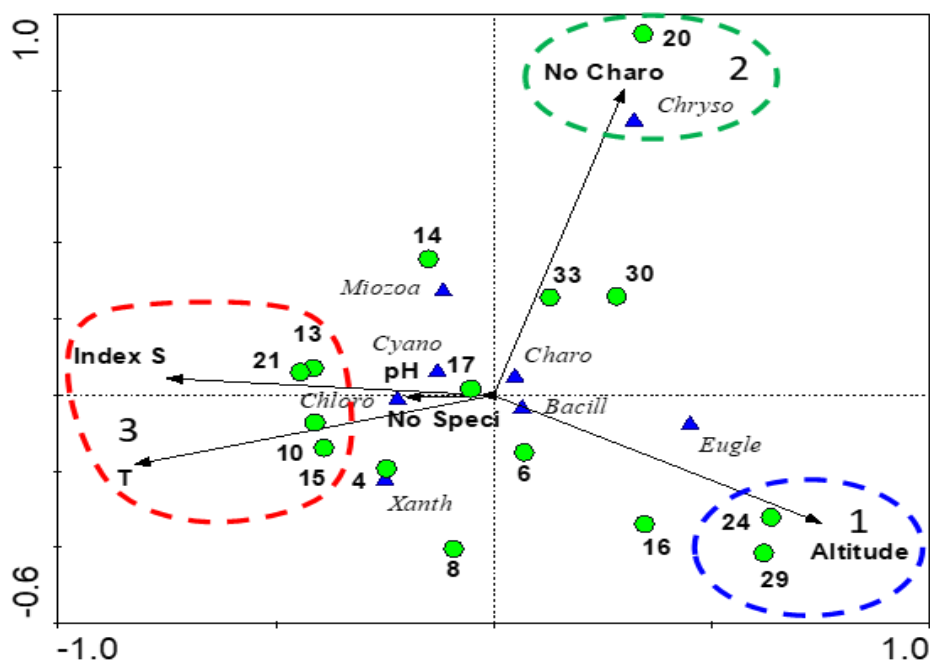
У осі бойынша қысқартулар және X осі бойынша станция нөмірлері 3-кестеде белгіленген. Сынама алу станциялары олардың теңіз деңгейінің биіктігін төменнен жоғары қарай арттыру тәртібімен орналастырылған. Ұяшықтардың түсі ақ түстен көк түске қарай жоғарылайды, содан кейін түрлік құрам санының үлесіне байланысты қызылға дейін өзгереді.

Органикалық ластану индексі S бойынша

Харофитті балдырлар қауымдастығына әсер ететін негізгі экологиялық факторларды анықтаудағы соңғы қадам Канондық сәйкестікті талдау (Canonical Correspondence Analysis) (ССА графигі) болды (Сурет 21). ССА триплоты 3 және 4-ші кестелерде келтірілген мәліметтер негізінде құрылды. Талдау зерттеу аймағының теңіз деңгейінің биіктігі, су температурасы және

pH, сондай-ақ органикалық ластануды, қауымдастықтың алуантүрлілік құрамын және тәуелсіз айнымалылар ретінде қауымдастықтағы харофитті балдырлар түрлерінің санын көрсететін сапробтылық индексі S сияқты қоршаған орта параметрлерін қамтыды; дегенмен, тек кейбір станциялар үшін белгілі химиялық айнымалылар пайдаланылмады. Тәуелді айнымалылар ретінде таксономиялық типтегі түрлердің саны қолданылды.

Оралдың таулы шалғынды аймақтарындағы микробалдырлардың таралуы, түрлік құрамы мен орман қауымдастықтарындағы теңіз деңгейінің биіктігі бойынша оң корреляцияны көрсетті, бірақ таулы тундра аймағы теріс корреляцияны көрсетті, басқа стресстік зерттеу орындарында бұл микроклиматтық жағдайлардың балдырлар қауымдастығына әсерін көрсетеді [23, 246, 247]. Харофитті балдырлардың түрлік құрамының артуы кездесу аймағының теңіз деңгейінің биіктігінің жоғарылауымен де анықталды [245]. Гидрология, әсіресе кездесу экожүйесі теңіз деңгейінің биіктігі, мысалы, Сербияда [249] және бүкіл әлемде [250] микробалдырлар мен харофитті балдырлар қауымдастығының алуантүрлілігі мен таралуында шешуші рөл атқаратыны белгілі болды. Бұл талдауда химиялық деректерді алмастыратын харофитті балдырлармен байланысты түрлердің индикаторлық қасиеттері маңызды рөл атқарды, өйткені Қазақстанда көптеген шөлді және таулы кездесу нысанына бару қиын болды, сондықтан химиялық үлгілер өте шектеулі болды.



Сурет 21 - Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның харофитті балдырларының түрлер саны, органикалық ластану индексі S және таксономиялық биоалуантүрлілік санының CANOCO программасымен жасалған CCA графигі

(Көк стрелкалармен) CCA графигі арасындағы байланыстар көрсетілген



Нәтижелер бойынша Кластер 1-де тіршілік ету ортасының биіктігі 24 және 29 учаскелердегі түрлік құрамына әсер еткенін көрсетті. Кластер 2-де хризифиттер (*Chrysophytes*) болған 20-учаскенің түрлік құрамына харофитті балдырлар түрлерінің максималды санын көрсетеді. Кластер 3-те жасыл балдырлар басым болатын қауымдастықтарын және температураның жиынтық әсерін, органикалық ластану байқалды. Алайда судың рН мен жалпы түрлер арасында ешқандай байланыс табылған жоқ, ал, жекелеген түрлердегі түрлер саны бар қауымдастықтардың бар екенін байқалды.

### 3.4 Хара балдырларының шаруашылықтағы маңызын анықтау

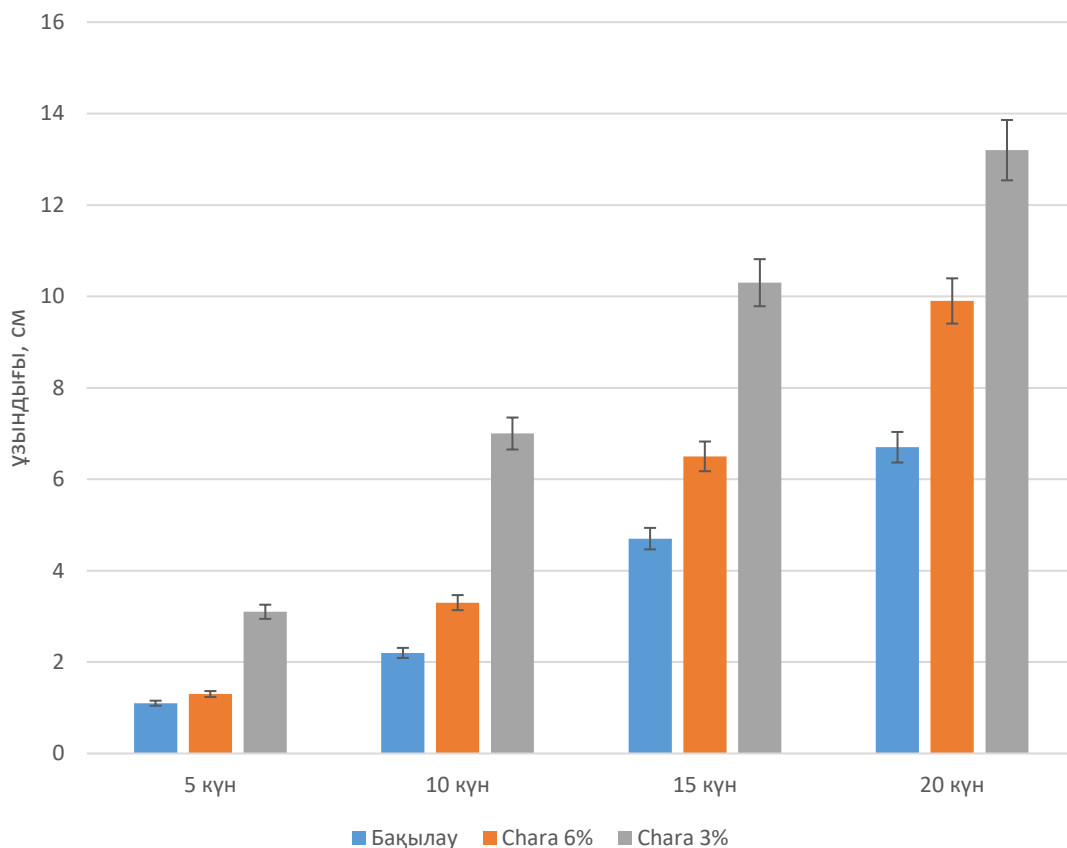
Хара балдырларының шаруашылықтағы маңызын анықтау мақсатында жинап алып келінген хара балдырларын кептіріп гербарийлар жасалды, кептірілген хара балдырлары биомассасының әсерін бидай мен шалғам өсімдіктерінің өсу көрсеткіштеріне тыңайтқыш қатары тигізетін әсерін анықтау үшін зерттеу жұмыстары жасалды. Әдеби мәліметтер бойынша хара балдырларын тыңайтқыш ретінде қолданғандығын [133, 251], және хара балдырларын жасанды жағдайда су бассейндерінде өсіруге болатындығын ғалымдардың жұмыстарынан кездестіреміз [252]. Зерттеуге Қапшағай суқоймасынан жиналған *C. dominii* балдырының 3% және 6% экстрактілері тыңайтқыш ретінде бидай (*Triticum* L.) мен шалғам (Редис) (*Champion Raphanus sativus* L.) өсімдіктерінің топырағына араластырылып қолданылды. *C. dominii* балдырын жинап алып келіп кептіріп, үгітіп ұнтақ дайындап алынды. Дайын болған ұнтақтың 3% және 6% экстрактілерін топыраққа араластырып сол топыраққа бидай мен шалғам өсімдігін егіп тәжірибе жасалды. Зерттеу барысында өсімдіктердің өсу көрсеткіштері яғни жапырағының ұзындығы өлшенді.

Шалғам (*Champion Raphanus sativus* L.) өсімдігінің тұқымы хара балдыры қосылған топыраққа егілді. Шалғам тұқымының топыраққа өсіп шыққан күнінен бастап 5 күн сайын 4 рет өсімдіктің сабағының ұзындығы өлшенді (Сурет 25).



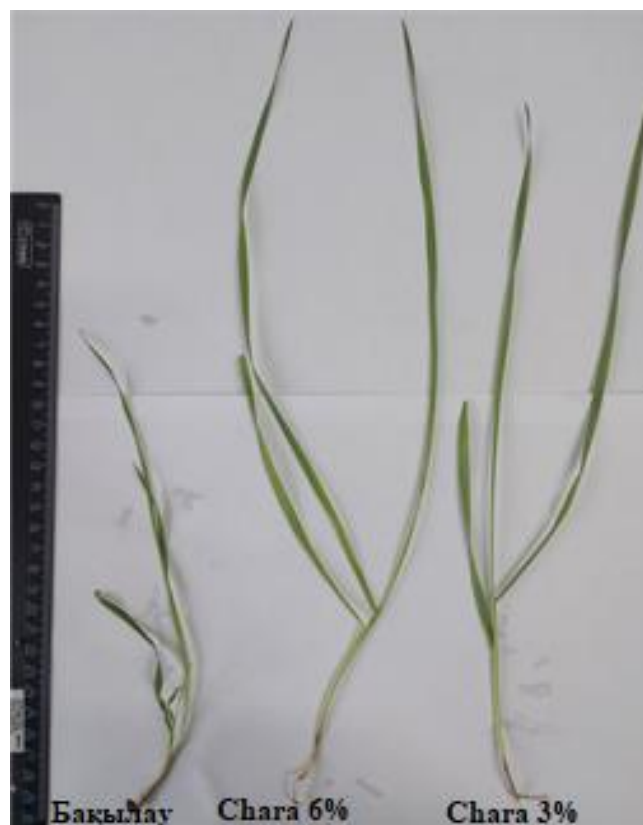
Сурет 25 - *C. dominii* балдыры қосылған топырақта өскен шалғам өсімдігі сабағының көрсеткіштері

Тәжірибемізді жүргізу нәтижесінде шалғам өсімдігінің өсу көрсеткіші болған өсімдік сабағының орташа ұзындығын бақылау бойынша 3,7 см аралығында өскен. Топыраққа тыңайтқыш ретінде *C. dominii* балдырының 6 % экстрактісі қосылған ортада өскен шалғам өсімдігі сабағының орташа ұзындығы 5,3 см-ге дейін өскен. Ал топыраққа *C. dominii* балдырының 3 % экстрактісі қосылған ортада 8,4 см орташа ұзындықта өсіп шалғам өсімдігі өте жоғарғы деңгейді көрсетті (Сурет 26).



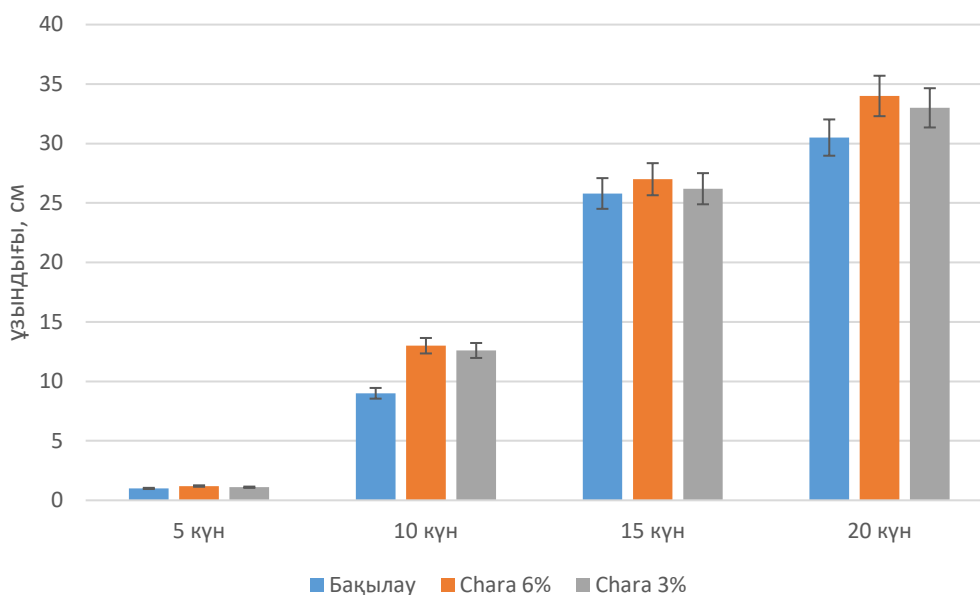
Сурет 26 - Тәжірибе жасалған шалғам өсімдігі сабағының ұзындықтарының салыстырмалы анализі

Бидай (*Triticum L.*) өсімдігінің тұқымы хара балдырының 6 % және 3 % экстрактілері қосылған топыраққа егілді. Бидай дәнінің топырақта өсіп шыққан күнінен бастап 5 күн сайын 4 рет өсімдіктің сабағының ұзындығы өлшенді (Сурет 27).



Сурет 27 - *C. dominii* балдырының 6 % және 3 % экстрактілері қосылған топырақта өскен бидай өсімдігінің көрсеткіштері

Бидай өсімдігіне жасалған тәжірибе жұмысымыздың нәтижесінде өсімдік сабағының орташа ұзындығы бақылау бойынша 16,6 см аралығында өскен. Топыраққа тыңайтқыш ретінде *C. dominii* балдырының 6 % экстрактісі қосылған ортада өскен бидай өсімдігі сабағының орташа ұзындығы 18,8 см болып ең жоғарғы көрсеткішті көрсетті. Ал топыраққа *C. dominii* балдырының 3 % экстрактісі қосылған ортада өскен бидай өсімдігі сабағының орташа ұзындығы 18,6 см ұзындықта өсіп бидай өсімдігі жақсы деңгейлі көрсеткіштерге ие болды (Сурет 28).



Сурет 28 - Тәжірибе жасалған бидай өсімдігі сабағы ұзындығының салыстырмалы анализі

Зерттеу нәтижесінде топыраққа 3% балдыр экстрактісі қосылған шалғам өсімдігінің өсу жылдамдығы басым болды. Ал бидай өсімдігі бойынша зерттеу нәтижеміз 6% балдыр экстрактісі қосылған тапырақта өскен бидайдың өсу жылдамдығы басым болды. Хара балдырларын тыңатқыш ретінде топыраққа қосу өсімдіктің өсіп дамуына тиімділік көрсетті. Орыс ғалымы Базарова Б.Б. (2013) еңбегі бойынша хара балдырларының құрамында Ca, Mg, K, Fe, Na, Sr, P, Mn химиялық элементтері бар [253].

Шалғам және бидайды хара балдырларын тыңайтқыш ретінде қолдану арқылы өсірудің тәжірибе қорытындысы көрсеткендей, шалғам өсімдігінің өсуі үшін хара балдырларының құрамында болатын кальций карбонатын ( $\text{CaCO}_3$ ) көп мөлшерде қажет етпейтіні және бидай өсімдігі керісінше кальций карбонатын көп қажет ететіні анықталды.

Зерттеу жұмысымыздың нәтижесіне сүйене отырып хара балдырларын ауыл шаруашылық жағдайында тыңайтқыш ретінде егістікте қолдануды ұсынамыз.

### 3.5 Хара балдырларының сирек кездесетін, жоғалып кету қаупі бар және перспективалы түрлерін анықтау, оларды қорғау шараларын негіздеу.

Зерттеу нысандарынан анықталған харофитті балдырлардың Қызыл кітапқа немесе қызыл тізімде бар жоқтығын анықтау үшін IUCN Қызыл тізімінің санаттары бойынша жұмыс жасалды. Қызыл тізімінің барлық критерийлерін мұқият қолдану маңызды, бірақ, деректердің аз болуына байланысты толық зерттеу мүмкін емес. Қолда бар жазбалардан кейбір түрлердің таралуы, биологиялық және экологиялық белгілері байқалған түрлер Қызыл тізімді кітапқа ұсыну үшін алдын ала пайдаланылды. Олар:

### 1 *Chara aspera* var. *aspera*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлі, оның ішінде Шымпек шығанағынан Алакөл шығанағына дейінгі канал, Ақбалық темір жол станциясы маңында, 1968–1971жж. (*C. fischeri* W.Migula, [68], Балқаш көлінің дренаждық алабы, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [23], Сорбұлақ көлінің маңындағы бөгет пен жол арасындағы таяздар, 2002 ж. [68], Алакөл көлі: 2006 жылға дейін [254] және 2015–2017жж. [68] ретінде қарастырылған.

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі ақпараттардың жоқтығына және бұрын белгілі сайттарды жақында зерттеуге байланысты бағалау мүмкін болмады. 1975–1978 жылдары Қапшағай су қоймасынан төмен Балқаш көлінің дренаждық бассейнінде түрлердің күрт төмендеуі осы су қоймасына Іле өзенінің құйылуының реттелуіне байланысты анықталды [255].

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: субаридті аймақтардың тұщы суларында қалыпты эвтрофикацияға төтеп бере алатын таяз су түрлерінде кездеседі (Р. Романов, жеке бақылауы бойынша).

Жалпы таралуы: голарктикалық.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: VU (қауіптілігі әлсіз).

### 2 *Chara aspera* var. *subinermis*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлінің дренаждық бассейні нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін (*C. fischeri*, [20] ретінде қарастырылған.

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі ақпараттардың жоқтығына және бұрын белгілі сайттарды жақында зерттеуге байланысты бағалау мүмкін болмады.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: субаридті аймақтардың тұщы суларында қалыпты эвтрофикацияға төтеп бере алатын таяз суларда кездеседі (Р. Романов, жеке бақылауы бойынша). *C. aspera* var. *subinermis* Балқаш көлінің шығанақтарында және соған жақын көрші су қоймаларында кең таралған түр болуы мүмкін. Зерттелетін аймақтарда оның нақты таралу ауқымы мен қауіп-қатер деректердің болмауына байланысты бағаланбайды.

Жалпы таралуы: палеарктикалық.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: DD (деректер жетіспейді).

### 4 *Chara canescens*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлі, Алакөл шығанағы, 1909 ж. [256], Іле өзенінің атырауындағы Қалған және Әбіск-көл көлдері, 1953–1964 жж. [18], Балқаш көлі Ақбалық темір жол станциясы маңы, 1968–1971 жж. [68], Балқаш көлі дренаждық алабы елді мекендер орны, 1987 жылға дейін [25], Сорбұлақ көлінің маңындағы бөгет пен жол арасындағы аймақтар, 2002 ж. [68].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: мүмкін емес, себебі бұрынғы жазбалардағы мәліметтердің жоқтығы және бұрын белгілі

сайттардың соңғы сауалнамасы. *C. canescens* Балқаш көлінің шығанақтарында және тұздылығы жоғары көрші су қоймаларында кең таралған түр болуы мүмкін. Деректер көлемінің аздығынан оның зерттелетін аймақтардағы нақты таралу ауқымы мен қауіптерді бағалау мүмкін емес.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: белгісіз  
Жалпы таралуы: голарктикалық, Австралияда жергілікті емес.  
IUCN Қызыл тізімінің санаты: DD (деректер жетіспейді).

### 5 *Chara contraria*

Бұрынғы деректер: Алматы облысы Ақсу ауылы маңындағы шағын көл, 1928 ж. [257,258], Қабанбай (бұрынғы Андреевка) ауылы маңындағы жол жанындағы су қоймасы, 1928ж. (var. *hispidula* А. Браун); [258,259], Іле өзенінің атырауындағы Қалған көл, 1953–1964 жж. [18], Балқаш көлінің дренаждық алабы нақты мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [25], Сартоғай реликті Соғды шағаны тоғайының маңындағы Шарын өзенінің жайылмасындағы батпақтар, 2003–2005 жж. [260], Құршілік (Құршелек) өзенінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [54, 261], Шарын мен Шелек өзендерінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [68], Шар және Көкпекті өзендерінің көптеген орындары, 2014 жылға дейін [55].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Бұл көптеген қоңыржай аймақтарда кең таралған, генералистік түрлердің бірі [93].

Жалпы таралуы: субкосмополит.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: LC (Алаңдаушылық жоқ).

### 6 *Chara dominii*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлі, Садырбек мүйісі маңындағы таяз жер 1968–1971жж. [68], Қаскелең өзені, 2000 жылдан [56], Алматы облысы Селекция (Мерей) елді мекені маңындағы тоғандар, 2001 ж. [68], Құршілік өзенінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [261], Шарын және Шелек өзендерінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [68], Балқаш көлінің батыс бөлігінің таяз жері, 2009 ж. [68].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: Алдыңғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және оның популяциясы тұрақты Қаскелең өзенінен басқа бұрын белгілі жерлерге жақында жүргізілген зерттеуге байланысты мүмкін емес. *C. dominii* Балқаш көлінің шығанақтарында, Қапшағай су қоймасында және көрші су айдындарында кең таралған түр болуы мүмкін.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Бұл түр Еуразияның құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарында шашыранды таралған [262], көптеген елді мекендердің тұрақты көлдерінде белгілі. *C. dominii* тұрақты ортада көпжылдық тұрақты өсімділерді құра алады. Бұл түр таяз суларда (0,5

м-ден кіші) және дөрекі субстраттарда өсе алмайды, бұл оның эвтрофикация нәтижесінде судың мөлдірлігін төмендетуге бейімділігін түсіндіре алады.

Жалпы таралуы: Орталық Еуразия: Украина, Ресей, Қазақстан, Өзбекстан, Түркіменстан.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: VU (қауіптілігі әлсіз).

### 7 *Chara globata*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлі, Іле өзенінің атырауының су қоймалары, 1968–1971 (*C. globosa*, [23, 68] және Қапшағай су қоймасы, 2016 [257] қате белгілеумен.

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: Алдыңғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және соңғы кездегі популяциялар табылған Қапшағай су қоймасынан басқа бұрын белгілі болған жерлерді жақында зерттеуге байланысты мүмкін емес. *C. globata* Балқаш көлінің шығанақтарында, Қапшағай су қоймасында және көрші су қоймаларында кең таралған түр болуы мүмкін.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Бұл түр Еуразияның және Солтүстік Африканың құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарында шашыранды таралған, олардың көпшілігі тұрақты көлдерден белгілі [258, 263]. *C. globata* тұрақты ортада көпжылдық тұрақты бұтақтарды құра алатын сияқты. Таяу Шығыстағы кейбір елді мекендерде жойылды [263]. Бұл түр таяз суларда (0,5 м-ден кіші) және қатты субстраттарда өсе алмайды, бұл оның эвтрофикация нәтижесінде судың мөлдірлігін төмендетуге бейімділігін түсіндіре алады.

Жалпы таралуы: Еуразияның құрғақ және жартылай құрғақ аймақтары (Румыния, Украина, Ресей, Қазақстан, Өзбекстан, Қырғызстан, Мысыр (Синай), Израиль, Иран, Қытай), Солтүстік Африка (Тунис, Мысыр).

IUCN Қызыл тізімінің санаты: VU (қауіптілігі әлсіз).

### 8 *Chara kirghisorum*

Бұрынғы деректер: Балқаш көлі, Садырбек мүйісі мен Ақбалық темір жол станциясы маңындағы таяз жерлер, 1968–1971жж. [68], Балқаш көлі және көрші су қоймалары, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [25].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Дүние жүзінде таралуы шектеулі және белгілі мекендейтін жерлері аз сирек кездесетін түр.

Жалпы таралуы: Орталық Еуразия: Ресей, Қазақстан, Өзбекстан, Иран, әр аймақта аз елді мекендер.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: EN (қауіптілігі орташа).

### 9 *Chara tomentosa*

Бұрынғы деректер: Іле өзенінің атырауындағы Әбішкөл көлі, 1953–1964 жж. [18], Балқаш көлі, оның ішінде. Шымпек шығанағынан Алакөл шығанағына дейінгі канал, Садырбек мүйісі маңындағы таяздар, Қаракөл шығанағының шығыс бөлігі, Шығыс Шемішкөл шығанағы, 1968–1971 жж. [68], Балқаш көлі және көрші су қоймалары, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін кездескен [25].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Бұл түр тұрақты ортада және құрғақ аймақтарда көпжылдық тұрақты бұтақтарды құра алатын сияқты. *C. tomentosa* Балқаш көлі, Қапшағай су қоймасы және көрші су қоймаларының шығанақтарында кең таралған түр болуы мүмкін. Оның нақты таралу ауқымы мен аймақтардағы қауіп-қатерлерді бағалау мүмкін емес.

Жалпы таралуы: Палеарктикалық.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: DD (деректер жетіспейді).

### 10 *Chara vulgaris*

Бұрынғы деректер: Алматы облысындағы Еміл өзені, 1842 ж. [75], «Бунақ», 1908 ж. және Түркістан облысындағы Күшата өзені, 1908 ж. (бұрынғы Шымкент уезінде, *C. foetida* A. Braun [256], шағын көл. Алматы облысы Ақсу (бұрынғы Ақсуйское) ауылының маңы, 1928 ж. [257, 258], Балқаш көлі және оған жақын орналасқан су қоймалары, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [25], Алматы облысы Селекция елді мекені маңындағы тоғандар, 2001 ж. [68], Сорбұлақ көлі маңындағы бөгет пен жол арасындағы таяз жерлер, 2002 ж. [68], Сартоғай реликті күл тоғайы маңындағы Шарын өзенінің жайылмасындағы батпақтар, 2003–2005 жж. [58, 59], өзендер. Үлкен Алматы мен Қаскелең, 2000 жылдан [56], Күршілік (Күршелек) өзенінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [54], Шарын мен Шелек өзендерінің төменгі ағысы, 2003–2005 жж. [68, 254], Шар өзендерінің көптеген учаскелері және Көкпекті, 2014 жылға дейін [55], Алакөл көлі, 2015–2017 жж. [68], Қақпақтас өзені, 2015–2017 жж. [263, 265].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Орталық Азиядағы ең көп таралған түрлер зерттелген аймақты суару үшін жылдар бойы жаңадан құрылған және сақталып келген кең ауқымды зерттеу орындарында өсуге қабілетті [262]. Бұл көптеген қоңыржай аймақтардағы кең таралған, генералистік түрлердің бірі [93].

Жалпы таралуы: космополит.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: LC (Алаңдаушылық жоқ).



### 11 *Nitella hyalina*

Бұрынғы деректер: Аягөз өзені, сағасына жақын, 1890 ж. [10], Балқаш көлі, нақты елді мекені жоқ, 1953–1964 жж. [256], Балқаш көлі мен көрші су қоймалары, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [25], Алакөл көлі: 2006 жылға дейін [254] және 2015–2017 жж. [68].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес. Іле өзенінің атырауы мен Алакөл көлінің тұрақты болуы расталған сияқты.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: *Nitella*-ның барлық түрлері шынымен де Орталық Азияда сирек кездеседі [262].

Жалпы таралуы: космополит, бірақ көптеген аймақтарда өте сирек кездеседі.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: VU (қауіптілігі әлсіз).

### 12 *Nitellopsis obtusa*

Бұрынғы деректер: Іле өзенінің аласа жеріндегі Қара-Қолтық және Қара-Көл көлдері, 1953–1964 жж. [18], Балқаш көлі, соның ішінде. Шымпек шығанағынан Алакөл шығанағына дейінгі канал, Майтан шығанағы, 1968–1971 жж. [68], Балқаш көлі және оған жақын орналасқан су қоймалары, нақты елді мекендері жоқ, 1987 жылға дейін [25], Алакөл көлі, 2006 жылға дейін [254], тоғандар Алматы облысы Мирное (қазіргі Өстемір) елді мекенінің маңы, 2001 ж. [68].

Сандық және кездесу жиілігі бойынша бағалау: бұрынғы жазбалардағы егжей-тегжейлі деректердің жоқтығына және бұрын белгілі сайттардың жақында жүргізілген сауалнамасына байланысты мүмкін емес. Ол 1975–1978 жылдар аралығында табылды, бірақ Іле өзенінің осы су қоймасына құйылу нормасы өзгерген кезде Қапшағай су қоймасынан төмен Балқаш көлінің дренаждық бассейнінде күрт төмендеді [255]. *N. obtusa* Іле өзенінің жағалау көлдерінде, Балқаш көлінің көрші шығанақтарында және Қапшағай су қоймасында кең таралған түр болуы мүмкін.

Қызыл кітап санатын бағалаудың басқа дәлелдері: Бұл түр тұрақты ортада және құрғақ аймақтарда көпжылдық тұрақты бұтақтарды құра алатын сияқты. *N. obtusa* таяз суларда (0,5 м-ден кіші) және дөрекі субстраттарда өсе алмайды, бұл оның эвтрофикация салдары ретінде су мөлдірлігін төмендетуге бейімділігін түсіндіре алады [82, 83].

Жалпы таралуы: Палеарктикалық, Солтүстік Америкада жергілікті емес.

IUCN Қызыл тізімінің санаты: VU (қауіптілігі әлсіз).

Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан хара балдырларының жалпы тізімі:

Түрі	Вариациясы
1. <i>Chara aspera</i>	1. <i>Chara aspera</i> var. <i>subinermis</i>
2. <i>Chara canescens</i>	
3. <i>Chara contraria</i>	
4. <i>Chara dominii</i>	
5. <i>Chara globata</i>	
6. <i>Chara kirghisorum</i>	
7. <i>Chara tomentosa</i>	
8. <i>Chara vulgaris</i>	
9. <i>Chara neglecta</i>	
10. <i>Chara aculeolata</i>	
11. <i>Nitella hyalina</i>	
12. <i>Nitellopsis obtusa</i>	

Зерттелген аймақтардан он екі харофитті балдырлар түрі мен бір вариациясы анықталды. Кейбір басқа түрлер, атап айтқанда *Chara aculeolata* Kütz. Rchb. (*C. polyacantha* A.Braun ex A.Braun, Rabenh. & Stizenb.), *C. altaica* (*C. sibirica* W.Migula ретінде), *C. baltica* (Хартман) Bruzelius, *C. connivens* Salzm. бұрынғы A.Braun, *C. canescentiformis* Hollerbach (*C. crinitoides* Hollerbach ретінде), *C. fragifera*, *C. galioides*, *C. globularis* Thuill. (*C. fragilis* Desv. сияқты), *C. gymnophylla*, *C. hispida* L., *C. papillosa* Kütz. (*C. intermedia* A. Braun ex A. Braun, Rabenh. & Stizenb.), *C. neglecta* Hollerbach, *C. schaffneri* A.Braun, *C. strigosa* A.Braun, *C. uzbekistanica* Hollerbach, *Nitella confervacea* (Bréb.) A.Braun ex Leonh., *N. tenuissima* (Desv.) Kütz., *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonh., *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves осы аймақтардан табылған [18, 19, 23, 25, 61, 74, 254, 255, 257, 258, 266, 267] бірақ зерттеу барысында анықталмады. Олардың жазбаларының көпшілігі Іле өзенінің атырауынан белгілі, көп жағдайда қоршаған орта мен кездесу нысаны туралы мәліметтер жоқ [25, 255].

Зерттеу аймағы бойынша харофитті балдырлардың көптігі біздің сауалнама барысында толық расталмады, өйткені бұрынғы белгілі кездесу орындары қайта тексерілмеген. Олардың кем дегенде төртеуі, *C. globularis*, *C. gymnophylla*, *C. papillosa* (*C. aculeolata* sensu Hollerbach et Krassavina ретінде) және *N. tenuissima*, авторлардың алдыңғы зерттеулерінде табылған [55, 68, 23]. *Lychnothamnus barbatus* зерттелген үлгімен расталды [258]. Сонымен қатар Қапшағай су қоймасынан *C. globata* табылған [257]. Кейбір жарияланған түр жазбалары қате анықталуы мүмкін [68, 61] (Jumahanova et al. 2021 [61] және осы жұмыс). *C. aculeolata*, *C. baltica*, *C. fragifera*, *C. galioides*, *C. hispida*, *C. schaffneri*, *C. strigosa* және *N. confervacea* болуы түрлердің таралуы мен экологиясы тұрғысынан күмәнді [74, 268-270], ал Романов (жеке байланыс) растауды қажет етеді. Сондықтан, біздің

зерттеулерге дейінгі нақты түрлер алуантүрлері кейбір қате идентификацияларға байланысты өте жоғары бағалануы мүмкін. Соған қарамастан, харофитті балдырлардың алуантүрлілік байлығы мен таралуындағы теріс тенденциялар біздің зерттеулерімізге дейін байқалды [68, 255].

Харофитті балдырлардың бірнеше түрлерінің бірге өмір сүруі тіршілік ету ортасының ұзақ уақыт бойы бұзылмауын және кем дегенде екі түрдің оны қолайлы деп санайтынын көрсетеді, яғни оларды IUCN қауіп төндіретін тізімінен шығаруға болады [210]. Бір ғана түр табылған жағдайда оның кездесу экожүйесіне қатты әсер етуі мүмкін. Су объектілерін эвтрофикацияның алдын алу мақсатында харофитті балдырлардың тұрақты қоректенуін сақтау мақсатында басқаруға келетін болсақ, зерттелетін аймақтағы харофитті балдырларға қауіп төндіретін ең маңызды қауіп-қатер судың шамадан тыс алынуы, тұздануы, өзен ағысының реттелуінің салдарынан гидрологиялық режимнің өзгеруі болып табылады. Экологиялық аймақтардың қазіргі және болашақтағы тұрақтылығын бағалау үшін қосымша зерттеулер жүргізу қажет.

Осы зерттеу нәтижесінде зерттелетін аймақта харофитті балдырлардың 12 түрі мен бір вариациясын анықтауға мүмкіндік туды. 55 кездесу нысаны зерттелгенде, бұл харофитті балдырлар 32 кездесу нысандарында алғаш рет табылды. Экологиясы мен таралуын зерттеу анықталған түрлерді IUCN санаттары бойынша Қаскелең өзенінің тоғанындағы жойылып кету қаупі төнген бір түр (*C. kirghisorum*), осал санаттың бес түрі, ал қалғандары үшін алаңдаушылық жоқ деп сипаттауға мүмкіндік берді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

1 Оңтүстік және Оңтүстік – Шығыс Қазақстан су айдындарынан балдырлардың 8 бөлімге, 15 классқа, 37 қатарға, 64 тұқымдасқа, 107 туысқа жататын жалпы саны 220 түрі және мұның ішінде хара балдырларының жалпы саны 12 түрі және 1 вариациясы анықталды. Зерттеу жұмыстың нәтижесінде *Chara globata* W. Migula түрі және *Chara aspera* var. *subinermis* Kutzing түр аралық вариациясы тұңғыш рет анықталып, Қазақстан альгофлорасына алғаш рет тіркелді. Қазақстан мен Шығыс Жерорта теңізінің шөлді және шөлейт аймақтарының зерттелген нысандарынан жиналған хара балдырларының ДНК молекуласы бөліп алынып, секвенирлеу жұмыстары жүргізілді және филогенетикалық салыстырмалы талдау нәтижесінде NCBI деректер қорындағы мәліметтер бойынша *Ch. vulgaris*, *Ch. contraria* және *Ch. gymnophylla* балдырларының matK гені нуклеотидтер тізбегінің жоғары ұқсастығы анықталды, бұл біздің Қазақстандағы хара балдырлар түрлерінің анықтамасын растады.

2 Зерттеу нәтижесінде еліміздің Оңтүстік және Оңтүстік – Шығысына жататын 55 су айдындарынан материалдар жиналып, оның ішіндегі 32 су айдындарының альгофлорасының түрлік құрамымен тұңғыш рет салыстырмалы талдамалары жасалынды. Сонымен қатар, зерттеу нысандарындағы анықталған хара балдырларының ішінде *Chara vulgaris* және *Ch. contraria* түрлері доминанттылық көрсетті, ал *Ch. aspera* var. *subinermis*, *Ch. kirghisorum* және *Ch. tomentosa*, *Ch. canescens*, *Nitella hyalina* балдырлар түрлерінің доминанттылығы төмен екендігі анықталды.

3 Ілеспе микро балдырлардың құрамын зерттеу нәтижелері бойынша протондардың жоғары концентрациясы (рН) бар Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан су айдындарындағы хара балдырларының тіршілік ету ортасы үшін қолайлы екендігі анықталды, ал теңіз деңгейінің биіктігі төмендеген сайын тіршілік ету ортасы мен хара балдырлар түрлерінің саны азаятыны белгілі болды.

4 Қапшағай суқоймасынан жиналған *C. dominii* балдырының 3% және 6% экстракттері тыңайтқыш ретінде бидай (*Triticum* L.) мен шалғам (*Champion Raphanus sativus* L.) өсімдігіне қолданылды. Нәтижесінде топыраққа 3% балдыр экстрактісі қосылған шалғам өсімдігінің өсу жылдамдығы басым болды. Ал бидай өсімдігі бойынша зерттеу нәтижеміз 6% балдыр экстрактісі қосылған тапырақта өскен бидайдың өсу жылдамдығы басым болды. Хара балдырларын тыңайтқыш ретінде топыраққа қосу өсімдіктің өсіп дамуына тиімділік көрсетті.

5 Зерттелген су айдындарынан анықталған балдырлар түрлерін IUCN санаттары бойынша зерттелді. Зерттеу нәтижесінде жойылып кету қаупі төнген бір түр (*C. kirghisorum*), жоғалып кету қауіптілігі әлсіз бес түрі (*Chara aspera* var. *aspera*, *Chara dominii*), *Chara globata*, *Nitella hyalina*, *Nitellopsis obtusa*) және қалған түрлер үшін алаңдаушылық жоқ деп сипатталды.

Бұл диссертациялық жұмыста алға қойылған мақсат пен міндеттер толықтай орындалды. Қазақстанның балдырлар флорасын құруда осы зерттеу жұмысының нәтижелерін пайдалануға болады. Балдырлар базасын толықтыру барысы зерттеу нәтижесінде алынған мәліметтер базасына қосылды. Осы жұмыста алынған нәтижелерді альгология саласында монография жұмыстарын жазуда, жоғарғы оқу орындарында сабаққа пайдалануға қолданады. Кейбір құрғап бара жатқан өзендер мен көлдерді сақтап қалуда, балдырлардың жойылып бара жатқан түрлерінің алдын алуда, сақтап қалуда және хара балдырларын көбейтіп, өсіру жұмыстарында қолданады. Ауыл шаруашылық саласында өсімдік өсіруде тыңайтқыш ретінде қолдануды ұсынамыз.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Қазақ Ұлттық энциклопедия/Бас ред. Б. Аяған.- Алматы: «Қазақ энциклопедиясының» Бас редакциясы, 2005. Т 7. – 147 бет
- 2 «Қазақстан», Ұлттық энциклопедия /Бас ред. Ә. Нысанбаев.- Алматы: «Қазақ энциклопедиясының» Бас редакциясы, 2001. Т 3. – 520 бет
- 3 Аса – Талас өзендері алабында суару және жер асты суының сапасын бағалау мен суармалы жерде су мөлшерін төмендетудің әдістемелік ұсыныстары.- ТАРАЗ,2009, -25с.
- 4 Т. Ибраев, М. Ли; Қазіргі уақыттағы Қазақстандағы трансшекаралық өзендер суының сапасы, - ТАРАЗ,2013, -162 с.
- 5 Жамбыл облысы суармалы жерінің мелиоративтік жағдайы туралы ақпараттық есеп. –Шымкент, 2012. -78 б.
- 6 «Қазақстан», Ұлттық энциклопедия /Бас ред. Ә. Нысанбаев.- Алматы: «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998. Т 1. – 291 бет
- 7 Nurashov, S.B. The state of knowledge of the flora of charophytes of Kazakhstan. In Proceedings of the International Scientific Conference “Actual Problems of Algology, Mycology and Hydrobotany”, Tashkent, Uzbekistan, 11–12 September 2009; pp. 111–113.
- 8 Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Chara algae of the Pi-Balkhash basin. In Proceedings of the I(VII) International Conference on Aquatic Macrophytes, Borok, Russia, 9–13 October 2010; pp. 237–239.
- 9 Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. Алма-Ата. Казахстан. 1978. 160 с.
- 10 Абдрахманов О. -Төменгі сатыдағы өсімдіктер систематикасы. Алматы. «Мектеп» баспасы, 1972 ж. 248 бет.
- 11 Кужантаева Ж.Ж. Төменгі сатыдағы өсімдіктер систематикасы: Оқулық. -Алматы: ҚазМемҚызПИ, 2004. – 160 бет.
- 12 Hollerbach, M.M.; Krassavina, L.K. The Identification Manual of Freshwater Algae of the USSR. Iss. 14. the Charophytes—Charophyta; Nauka: Leningrad, Russia, 1983; pp. 1–190.
- 13 Фурсаев Ф. Д., Элиаш Н. М. К познанию харовых водорослей юго – востока европейской части СССР. Уч. зап. Саратовского Гос. Ун-та, вып. 1, (14). Биолог. сер., 1937. – С. 91-92.
- 14 Голлербах М.М. Современное состояние изученности флоры харовых водорослей СССР. Сов. ботаника, 1940. 3. С. 77-86.
- 15 Демченко Л.А. Водная растительность оз. Борового. Тр. Гос. Заповед. «Боровое». 1948, вып. 1. С. 52-61.
- 16 Dobrokhotova, K.V. Chara algae in hydromacrophyte cenoses. Proc. All-Union Hydrobiol. Ova 1953, 5, 258–263.
- 17 Обухова В.М. Альгофлора рисовых полей некоторых районов Казахстана. /Материалы к флоре и растительности Казахстана. / Тр. Инс. Бот. АН Каз ССР. 1961. Т. 10. С. 85-187.

- 18 Taubaev, T.T. Materials to study of charophytes from Central Asia. *Flora Algae Water Bodies Uzb.* 1969, 173–182.
- 19 Taubaev, T.T. *Flora and Vegetation of Water Reservoirs of Central Asia and Their Use in National Economy*; Fan: Tashkent, Uzbekistan, 1970; pp. 1–491.
- 20 Kostin, V.A. Materials for the study of the ecology of charophytes of water bodies of the Ili-Balkhash Basin. *Bot. Mater. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. SSR* 1957, 15, 128–133.
- 21 Kostin, V.A. Rare and endangered species of higher aquatic plants in water bodies of the river or Lake Balkhash. *Bot. Mater. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. SSR* 1983, 13, 111–116.
- 22 Kostin, V.A.; Shoyakubov, R.Sh. The distribution and biomass of charophytes in the Lake Balkhash. In *Proceedings The fifth conference for cryptogamous plants of Central Asia and Kazakhstan*, «Nauka»: Almaty, Kazakhstan, 26-27 April 1974. Almaty, Kazakhstan, Thesis of presentations. I. 1974, pp. 182-183.
- 23 Kostin, V.A.; Shoyakubov, R.S. The charophytes of water bodies of delta of Ili River. In *Proceedings of the thesis of presentations of IV Transcaucasian Symposium for Cryptogamous Plants*, “Roymayor”, Erevan, Armenia, 26 July 1972; pp. 26–29.
- 24 Костин В. А., Шоякубов Р.Ш. Харовые водоросли озера Балхаш и зоны затопления Капчагайского водохранилища (на р. Или), их распределение и экология. // «Харовые водоросли и их использование в исследовании биологических процессов клетки». Вильнюс, 1973.- С. 88.
- 25 Kostin, V.A. Materials for the study of the ecology of charophytes in water bodies of the Ili-Balkhash basin. *Bot. Mater. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. SSR* 1987, 15, 128–133.
- 26 Шоякубов Р.Ш. Харовые водоросли Узбекистана. Ташкент. «Фан» УзССР, 1979. 156 с.
- 27 Wood R. D., Imahori K. Geographical distribution of Characeae. *Bull. Torrey Bot. Club*, 86, 3, 1959.
- 28 Голлербах М. М. Современные направления в морфологии и систематике харовых водорослей. В кн. «Харовые водоросли и их использование в исследовании биологических процессов клетки. Вильнюс, 1973. - С. 20-34.
- 29 Матюкова Т.Г. Харовые водоросли озера Иссык-Куль. Уч.записки Кирг.ГУ вып. 7.1958. - С.131-143.
- 30 Мамбеталиева С. Список водорослей северного побережья озера Иссык-Куль./Сборник работ по микологии и альгологии. Фрунзе.1963. - С. 93-128.
- 31 Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн.2. Ашхабад,1973. -210 с.
- 32 Паламарь – Мордвинцева Г.М. Состояние изученности харофитов на Украине. Тезисы докл. 1 Всесоюз. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии.Черкассы. Сент.1987.- С. 71.

- 33 Паламарь – Мордвинцева., Царенко П.М. *Charales* Волынского Полесья (Украина). *Алгология* 2004. Т. 14. № 2. С.178-184.
- 34 Чхаидзе Р.И. Материалы к анализу альгофлоры Грузии. Тезисы докл. 1 Всесоюз. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии». Черкассы. Сент. 1987.-С.82.
- 35 Папченков В.Г. 2001. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль. 214 с.
- 36 Жакова Л.В. 2011. Харовые водоросли (Charophyta) в Новгородской области // Полевой сезон – 2010. Исследования и природоохранные действия на особо охраняемых природных территориях Новгородской области: Материалы 1-ой региональной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. С. 21–25.
- 37 Жакова Л.В., Соловьева В.В. 2006. К изучению харовых водорослей водоемов Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 8(1). С. 141–146.
- 38 Клиноква Г.Ю., Жакова Л.В. 2014. Новые и редкие виды харовых водорослей (Charales) во флоре Нижнего Поволжья // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. Т. 119(1). С. 61–66.
- 39 Соловьева В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Семенов А.А., Лапов И.В., Медведев Д.В., Шакуров А.И. 2015. Гидрботанические исследования Среднего Поволжья (XXI век). Тольятти: Кассандра. 237 с.
- 40 Рузский М. 1916. Лимнологическія изслѣдованія въ среднемъ поволжьи [Озера сев.-западн. части Казанской губ.] // Известия Императорскаго Томскаго Университета. Кн. 65. С. 1–88.
- 41 Жакова Л.В., Мингазова Н.М., Палагушкина О.В. 2001. Макрофиты солоноватых карстовых озер Среднего Поволжья // Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. Казань: Издательство Казанского университета. С. 121–141.
- 42 Романов Р.Е., Чемерис Е.В., Вишняков В.С., Чепинога В.В., Азовский М.Г., Куклин А.П., Тимофеева В.В. 2014. *Chara strigosa* (Streptophyta:Charales) в России // Ботанический журнал. Т. 99(10). С. 1148–1161.
- 43 Левин В.К., Силаева Т.Б. 2003. Хара зловонная *Chara foetida* A.Br. // Красная книга Республики Мордовия. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников и грибов. Саранск: Мордовское книжное издательство. С. 239.
- 44 Петрова Е.А. 2011. Флора и растительность озер-старич рек Суры. Автореф. дис... канд. биол. наук. Саранск. 22 с.
- 45 Матвеев Н.П. 2001. Хара зловонная *Chara foetida* A. Br. // Красная книга Чувашской республики. Т. 1. Ч. 1. Редкие и исчезающие растения и грибы. Чебоксары: РГУП «ИПК «Чувашия». С. 210.
- 46 Петрова Е.А. 2009. Гидрофитная растительность озер-старич реки Суры в охранной зоне заповедника «Присурский» // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». Т. 21. С. 38–52.



- 47 Голлербах М.М. 1950. Систематический список харовых водорослей, обнаруженных в пределах СССР по 1935 г. включительно // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Серия 2. Споровые растения. Вып. 5. С. 20–94.
- 48 Костин В.А., Джамангара А.К. Материалы к изучению харовых водорослей водоемов степной зоны Казахстана. /Тезисы докл. 1 Всесоюз. Конф. «Актуальные проблемы современной алгологии. Черкассы, сент.1987 С.71.
- 49 Dzhamangaraeva, A.K. Pliocene charophytes from Aktau Mountain, southeastern Kazakhstan. *Geobios* 1997, 30, 475–479. [CrossRef]
- 50 Zhamangara, A.K. Charic Algae of the Middle Eocene of Kazakhstan. *Bull. Karsu* 2009, 1, 31–37.
- 51 Sviridenko, B.F. Flora and Vegetation of Reservoirs of Northern Kazakhstan; Omsk State Pedagogical University: Omsk, Russia, 2000; pp. 96–102.
- 52 Barinova, S.S.; Romanov, R.E. Towards an inventory of algal diversity of the Zerenda Lake, Northern Kazakhstan. In *Biological Diversity of Asian Steppe, Proceedings of the III International Scientific Conference, Kostanay, Kazakhstan, 24–27 April 2017*; Abil, E.A., Bragina, T.M., Eds.; KSPI: Kostanay, Kazakhstan, 2017; pp. 139–144.
- 53 Свириденко Б.Ф. Итоги изучения водной макрофитной флоры Северо Казахстанской и Кустанайской областей.//Тезисы докл. Вторая Всесоюз.конф. по высшимводным и пребрежно водным растениям. Борок.1988. - С. 45-46.
- 54 Sametova, E.S.; Nurashov, S.B. Taxonomic composition of algal flora of Shelek River. *Exp. Biol.* 2010, 2, 27–29.
- 55 Nurashov, S.B.; Sametova, E.S.; Jiyenbekov, A.K. The flora of algae of rivers Shar and Kokpekty. In *Contemporary Trends in Study of Flora of Kazakhstan and its Protection (Baytenovskie Chteniya-3), Proceedings of the International Scientific Conference, Almaty, Kazakhstan, 24–26 April 2014*; pp. 200–205.
- 56 Sametova, E.S.; Nurashov, S.B.; Abiev, S.A. Algae of water reservoirs and streams of the Ile-Alataussky National Park. In *Proceedings of the Ile-Alataussky National Park. Astana, Kazakhstan; 2015; Volume 1*, pp. 73–93.
- 57 Domozych, D.; Popper, Z.A.; Sorensen, I. Charophytes: Evolutionary giants and emerging model organisms. *Front. Plant Sci.* 2016, 7, 1470.
- 58 Krupa, E.G.; Barinova, S.S.; Tsoy, V.N.; Sadyrbaeva, N.N. Formation of phytoplankton of Lake Balkhash (Kazakhstan) under the influence of major regional-climatic factors. *Adv. Biol. Earth Sci.* 2017, 2, 204–213.
- 59 Romanov, R.E.; Kipriyanova, L.M.; Charitoncev, B.S. New species records of charophytes (charales, streptophyta) in West-Siberian plain (Russia). *Bull. Mosc. Soc. Nat. Biol. Ser.* 2017, 122, 67–70.
- 60 Krupa, E.G.; Barinova, S.S.; Romanova, S.M.; Khitrova, E.A. Hydrochemical and Hydrobiological Characteristics of the Lakes of the Shchuchinsko-Borovsk Resort Zone (Northern Kazakhstan) and the Main

Methodological Approaches to Assessing the Ecological State of Small Water Bodies; Etalon Print: Almaty, Kazakhstan, 2021; p. 304.

61 Jumakhanova, G.; Jiyenbekov, A.; Nurashov, S.; Sametova, E.; Shalgimbayeva, S. Variety of Chara algae in the Talgar River and its pond. Rep. Natl. Acad. Sci. Repub. Kazakhstan 2021, 1, 67–73. [CrossRef]

62 Barinova, S.; Romanov, R. How a New Locality of Algal Community in the Negev Desert, Israel was formed. Expert Opin. Environ. Biol. 2015, 4, 2.

63 Sametova, E.S.; Nurashov, S.B.; Shalgimbaeva, S.M.; Jiyenbekov, A.K.; Jumakhanova, G.B. Species composition of Chara Algae in The Talgar River and Ponds near Tuganbay village. In Proceedings of the Materials of the International Scientific and Practical Conference “The Modern Problems of Biology and Biotechnology”, Almaty, Kazakhstan, 27 May 2021; pp. 201–205.

64 Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Analysis of the species composition of Chara algae in Kazakhstan. In IV International Conference, “Actual Problems of Modern Algology”; Algologia Supplement: Kyiv, Ukraine, 2012; pp. 218–219.

65 Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Chara algae of East Kazakhstan. In Botanical research in Asian Russia, Proceedings of the XI Congress Rus. Bot. Islands, 18–22 August 2003, Novosibirsk—Altay State University; AzBuka Publishing House: Barnaul, Russia, 2003; Volume 1, pp. 131–132.

66 Jiyenbekov, A.K.; Nurashov, S.B.; Sametova, E.S.; Jumakhanova, G.B. Bioindicative assessment of the waters of the Chernaya River. Probl. Bot. South. Sib. Mong. 2021, 20, 160–168. [CrossRef]

67 Jumakhanova, G.B.; Sametova, E.S.; Nurashov, S.B.; Jiyenbekov, A.K. Kegen and Rayimbek district Chara algae. In Materials of the International Scientific and Practical Conference “Independence of Kazakhstan: Aspects of Biodiversity Conservation”, 26 November 2021; Kazakh University: Almaty, Kazakhstan, 2021; pp. 205–207.

68 Sametova, E.; Jumakhanova, G.; Nurashov, S.; Barinova, S.; Jiyenbekov, A.; Smith, T. Microalgae Indicators of Charophyte Habitats of South and Southeast Kazakhstan. Diversity 2022, 14, 530. <https://doi.org/10.3390/d14070530>

69 Свириденко Б.Ф., Пяк А.И., Свириденко Т.В. Находки харовых водорослей (*Charophyta*) в Монголии, Тыве и Хакасии // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2007. С. 299–302.

70 Т.В. Свириденко, Б.Ф. Свириденко, О.Е. Токарь, А.Н. Ефремов Распространение, экология и ценотическое значение *Chara vulgaris L. emend. Wallr. (Charophyta)* на Западно-Сибирской равнине. Вестник Тюменского государственного университета. 2014. № 6. Медико-биологические науки. С. 27-37.

71 Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Харовые водоросли (*Charophyta*) Северного Казахстана // Ботанический журнал. 1990. Т. 75. № 4. С. 564-570.

- 72 Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В. Новые находки харовых водорослей (Charophyta) в Северном Казахстане // Ботанический журнал. 1995. Т. 80. № 9. С. 111-116.
- 73 Nurashov, S.; Jumakhanova, G.; Barinova, S.; Romanov, R.; Sametova, E.; Jiyenbekov, A.; Shalgimbayeva, S.; Smith, T. Charophytes (Charophyceae, Charales) of South Kazakhstan: Diversity, Distribution, and Tentative Red List. *Plants* 2023, 12, 368. <https://doi.org/10.3390/plants12020368>
- 74 Wood, R.D.; Imahori, K. A revision of the Characeae: Monograph of the Characeae, Volume 2; J. Cramer: Weinheim, Germany, 1965, 904 p.
- 75 Ruprecht, F.J. Distributio cryptogamarum vascularium in Imperio Rossico. In *Beiträge der Pflanzenkunde des Russischen Reiches, Dritte Lieferung*. Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften: Petropoli [St Petersburg], Russia, 1845; pp. 1–56.
- 76 Migula, W. Characeae Rossicae ex Herbarion Horti Petropolitani. *Acta Horti Petropolitani. Trudy Imperatorskago S.-Peterburgskago Botaniceskago Sada* 1904, 23, 533–539.
- 77 Barinova, S.; Romanov, R. How a New Locality of Algal Community in the Negev Desert, Israel was formed. *Expert Opinion on Environmental Biology* 2015, 4(2), 1-7. doi:10.4172/2325-9655.1000116
- 78 Zhamangara, A.K. Conditions for the development of modern Chara algae. *Kazakhstan Biologiyal Science* 2003, 117–123.
- 79 Шоякубов Р.Ш. Харовые водоросли Узбекистана. Ташкент. 1979. -156 с.
- 80 Krause, W. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica* 1981, 13(2), 399-418.
- 81 Dąbmska, I. *Charophyta – Ramienice. Flora Ślōdkowodna Polski* t. 13 [Charophyta – stoneworts. Freshwater flora of Poland, Volume 13]; Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki: Warszawa, Poland, 1964; 126 p.
- 82 Blindow, I. Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. *Freshwater Biology* 1992, 28(1), 9-14.
- 83 Blindow, I. Distribution of charophytes along the Swedish coast in relation to salinity and eutrophication. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology* 2000, 85(5-6), 707-717.
- 84 Haas, J.N. First identification key for charophyte oospores from central Europe. *European Journal of Phycology* 1994, 29(4), 227-235.
- 85 Blindow, I.; Langangen, A. *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves, a threatened charophyte in Scandinavia. *Cryptogamie Algologie* 1995, 16(1), 47-55.
- 86 Pelechaty, M.; Pukacz, A.; Pelechata, A. Diversity of micro- and macrophyte communities in the context of the habitat conditions of a meromictic lake on Lubuskie Lakeland. *Limnological Review* 2004, 4, 209-214.
- 87 Gąbka, M.; Owsiany, P.M.; Burchardt, L.; Sobczyński, T. Habitat requirements of the *Charetum intermediae* phytocoenoses in lakes of western Poland. *Biologia* 2007, 62(6), 657-663.

- 88 Boszke, P.; Bociąg, K. Morphological variation of oospores in the population of *Chara rudis* A. Braun in a mesotrophic lake. *Polish Journal of Ecology* 2008, 56(1), 139-147.
- 89 Caisova, L.; Gąbka, M. Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: taxonomy, autecology and distribution. *Fottea* 2009, 9(1), 1-43.
- 90 Romanov, R.; Kipriyanova, L. Charophyte species diversity and distribution on the south of the West-Siberian Plain. *Charophytes* 2010, 2(2), 72-86.
- 91 Romanov, R.E.; Barinova, S.S. The charophytes of Israel: historical and contemporary species richness, distribution, and ecology. *Biodiversity Research and Conservation* 2012, 25, 57–64.
- 92 Becker, R. Gefährdung und Schutz von Characeen. In *Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands; Armleuchteralgen: Die Characeen Deutschlands*; Springer Spektrum: Berlin – Heidelberg, Germany, 2016; pp. 149–191.
- 93 Kolada, A. Charophyte variation in sensitivity to eutrophication affects their potential for the trophic and ecological status indication. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems* 2021, 422(30), 1-12. <https://doi.org/10.1051/kmae/2021030>
- 94 Rintanen, T. Changes in the flora and vegetation of 113 Finnish lakes during 40 years. *Annales Botanici Fennici* 1996, 33, 101–122.
- 95 Eriksson, B.K.; Sandstrom, A.; Isaus, M.; Schreiber, H.; Karas, P. Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. *Estuarine, coastal and shelf science* 2004, 61(2), 339-349.
- 96 Auderset Joye, D.; Castella, E.; Lachavanne, J.B. Occurrence of Characeae in Switzerland over the last two centuries (1800–2000). *Aquatic Botany* 2002, 72, 369–385. DOI:10.1016/S0304-3770(01)00211-X
- 97 Bastrup-Spohr, L.; Iversen, L.L.; Dahl-Nielsen, J.; Sand-Jensen, K. Seventy years of changes in the abundance of Danish charophytes. *Freshwater Biology* 2013, 58, 1682–1693. DOI: 10.1111/fwb.12159
- 98 Flor-Arnau, N.; Sánchez, J.C. Biodiversity changes of charophytes in lakes and ponds of the Duero Basin (NW-Spain) over a twenty-year period. *Wetlands* 2015, 35, 159–169. <https://doi.org/10.1007/s13157-014-0605-3>
- 99 Blindow, I.; Dahlke, S.; Dewart, A.; Flügge, S.; Hendreschke, M.; Kerkow, A.; Meyer, J. Long-term and interannual changes of submerged macrophytes and their associated diaspore reservoir in a shallow southern Baltic Sea bay: influence of eutrophication and climate. *Hydrobiologia* 2016, 778, 121–136. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2655-4>
- 100 Blaženčić, J.; Stevanović, B.; Blaženčić, Ž. Distribution and ecology of charophytes recorded in the West and Central Balkans. *Cryptogamie Algologie* 2006, 27(4), 311-322.
- 101 Blaženčić, J.; Stevanović, B.; Blaženčić, Ž.; Stevanović, V. Red data list of charophytes in the Balkans. *Biodiversity & Conservation* 2006, 15(11), 3445-3457.

- 102 *HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct*; Helsinki Commission: Helsinki, Finland, 2013; Baltic Marine Environment Protection Commission Proceedings, Volume 140, pp. 1-106.
- 103 Becker, R.; Doege, A.; Schubert, H.; van de Weyer, K. Bioindikation mit Characeen. In *Armleuchteralgen*; Springer Spektrum: Berlin, Heidelberg, Germany, 2016, pp. 97–137. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7_8)
- 104 Костин В.А. Редкие и исчезающие виды харовых водорослей водоемов реки Или и озера Балхаш // Бот. Мат. Герб. Инс-та бот. АН КазССР. Алма-Ата. 1982. Вып.12. С. 114-118.
- 105 Prakash, O.; Verma, M.; Sharma, P.; Kumar, M.; Kumari, K.; Singh, A.; Kumari, H.; Jit, S.; Gupta, S.K.; Khanna, M.; Lal, R. Polyphasic approach of bacterial classification - An overview of recent advances. *Indian J Microbiol.* 2007; 47(2), 98-108. doi: 10.1007/s12088-007-0022-x. Epub 2007 Jul 8. PMID: 23100651; PMCID: PMC3450112.
- 106 Schildkraut, C.L.; Marmur, J.; Doty, P. The formation of hybrid DNA molecules and their use in studies of DNA homologies *J. Mol. Biol.* 1961; 3, 595–617.
- 107 Гарин Э.В. Флора и растительность копаней Ярославской области: автореф. дис.. канд.биол.наук. Саранск, 2004. 21 с.
- 108 Сатина С.Ю., Папенова Н.П., Ремизов И.Е., Борисова М.А., Папченков В.Г. Современное состояние растительного покрова озера Неро Ярославской области // Мат. I (IX) межд. конф. молодых ботаников в Санкт-Петербурге (21–26 мая 2006 года). Санкт-Петербург, 2006. С. 97–98.
- 109 Папченков В.Г. Дополнение к флоре национального парка «Мещера» // Изучение и охрана флоры Средней Рос-сии: материалы VII науч. совещ. по флоре Средней России (Курск, 29–30 января 2011 г.). М.: Изд-во Ботаническо-го сада МГУ, 2011. С. 112–115.
- 110 Марков Д.С., Шилов М.П. Геоэкологическая характеристика озера Ламна Ивановской области как объекта ре-креации // Проблемы региональной экологии. 2012. № 2. С. 113–118.
- 111 Шилов М.П., Марков Д.С. Озеро Левинское Ивановской области // Историко-культурный и природный потен-циал кинешемского края. Развитие регионального туризма. Мат. VII (21 апреля 2009 г.) и VIII (19 апреля 2011 г.) конф. Ч. 2. Кинешма, 2012. С. 235–253.
- 112 Р.Е. Романов, М.П.Шилов МАТЕРИАЛЫ ПО ФЛОРЕ ХАРОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (*STREPTORHYZA: CHARALES*) ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ *Бюллетень Брянского отделения РБО, 2014. Bulletin of Bryansk dpt. of RBS, 2014. № 1(3). С. 30–36*
- 113 Charophytes of the Baltic Sea. Ruggell, Liechtenstein: Gantner Verlag, 2003. Pl. I-VI. 326 p.
- 114 Идрисова Г.И. 2016. Водоросли // Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Изд. третье. Казань: Идел-пресс. С. 609–620.

- 115 Буркова Т.Н., Тарасова Н.Т. 2017. Водоросли // Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов. Самара: Издательство Самарской государственной областной академии. С. 323–336.
- 116 Красная книга Республики Мордовия: в 2 т. 2017. Т. 1: Редкие виды растений и грибов. Изд. 2-е, перераб. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 409 с.
- 117 Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
- 118 *Haycock B., Hinton G.* Monitoring stoneworts *Chara* spp. at Bosherton Lakes // Conservation Monitoring in Freshwater Habitats: A Practical Guide and Case Studies. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2010. P. 277–290
- 119 *Auderset Joye D., Schwarzer A.* Liste rouge characées. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Bern, Geneve; 2012. 72 p.
- 120 2004 IUCN Red List of threatened species. A global species assessment. Gland, Cambridge: IUCN, 2004. XXIV + 191 pp.
- 121 *Schneider, S.C.; Garcia, A.; Martin-Closas, C.; Chivas, A.R.* The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview. *Aquat. Bot.* 2015a, 120, 2–6. [CrossRef]
- 122 *Woodhouse, F.G., Goldstein, R.E.,* 2013. Cytoplasmic streaming in plant cells emerges naturally by microfilament self-organization. *PNAS* 110, 14132–14137.
- 123 *García, A.,* 1990. Contribución al conocimiento de las Characeae del Lago Pellegrini, provincia de Río Negro, Argentina (Contribution to the knowledge of Characeae from Lago Pellegrini Rio Negro, Argentina). *Candollea* 45, 643–651 (in Spanish).
- 124 *Shimmen, T., Mimura, T., Kikuyama, M., Tazawa, M.,* 1994. Characean cells as a tool for studying electrophysiological characteristics of plant-cells. *Cell Struct. Funct.* 19, 263–278.
- 125 *Vouilloud, A.A., Leonardi, P.I., Cáceres, E.J.,* 2014. Mixed evolutionary traits of *Tolypella* (section *Rothia* Charales) compared with *Chara* and *Nitella* shown by ultrastructure of vegetative internodal cells. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.013>
- 126 *Boot, K.J.M., Libbenga, K.R., Hille, S.C., Offringa, R., Van Duijn, B.,* 2012. Polar auxin transport: an early invention. *J. Exp. Bot.* 63, 4213–4218.
- 127 *Foissner, I., Wasteneys, G.O.,* 2012. The characean internodal cell as a model system for studying wound healing. *J. Microsc.* 247, 10–22.
- 128 *Proseus, T.E., Boyer, J.S.,* 2006. Periplasm turgor pressure controls wall deposition and assembly in growing *Chara corallina* cells. *Ann. Bot.* 98, 93–105.
- 129 *Proseus, T.E., Boyer, J.S.,* 2012. Calcium deprivation disrupts enlargement of *Chara corallina* cells: further evidence for the calcium pectate cycle. *J. Exp. Bot.* 63, 3953–3958.
- 130 *Schneider, S.C., Nizzetto, L.,* 2012. Bioconcentration and intracellular storage of hexachlorobenzene in charophytes and their potential role in monitoring and remediation actions. *Environ. Sci. Technol.* 46, 12427–12434.

- 131 MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC, USA.
- 132 Zaneveld, J.S., 1940. The charophyta of Malaysia and adjacent countries. *Blumea* 4, 1–224.
- 133 Schmieder, K., 2004. Die Characeen des Bodensees (Charophytes of Lake Constance). *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 13, 179–194 (in German).
- 134 Brand, H., Groeger, N., 2012. *Chara intermedia*. Die reinigende Kraft der Armleuchteralge – Eine homöopathische Studie mit Fallbeispielen (*Chara intermedia*. The Purifying Energy of a Stonewort. A Homeopathic Study with Examples). Narayana Verlag, Kandern (in German).
- 135 Lake, M.D., Hicks, B.J., Wells, R.D.S., Dugdale, T.M., 2002. Consumption of submerged aquatic macrophytes by rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in New Zealand. *Hydrobiologia* 470, 13–22.
- 136 Baker, P., Zimmanck, F., Baker, S.M., 2010. Feeding rates of an introduced freshwater gastropod *Pomacea insularum* on native and nonindigenous aquatic plants in Florida. *J. Mollus. Stud.* 76, 138–143.
- 137 Noordhuis, R., van der Molen, D.T., Van den Berg, M.S., 2002. Response of herbivorous water-birds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer, the Netherlands. *Aquat. Bot.* 72, 349–367.
- 138 Schmieder, K., Werner, S., Bauer, H.G., 2006. Submersed macrophytes as a food source for wintering waterbirds at Lake Constance. *Aquat. Bot.* 84, 245–250.
- 139 Cirujano, S., Camargo, J.A., Gomez-Cordoves, C., 2004. Feeding preference of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) on living macrophytes in a Spanish wetland. *J. Freshw. Ecol.* 19, 219–226.
- 140 Van den Berg, M.S., Coops, H., Noordhuis, R., van Schie, J., Simons, J., 1997. Macroinvertebrate communities in relation to submerged vegetation in two *Chara*-dominated lakes. *Hydrobiologia* 342, 143–150.
- 141 Kufel, L., Kufel, I., 2002. *Chara* beds acting as nutrient sinks in shallow lakes – a review. *Aquat. Bot.* 72, 249–260.
- 142 Vermaat, J.E., Santamaria, L., Roos, P.J., 2000. Water flow across and sediment trapping in submerged macrophyte beds of contrasting growth form. *Arch. Hydrobiol.* 148, 549–562.
- 143 Rodrigo, M.A., Rojo, C., Segura, M., Alonso-Guillén, J.L., Martín, M., Vera, P., 2014. The role of charophytes in a Mediterranean pond created for restoration purposes. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.004> (in this issue).
- 144 Pełechaty, M., Ossowska, J., Pukacz, A., Apolinarska, K., Siepak, M., 2014. Site dependent species composition, structure and environmental conditions of *Chara tomentosa* L. meadows, western Poland. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.06.015> (in this issue).
- 145 Kufel, L., Biardzka, E., Strzalek, M., 2013. Calcium carbonate incrustation and phosphorus fractions in five charophyte species. *Aquat. Bot.* 109, 54–57.
- 146 Kalin, M., Wheeler, W.N., Meinrath, G., 2005. The removal of uranium from mining waste water using algal/microbial biomass. *J. Environ. Radioact.* 78, 151–177.

- 147 Sooksawat, N., Meenam, M., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Nathalang, K., 2013. Phytoremediation potential of charophytes: bioaccumulation and toxicity studies of cadmium, lead and zinc. *J. Environ. Sci. China* 25, 596–604.
- 148 Pakdel, F.M., Sim, L., Bearda, J., Davis, J., 2013. Allelopathic inhibition of microalgae by the freshwater stonewort, *Chara australis*, and a submerged angiosperm, *Potamogeton crispus*. *Aquat. Bot.* 110, 24–30.
- 149 Auderset Joye, D., Rey-Boissezon, A., 2014. Will charophyte species increase or decrease their distribution in a changing climate? *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.003> (in this issue).
- 150 Rey-Boissezon, A., Auderset Joye, D., 2014. Habitat requirements of charophytes – evidence of species discrimination through distribution analysis. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.007> (in this issue).
- 151 Stelzer, D.; Schneider, S.; Melzer, A. Macrophyte-based assessment of lakes—A contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany. *Int. Rev. Hydrobiol.* 2005, 90, 223–237. [CrossRef]
- 152 Melzer, A. Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia* 1999, 395–396, 181–190. [CrossRef]
- 153 Rubio, F., Rojo, C., Núñez-Olivera, E., Rodrigo, M.A., 2014. Effects of UVB radiation exposure from the molecular to the organism level in macrophytes from shallow Mediterranean habitats. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.012> (in this issue)
- 154 Torn, K., Kovtun-Kante, A., Herkül, K., Martin, G., Mäemets, H., 2014. Distribution and predictive occurrence model of charophytes in Estonian waters. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.005> (in this issue).
- 155 Villalba-Breva, S., Martín-Closas, C., 2011. A characean thallus with attached gyrogonites and associated fossil charophytes from the Maastrichtian of the Eastern Pyrenees (Catalonia Spain). *J. Phycol.* 47, 131–143.
- 156 García, A., Chivas, A.R., 2006. Diversity and ecology of extant and Quaternary Australian charophytes. *Cryptogam. Algal.* 27, 323–340.
- 157 Rodrigo, M.A., Alonso-Guillén, J.L., Soulié-Märsche, I., 2010. Reconstruction of the former charophyte community out of fructifications identified in Albufera de València lagoon sediments. *Aquat. Bot.* 92, 14–22.
- 158 García, A., 1999. Quaternary charophytes from Salina del Bebedero, Argentina: their relation with extant taxa and palaeolimnological significance. *J. Paleolimnol.* 21, 307–323.
- 159 Soulié-Märsche, I., Bieda, S., Lafond, R., Maley, J., M'Baitoudji, Vincent, P.M., Faure, H., 2010. Charophytes as bio-indicators for lake-level highstand at “Trou au Natron”, Tibesti Chad, during the Late Pleistocene. *Global Planet. Change* 72, 334–340.
- 160 Martín-Closas, C., Wójcicki, J.J., Fonollà, L., 2006. Fossil charophytes and hydrophytic angiosperms as indicators of lacustrine trophic change. A case study in the Miocene of Catalonia (Spain). *Cryptogam. Algal.* 27, 357–379.
- 161 Dux, F.W., Chivas, A.R., García, A., 2014. Trace-element and stable-isotope chemistry of gyrogonites of the euryhaline charophyte *Lamprothamnium*. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.06.001> (in this issue).



- 162 Sanjuan, J., Martín-Closas, C., 2014. Biogeographic history of two Eurasian Cenozoic charophyte lineages. *Aquat. Bot.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.018>
- 163 Bhatia, S.B., 2006. Ecological parameters and dispersal routes of *Lychnothamnus barbatus* (Characeae) in the Early-Middle Holocene from the Ganga plain, India. *Cryptogam. Algal.* 27, 341–356.
- 164 Susanne C. Schneider, Petra Nowak, Ulla Von Ammon & Andreas Ballot (2016) Species differentiation in the genus *Chara* (Charophyceae): considerable phenotypic plasticity occurs within homogenous genetic groups, *European Journal of Phycology*, 51:3, 282-293, <http://dx.doi.org/10.1080/09670262.2016.1147085>
- 165 Boegle, M.G., Schneider, S., Mannschreck, B., Melzer, H.A., 2007. Differentiation of *Chara intermedia* and *C. baltica* compared to *C. hispida* based on morphology and amplified fragment length polymorphism. *Hydrobiologia* 586, 155–166.
- 166 Boegle, M.G., Schneider, S.C., Schubert, H., Melzer, A., 2010. *Chara baltica* Bruzelius 1824 and *Chara intermedia* A. Braun 1859 – distinct species or habitat specific modifications? *Aquat. Bot.* 93, 195–201.
- 167 Boegle, M.G., Schneider, S.C., Melzer, A. & Schubert, H. (2010b). Distinguishing *Chara baltica*, *C. horrida* and *C. liljebladii* – conflicting results from analysis of morphology and genetics. *Charophytes*, 2: 53–58.
- 168 Moore, J.A. (1986). *Charophytes of Great Britain and Ireland*. Handbook No. 5, Botanical Society of the British Isles, London.
- 169 Proctor, W. (1975). The nature of charophyte species. *Phycologia*, 14: 97–113.
- 170 Sjøtun, K., Fredriksen, S., Heggøy, E., Husa, V., Langangen, A., Lindstrøm, E-A., Moy, F., Rueness, J. & Åsen, P.A. (2010). Cyanophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Ochrophyta. In *The Norwegian Red List for Species* (Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S., editors). Norwegian Biodiversity Information Centre, Norway.
- 171 Penning, W.E., Mjelde, M., Dudley, B., Hellsten, S., Hanganu, J., Kolada, A., van den Berg, M., Poikane, S., Phillips, G., Willby, N. & Ecke, F. (2008). Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic Ecology*, 42: 237–251.
- 172 Urbaniak, J. & Combik, M. (2013). Genetic and morphological data fail to differentiate *Chara intermedia* from *C. baltica*, or *C. polyacantha* and *C. rudis* from *C. hispida*. *European Journal of Phycology*, 48: 253–259.
- 173 Schneider, S.C., Rodrigues, A., Moe, T. F. & Ballot, A. (2015b). DNA barcoding the genus *Chara*: molecular evidence recovers fewer taxa than the classical morphological approach. *Journal of Phycology*, 51: 367–380.
- 174 Hilu, K.W. & Liang, H. (1997). The *matK* gene: sequence variation and application in plant systematics. *American Journal of Botany*, 84: 830–839.

- 175 CBOL (Consortium for the Barcode of Life) Plant Working Group (2009). A DNA Barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106: 12794–12797.
- 176 Kuzmina, M.L., Johnson, K.L., Barron, H.R. & Hebert, P.D.N. (2012). Identification of the vascular plants of Churchill, Manitoba, using a DNA barcode library. *BMC Ecology*, 12: article number 25.
- 177 Edgar, R.C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32: 1792–1797.
- 178 Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A. & Kumar, S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30: 2725–2729.
- 179 Drummond, A.J., Suchard, M.A., Xie, D. & Rambaut A (2012). Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7. *Molecular Biology and Evolution*, 29: 1969–1973.
- 180 Kingman, J.F.C. (1982). The coalescent. *Stochastic Processes and their Applications*, 13: 235–248.
- 181 Rambaut, A. (2012). Figtree v 1.4.0. Available from <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>.
- 182 Rambaut, A., Suchard, M.A., Xie, D. & Drummond, A.J. (2014). Tracer v1.6. Available from <http://beast.bio.ed.ac.uk/Tracer>.
- 183 Feow.org. Available online: <https://www.feow.org/> (accessed on 31 July 2022).
- 184 Climate-Data.org. Available online: <https://en.climate-data.org/asia/kazakhstan/south-kazakhstan-province-2231/> (accessed on 20 July 2022).
- 185 Climate-Data.org. Available online: <https://en.climate-data.org/asia/kazakhstan/jambyl-province-2238/> (accessed on 20 July 2022).
- 186 Climate-Data.org. Available online: <https://en.climate-data.org/asia/kazakhstan/almaty-province-2251/> (accessed on 20 July 2022).
- 187 Barinova, S. How to Align and Unify the Cell Counting of Organisms for Bioindication. *Int. J. Environ. Sci. Nat. Resour.* 2017, 2, 555–585. [CrossRef]
- 188 Komárek, J.; Anagnostidis, K. Cyanoprokaryota, 1. Teil, Chroococcales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/1; Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, E., Eds.; Gustav Fisher: Jena, Germany, 1999; 548p.
- 189 Komárek, J.; Anagnostidis, K. Cyanoprokaryota, 2. Teil, Oscillatoriales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/2; Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G., Schagerl, M., Eds.; Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier GmbH: München, Germany, 2005; 759p.
- 190 Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. Bacillariophyceae, Teil 1, Naviculaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/1; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., Eds.; Gustav Fisher: Jena, Germany, 1986; 876p.
- 191 Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. Bacillariophyceae, Teil 2, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*,

Band 2/2; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., Eds.; Gustav Fisher: Jena, Germany, 1988; 596p.

192 Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., Eds.; Gustav Fisher: Jena, Germany, 1991; 598p.

193 Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. Bacillariophyceae, Teil 4, Achnantaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4; Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., Eds.; Gustav Fisher: Jena, Germany, 1991; 468p.

194 John, D.M.; Whitton, B.A.; Brook, A.J. (Eds.) The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Alga; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2002; 702p.

195 Guiry, M.D.; Guiry, G.M. AlgaeBaseWorld-Wide Electronic Publication; National University of Ireland: Galway, Ireland. Available online: <http://www.algaebase.org> (accessed on 24 June 2019).

196 Sládeček, V. Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta Hydroch. Hydrobiol.* 1986, 14, 555–566. [CrossRef]

197 Love, J.; Selker, R.; Marsman, M.; Jamil, T.; Dropmann, D.; Verhagen, J.A.; Ly, A.; Gronau, F.Q.; Smira, M.; Epskamp, S.; et al. JASP: Graphical statistical software for common statistical designs. *J. Stat. Softw.* 2019, 88, 1–17. [CrossRef]

198 Ter Braak, C.J.F.; Šmilauer, P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5); Microcomputer Power Press: Ithaca, NY, USA, 2002; 500p.

199 Novakovsky, A.B. Abilities and base principles of program module "GRAPHS". *Sci. Rep. Komi Sci. Cent. Ural. Div. Russ. Acad. Sci.* 2004, 27, 28.

200 Barinova, S. Essential and practical bioindication methods and systems for the water quality assessment. *Int. J. Environ. Sci. Nat. Resour.* 2017, 2, 55558. [CrossRef]

201 Barinova, S.S.; Medvedeva, L.A.; Anissimova, O.V. Diversity of Algal Indicators in Environmental Assessment; Pilies Studio Publisher: Tel Aviv, Israel, 2006; 498p.

202 Barinova, S.S.; Bilous, O.P.; Tsarenko, P.M. Algal Indication of Water Bodies in Ukraine: Methods and Prospects; Publishing House of Haifa University: Haifa, Kyiv, Israel, 2019; 367p.

203 Semenov, A.D. Guidelines for Chemical Analysis of Surface Water; Gidrometeoizdat: Leningrad, Russia, 1977; pp. 1–354.

204 Krause, W. Charales (Charophyceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa 18; Jena: Stuttgart, Lübeck, Germany, 1997; pp. 1–203.

205 Urbaniak, J.; Gałbka, M. Polish Charophytes. An Illustrated Guide to Identification; Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu: Wrocław, Poland, 2014; pp. 1–120.

- 206 Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands. *Armleuchteralgen: Die Characeen Deutschlands*; Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016; pp. 1–636. [CrossRef]
- 207 Shorthouse, D.P. SimpleMappr, An Online Tool to Produce Publication-Quality Point Maps; 2010. Available online: <https://www.simplemappr.net> (accessed on 15 April 2022).
- 208 Barinova, S. Ecological Mapping in Application to Aquatic Ecosystems Bioindication: Problems and Methods. *Int. J. Environ. Sci. Nat. Resour.* 2017, 3(2), 1–7. [CrossRef]
- 209 Barinova, S. Plants, Mosses, Charophytes, Protozoan, and Bacteria Water Quality Indicators for Assessment of Organic Pollution and Trophic Status of Continental Water Bodies. *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res.* 2021, 23, 17–36.
- 210 IUCN. *IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1, 2nd ed.*; IUCN: Gland, Switzerland; Cambridge, UK, 2012.
- 211 Newsletter on the State of the Environment of the Turkestan Region for the Month of February 2021; Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan RSE “Kazhydromet” Branch in the Turkestan region: Shymkent, Kazakhstan, 2021; 19p.
- 212 Information Bulletin on the State of the Environment of the Republic of Kazakhstan; Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan Department of Environmental Monitoring RSE “Kazhydromet”: Nur-Sultan, Kazakhstan, 2019; Volume 1, 332p.
- 213 Petrakov, I.A. Quality of Surface Waters on the Territory of the Republic of Kazakhstan for 2015; Department of Environmental Monitoring RSE “Kazhydromet”: Astana, Kazakhstan, 2015; 131p.
- 214 Information Bulletin on the State of the Environment of the Republic of Kazakhstan; Ministry of Ecology Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan Department of Environmental Monitoring Rgp “Kazhydromet”: Nur-Sultan, Kazakhstan, 2020; Volume 1, 220p.
- 215 Barinova, S.S.; Bragina, T.M.; Nevo, E. Algal species diversity of arid region lakes in Kazakhstan and Israel. *Community Ecol.* 2009, 10, 7–16.
- 216 Romanov, R.E.; Barinova, S.S. Species of *Nitella* (Charophyceae, Charales) from Israel: Low species richness and rare occurrence. *Bot. Serbica* 2016, 40, 217–227. [CrossRef]
- 217 Jiyenbekov, A.; Barinova, S.; Bigaliev, A.; Nurashov, S.; Sametova, E.; Fahima, T. Bioindication using diversity and ecology of algae of the Alakol Lake, Kazakhstan. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 2018, 16, 7799–7831. [CrossRef]
- 218 Jiyenbekov, A.; Barinova, S.; Bigaliev, A.; Nurashov, S.; Sametova, E.; Fahima, T. Ecological diversity of algae in the Alakol Lake Natural Reserve, Kazakhstan. *Bot. Pac. A J. Plant Sci. Conserv.* 2019, 8, 63–74. [CrossRef]
- 219 Palamar-Mordvintseva, G.M.; Tsarenko, P.M.; Barinova, S. Phylogenesis, Origin and Kinship of the Charophytic Algae. *Bot. Pac.* 2015, 4, 59–70. [CrossRef]

- 220 Blindow, I. The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes—the neutral substrate hypothesis tested. *Aquat. Bot.* 1987, 29, 157–168. [CrossRef]
- 221 Jiyenbekov, A.K.; Nurashov, S.B.; Sametova, E.S.; Jumakhanova, G.B.; Bigaliev, A.B. Peculiarities of Alakol Lake Algae types in the regional meeting. In *Materials of the International Scientific and Practical Conference “Aspects and Innovations of Environmental Biotechnology and Bioenergy”*, 12–13 February 2021; Kazakh University: Almaty, Kazakhstan, 2021; pp. 136–139.
- 222 Yehuda, G.; Barinova, S.; Krugman, T.; Pavlicek, T.; Nov, Y.; Nevo, E. Microscale Adaptive Response of Charophytes of the Negev Desert, Israel: Species Divergences by AFLP. *Nat. Resour. Conserv.* 2013, 1, 55–64. [CrossRef]
- 223 Grant, M.C.; Proctor, V.W. *Chara vulgaris* and *C. contraria*: Patterns of Reproductive Isolation for Two Cosmopolitan Species Complexes. *Evolution* 1972, 26, 267–281. [CrossRef] [PubMed]
- 224 Barinova, S.; Romanov, R. Charophyte Community in the Lowermost Locality in the World near the Dead Sea, Israel. *Int. J. Plant Soil Sci.* 2015, 6, 229–243. [CrossRef]
- 225 Pelechata, A.; Pelechaty, M. The in-situ influence of *Ceratophyllum demersum* on a phytoplankton assemblage. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 2010, 39, 95–101. [CrossRef]
- 226 Jumakhanova, G.B.; Jiyenbekov, A.K. History of study of chara algae in South and Southeast Kazakhstan. In *Materials of the International Scientific Conference of Students and Young Scientists “Farabi World”*, 6–9 April 2020; Kazakh University: Almaty, Kazakhstan, 2020; p. 37.
- 227 Jiyenbekov, A.K.; Jumakhanova, G.B. Current Traffic Situation of Alakol Lake Water and Types of Nutrition of Algae Types. In *Materials of the International Scientific Conference of Students and Young Scientists “Farabi World”*, 6–9 April 2020; Kazakh University: Almaty, Kazakhstan, 2021; p. 36.
- 228 Jumakhanova, G.B.; Jiyenbekov, A.K.; Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Varieties of Chara Algae in continental Water Reserves Near Almaty. In «*Science and Education in the Modern World: Challenges of the XXI Century*», VII International Scientific and Practical Conference, 20–22 October 2020; National movement “Bobek”: Nur-Sultan, Kazakhstan, 2020; pp. 79–83.
- 229 Jumakhanova, G.B.; Jiyenbekov, A.K.; Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Variety of chara algae in the Kaskelen River and Its Pond. In *IV International Scientific Conference “Problems of Environmental Education in the 21st Century” Based on the Results, a Collection of Proceedings of the International Conference Will Be Published with the Assignment of ISBN and Included in the RSCI Database*, 26 November 2020; Arkaim: Vladimir, Russia, 2020; pp. 50–54.
- 230 Jumakhanova, G.B.; Jiyenbekov, A.K. Various composition of algae in the talgar river and its reserves. In *International Scientific Conference of Students and Young Scientists “Farabi World”*, 6–7 April 2021; Kazakh University: Almaty, Kazakhstan, 2021; p. 33.

- 231 Jiyenbekov, A.; Barinova, S.; Bigaliev, A.; Nurasov, S.; Sametova, E. The first evidence about the algae of the protected Alakol Lake (Kazakhstan) and their floral analysis. *Bull. Mosc. Soc. Nat. Dep. Biol.* 2018, 123, 48–57.
- 232 Jiyenbekov, A.; Barinova, S.; Bigaliev, A.; Nurashov, S.; Sametova, E.; Fahima, T. Algal comparative floristic of the Alakol Lake Natural State Reserve and other lakes in Kazakhstan. *MOJ Ecol. Environ. Sci.* 2018, 3, 252–258.
- 233 Sahin, B.; Akar, B.; Barinova, S. Cohabitant charophyte algal flora and its ecology in high-mountain lakes of the Artabel Lakes Nature Park (Gümü, shane, Turkey). *Bot. Serbica* 2020, 44, 11–25. [CrossRef]
- 234 Sahin, B.; Barinova, S. Assessment of Charophyta flora and ecological status in two high-mountain lakes (Rize, Turkey). *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. Wetl. Divers.* 2022, 24, 35–54. [CrossRef]
- 235 Barinova, S.; Romanov, R.; Solak, C.N. New record of *Chara hispida* (L.) Hartm. (Streptophyta: Charophyceae, Charales) from the I, sıklı Lake (Turkey) and critical checklist of Turkish charophytes. *Nat. Resour. Conserv.* 2014, 2, 33–42. [CrossRef]
- 236 Barinova, S.; Sivaci, R. Experimental approach to a lake ecosystem assessment in the Great Lota, Turkey. *Experiment* 2013, 9, 566–586.
- 237 Sivaci, R.E.; Barinova, S.; Solak, C.N.; Çobanoğlu, K. Ecological assessment of Great Lota Lake (Turkey) on the base of diatom communities. *Afr. J. Biotechnol.* 2013, 12, 453–464. [CrossRef]
- 238 Barinova, S.; Fatyukha, A.; Romanov, R. Macrophytes and Charophytes in ecological assessment of the protected lakes in Donetsk Region, Ukraine. *Nat. Resour. Conserv.* 2014, 2, 71–79. [CrossRef]
- 239 Khuram, I.; Ahmad, N.; Barinova, S. Effect of water quality on the spatial distribution of charophytes in the Peshawar Valley, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 2021, 50, 359–372. [CrossRef]
- 240 Ali, A.; Badshah, L.; Barinova, S. Diversity and seasonal dynamics of Chlorophyta Reichenbach, 1928 and Charophyta Migula, 1980 algae in the Swat River basin, Pakistan. *Bioresour. Environ.* 2019, 2, 41–58. [CrossRef]
- 241 Romanov, R.E.; Barinova, S.S. The Charophytes of Israel: Historical and contemporary species richness, distribution, and ecology. *Biodivers. Res. Conserv.* 2012, 25, 67–74. [CrossRef]
- 242 Yehuda, G.; Barinova, S.S.; Krugman, T.; Pavlicek, T.; Nov, Y.; Nevo, E. Microscale adaptive response of charophytes of the Negev Desert, Israel: Species divergences by AFLP. *Nat. Resour. Conserv.* 2013, 1, 55–64. [CrossRef]
- 243 Yoshimura, Y.; Kohshima, S.; Ohtani, S. A Community of Snow Algae on a Himalayan Glacier: Change of Algal Biomass and Community Structure with Altitude. *Arct. Alp. Res.* 1997, 29, 126–137. [CrossRef]
- 244 Uetake, J.; Naganuma, T.; Hebsgaard, M.B.; Kanda, H.; Kohshima, S. Communities of algae and cyanobacteria on glaciers in west Greenland. *Polar Sci.* 2010, 4, 71–80. [CrossRef]
- 245 Blaženčić, J.; Stevanović, B.; Blaženčić, Ž. Distribution and ecology of charophytes recorded. *Cryptogam. Algol.* 2006, 27, 311–322.

- 246 Carson, J.L.; Brown, R.M., Jr. The Correlation of Soil Algae, Airborne Algae, and Fern Spores with Meteorological Conditions on the Island of Hawaii. *Pac. Sci.* 1976, 30, 197–205.
- 247 Stewart, A.; Rioux, D.; Boyer, F.; Gielly, L.; Pompanon, F.; Saillard, A.; Thuiller, W.; Valay, J.-G.; Maréchal, E.; Coissac, E. Altitudinal Zonation of Green Algae Biodiversity in the French Alps. *Front. Plant Sci.* 2021, 12, 679428.
- 248 Novakovskaya, I.V.; Patova, E.N.; Dubrovskiy, Y.A.; Novakovskiy, A.B.; Kulyugina, E.E. Distribution of algae and cyanobacteria of biological soil crusts along the elevation gradient in mountain plant communities at the Northern Urals (Russian European Northeast). *J. Mt. Sci.* 2022, 19, 637–646. [CrossRef]
- 249 Vesić, A.; Blaženčić, J.; Šinžar-Sekulić, J. Ecological preferences of charophytes in Serbia in relation to habitat type and other aquatic macrophytes. *Plant Biosyst.* 2016, 150, 490–500. [CrossRef]
- 250 Khan, M. Charophytes in time and space: Zonal distribution pattern. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actual. Bot.* 1991, 138, 33–45. [CrossRef]
- 251 Hanan Awad Hammoud Al-Ziadi and Abdullah Kareem Jabar Al-Jubouri Effect of Trichoderma Harzianum and Algae Chara sp and Levels of Mineral Fertilizer on Plant NPK Concentration and Wheat Yield *Triticum aestivum L.* 2023 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1158 022027 DOI 10.1088/1755-1315/1158/2/022027
- 252 Нурашов С.Б., Саметова Е.С. Перспективы культивирования *Chara fragilis* Desv. Биологическое разнообразие. Интродукция растений (Материалы Четвертой Международной конференции, 5-8 июня 2007г., Санкт-Петербург) 2007г. стр.332.
- 253 Базарова Б.Б. *Elodea canadensis* Michx. и Харовые водоросли оз. Кенон (Забайкальский Край). Российский Журнал Биологических Инвазий №3, 2013. стр. 7-15
- 254 Jashenko, R.V. Strict Nature Reserves of Central Asia. *Nature Protected Areas of Central Asia, Nr. 1; Tethys: Almaty, Kazakhstan, 2006; pp. 1–352.*
- 255 Kostin, V.A. The rare and endangered species of charophytes from water bodies of Ili River and Lake Balkhash. *Bo Tanicheskie Mater. Gerbariya Inst. Bot.* 1982, 12, 114–118.
- 256 Vilhelm, J. *Characeae Europae Orientalis et Asiae ex Herbario Instituti Cryptogamici Horti Botanici Reipublicae Rossicae (Ante Petropolitani); Faculté des Sciences de l'Université Charles: Praha, Czechia, 1928; pp. 1–24.*
- 257 Romanov, R.E.; Zhamangara, A. Pre-Symposium Field Excursion Report: Results in context of regional charophyte knowledge. *IRGC News* 2017, 28, 11–13.
- 258 Romanov, R. New interesting records of charophytes (Charales, Charophyceae) from Eurasia and Africa. *Webbia* 2019, 74, 159–166. [CrossRef]

- 259 Romanov, R.E. New species records of charophytes (Charales, Charophyceae) from the collections of MW and H herbaria. *Bull. Mosc. Soc. Nat. Biol. Ser.* 2019, 122, 72–76.
- 260 Sametova, E.S.; Nurashov, S.B. Algae of River Charyn basin. In *Baytenovskie Chteniya, Proceedings of the III International Conference Dedicated to the Memory of Outstanding Botanists of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, 13–15 February 2006*; pp. 74–75.
- 261 Abiev, S.A.; Nurashov, S.B.; Sametova, E.S. Algae of water bodies of Ili intermountain basin. In *Actual Problems of Algology, Mycology and Hydrobotany, Proceedings of the International Scientific Conference, Toshkent, Uzbekistan, 11–12 September 2009*; UzR FA: Toshkent, Uzbekistan; pp. 42–43.
- 262 Romanov, R. Charophytes (Charales, Charophyceae) from north-eastern and central Eurasia. In *Proceedings of the International Field Workshop “Cryptogams of North Asia”, Irkutsk, Russia, 4–9 September 2018*; pp. 26–27.
- 263 Romanov, R.E.; Gontcharov, A.A.; Barinova, S.S. *Chara globata* Mig. (Streptophyta: Charales): Rare species revised. *Fottea* 2015, 15, 39–50. [[CrossRef](#)]
- 264 Nurashov, S.B.; Sametova, E.S.; Jiyenbekov, A.K. The flora of algae of the river Kakpaktas. In *Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to the 85th Anniversary of the Institute of Botany and Phytointroduction of the KN MON RK, Almaty, Kazakhstan, 17–19 August 2017*; pp. 205–209.
- 265 Sametova, E.S.; Nurashov, S.B.; Jiyenbekov, A.K. Algoflora of the rivers of desert low mountains of the southeast of Kazakhstan. *Probl. Bot. South Sib. Mong.* 2019, 18, 390–392. [[CrossRef](#)]
- 266 Kostin, V.A.; Shoyakubov, R.S. The distribution and biomass of charophytes in the Lake Balkhash. In *Proceedings of the Fifth Conference for Cryptogamous Plants of Central Asia and Kazakhstan, Nauka, Almaty, Kazakhstan, 26–27 April 1974*; Thesis of presentations. I. pp. 182–183.
- 267 Migula, W. *Characeae Rossicae ex Herbarion Horti Petropolitani. Acta Horti Petropolitani. Tr. Imp. S. Peterbg. Bot. Sada* 1904, 23, 533–539.
- 268 Romanov, R.; Korolesova, D.; Afanasyev, D.; Zhakova, L. *Chara baltica* (Charophyceae, Charales) from the Black Sea Region and Taxonomic Implications of Extrastipulodes. *Botanica* 2020, 26(2), 126–137. [[CrossRef](#)]
- 269 Romanov, R.E.; Chemeris, E.V.; Vishnyakov, V.S.; Chepinoga, V.V.; Azovskii, M.G.; Kuklin, A.P.; Timofeeva, V.V. *Chara strigosa* (Streptophyta: Charales) in Russia. *Bot. Zhurnal* 2014, 99, 1148–1161. [[CrossRef](#)]
- 270 Korsch, H. The worldwide range of the charophyte species native to Germany. *Rostock. Meeresbiol. Beiträge* 2018, 28, 45–96.



## Қосымша А

Кесте 1 - Зерттелетін учаскелер Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы кездесу нысандарының координаттары мен белгілі қоршаған орта айнымалылары [8]

« \* », алғаш рет зерттеу жұмыстары жүргізілген зерттеу нысандары; «-», деректер жоқ. Қоршаған орта туралы толық экологиялық деректер болғандықтан 34 мекендеу орындары үшін ғана берілген.

№	Атауы	Солтүстік ендік	Шығыс ендік	Pt/Co, grad.	DO, мг Л <sup>-1</sup>	ОБП, мг О <sub>2</sub> л <sup>-1</sup>
1	*Достық каналы	41°00'31.80"	68°12'40.43"	-	-	-
2	Сырдария өзені	41°02'16.79"	68°30'49.94"	-	-	-
3	Қаратау қорығы, Кіжі шатқалы, Қаракүз бұлағы	43°51'07.48"	68°32'14.65"	-	-	-
4	*Шарбұлақ өзені	41°46'19"	69°24'10"	-	-	-
5	*Теріс өзені	42°39'59"	70°48'05"	-	-	-
6	*Меркі өзені	42°54'11.09"	73°09'51.17"	-	-	-
7	Мыңарал көлі	45°24'49"	73°40'51"	-	-	-
8	*Қарабалта өзені	43°12'1"	74°0'36"	-	-	-
9	Ақсу өзені	43°11'53"	74°3'48"	12.5	11.85	6.76

1-кестенің жалғасы						
10	Шу өзені	43°16'05"	74°12'13"	10	10.5	3.85
11	Қақпатас өзені	43°21'13"	74°24'48"	-	-	-
12	*Қопа бөгені (дамбасы)	43°21'13"	74°28'45"	-	-	-
13	*Іле өзені, Арыстан өзені 1	45°32'8"	74°52'10"	5.5	11.85	0.87
14	* Іле өзені, Арыстан өзені 2	45°32'2"	74°52'11"	5.5	11.85	0.87
15	* Іле өзені, Арыстан өзені 3	45°32'13"	74°52'24"	5.5	11.85	0.87
16	* Іле өзені, Арыстан өзені 4	45°32'29"	74°52'42"	5.5	11.85	0.87
17	* Іле өзені, Арыстан өзені 5	45°32'34"	74°52'43"	5.5	11.85	0.87
18	* Іле өзені, Арыстан өзені 6	45°32'30"	74°52'44"	5.5	11.85	0.87
19	*Іле өзені, Жиделі өзені 1	45°33'11"	74°53'36"	5.5	11.85	0.87
20	* Іле өзені, Жиделі өзені 2	45°33'0"	74°53'42"	5.5	11.85	0.87
21	* Іле өзені, Жиделі өзені 3	45°32'59"	74°53'43"	5.5	11.85	0.87
22	* Іле өзені, Жиделі өзені 4	45°33'9"	74°53'46"	5.5	11.85	0.87
23	*Бақанас каналы	44°52'50.37"	76°10'13.98"	-	-	-
24	Сорбұлақ көлі	43°38'01"	76°36'29"	-	-	-

1-кестенің жалғасы						
25	Мерей көлі	43°20'31"	76°42'02"	-	-	-
26	* Қаскелең өзенінің тоғаны 1	43°46'27"	77°4'53"	-	-	-
27	* Қаскелең өзенінің тоғаны 2	43°46'20"	77°5'21"	-	-	-
28	* Қаскелең өзенінің тоғаны 3	43°46'22"	77°5'35"	-	-	-
29	Іле – Қапшағай бөгені	43°55'7.49"	77°5'49.31"	-	-	-
30	Қаскелең өзені	43°47'3"	77°7'47"	-	-	-
31	Қапшағай суқоймасы 1	43°48'04"	77°07'48"	-	-	-
32	Қапшағай суқоймасы 2	43°48'04"	77°07'49"	-	-	-
33	Қапшағай суқоймасы 3	43°48'04"	77°07'50"	-	-	-
34	Қапшағай суқоймасы 4	43°48'04"	77°07'51"	-	-	-
35	*Талғар өзені	43°41'50"	77°15'25"	-	-	-
36	Өстемір тоғаны 1	43°38'52"	77°15'48"	-	-	-
37	Өстемір тоғаны 2	43°38'52"	77°15'49"	-	-	-
38	Өстемір тоғаны 3	43°37'44"	E77°16'09"	-	-	-
39	Өстемір тоғаны 4	43°37'36"	E77°16'11"	-	-	-

1-кестенің жалғасы						
40	Өстемір тоғаны 5	43°37'23"	77°15'59"	-	-	-
41	*Күрті өзені	43°44'20"	76°23'54"	-	-	-
42	*Қайыңды көлі	42°59'05.58"	78°27'54.79"	-	-	-
43	*Қарқара өзені	42°50'57.64"	79°13'57.98"	6	12.15	1.43
44	*Кеген өзені	43°00'27.64"	79°15'13.23"	-	-	-
45	*Мыңжылқы өзені	42°44'15.8"	79°16'53.7"	-	-	-
46	*Сартасу өзені	42°37'14.49"	79°19'18.61"	-	-	-
47	Шарын өзені	43°52'49.40"	79°27'13.56"	-	-	-
48	*Тентек өзені	42°46'35.14"	79°40'20.36"	-	-	-
49	*Үлкен-Қақпақ өзені	42°36'06.68"	79°50'42.41"	0	-	0.65
50	*Текес өзені	42°50'37.1"	80°03'07.5"	6	11.35	0.85
51	*Нарынқол өзені	42°42'14.45"	82°10'14.80"	-	-	-
52	Алакөл көлі 1	46°01'57.58"	81°22'02.31"	-	-	-
53	Алакөл көлі 2	45°59'21.36"	81°29'44.16"	-	-	-
54	Алакөл көлі 3	45°55'48.78"	81°35'58.31"	-	-	-
55	Нарын өзені	45°50,7'43"	74°46,2'57"	-	-	-

Кесте 2 - Түрлер бойынша деректер, қауымдастықтағы орташа алуантүрлілік [8], Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның зерттелген учаскелеріндегі су мен ауаның экологиялық айнымалылары, 2019–2022 жж.

Қысқартулар: *aspera*—*Chara aspera* var. *aspe*, *aspsub*—*C. aspera* var. *subinermis*, *canesc*—*C. canescens*, *contrar*—*C. contraria*, *domini*—*C. dominii*, *globat*—*C. globata*, *kirghis*—*C. kirghisorum*, *vulgar*—*C. vulgaris*, *toment*—*C. tomentosa*, *Nhyali*—*Nitella hyalina*, *Nobtus*—*Nitellopsis obtusa*, *No Sp.*—бірлестіктегі микробалдырлардың түр саны. Қоршаған орта туралы деректер толық экологиялық деректер бар 34 мекендеу ортасы үшін ғана орындалды.

№.	Түрлер №	Aspera	Aspsub	Canesc	Contrar	Domini	Globat	Kirghis	Vulgar	Toment	Nhyali	Nobtus	Ауа Т	Т.д.б.	Су Т	pH	Индекс S
4	35	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	35.0	650	27.0	7.5	2.07
5	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31.0	953	28.0	7.8	1.91
10	27	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	31.0	533	30.0	7.7	1.85
11	46	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	31.0	561	32.0	7.5	1.87
13	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	30.0	641	23.0	7.4	1.72
14	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29.0	341	23.0	7.6	1.72
15	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31.0	341	22.0	7.6	1.72
16	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	32.0	341	22.0	7.6	1.72
17	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	37.0	341	22.0	7.6	1.72

2-кестенің жалғасы

18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	37.0	341	22.0	7.6	1.72
19	32	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27.0	341	22.0	7.6	2.11
20	32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	29.0	341	24.0	7.6	2.11
21	32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	30.0	341	26.0	7.6	2.11
22	32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26.0	341	23.0	7.6	2.11
23	40	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	31.0	389	24.0	7.6	1.61
24	12	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	15.5	618	10.0	7.8	2.00
25	25	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	30.0	696	35.0	7.5	1.73
26	37	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	10.0	488	7.0	8.0	1.59
27	37	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	10.0	488	8.0	8.0	1.59
28	37	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10.0	488	8.0	8.0	1.59
29	31	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	10.0	475	8.0	8.1	1.96
31	31	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10.0	477	8.0	8.1	1.96
32	31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10.0	477	8.0	8.1	1.96
33	31	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10.0	477	8.0	8.1	1.96
34	31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10.0	478	8.0	8.1	1.96
43	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2.5	2062	4.5	7.9	1.73

2-кестенің жалғасы																	
49	45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20.0	1836	22.0	7.5	1.26
50	36	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	20.0	1766	22.0	7.5	1.72
52	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.0	351	22.5	8.6	1.74
53	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25.0	363	22.5	8.6	1.74
54	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25.0	352	22.5	8.6	1.74

## ҚОСЫМША Ә

Кесте 1 - Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның су қоймаларынан анықталған балдырлардың түрлік құрамы

№	Түр	Бөлім	Класс	Қатар	Тұқымдас	Туыс
<b>Bacillariophyta</b>						
1	<i>Achnantheidium lineare</i> W.Smith 1855	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthidiaceae	Achnantheidium
2	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki 1994	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthidiaceae	Achnantheidium
3	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	Amphora
4	<i>Amphora ovalis</i> var. <i>gracilis</i> (Ehrenberg) Van Heurck 1885	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	Amphora
5	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow 1875	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	Amphora
6	<i>Aulacoseira islandica</i> (O.Müller) Simonsen 1979	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira
7	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Caloneis
8	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Caloneis
9	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Caloneis
10	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis
11	<i>Cosmioneis pusilla</i> (W.Smith) D.G.Mann & A.J.Stickle 1990	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Cosmioneidaceae	Cosmioneis
12	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek 2022	Bacillariophyta	Mediophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Stephanocyclus



1-кестенің жалғасы						
13	<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
14	<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner 1878	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
15	<i>Cymbella excisa</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
16	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
17	<i>Cymbopleura heteropleura</i> (Ehrenberg) Z.X.Shi 2013	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura
18	<i>Cymbella laevis</i> Nägeli 1863	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
19	<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh 1830	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
20	<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner 1878	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
21	<i>Cymbella protracta</i> Østrup 1910	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
22	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck 1880	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
23	<i>Cymbella tumidula</i> Grunow 1875	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
24	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow 1875	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
25	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer 2003	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura
26	<i>Cymbopleura lata</i> var. <i>minor</i> (K.Mölder) Z.X.Shi 2013	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura
27	<i>Denticula tenuis</i> var. <i>crassula</i> (Nägeli ex Kützing) West & G.S.West 1901	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula
28	<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams 2012	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	Diatoma
29	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh 1812	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	Diatoma

I-кестенің жалғасы						
30	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt 1899	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Didymosphenia</i>
31	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>
32	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve 1891	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>
33	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee 2004	Bacillariophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Discostella</i>
34	<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G.Mann 1990	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i>
35	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer 1997	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonopsis</i>
36	<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt 1997	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonopsis</i>
37	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson 1838	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i>
38	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller 1895	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>
39	<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst 1864	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
40	<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg 1843	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
41	<i>Eunotia</i> sp.	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
42	<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt 1913	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
43	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G.Mann 1990	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	<i>Fallacia</i>
44	<i>Fragilaria aequalis</i> Heiberg 1863	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>
45	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>
46	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>lanceolata</i> Grunow 1881	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>

I-кестенің жалғасы						
47	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton 1869	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
48	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton 1869	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
49	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) G.W.F.Carlson 1913	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
50	<i>Fragilaria</i> sp.	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
51	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen 1938	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
52	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round 1988	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilariforma
53	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg 1838	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
54	<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
55	<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
56	<i>Gomphonema olivaceoides</i> Hustedt 1950	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
57	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
58	<i>Gomphonema</i> sp.	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
59	<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Fricke 1902	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
60	<i>Gomphonema ventricosum</i> W.Gregory 1856	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
61	<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg 1843	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema
62	<i>Gomphonema vibrio</i> var. <i>pusillum</i> (A.Mayer) R.Ross 1986	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema

1-кестенің жалғасы						
63	Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Gyrosigma
64	Gyrosigma sp	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Gyrosigma
65	Halamphora coffeiformis (C.Agardh) Mereschkowsky 1903	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Halamphora
66	Hannaea arcus (Ehrenberg) R.M.Patrick 1966	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Hannaea
67	Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow 1880	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Hantzschia
68	Hantzschia amphioxys f. capitata O.Müller 1909	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Hantzschia
69	Hantzschia spectabilis (Ehrenberg) Hustedt 1959	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Hantzschia
70	Luticola cohnii (Hilse) D.G.Mann 1990	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola
71	Luticola mutica (Kützing) D.G.Mann 1990	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola
72	Mastogloia albertii A.Pavlov, E.Jovanovska, C.E.Wetzel, L.Ector & Z.Levkov 2016	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia
73	Mastogloia braunii Grunow 1863	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia
74	Mastogloia lacustris (Grunow) Grunow 1880	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia
75	Mastogloia smithii Thwaites ex W.Smith 1856	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia
76	Melosira varians C.Agardh 1827	Bacillariophyta	Coscinodiscophyc eae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira
77	Meridion circulare (Greville) C.Agardh 1831	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	Meridion
78	Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs 1861	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula

1-кестенің жалғасы						
79	<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & G.Hofmann 1993	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
80	<i>Navicula exigua</i> W.Gregory 1854	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
81	<i>Navicula radiosa</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
82	<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1985	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
83	<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
84	<i>Navicula</i> sp.	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
85	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer 1871	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	Neidium
86	<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	Neidium
87	<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve 1894	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	Neidium
88	<i>Neidium lanceolata</i> □□Skvortsov 1937	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiaceae	Neidium
89	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
90	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst 1860	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
91	<i>Nitzschia filiformis</i> (W.Smith) Van Heurck 1896	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
92	<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow 1881	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
93	<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst 1860	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
94	<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
95	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith 1856	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia

I-кестенің жалғасы						
96	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
97	<i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites ex W.Smith) Grunow 1880	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
98	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia
99	<i>Odontidium anceps</i> (Ehrenberg) Ralfs 1861	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Odontidium
100	<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing 1844	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Odontidium
101	<i>Odontidium mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing 1849	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Odontidium
102	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller 1895	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia
103	<i>Pinnularia interruptiformis</i> Krammer 2000	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia
104	<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia
105	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve 1891	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia
106	<i>Planothidium dispar</i> (Cleve) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthidiaceae	Planothidium
107	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot 1980	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia
108	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky 1902	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora
109	<i>Stauroneis smithii</i> Grunow 1860	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	Stauroneis
110	<i>Staurosirella mutabilis</i> (W.Smith) E.Morales & Van de Vijver 2015	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Staurosiraceae	Staurosirella

I-кестенің жалғасы						
111	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow 1880	Bacillariophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus</i>
112	<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>
113	<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing, 1849	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>
114	<i>Synedra ulna</i> var. <i>impressa</i> Hustedt 1914	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>
115	<i>Tabularia tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijis 1992	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Tabularia</i>
116	<i>Tetracyclus rupestris</i> (Kützing) Grunow 1881	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Tetracyclus</i>
117	<i>Tryblionella acuminata</i> W.Smith 1853	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Tryblionella</i>
118	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli 1942	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Tryblionella</i>
119	<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère 2001	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>
120	<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal 2003	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>
121	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère 2001	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>
<b>Charophyta</b>						
122	<i>Chara aspera</i> var. <i>subinermis</i> Kützing 1849	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>
123	<i>Chara aspera</i> Willdenow 1809	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>
124	<i>Chara aculeolata</i> Kützing 1832	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>
125	<i>Chara canescens</i> Loiseleur 1810	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>
126	<i>Chara contraria</i> A.Braun ex Kützing 1845	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>

I-кестенің жалғасы						
127	<i>Chara domini</i> Vilhelm 1928	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
128	<i>Chara globata</i> W.Migula 1904	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
129	<i>Chara kirghisorum</i> C.F.Lessing 1835	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
130	<i>Chara tomentosa</i> Linnaeus 1753	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
131	<i>Chara neglecta</i> Hollerbach	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
132	<i>Chara vulgaris</i> Linnaeus 1753	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Chara
133	<i>Closterium</i> sp.	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Closteriaceae	Closterium
134	<i>Cosmarium didymochondrum</i> Nordstedt 1876	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	Cosmarium
135	<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs 1848	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	Cosmarium
136	<i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson 1856	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	Cosmarium
137	<i>Cosmarium</i> sp.	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	Cosmarium
138	<i>Mougeotia genuflexa</i> (Roth) C.Agardh 1824	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia
139	<i>Mougeotia</i> sp.	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia
140	<i>Nitella hyalina</i> (De Candolle) C.Agardh 1824	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Nitella
141	<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desvaux) J.Groves 1919	Charophyta	Charophyceae	Charales	Feistiellaceae	Nitellopsis
142	<i>Penium cylindrus</i> Brébisson ex Ralfs 1848	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Peniaceae	Penium
143	<i>Spirogyra calospora</i> Cleve 1868	Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	Spirogyra



I-кестенің жалғасы						
144	<i>Spirogyra inflata</i> (Vaucher) Dumortier 1822	Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i>
145	<i>Spirogyra</i> sp.	Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i>
146	<i>Zygnema</i> sp.	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema</i>
Chlorophyta						
147	<i>Bulbochaete</i> sp.	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete</i>
148	<i>Chlamydomonas</i> sp.	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadales	<i>Chlamydomonas</i>
149	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli 1855	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>
150	<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli 1849	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>
151	<i>Coenococcus planctonicus</i> Korshikov 1953	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Coenococcus</i>
152	<i>Coenocystis planctonica</i> Korshikov 1953	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Coenocystis</i>
153	<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.H.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
154	<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) E.H.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
155	<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
156	<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
157	<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chodat) E.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i>
158	<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braun 1855	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Dimorphococcus</i>

I-кестенің жалғасы						
159	Messastrum gracile (Reinsch) T.S.Garcia 2021	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Messastrum
160	Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz 2011	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Mucidosphaerium
161	Oedogonium nodulosum Wittrock ex Hirn 1900	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium
162	Oedogonium sp.	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium
163	Oocystis lacustris Chodat 1897	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis
164	Oocystis submarina Lagerheim 1886	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis
165	Pediastrum duplex Meyen 1829	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum
166	Stauridium tetras (Ehrenberg) E.Hegewald 2005	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Stauridium
167	Phacotus lenticularis (Ehrenberg) Diesing 1866	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus
168	Planctococcus spaherocystiformis Korshikov 1953	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	Planctococcus
169	Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E.Hegewald 2005	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pseudopediastrum
170	Pseudopediastrum kawraiskyi (Schmidle) E.Hegewald 2005	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pseudopediastrum
171	Pseudoquadrigula obtusa (Korshikov) Tsarenko 2011	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Pseudoquadrigula
172	Steinedesmus indicus (Hortobágyi) Comas & Komárek, nom. inval. 1985	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Steinedesmus
173	Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald 2000	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus
174	Scenedesmus obtusus Meyen 1829	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus

I-кестенің жалғасы						
175	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly 1974	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	Sphaerocystis
176	<i>Tetradesmus incrassatulus</i> (Bohlin) M.J.Wynne 2016	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Tetradesmus
177	<i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry 2016	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Tetradesmus
178	<i>Tetradesmus obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne 2016	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Tetradesmus
179	<i>Tetradesmus incrassatulus</i> (Bohlin) M.J.Wynne 2016	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Tetradesmus
180	<i>Tetraspora imperfecta</i> Korshikov 1953	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Tetrasporaceae	Tetraspora
181	<i>Tetrastrum hastiferum</i> (Arnoldi) Korshikov 1953	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Tetrastrum
182	<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing 1843	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	Ulothrix
183	<i>Uronema confervicola</i> Lagerheim 1887	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Uronemataceae	Uronema
184	<i>Willea irregularis</i> (Wille) Schmidle 1900	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Crucigeniella
Cyanobacteria						
185	<i>Anabaenopsis</i> sp.	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nodulariaceae	Anabaenopsis
186	<i>Anathece clathrata</i> (West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Prochlorococcaceae	Anathece
187	<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst 1865	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Aphanocapsa
188	<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann 1904	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus
189	<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus

I-кестенің жалғасы						
190	<i>Chroococcus varius</i> A.Braun 1876	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus
191	<i>Cyanobacteria</i> sp.	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Cyanobacteriaceae	Cyanobacterium
192	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Cylindrospermopsis
193	<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R.Taylor & Drouet 1938	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Cyanothrichaceae	Johannesbaptistia
194	<i>Lyngbya</i> sp.	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Lyngbya
195	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia
196	<i>Merismopedia minima</i> G.Beck 1897	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia
197	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann 1898	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia
198	<i>Merismopedia tranquilla</i> (Ehrenberg) Trevisan 1845	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia
199	<i>Microcoleus amoenus</i> (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Microcoleus
200	<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Microcoleus
201	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis
202	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria
203	<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont 1892	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria
204	<i>Oscillatoria</i> sp.	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria

1-кестенің жалғасы						
205	Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont 1892	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria
206	Phormidium ambiguum Gomont 1892	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium
207	Phormidium irriguum (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium
208	Phormidium schroeteri (Hansgirg) Anagnostidis 2001	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium
209	Phormidium sp.	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium
210	Phormidium willei (N.L.Gardner) Anagnostidis & Komárek 1988	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium
211	Snowella lacustris (Chodat) Komárek & Hindák 1988	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Snowella
212	Spirulina major Kützing ex Gomont 1892	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Spirulinales	Spirulinaceae	Spirulina
<b>Euglenozoa</b>						
213	Euglena deses Ehrenberg 1834	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	Euglena
214	Lepocinclis acus (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian 2003	Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	Lepocinclis
<b>Miozoa</b>						
215	Parvodinium cunningtonii (Lemmermann) Pandeirada, Craveiro, Daugbjerg, Moestrup & A.J.Calado 2022	Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniopsidaceae	Parvodinium
216	Peridiniopsis quadridens (F.Stein) Bourrelly 1968	Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniopsidaceae	Peridiniopsis
<b>a. Ochrophyta (Chrysophyceae)</b>						

1-кестенің жалғасы						
217	Dinobryon divergens O.E.Imhof 1887	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon
218	Pseudokephyrion entzii W.Conrad 1939	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Pseudokephyri on
<b>a. Ochrophyta (Xanthophyceae)</b>						
219	Isthmochloron lobulatum (Nägeli) Skuja 1948	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridacea e	Isthmochloron
220	Neonema pumilum (West & G.S.West) Pascher 1932	Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Neonemataceae	Neonema