FICHTNER GmbH & Co. KG

КАЗЭКОПРОЕКТ ЖШС

“Казэкопроект” ЖШС
Директоры бекіткен

___________ Байзаков Тлеукан
(қолы)

____
(күні)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖАСЫЛ СУТЕК ӨНДІРУ ЖОБАСЫНА АРНАЛҒАН ҚҰРЫҚ УЧАСКЕСІНДЕГІ ТЕҢІЗ ТІРШІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

2023 ЖЫЛҒЫ КҮЗ-ҚЫС, 2024 ЖЫЛҒЫ КӨКТЕМ-ЖАЗ МАУСЫМДАРЫ

ҚОРЫТЫНДЫ БАЯНДАМА

Алматы, 2024 жыл

Мазмұны

Кестелер тізімі

Суреттер тізімі

Қосымшалар тізімі

Қысқарған сөздер тізімі

Қысқарған сөз	Сипаттамасы
ТМД	Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы
ДДТ	Дихлордифенилтрихлорэтан
ҚОӘБ	Қоршаған ортаға әсерін бағалау
ГВт	Гигаватт
ГХЦГ	Гекса-хлор-циклогексан
ЖШС	Жауапкершілігі шектеулі серіктестік
ШРЕК	Шекті рұқсат етілген концентрациялар
НТБ	Нефелометриялық лайлылық бірлігі
ПАК	Полициклді ароматтық көмірсутектер
ББ	Бақылау бекеті
ЖМК	Жалпы көмірсутек мөлшері
ӨӨА	Өңделген өндірістік ағынды су
ӘҚД	Әсердің қауіпсіздік деңгейі
КСРО	Кеңестік Социалистік Республикалар Одағы

Кіріспе

Fichtner GmbH & Co. KG компаниясы Қазақстан Республикасының Маңғыстау облысында жаңартылатын энергия орталығын салу жобасы — *Hyrasia One* жобасы аясында Қоршаған ортаға және әлеуметтік салаға әсерін бағалау (ҚОӘБ) жұмыстарын әзірлеуде. Жобаның өндірістік алаңы Құрық ауылынан оңтүстікке қарай, Ақтау қаласынан шамамен 65 км оңтүстік-шығыста орналасады. Жоба шеңберінде жалпы қуаты 40 ГВт-қа дейінгі жел және күн фотоэлектрлік (PV) электр станцияларын салу көзделген. Бұл станциялар қуаттылығы 20 ГВт су электролизі қондырғысын қуаттандыру үшін таза электр энергиясын өндіреді.

Су тұщыту және электролиз процестері Құрық маңындағы өндірістік алаңында, Каспий теңізінің жанында жүргізіледі. Каспий теңізінің су ортасына суды қабылдау және тазартылған ағынды суларды ағызу арқылы әсер ету күтіледі. Жаңартылатын энергия көздері және минералсыздандырылған судың көмегімен жаңа зауыт жасыл сутегін өндіріп, одан әрі жасыл аммиакқа айналады.

Fichtner GmbH & Co. KG компаниясы “Казэкопроект” ЖШС-не жобаның ықпал ету аймағындағы Каспий теңізінің теңіз ортасына, яғни қоршаған ортаға әсер ету ықтималдығы бар теңіз аймағына бастапқы зерттеуді жүргізу тапсырмасын жүктеді. Бұл зерттеу төрт маусымда (2023 жылғы күз және қыс; 2024 жылғы көктем және жаз) жүргізіліп, гидрофизикалық, гидрохимиялық, гидробиологиялық және ихтиологиялық зерттеулерді қамтыды.Аталған зерттеулер теңіз суының сапасын бағалап, су электролизі қондырғыларын салу және пайдалануға беру алдында, теңіз флорасы мен фаунасының бастапқы жағдайын анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу теңіз ортасының 20 бақылау бекетінде жүргізілді. Олардың ішінде 13 бекет болашақ су құбырлары бойында орналасқан; төрт бекет болашақ тазартылған өндірістік ағынды суды ықтимал ағызу нүктесінен 500 метр қашықтықта орналасқан (Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 14 шілдедегі №250 бұйрығы "Бірінші және екінші санаттағы объектілер үшін өндірістік экологиялық бақылау бағдарламасын әзірлеу қағидаларын бекіту туралы", 2-баптың 13-тармағы).

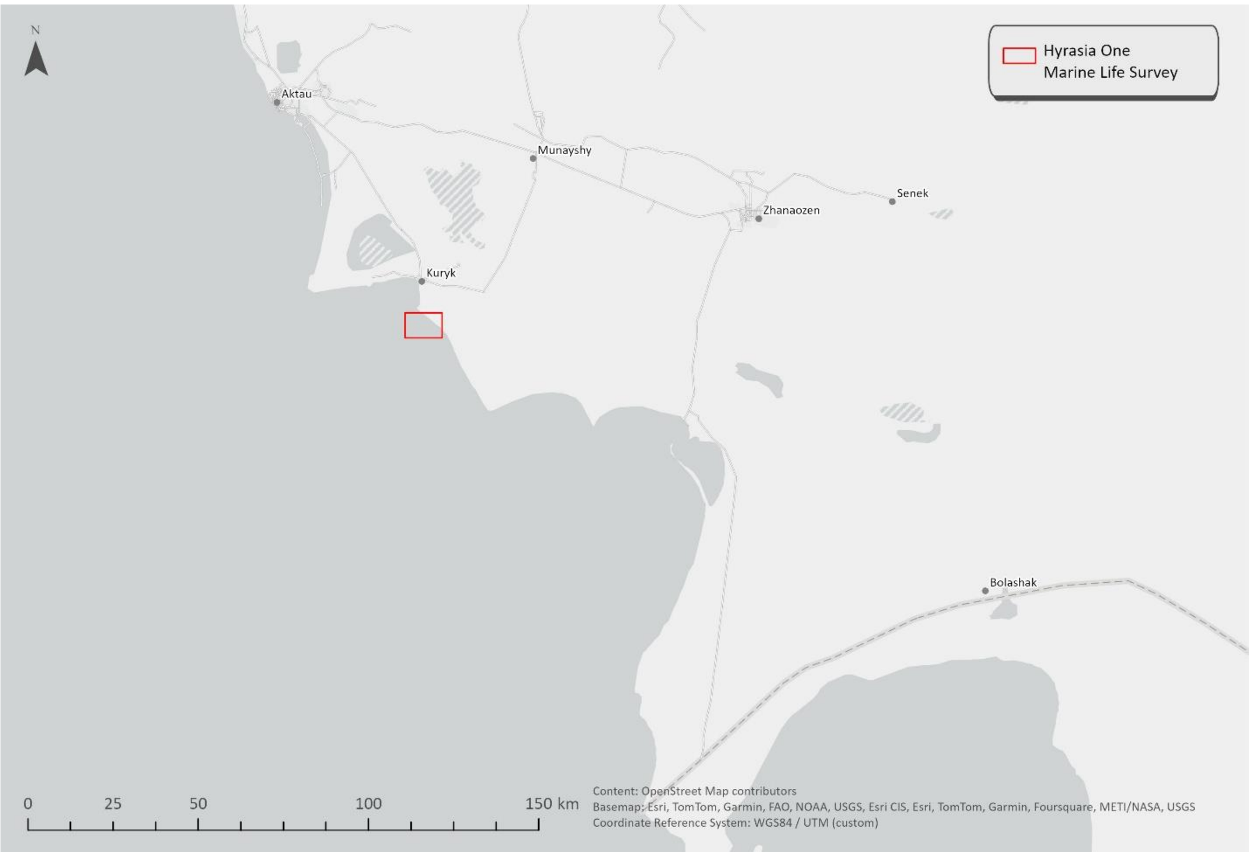
Қалған үш бақылау бекеті тазартылған өндірістік ағынды суды ықтимал ағызу нүктесінен алыста орналасқан және жоғарыда аталған қағидаларға сәйкес бастапқы (фондық) бекеттер ретінде таңдалды. Бақылау бекетінің орналасуы мен схемасы 1 және 2-суреттерде көрсетілген. Бекеттердің координаттары 1-кестеде берілген.

Гидрофизикалық зерттеудің негізгі мақсаты судың келесі параметрлерін өлшеу: температура, тұздылық, лайлылық (Horiba U-53 зонд көмегімен); тереңдік; теңіз ағыстарының бағыты мен жылдамдығы (RCM 9 W зонд көмегімен); су мөлдірлігі (Секки дискісімен).

Гидрохимиялық зерттеудің негізгі мақсаты — Niskin батометрінің көмегімен теңіз суынан сынама алып, құрамында биогенді заттардың (аммоний азоты, нитрат азоты, нитрит азоты, жалпы фосфор, жалпы азот) болуын анықтау, сондай-ақ көмірсутектер, органохлорлы пестицидтер және кейбір ауыр металдар сияқты ластаушы заттарды анықтау. Гидрохимиялық зерттеулерге таңдалған сынамалар “Казэкопроект” ЖШС талдау зертханасына жеткізілді.

Гидробиологиялық зерттеулер — Niskin батометрі арқылы фитопланктон сынамаларын, Жудай торымен зоопланктон сынамаларын, сондай-ақ Ван Вин түптік ұстағышымен зообентос және кездейсоқ су өсімдіктері өкілдерін жинауды қамтиды. Гидробионттардың болуы ихтиофаунаның коректік базасының жағдайын көрсетеді. Гидробиологиялық зерттеулерге алынған үлгілер *SED* ЖШС зертханасына жеткізілді. Талдаудың сапалық және сандық көрсеткіштері зертханалық зерттеу нәтижелері бойынша анықталды.

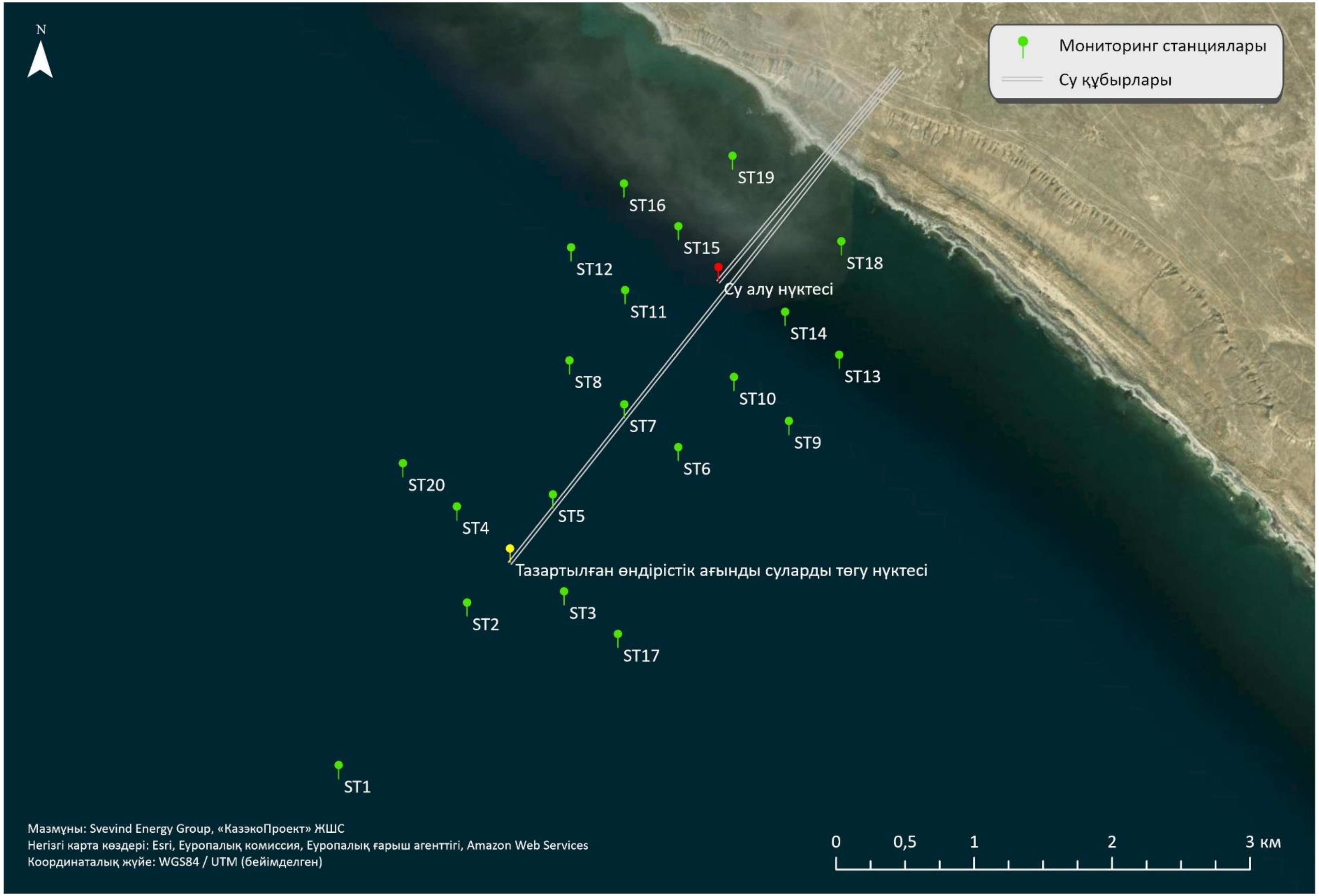
Ихтиологиялық үлгілер — балық популяциясының түрлік, жыныстық және жастық құрамын, салмақтық және өлшемдік сипаттамаларын, сондай-ақ бағалы коммерциялық немесе сирек кездесетін балық түрлерінің болуын анықтау үшін жиналды. Ихтиологиялық сынамалар түнгі уақытта тралмен аулау және ау құру арқылы жүргізілді. Балық аулау, ғылыми-зерттеу мақсатында, Қазақстан Республикасының уәкілетті органының берген рұқсаты негізінде жүргізілді (1-қосымшаны қараңыз).



1-сурет. Зерттеу жүргізілген аймақ

1-кесте. Гидрофизикалық, гидрохимиялық, гидробиологиялық және ихтиологиялық сынамаларды жинауға арналған бақылау бекеттері және олардың координаталары

Бекет	"Координаталар (градус, минут, секунд)"	
	Ендік (N)	Бойлық (E)
ST1 – бекет 1	43° 02' 10.413"	51° 39' 29.655"
ST2 – бекет 2	43° 02' 49.236"	51° 40' 09.622"
ST3 – бекет 3	43° 02' 52.368"	51° 40' 40.605"
ST4 – бекет 4	43° 03' 11.762"	51° 40' 05.702"
ST5 – бекет 5	43° 03' 15.074"	51° 40' 36.338"
ST6 – бекет 6	43° 03' 26.806"	51° 41' 16.161"
ST7 – бекет 7	43° 03' 36.591"	51° 40' 58.582"
ST8 – бекет 8	43° 03' 46.639"	51° 40' 40.713"
ST9 – бекет 9	43° 03' 33.529"	51° 41' 51.416"
ST10 – бекет 10	43° 03' 43.588"	51° 41' 33.515"
ST11 – бекет 11	43° 04' 03.422"	51° 40' 58.066"
ST12 – бекет 12	43° 04' 13.194"	51° 40' 40.452"
ST13 – бекет 13	43° 03' 49.324"	51° 42' 07.047"
ST14 – бекет 14	43° 03' 59.132"	51° 41' 49.452"
ST15 – бекет 15	43° 04' 18.697"	51° 41' 14.667"
ST16 – бекет 16	43° 04' 28.453"	51° 40' 56.933"
ST17 – бекет 17	43° 02' 42.633"	51° 40' 58.140"
ST18 – бекет 18	43° 04' 15.993"	51° 42' 06.951"
ST19 – бекет 19	43° 04' 35.531"	51° 41' 31.514"
ST20 – бекет 20	43° 03' 21.643"	51° 39' 48.102"



2-сурет. Бақылау бекеттерінің орналасу схемасы мен орналасқан жері

1. Теңіздің физикалық ортасы

1.1. Зерттеу аймағының гидрофизикалық және гидрометриялық параметрлері

Жүргізілген экологиялық зерттеулер бастапқы деректерді жинауға бағытталған, бұл деректер кейінгі мониторинг нәтижелерімен салыстырылады. Жалпы қабылданған тәжірибеге сәйкес, экологиялық деректер жыл сайын бір кезеңдердің мәліметтерімен салыстырыла отырып талданады. Сынамаларды жинау бекеттерінің орналасу схемасы 2-суретте көрсетілген.

Гидрофизикалық зерттеу келесі параметрлерді қамтыды:

- Тереңдік.
- Су мөлдірлігі.
- Параметрлер өлшенетін горизонттар.
- Горизонттардағы ағыс жылдамдығы (беткі, ортаңғы, түпкі қабаттар).
- Горизонттардағы ағыс бағыты (беткі, ортаңғы, түпкі қабаттар).
- Горизонттардағы су лайлылығы (беткі, ортаңғы, түпкі қабаттар).
- Горизонттардағы су температурасы (беткі, ортаңғы, түпкі қабаттар).
- Горизонттардағы су тұздылығы (беткі, ортаңғы, түпкі қабаттар).

Судың тереңдігі борттық жаңғырық зондының (эхолоттың) көмегімен өлшенді; судың мөлдірлігі Секки дискісімен (м) анықталды. Қалған физикалық және химиялық су параметрлері *Horiba* далалық зондымен және *Aanderaa SeaGuard RCM 9 LW*гидрологиялық зондымен өлшенді.

1.1.1 Бақылау бекеттеріндегі су тереңдігі

Маңғыстау облысында жүзеге асырылып жатқан Жоба аясында гидрофизикалық параметрлердің мониторингі Қазақстан Республикасының аймағында 20 бекетте жүргізілді. 2023 жылдың күзі кезінде ең үлкен тереңдік 3-бекетте тіркеліп, 22 метрді құрады. Ең аз тереңдік 19-бекетте 9,3 метр болды. 2023 жылдың қысында бақылау бекеттеріндегі су тереңдігі 18-бекеттегі 9 метрден 3-бекеттегі 22 метрге дейін өзгерді (1.1.1-1-кесте). Күзгі және қысқы маусымдарда бекеттер арасындағы су тереңдігінің ауытқуы шамалы болды (0,3 метрге дейін).

2024 жылдың көктемінде ең үлкен тереңдік 1-бекетте тіркеліп, 22,7 метрді құрады; ең аз тереңдік — 18-бекетте 18 метр болды. 2024 жылдың жазында су тереңдігі 8 метрден (18-бекет) 21,5 метрге дейін (1-бекет) өзгерді. Көктемгі және жазғы зерттеу маусымдарында су тереңдігінің ауытқуы 1,7 метрге дейін жетті.

2023 жылдың күз-қыс және 2024 жылдың көктем-жаз кезеңдерінде гидрофизикалық және гидрохимиялық параметрлер әрбір бекетте ұсынылған су қабылдау және су ағызу құбырларының орналасу орындарында үш горизонтта өлшенді:

- беткі горизонт — 3 метр;
- ортаңғы горизонт — 5-тен 10 метрге дейін;
- түпкі горизонт — 8-ден 20 метрге дейін.

1.1.1-1-кесте. Зерттеу кезеңіндегі сынама алу тереңдігі (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы)

№	Бекет	Бекеттегі жалпы тереңдік, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз
1	Бекет 1	22.0	22.0	22.7	21.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10,5
						Түбі	20.0	20.0	20.0	21.0
2	Бекет 2	21.0	21.0	22.5	20.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0
						Түбі	20.0	20.0	20.0	20.0
3	Бекет 3	22.0	22.0	20.8	20.1	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0

№	Бекет	Бекеттегі жалпы тереңдік, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз
						Түбі	20.0	20.0	20.0	19.5
4	Бекет 4	20.5	20.5	20.4	20.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	9.5
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0
5	Бекет 5	20.0	20.0	19.9	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	10.0
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0
6	Бекет 6	18.4	18.4	19.1	18.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0
7	Бекет 7	18.7	18.7	19.0	18.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0
8	Бекет 8	19.6	19.6	19.1	19.6	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.5
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0
9	Бекет 9	17.4	17.4	18.3	17.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5
						Түбі	15.0	15.0	15.0	17.0
10	Бекет 10	18.5	18.5	18.6	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	9.0
						Түбі	14.0	14.0	14.0	18.0
11	Бекет 11	18.6	18.6	18.0	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.5
						Түбі	17.0	17.0	17.0	17.0
12	Бекет 12	17.3	17.3	17.3	17.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.0
						Түбі	17.0	17.0	17.0	16.0
13	Бекет 13	15.8	15.8	16.0	15.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	7.5
						Түбі	14.0	14.0	14.0	15.0
14	Бекет 14	16.7	16.7	16.6	16.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0
						Түбі	15.0	15.0	15.0	15.5
15	Бекет 15	16.8	16.8	17.0	16.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0
						Түбі	15.0	15.0	15.0	16.0
16	Бекет 16	16.9	16.8	17.0	16.7	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0
						Түбі	15.0	15.0	15.0	16.0
17	С Бекет 17	20.3	20.3	21.3	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0
18	Бекет 18	9.3	9.0	8.0	8.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	5.0	5.0	5.0	5.0
						Түбі	8.0	8.0	8.0	7.5
19	Бекет 19	9.3	10.0	10.0	9.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	5.0	5.0	5.0	5.0
						Түбі	8.0	8.0	8.0	8.5
20	Бекет 20	19.5	19.5	20.2	19.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5
						Түбі	15.0	15.0	15.0	19.0

	Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз S	Күз M	Күз B	Қыс S	Қыс M	Қыс B	Көктем S	Көктем M	Көктем B	Жаз S	Жаз M	Жаз B
Ең көп	9.3	9.0	8.0	8.0		3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	7.5
Ең аз	22.0	22.0	22.7	21.5		3.0	10.0	20.0	3.0	10.0	20.0	3.0	10.0	20.0	3.0	10.5	21.0

Ескерту:
S – беткі қабат
M – ортаңғы қабат
B – түпкі қабат

1.1.2 Зерттелген аймақтың түпкі шөгінділерінің сипаттамасы

Орта Каспий теңізіндегі түпкі шөгінділері негізінен фрагменттік және карбонатты материалдардан тұрады, олардың шығу тегі биогендік те, химиялық та сипатқа ие. Каспий теңізінің гидрохимиялық режимі судың карбонаттармен шамадан тыс қанығуымен және карбонаттардың химиялық тұнбаға түсуіне қолайлы жағдай туғызатын жоғары сілтілі қорлармен сипатталады.

Орта Каспий теңізінде шөгінділердің түрлері таяз жағалау аймақтарынан терең сулы аймақтарға қарай біртіндеп өзгереді. Жағалау аймағында түп негізі құммен жабылған, оның құрамында қабыршақтар, жұмыр тастар және қиыршық тастар кездеседі. Орта Каспийдің шығыс беткейінде өзен ағыстарының болмауына байланысты шөгінділер негізінен биогендік текті карбонаттардан түзілген. Орта Каспий орталық ойпатының түбі субкальцийлі сазды лаймен жабылған, оны қоршап тұрған қабаттар субкальцийлі саз және сазды лай, ал беткей мен қайраңда субкальцийлі ұсақ шөгінділерге ауысады.

Зерттелген аймақтағы сынамаларда негізінен қабыршақтардың сынықтарымен араласқан сұр құм байқалды. Сонымен қатар, 9, 17 және 19-бекеттерде түбінің тасты екені анықталды, мұнда сынама алу кезінде ірі жартас сынықтары табылды.

9 және 17-бақылау бекеттері жоспарланған құбыр жолының оңтүстік бөлігінде орналасқан, ал 19-бекет солтүстік жағында жағалаудан 500 метр қашықтықта орналасқан. Сондай-ақ, 19 және 15-бекеттер маңындағы солтүстік бөлікте орналасқан 16-бақылау бекеті сынамаларда қабыршақ сынықтары араласқан сұр құм арасында күкіртсутек иісі шығаратын лай анықталды.

Орта мерзімді кезеңде (25–30 жыл) теңіз түбіне және орта қабаттарына тазартылған өндірістік ағынды судың үздіксіз ағызылуы салдарынан шөгінділер құрамында елеулі жергілікті өзгерістер орын алуы мүмкін. Бұл өзгерістер тұздардың тұнуы нәтижесінде туындайды және теңіздің гидробиологиясына айтарлықтай немесе орташа деңгейде әсер етуі мүмкін.

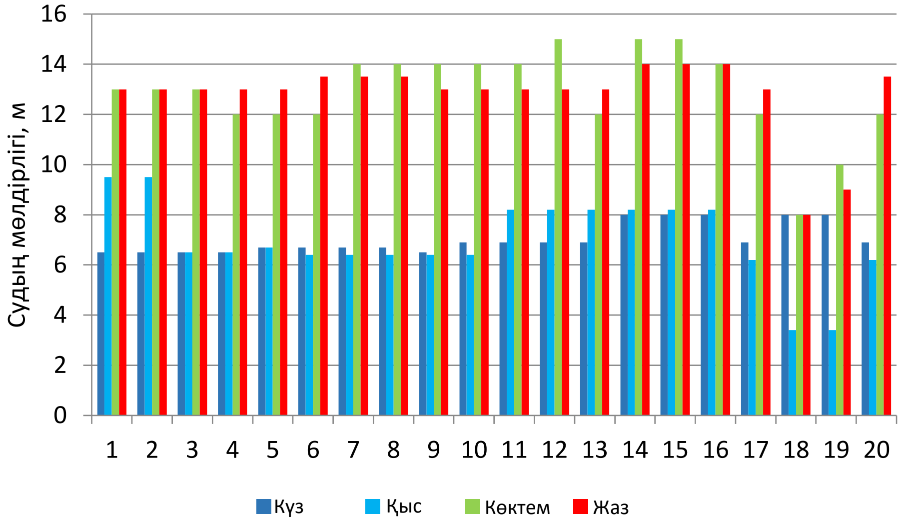
Тазартылған өндірістік ағынды судың түбік шөгінділерінің құрамына және одан әрі теңіз гидробиологиясына ықпалын бағалау үшін құрылысқа дейінгі кезеңде тазартылған өндірістік ағынды судың шөгінді моделін жасау қажет. Бұл модельдеу ағынды судың гидрофизикалық және гидрохимиялық параметрлерін және ықпал етуі мүмкін аймақтарды ескеруі тиіс.

1.1.3 Судың мөлдірлігі

Теңіз суының мөлдірлігі оның түсі мен лайлылығына байланысты, ал олар өз кезегінде әртүрлі органикалық және минералды бояулы заттардың болуымен анықталады. Лайлы суда тереңдік артқан сайын жарық қарқындылығы азайып, күн сәулесінің көп бөлігі су бетіне жақын жерлерде сіңіріледі.
Бұл беткі судың жылынуына әкеліп, ауадан суға оттегінің өтуін тежейді, судың тығыздығын азайтады және қабаттанудың тұрақтануына себеп болады. Сонымен қатар, жарықтың енуінің төмендеуі фотосинтез тиімділігін және судың биологиялық өнімділігін азайтады.

Судың мөлдірлігін бақылау — су ортасын қорғау бағдарламаларының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, өйткені ластаушы заттар мен эвтрофты су қоймаларында әдетте ірі қоспалардың және лайлылықтың артуы байқалады.

Мониторинг барысында зерттеу аймағындағы су мөлдірлігі күзде — 6,5 м-ден 8,0 м-ге дейін; қыста — 3,4 м-ден 9,5 м-ге дейін; көктемде — 8,0 м-ден 15,0 м-ге дейін; жазда — 8,0 м-ден 14,0 м-ге дейін болды.(1.1.3.1-сурет).



1.1.3.1-сурет. Жыл мезгілдері бойынша зерттелген аймақтағы судың мөлдірлігі

Күзгі гидрометриялық зерттеу нәтижелерін талдау барысында судың мөлдірлігінің тереңдікке немесе жағалаудан қашықтыққа тәуелділігі анықталған жоқ. Мәселен, ең жоғары мөлдірлік (8,0 м) ең таяз сулы жағалау бекеттерінде (18 және 19-бекеттер) тіркелді, мұнда су тереңдігі 9,3 метр болды (1.1.3-1-кесте).

Ең төмен мөлдірлік (6,5 м) жағалаудан ең алыс орналасқан бекеттерде (1–4 бекеттер) тіркелді, бұл жерлерде су тереңдігі 20,5–22,0 метр аралығында болды.

Қысқы кезеңде мөлдірліктің өзгеруі күзгі кезеңмен салыстырғанда артты — 3,4-тен 9,5 метрге дейінгі аралықта өзгерді. Ең жоғары мөлдірлік (9,5 м) терең сулы 1 және 2-бекеттерде байқалды, мұнда су тереңдігі 21,0–22,0 метр болды. Ең төмен мөлдірлік (3,4 м) 18-бекетте тіркелді, оның тереңдігі 9,0 метрді құрады.

Көктемгі және жазғы зерттеу кезеңдерінде мөлдірліктің таралу сипаты бүкіл зерттеу аймағында біркелкі болды. Ең төмен мөлдірлік 18-бекетте тіркелді және 8,0 метрді құрады, бұл жергілікті судың таяз тереңдігіне сәйкес келеді. Секки дискісі түбіне жақын тереңдікте — 8,0 метрде байқалды.

Ең жоғары мөлдірлік 14,0–15,0 метр аралығында болып, зерттеу аймағының солтүстік (12 және 15-бекеттер) және солтүстік-шығыс бөлігінде (12-бекет) тіркелді, мұнда су тереңдігі 16,6–17,3 метр аралығында болды.

1.1.3-1-кесте. Зерттеу кезеңіндегі судың мөлдірлігі (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы)

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Судың мөлдірлігі, м			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
1	Бекет 1	22.0	22.0	22.7	21.5	6.5	9.5	13.0	13.0
2	Бекет 2	21.0	21.0	22.5	20.8	6.5	9.5	13.0	13.0
3	Бекет 3	22.0	22.0	20.8	20.1	6.5	6.5	13.0	13.0
4	Бекет 4	20.5	20.5	20.4	20.0	6.5	6.5	12.0	13.0
5	Бекет 5	20.0	20.0	19.9	21.0	6.7	6.7	12.0	13.0
6	Бекет 6	18.4	18.4	19.1	18.5	6.7	6.4	12.0	13.5
7	Бекет 7	18.7	18.7	19.0	18.8	6.7	6.4	14.0	13.5
8	Бекет 8	19.6	19.6	19.1	19.6	6.7	6.4	14.0	13.5
9	Бекет 9	17.4	17.4	18.3	17.3	6.5	6.4	14.0	13.0
10	Бекет 10	18.5	18.5	18.6	18.4	6.9	6.4	14.0	13.0
11	Бекет 11	18.6	18.6	18.0	18.4	6.9	8.2	14.0	13.0
12	Бекет 12	17.3	17.3	17.3	17.0	6.9	8.2	15.0	13.0
13	Бекет 13	15.8	15.8	16.0	15.3	6.9	8.2	12.0	13.0
14	Бекет 14	16.7	16.7	16.6	16.3	8.0	8.2	15.0	14.0
15	Бекет 15	16.8	16.8	17.0	16.8	8.0	8.2	15.0	14.0
16	Бекет 16	16.9	16.8	17.0	16.7	8.0	8.2	14.0	14.0

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Судың мөлдірлігі, м			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
17	Бекет 17	20.3	20.3	21.3	21	6.9	6.2	12.0	13.0
18	Бекет 18	9.3	9.0	8.0	8.0	8.0	3.4	8.0	8.0
19	Бекет 19	9.3	10.0	10.0	9.0	8.0	3.4	10.0	9.0
20	Бекет 20	19.5	19.5	20.2	19.8	6.9	6.2	12.0	13.5
Ең көп						6.5	3.4	8.0	8.0
Ең аз						8.0	9.5	15.0	14.0

Алынған нәтижелерді қорытындылай келе, зерттелген аймақта судың ең төмен мөлдірлігі күзгі және қысқы кезеңдерде байқалғанын айтуға болады. Бұл кезеңдерде желдің әсері артып, су массаларының қарқынды ауысуы орын алады. Көктем мен жаз мезгілдерінде қалқыма заттар теңіз түбіне шөгіп, судың мөлдірлік деңгейі артады.

Тазартылған өндірістік ағынды суды теңіздің түпкі қабаттарына ағызу зерттелген аймақта судың мөлдірлігіне айтарлықтай өзгерістер әкелмейді деп күтілуде. Алайда, орта мерзімді кезеңде (25–30 жыл) тазартылған өндірістік ағынды суды үздіксіз түрде орта және беткі қабаттарға ағызу су мөлдірлігінде айтарлықтай өзгерістер туындатуы мүмкін, әсіресе ықпал ету аймағында.

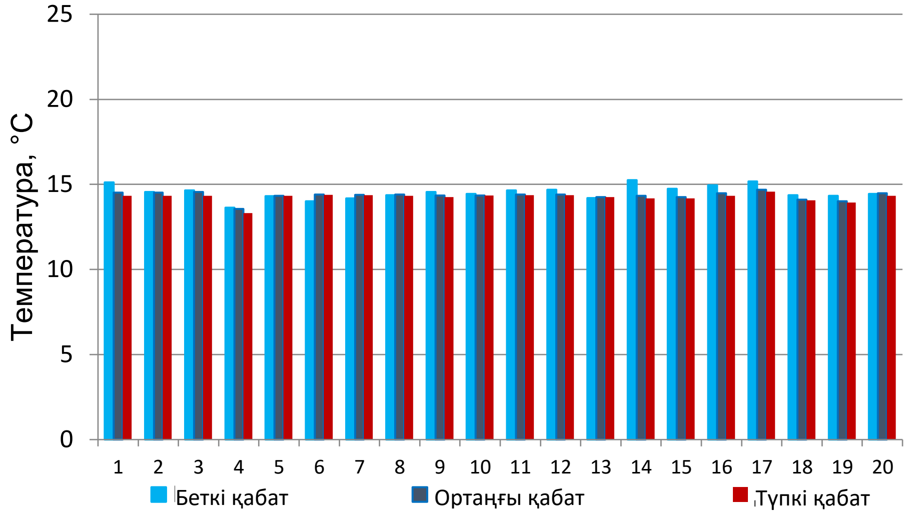
Сондықтан, судың мөлдірлігіне орта мерзімді әсерді барынша азайту немесе болдырмау үшін құрылысқа дейінгі кезеңде тиісті алдын алу шаралары әзірленуі және жүзеге асырылуы қажет. Бұл шаралар ҚОӘБ/ҚОББ кезеңінде егжей-тегжейлі қарастырылуы тиіс.

1.1.4 Судың температурасы

Судың температурасы — су қоймасының маңызды гидрофизикалық параметрі, ол бірқатар физикалық, химиялық, биохимиялық және биологиялық процестерге әсер етеді. Судың температурасы оттегі режиміне және судың өзін-өзі тазарту процестерінің қарқындылығына айтарлықтай ықпал етеді. Сонымен қатар, судағы оттегімен қанығу деңгейін есептеу үшін де су температурасының мәндері маңызды.Зерттелген аймақтың температуралық режимі оның географиялық орналасуымен, су тереңдігімен, атмосферамен жылу алмасуымен, конвекция процестерімен және Орта Каспий мен Оңтүстік Каспий теңіз сулары арасындағы ішкі жылу алмасуымен анықталады. Күзгі кезеңде су температурасы мониторинг жүргізілген күндердегі ауа райы жағдайларына байланысты өзгеріп отырды.
Су температурасы мынадай шектерде тіркелді: беткі горизонтта — 13,63 °С-тан 15,25 °С-қа дейін; ортаңғы горизонтта — 13,56 °С-тан 14,69 °С-қа дейін; түпкі горизонтта — 13,32 °С-тан 14,58 °С-қа дейін (1.1.4.1-сурет).

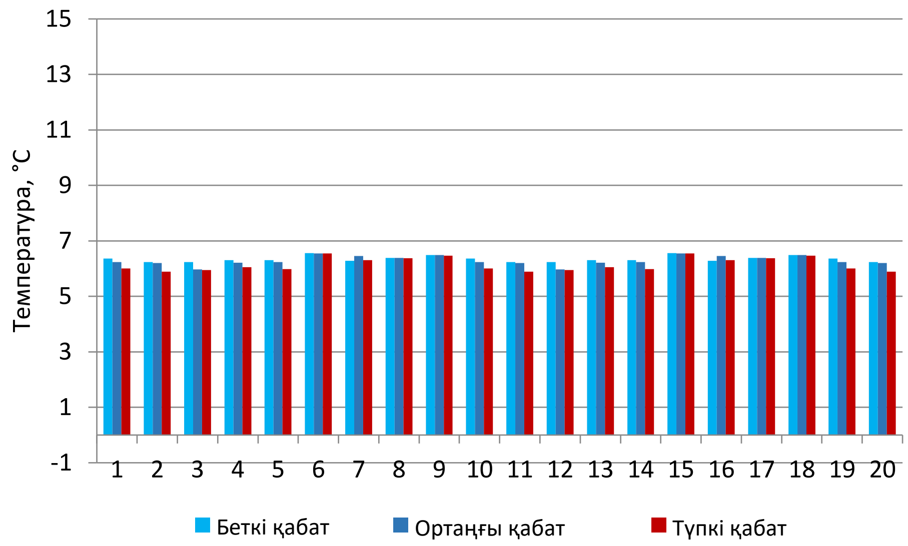
Күзгі кезеңде су температурасы мониторинг жүргізілген күндердегі ауа райы жағдайларына байланысты өзгерді. Судың температурасы мынадай диапазонда тіркелді:

беткі горизонтта — 13,63 °С-тан 15,25 °С-қа дейін; ортаңғы горизонтта — 13,56 °С-тан 14,69 °С-қа дейін; түпкі горизонтта — 13,32 °С-тан 14,58 °С-қа дейін (1.1.4.1-сурет).



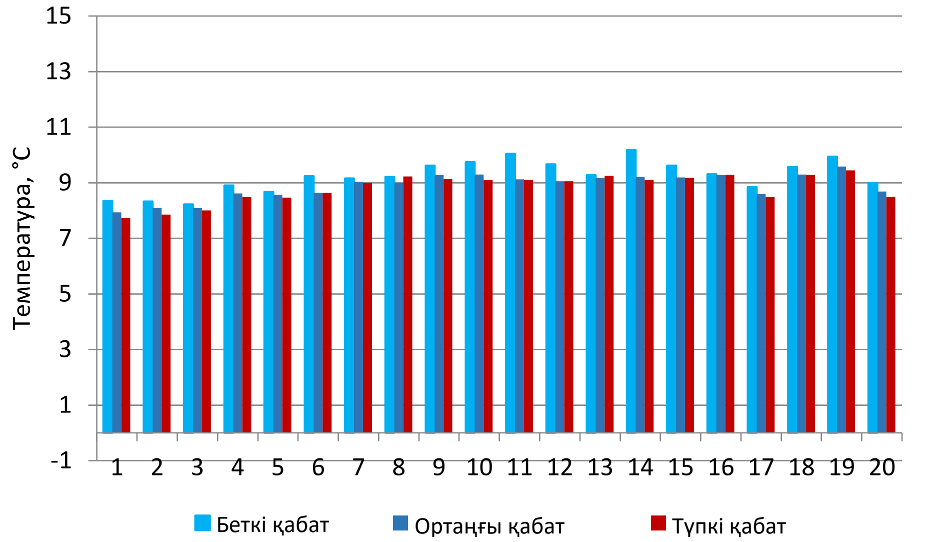
1.1.4.1-сурет. 2023 жылдың күзі кезеңінде зерттелген бекеттердегі су температурасы

Қыс мезгілінде судың температурасы келесі диапазонда өзгерді: беткі горизонтта — 6,23 °С-тан 6,56 °С-қа дейін; ортаңғы горизонтта — 5,97 °С-тан 6,55 °С-қа дейін; түпкі горизонтта — 5,89 °С-тан 6,55 °С-қа дейін (1.1.4.2-сурет, 1.1.4-1-кесте).



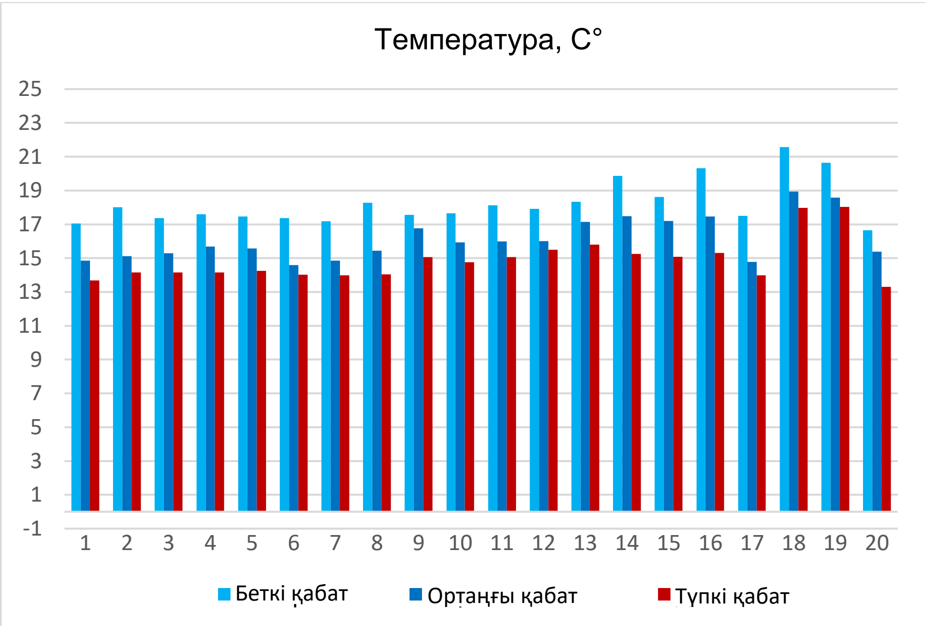
1.1.4.2-сурет. 2023 жылдың қыс кезеңінде зерттелген бекеттердегі су температурасы

Көктем мезгілінде судың температурасы келесі диапазонда өзгерді: беткі горизонтта — 8,22 °C-тан 10,18 °C-қа дейін; ортаңғы горизонтта — 7,93 °C-тан 9,58 °C-қа дейін; түпкі горизонтта — 7,74 °C-тан 9,45 °C-қа дейін (1.1.4.3-сурет).



1.1.4.3-сурет. 2024 жылдың көктемінде зерттелген бекеттердегі су температурасы

Жаз мезгілінде судың температурасы келесі диапазонда өзгерді: беткі горизонтта — 17,06 °C пен 21,58 °C аралығында; ортаңғы горизонтта — 14,59 °C пен 18,93 °C аралығында; түпкі горизонтта — 13,31 °C пен 18,02 °C аралығында (1.1.4.4-сурет).



1.1.4.4-сурет. 2024 жылдың жазы кезеңінде зерттелген бекеттердегі су температурасы

Жалпы алғанда, зерттелген аймақтағы су температурасы Орта Каспий теңізінің шығыс бөлігіндегі су температуралық режимінің ұзақ мерзімді маусымдық динамикасына сәйкес келді. Күзгі және қысқы кезеңдерде беткі және түпкі қабаттарда тіркелген температура мәндерінің арасындағы айқын айырмашылықтың болмауы осы маусымдарға тән табиғи құбылыстармен түсіндіріледі. Бұл құбылысқа сәйкес, күз мезгілінде ауа температурасының төмендеуі нәтижесінде теңіздің беткі қабаты суып, термоклин қабатының шекарасы анық байқалмайды[1]. Көктемде барлық су қабаттары біркелкі жылынғандықтан, температура мәндерінің біркелкі таралуы қалыптасты. Жаз мезгілінде белсенді су айналымының әсерінен түпкі және терең сулы қабаттар да біркелкі жылынды. Зерттелген аймақтағы ең үлкен су тереңдігі 22,7 метрді құрады, ал су қабаттарының арасындағы температура айырмашылығы 3,6°C-тан аспады. Сол себепті зерттелген аймақта термоклин қабаты қалыптаспаған. 2023 жылдың күзі мен 2024 жылдың жазы аралығындағы зерттеу кезеңіне қатысты су температурасының мониторинг нәтижелері төмендегі 1.1.4-1-кестеде көрсетілген.

[1] Орта Каспий теңізінің шығыс бөлігінде термоклин әдетте 20–40 метр тереңдікте қалыптасады және су температурасында 10 °C немесе одан да жоғары күрт ауытқу байқалады.
Ал біздің зерттеуімізде ең үлкен су тереңдігі 22,7 метрді құрады және су қабаттарының арасындағы температура айырмашылығы ең көп дегенде 3,6 °C болды.

1.1.4-1-кесте. Зерттеу кезеңіндегі су температурасы (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы)

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м				Температура, °C			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
1	Бекет 1	22.0	22.0	22.7	21.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	15.12	6.36	8.35	17.06
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.5	14.52	6.24	7.93	14.85
						Түбі	20.0	20.0	20.0	21.0	14.32	6.01	7.74	13.68
2	Бекет 2	21.0	21.0	22.5	20.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.55	6.24	8.33	18.01
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	14.52	6.20	8.10	15.12
						Түбі	20.0	20.0	20.0	20.0	14.32	5.89	7.85	14.15
3	Бекет 3	22.0	22.0	20.8	20.1	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.64	6.23	8.22	17.38
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	14.56	5.97	8.09	15.29
						Түбі	20.0	20.0	20.0	19.5	14.32	5.95	8.00	14.15
4	Бекет 4	20.5	20.5	20.4	20.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	13.63	6.31	8.90	17.60
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	9.5	13.56	6.21	8.62	15.68
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	13.32	6.05	8.49	14.16
5	Бекет 5	20.0	20.0	19.9	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.31	6.30	8.67	17.47
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	10.0	14.32	6.24	8.57	15.57
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0	14.32	5.98	8.46	14.25
6	Бекет 6	18.4	18.4	19.1	18.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.00	6.56	9.24	17.38
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	14.40	6.55	8.64	14.59
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	14.39	6.55	8.64	14.03
7	Бекет 7	18.7	18.7	19.0	18.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.17	6.28	9.16	17.18
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	14.38	6.45	9.03	14.85
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	14.36	6.31	9.00	13.99
8	Бекет 8	19.6	19.6	19.1	19.6	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.37	6.39	9.22	18.27
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.5	14.40	6.39	8.98	15.44
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	14.33	6.37	9.23	14.04
9	Бекет 9	17.4	17.4	18.3	17.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.55	6.49	9.62	17.57
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5	14.34	6.49	9.28	16.76
						Түбі	15.0	15.0	15.0	17.0	14.26	6.47	9.14	15.06
10	Бекет 10	18.5	18.5	18.6	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.44	6.36	9.75	17.65
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	9.0	14.35	6.24	9.29	15.93
						Түбі	14.0	14.0	14.0	18.0	14.34	6.01	9.10	14.76
11	Бекет 11	18.6	18.6	18.0	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.64	6.24	10.05	18.14
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.5	14.40	6.20	9.12	15.98
						Түбі	17.0	17.0	17.0	17.0	14.36	5.89	9.10	15.05
12	Бекет 12	17.3	17.3	17.3	17.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.69	6.23	9.67	17.91
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.0	14.40	5.97	9.05	16.01
						Түбі	17.0	17.0	17.0	16.0	14.37	5.95	9.05	15.49
13	Бекет 13	15.8	15.8	16	15.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	14.20	6.31	9.27	18.34
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	7.5	14.25	6.21	9.18	17.15
						Түбі	14.0	14.0	14.0	15.0	14.25	6.05	9.25	15.80
14	Бекет 14	16.7	16.7	16.6	16.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0.	15.25	6.30	10.18	19.87
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0	14.32	6.24	9.22	17.49

<table>
<tr><th rowspan="2">№</th><th rowspan="2">Бекет</th><th colspan="4">Судың жалпы тереңдігі, м</th><th rowspan="2">Горизонт</th><th colspan="12">Сынама алу тереңдігі, м</th><th colspan="12">Температура, °C</th></tr>
<tr><th>Күз</th><th>Қыс</th><th>Көктем</th><th>Жаз</th><th colspan="3">Күз</th><th colspan="3">Қыс</th><th colspan="3">Көктем</th><th colspan="3">Жаз</th><th colspan="3">Күз</th><th colspan="3">Қыс</th><th colspan="3">Көктем</th><th colspan="3">Жаз</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.5</td><td colspan="3">14.18</td><td colspan="3">5.98</td><td colspan="3">9.10</td><td colspan="3">15.25</td></tr>
<tr><td rowspan="3">15</td><td rowspan="3">Бекет 15</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">17.0</td><td rowspan="3">16.8</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">14.74</td><td colspan="3">6.56</td><td colspan="3">9.62</td><td colspan="3">18.61</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">14.25</td><td colspan="3">6.55</td><td colspan="3">9.19</td><td colspan="3">17.20</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">16.0</td><td colspan="3">14.18</td><td colspan="3">6.55</td><td colspan="3">9.18</td><td colspan="3">15.08</td></tr>
<tr><td rowspan="3">16</td><td rowspan="3">Бекет 16</td><td rowspan="3">16.9</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">17.0</td><td rowspan="3">16.7</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">14.95</td><td colspan="3">6.28</td><td colspan="3">9.31</td><td colspan="3">20.33</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">14.47</td><td colspan="3">6.45</td><td colspan="3">9.27</td><td colspan="3">17.46</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">16.0</td><td colspan="3">14.33</td><td colspan="3">6.31</td><td colspan="3">9.28</td><td colspan="3">15.32</td></tr>
<tr><td rowspan="3">17</td><td rowspan="3">Бекет 17</td><td rowspan="3">20.3</td><td rowspan="3">20.3</td><td rowspan="3">21.3</td><td rowspan="3">21.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">15.18</td><td colspan="3">6.39</td><td colspan="3">8.85</td><td colspan="3">17.49</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">14.69</td><td colspan="3">6.39</td><td colspan="3">8.60</td><td colspan="3">14.78</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">20.0</td><td colspan="3">14.58</td><td colspan="3">6.37</td><td colspan="3">8.49</td><td colspan="3">13.98</td></tr>
<tr><td rowspan="3">18</td><td rowspan="3">Бекет 18</td><td rowspan="3">9.3</td><td rowspan="3">9.0</td><td rowspan="3">8.0</td><td rowspan="3">8.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">14.37</td><td colspan="3">6.49</td><td colspan="3">9.57</td><td colspan="3">21.58</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">14.10</td><td colspan="3">6.49</td><td colspan="3">9.30</td><td colspan="3">18.93</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">7.5</td><td colspan="3">14.07</td><td colspan="3">6.47</td><td colspan="3">9.28</td><td colspan="3">17.97</td></tr>
<tr><td rowspan="3">19</td><td rowspan="3">Бекет 19</td><td rowspan="3">9.3</td><td rowspan="3">10.0</td><td rowspan="3">10.0</td><td rowspan="3">9.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">14.33</td><td colspan="3">6.36</td><td colspan="3">9.94</td><td colspan="3">20.65</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">14.01</td><td colspan="3">6.24</td><td colspan="3">9.58</td><td colspan="3">18.58</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.5</td><td colspan="3">13.93</td><td colspan="3">6.01</td><td colspan="3">9.45</td><td colspan="3">18.02</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20</td><td rowspan="3">Бекет 20</td><td rowspan="3">19.5</td><td rowspan="3">19.5</td><td rowspan="3">20.2</td><td rowspan="3">19.8</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">14.45</td><td colspan="3">6.24</td><td colspan="3">9.00</td><td colspan="3">16.65</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.5</td><td colspan="3">14.47</td><td colspan="3">6.20</td><td colspan="3">8.69</td><td colspan="3">15.39</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">19.0</td><td colspan="3">14.33</td><td colspan="3">5.89</td><td colspan="3">8.49</td><td colspan="3">13.31</td></tr>
<tr><td colspan="7"></td><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th></tr>
<tr><td colspan="2">Ең көп</td><td>9.3</td><td>9.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td></td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>7.5</td><td>13.63</td><td>13.56</td><td>13.32</td><td>6.23</td><td>5.97</td><td>5.89</td><td>8.22</td><td>7.93</td><td>7.74</td><td>18.34</td><td>14.59</td><td>13.31</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ең аз</td><td>22.0</td><td>22.0</td><td>22.7</td><td>21.5</td><td></td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.5</td><td>21.0</td><td>15.25</td><td>14.69</td><td>14.58</td><td>6.56</td><td>6.55</td><td>6.55</td><td>10.18</td><td>9.58</td><td>9.45</td><td>21.58</td><td>18.93</td><td>18.02</td></tr>
</table>

Ескерту:
S – беткі қабат
M – ортаңғы қабат
B – түпкі қабат

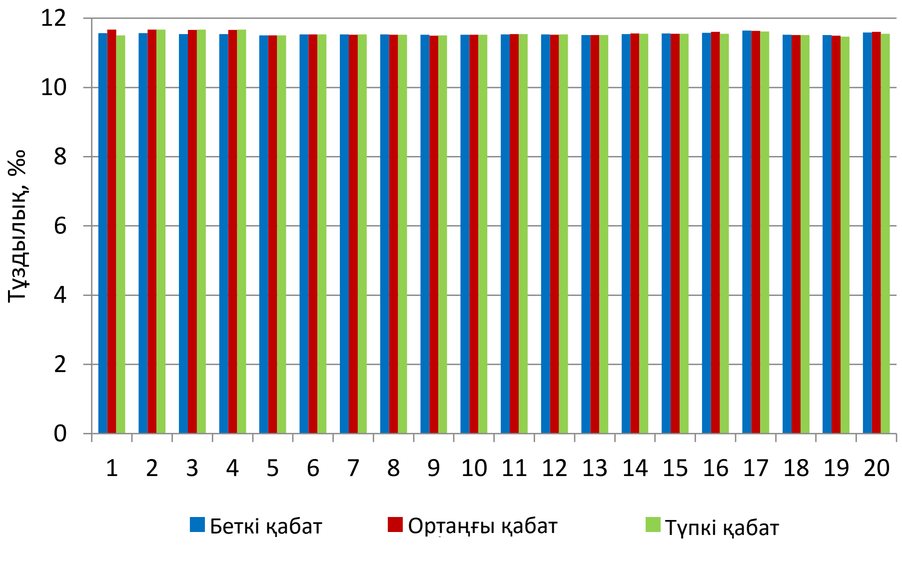
Жалпы алғанда, зерттелген аймақтағы су температурасының режимі Жоба үшін қолайлы деп сипатталады. Қысқы кезеңде су бетінің температурасы 5,0 °C-тан төмен болған жоқ. Сондықтан мұз қабатының түзілуі немесе судың беткі қабатының қатып қалу жағдайлары туындамайды және өндірістік нысанның жұмыс істеуіне кедергі жасамайды.

Тазартылған өндірістік ағынды суды ағызу нүктесінде температура ағызылатын судың температурасына қарай айтарлықтай (3°C және одан да жоғары) көтерілуі мүмкін.Алайда, су массаларының тұрақты қозғалысы мен араласуының арқасында бұл әсер уақытша сипатта болып, маңызды деңгейден орташа немесе төмен деңгейге дейін азаяды. Сондай-ақ, бұл өзгерістер термоклин қабатына әсер етпейді (жоғарыдағы 1-ескертпені қараңыз).

Тазартылған өндірістік ағынды суды ағызудың гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық параметрлерге ықтимал әсерін бағалау үшін құрылысқа дейінгі кезеңде су температурасының динамикасын модельдеу қажет. Дегенмен, алдын ала техникалық-экономикалық негіздеме (pre-FEED) кезеңінде жүргізілген DREAM модельдеуі су температурасына айтарлықтай немесе төмен әсер болатынын көрсеткенімен, әрі қарай да қосымша модельдеу жұмыстарын жүргізу ұсынылады.

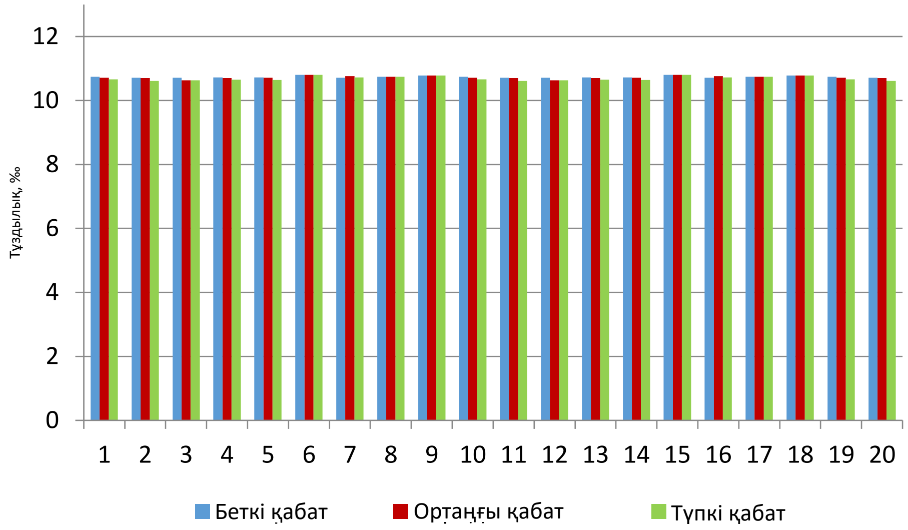
1.1.5 Тұздылық

Тұздылық – су организмдерінің әртүрлі экологиялық топтарының, соның ішінде генеративті тұщы су тектес балықтардың қалыптасуы мен таралуын анықтайтын маңызды физико-химиялық көрсеткіштердің бірі, олардың құрамына ең құнды кәсіптік балық түрлері кіреді.Күзгі кезеңде тұздылық келесі диапазонда өзгерді: беткі қабатта — 11,5 – 11,64 ‰ (ппм) аралығында; ортаңғы қабатта — 11,49 – 11,67 ‰ аралығында; түпкі қабатта — 11,47 – 11,67 ‰ аралығында (1.1.5.1-сурет).



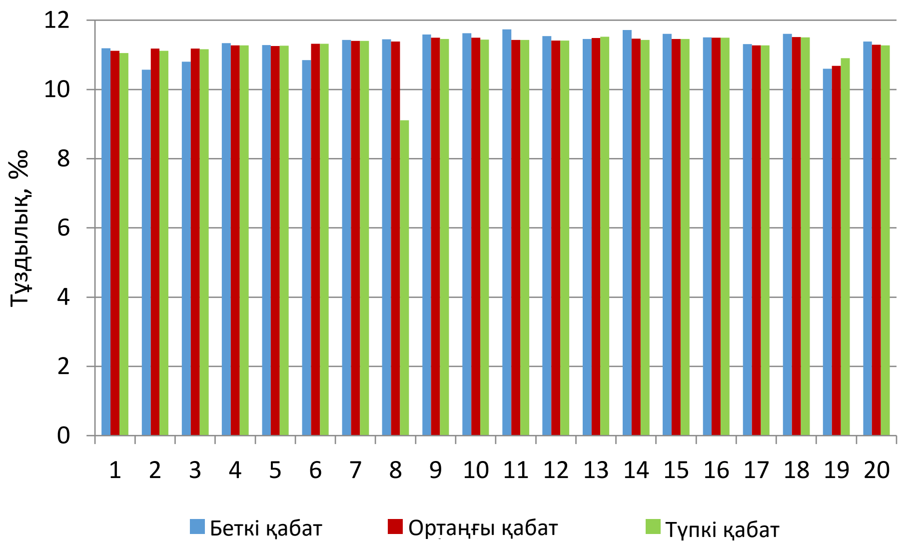
1.1.5.1-сурет. 2023 жылдың күзі кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың тұздылығы

Қыс мезгілінде тұздылық келесі диапазонда өзгерді: беткі қабатта — 10,71 – 10,8 ‰ (ппм) аралығында; ортаңғы қабатта — 10,63 – 10,8 ‰ аралығында; түпкі қабатта — 10,61 – 10,8 ‰ аралығында (1.1.5.2-сурет).



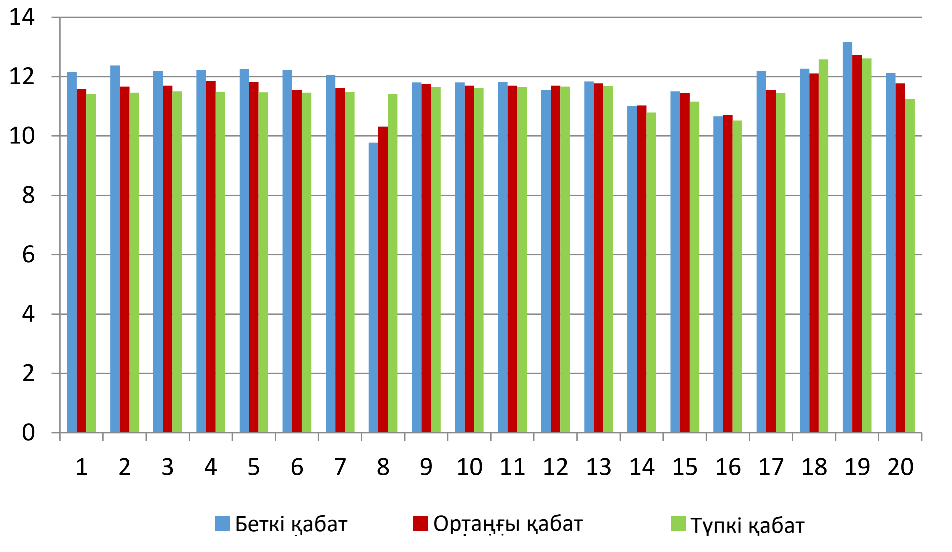
1.1.5.2-сурет. 2023 жылдың қысы кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың тұздылығы

Көктем мезгілінде тұздылық келесі диапазонда өзгерді: беткі қабатта — 10,57 – 11,73 ‰ (ппм) аралығында; ортаңғы қабатта — 10,68 – 11,51 ‰ аралығында; түпкі қабатта — 9,11 – 11,52 ‰ аралығында (1.1.5.3-сурет).



1.1.5.3-сурет. 2024 жылдың көктемі кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың тұздылығы

Жаз мезгілінде тұздылық келесі диапазонда өзгерді: беткі қабатта — 9,78 – 13,18 ‰ (ппм) аралығында; ортаңғы қабатта — 10,32 – 12,73 ‰ аралығында; түпкі қабатта — 10,52 – 12,61 ‰ аралығында (1.1.5.4-сурет, 1.1.5-1-кесте).



1.1.5.4-сурет. 2024 жылдың жазы кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың тұздылығы

Күзден қысқа қарай тұздылық деңгейінің төмендеуі жаз мезгілінде көлденең су айналымының әлсіреуіне ықпал етеді, бұл теңіздің оңтүстік бөлігінен тұзды судың шығыс жағалау бойымен Орта Каспий теңізіне өтуіне мүмкіндік береді. Ауа температурасы төмендеген сайын бұл тұзды су біртіндеп Орта Каспий теңізінен Оңтүстік Каспий ойпатының терең қабаттарына ауысады.

Нәтижесінде, көктемгі және жазғы кезеңдерде зерттеу аймағында Оңтүстік Каспий теңізінен тұзды судың келуі салдарынан барлық горизонттар бойынша тұздылықтың артуы байқалды.
2023 жылдың күзі мен 2024 жылдың жазы аралығындағы зерттеу аймағындағы судың тұздылығы бойынша мониторинг деректері төменде 1.1.5-1-кестеде көрсетілген.

1.1.5-1-кесте. Зерттеу кезеңіндегі су тұздылығы (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы)

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м				Тұздылық, ‰			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
1	Бекет 1	22.0	22.0	22.7	21.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.57	10.74	11.19	12.16
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.5	11.67	10.71	11.11	11.58
						Түбі	20.0	20.0	20.0	21.0	11.50	10.66	11.05	11.41
2	Бекет 2	21.0	21.0	22.5	20.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.57	10.71	10.57	12.38
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	11.67	10.70	11.18	11.67
						Түбі	20.0	20.0	20.0	20.0	11.67	10.61	11.11	11.46
3	Бекет 3	22.0	22.0	20.8	20.1	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.54	10.71	10.80	12.18
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	11.66	10.63	11.18	11.70
						Түбі	20.0	20.0	20.0	19.5	11.67	10.63	11.16	11.50
4	Бекет 4	20.5	20.5	20.4	20.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.54	10.72	11.34	12.23
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	9.5	11.66	10.70	11.27	11.85
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	11.67	10.65	11.27	11.49
5	Бекет 5	20.0	20.0	19.9	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.50	10.72	11.28	12.26
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	10.0	11.50	10.71	11.25	11.83
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0	11.50	10.64	11.26	11.47
6	Бекет 6	18.4	18.4	19.1	18.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.53	10.80	10.85	12.23
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	11.53	10.80	11.32	11.55
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	11.53	10.80	11.32	11.46
7	Бекет 7	18.7	18.7	19.0	18.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.53	10.71	11.43	12.06
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	11.52	10.76	11.40	11.62
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	11.53	10.72	11.40	11.48
8	Бекет 8	19.6	19.6	19.1	19.6	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.53	10.74	11.45	9.78
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.5	11.52	10.74	11.38	10.32
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	11.52	10.74	9.11	11.41
9	Бекет 9	17.4	17.4	18.3	17.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.52	10.78	11.59	11.80
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5	11.49	10.78	11.49	11.75
						Түбі	15.0	15.0	15.0	17.0	11.50	10.78	11.46	11.65
10	Бекет 10	18.5	18.5	18.6	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.52	10.74	11.62	11.80
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	9.0	11.52	10.71	11.49	11.70
						Түбі	14.0	14.0	14.0	18.0	11.52	10.66	11.44	11.62
11	Бекет 11	18.6	18.6	18.0	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.53	10.71	11.73	11.83
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.5	11.54	10.70	11.43	11.70
						Түбі	17.0	17.0	17.0	17.0	11.54	10.61	11.43	11.64
12	Бекет 12	17.3	17.3	17.3	17.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.53	10.71	11.54	11.56
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.0	11.52	10.63	11.41	11.70
						Түбі	17.0	17.0	17.0	16.0	11.53	10.63	11.41	11.67
13	Бекет 13	15.8	15.8	16.0	15.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.51	10.72	11.46	11.84
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	7.5	11.51	10.70	11.48	11.77
						Түбі	14.0	14.0	14.0	15.0	11.51	10.65	11.52	11.69
14	Бекет 14	16.7	16.7	16.6	16.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	11.54	10.72	11.72	11.02
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0	11.56	10.71	11.47	11.03

<table>
<tr><th rowspan="2">№</th><th rowspan="2">Бекет</th><th colspan="4">Судың жалпы тереңдігі, м</th><th rowspan="2">Горизонт</th><th colspan="12">Сынама алу тереңдігі, м</th><th colspan="12">Тұздылық, ‰</th></tr>
<tr><th>Күз</th><th>Қыс</th><th>Көктем</th><th>Жаз</th><th colspan="3">Күз</th><th colspan="3">Қыс</th><th colspan="3">Көктем</th><th colspan="3">Жаз</th><th colspan="3">Күз</th><th colspan="3">Қыс</th><th colspan="3">Көктем</th><th colspan="3">Жаз</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.5</td><td colspan="3">11.55</td><td colspan="3">10.64</td><td colspan="3">11.43</td><td colspan="3">10.79</td></tr>
<tr><td rowspan="3">15</td><td rowspan="3">Бекет 15</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">17.0</td><td rowspan="3">16.8</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.56</td><td colspan="3">10.80</td><td colspan="3">11.60</td><td colspan="3">11.50</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">11.55</td><td colspan="3">10.80</td><td colspan="3">11.46</td><td colspan="3">11.45</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">16.0</td><td colspan="3">11.55</td><td colspan="3">10.80</td><td colspan="3">11.46</td><td colspan="3">11.16</td></tr>
<tr><td rowspan="3">16</td><td rowspan="3">Бекет 16</td><td rowspan="3">16.9</td><td rowspan="3">16.8</td><td rowspan="3">17.0</td><td rowspan="3">16.7</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.58</td><td colspan="3">10.71</td><td colspan="3">11.50</td><td colspan="3">10.66</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">11.60</td><td colspan="3">10.76</td><td colspan="3">11.49</td><td colspan="3">10.70</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">16.0</td><td colspan="3">11.55</td><td colspan="3">10.72</td><td colspan="3">11.49</td><td colspan="3">10.52</td></tr>
<tr><td rowspan="3">17</td><td rowspan="3">Бекет 17</td><td rowspan="3">20.3</td><td rowspan="3">20.3</td><td rowspan="3">21.3</td><td rowspan="3">21.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.64</td><td colspan="3">10.74</td><td colspan="3">11.31</td><td colspan="3">12.18</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">10.0</td><td colspan="3">11.63</td><td colspan="3">10.74</td><td colspan="3">11.27</td><td colspan="3">11.56</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">18.0</td><td colspan="3">20.0</td><td colspan="3">11.61</td><td colspan="3">10.74</td><td colspan="3">11.27</td><td colspan="3">11.45</td></tr>
<tr><td rowspan="3">18</td><td rowspan="3">Бекет 18</td><td rowspan="3">9.3</td><td rowspan="3">9.0</td><td rowspan="3">8.0</td><td rowspan="3">8.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.52</td><td colspan="3">10.78</td><td colspan="3">11.60</td><td colspan="3">12.27</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">11.51</td><td colspan="3">10.78</td><td colspan="3">11.51</td><td colspan="3">12.11</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">7.5</td><td colspan="3">11.51</td><td colspan="3">10.78</td><td colspan="3">11.50</td><td colspan="3">12.58</td></tr>
<tr><td rowspan="3">19</td><td rowspan="3">Бекет 19</td><td rowspan="3">9.3</td><td rowspan="3">10.0</td><td rowspan="3">10.0</td><td rowspan="3">9.0</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.51</td><td colspan="3">10.74</td><td colspan="3">10.60</td><td colspan="3">13.18</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">5.0</td><td colspan="3">11.49</td><td colspan="3">10.71</td><td colspan="3">10.68</td><td colspan="3">12.73</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.5</td><td colspan="3">11.47</td><td colspan="3">10.66</td><td colspan="3">10.90</td><td colspan="3">12.61</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20</td><td rowspan="3">Бекет 20</td><td rowspan="3">19.5</td><td rowspan="3">19.5</td><td rowspan="3">20.2</td><td rowspan="3">19.8</td><td>Беттік</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">11.59</td><td colspan="3">10.71</td><td colspan="3">11.38</td><td colspan="3">12.13</td></tr>
<tr><td>Ортаңғы</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.0</td><td colspan="3">8.5</td><td colspan="3">11.60</td><td colspan="3">10.70</td><td colspan="3">11.29</td><td colspan="3">11.77</td></tr>
<tr><td>Түбі</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">15.0</td><td colspan="3">19.0</td><td colspan="3">11.55</td><td colspan="3">10.61</td><td colspan="3">11.27</td><td colspan="3">11.26</td></tr>
<tr><td colspan="7"></td><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th><th>S</th><th>M</th><th>B</th></tr>
<tr><td colspan="2">Ең көп</td><td>9.3</td><td>9.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td></td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>3.0</td><td>5.0</td><td>7.5</td><td>11.5</td><td>11.49</td><td>11.47</td><td>10.71</td><td>10.63</td><td>10.61</td><td>10.57</td><td>10.68</td><td>9.11</td><td>9.78</td><td>10.32</td><td>10.52</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ең аз</td><td>22.0</td><td>22.0</td><td>22.7</td><td>21.5</td><td></td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.0</td><td>20.0</td><td>3.0</td><td>10.5</td><td>21.0</td><td>11.64</td><td>11.67</td><td>11.67</td><td>10.8</td><td>10.8</td><td>10.8</td><td>11.73</td><td>11.51</td><td>11.52</td><td>13.18</td><td>12.73</td><td>12.61</td></tr>
</table>

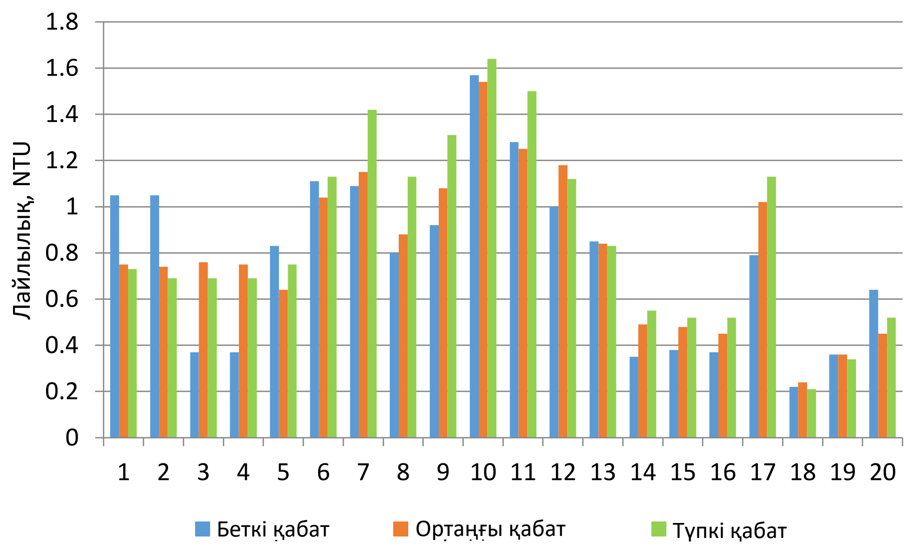
Ескерту:
S – беткі қабат
M – ортаңғы қабат
B – түпкі қабат

Жобаны іске асыру тұрғысынан қарағанда, тазартылған өндірістік ағынды суды ағызу қоршаған ортаға жергілікті деңгейде айтарлықтай әсер етуі мүмкін екенін атап өтуге болады. Ағызу нүктесіндегі және ықпал ету ықтималдығы бар аймақтағы судың орташа тұздылығы біртекті болды және бүкіл зерттеу аймағындағы тұздылық деңгейімен сәйкес келді. Тазартылған өндірістік ағынды судың тұздылық концентрациясына байланысты оның әсері бастапқы модельдеу нәтижелеріне сәйкес төменнен орташа деңгейге дейін болуы мүмкін. Алайда бұл бастапқы модельдеу нақты учаскенің ерекшеліктерін ескермеген. Осы себепті, теңіз ортасына әсерді дұрыс бағалау үшін ықпал ету аймағындағы гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық параметрлер туралы алынған деректерді ескере отырып, тазартылған өндірістік ағынды судың ағызылуы мен тұздылықтың таралуын көппараметрлі модельдеу қажет.

1.1.6 Лайлылық

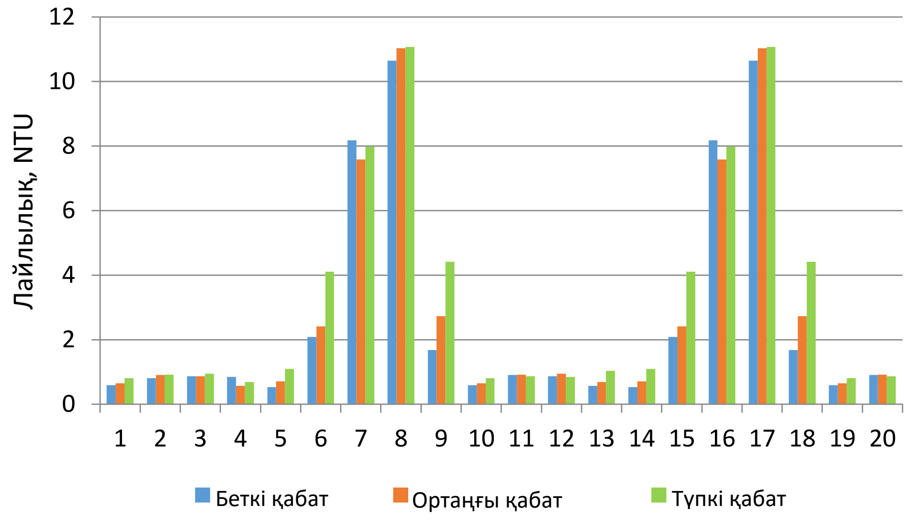
Лайлылық — су мөлдірлігінің төмендеуін сипаттайтын көрсеткіш, ол суда бейорганикалық және органикалық ұсақ дисперсті қалқыма бөлшектердің, сондай-ақ планктонды организмдердің (бактериялар, фитопланктон немесе зоопланктон) болуына байланысты пайда болады. Сонымен қатар, лайлылықтың бір себебі ауадағы оттегінің әсерінен темір қосылыстарының тотығуы болып табылады, бұл судың ішінде коллоидтардың түзілуіне әкеледі.

Күзгі кезеңде беткі қабаттағы лайлылықтың орташа деңгейі 0,77 нефелометриялық лайлылық бірлігімен (NTU) өлшенді. Максималды мән 10-бекетте 1,57 NTU көрсеткішіне жетті, ал ең төменгі мән 18-бекетте 0,22 NTU болды (1.1.6.1-сурет).



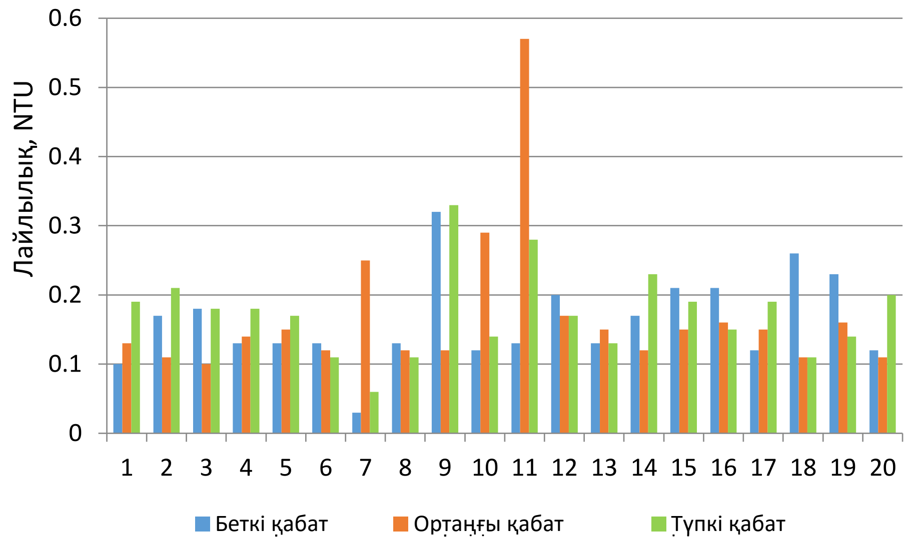
1.1.6.1-сурет. 2023 жылдың күзі кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың лайлылығы

Қыс мезгілінде лайлылықтың орташа деңгейлері келесідей болды: беткі қабатта — 2,68 NTU; ортаңғы қабатта — 2,85 NTU; түпкі қабатта — 3,31 NTU (1.1.6.2-сурет).



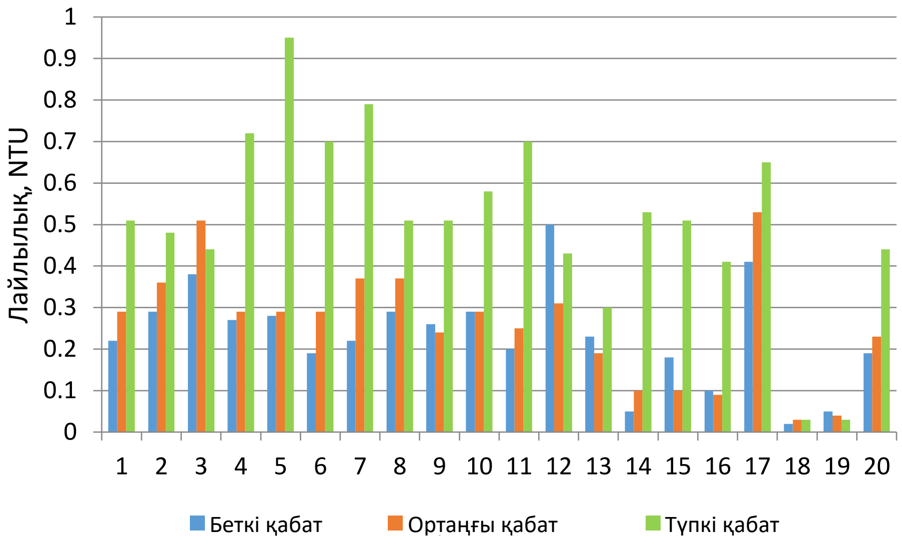
1.1.6.2-сурет. 2023 жылдың қысы кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың лайлылығы

Көктем мезгілінде беткі қабаттағы лайлылықтың орташа деңгейі 0,161 NTU болды. Максималды мән 0,32 NTU-ге жетті, ал ең төменгі мән 0,03 NTU болды (1.1.6.3-сурет).



1.1.6.3-сурет. 2024 жылдың көктемі кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың лайлылығы

Жаз мезгілінде беткі қабаттағы лайлылықтың орташа деңгейі 0,231 NTU болды. Максималды мән 0,258 NTU-ге жетті, ал ең төменгі мән 0,511 NTU болды (1.1.6.4-сурет).



1.1.6.4-сурет. 2024 жылдың жазы кезеңінде зерттелген бекеттердегі судың лайлылығы

Күзгі және қысқы зерттеу кезеңдерінде лайлылықтың артуы теңіз суының жел әсерінен араласуымен байланысты деп бағаланады. Күзде жағалау бойында оңтүстік-шығыстан соққан желдер басым болды. Қыста жағалауға перпендикуляр бағытта соғатын батыс желдері жиі байқалды. Минералды қалқыма заттардың көтерілуі лайлылық деңгейінің жоғарылауына алып келді.

Керісінше, көктемгі және жазғы зерттеу кезеңдерінде толқын мен жел белсенділігінің азаюына байланысты қалқыма заттардың концентрациясы төмендеп, лайлылық деңгейі азайды.

Зерттеу кезеңінде барлық 20 бақылау бекетінде тіркелген теңіз суының лайлылық мәндері төменде 1.1.6-1-кестеде келтірілген.

1.1.6-1-кесте. Зерттеу кезеңіндегі судың лайлылығы (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы)

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м				Лайлылық, NTU			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
1	Бекет 1	22.0	22.0	22.7	21.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.05	0.59	0.10	0.22
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.5	0.75	0.65	0.13	0.29
						Түбі	20.0	20.0	20.0	21.0	0.73	0.81	0.19	0.51
2	Бекет 2	21.0	21.0	22.5	20.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.05	0.91	0.17	0.29
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	0.74	0.92	0.11	0.36
						Түбі	20.0	20.0	20.0	20.0	0.69	0.87	0.21	0.48
3	Бекет 3	22.0	22.0	20.8	20.1	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.37	0.87	0.18	0.38
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	0.76	0.95	0.10	0.51
						Түбі	20.0	20.0	20.0	19.5	0.69	0.85	0.18	0.44
4	Бекет 4	20.5	20.5	20.4	20.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.37	0.57	0.13	0.27
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	9.5	0.75	0.69	0.14	0.29
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	0.69	1.03	0.18	0.72
5	Бекет 5	20.0	20.0	19.9	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.83	0.53	0.13	0.28
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	10.0	0.64	0.71	0.15	0.29
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0	0.75	1.09	0.17	0.95
6	Бекет 6	18.4	18.4	19.1	18.5	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.11	2.09	0.13	0.19
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	1.04	2.41	0.12	0.29
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	1.13	4.11	0.11	0.70
7	Бекет 7	18.7	18.7	19.0	18.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.09	8.18	0.03	0.22
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.0	1.15	7.59	0.25	0.37
						Түбі	18.0	18.0	18.0	18.0	1.42	7.98	0.06	0.79
8	Бекет 8	19.6	19.6	19.1	19.6	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.80	10.65	0.13	0.29
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	9.5	0.88	11.03	0.12	0.37
						Түбі	18.0	18.0	18.0	19.0	1.13	11.07	0.11	0.51
9	Бекет 9	17.4	17.4	18.3	17.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.92	1.68	0.32	0.26
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5	1.08	2.73	0.12	0.24
						Түбі	15.0	15.0	15.0	17.0	1.31	4.41	0.33	0.51
10	Бекет 10	18.5	18.5	18.6	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.57	0.59	0.12	0.29
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	9.0	1.54	0.65	0.29	0.29
						Түбі	14.0	14.0	14.0	18.0	1.64	0.81	0.14	0.58
11	Бекет 11	18.6	18.6	18.0	18.4	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.28	0.91	0.13	0.20
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.5	1.25	0.92	0.57	0.25
						Түбі	17.0	17.0	17.0	17.0	1.50	0.87	0.28	0.70
12	Бекет 12	17.3	17.3	17.3	17.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	1.00	0.87	0.20	0.50
						Ортаңғы	9.0	9.0	9.0	8.0	1.18	0.95	0.17	0.31
						Түбі	17.0	17.0	17.0	16.0	1.12	0.85	0.17	0.43
13	Бекет 13	15.8	15.8	16.0	15.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.85	0.57	0.13	0.23
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	7.5	0.84	0.69	0.15	0.19
						Түбі	14.0	14.0	14.0	15.0	0.83	1.03	0.13	0.30
14	Бекет 14	16.7	16.7	16.6	16.3	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.35	0.53	0.17	0.05

№	Бекет	Судың жалпы тереңдігі, м				Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м				Лайлылық, NTU			
		Күз	Қыс	Көктем	Жаз		Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0	0.49	0.71	0.12	0.10
						Түбі	15.0	15.0	15.0	15.5	0.55	1.09	0.23	0.53
15	Бекет 15	16.8	16.8	17.0	16.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.38	2.09	0.21	0.18
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0	0.48	2.41	0.15	0.10
						Түбі	15.0	15.0	15.0	16.0	0.52	4.11	0.19	0.51
16	Бекет 16	16.9	16.8	17.0	16.7	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.37	8.18	0.21	0.10
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.0	0.45	7.59	0.16	0.09
						Түбі	15.0	15.0	15.0	16.0	0.52	7.98	0.15	0.41
17	Бекет 17	20.3	20.3	21.3	21.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.79	10.65	0.12	0.41
						Ортаңғы	10.0	10.0	10.0	10.0	1.02	11.03	0.15	0.53
						Түбі	18.0	18.0	18.0	20.0	1.13	11.07	0.19	0.65
18	Бекет 18	9.3	9.0	8.0	8.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.22	1.68	0.26	0.02
						Ортаңғы	5.0	5.0	5.0	5.0	0.24	2.73	0.11	0.03
						Түбі	8.0	8.0	8.0	7.5	0.21	4.41	0.11	0.03
19	Бекет 19	9.3	10.0	10.0	9.0	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.36	0.59	0.23	0.05
						Ортаңғы	5.0	5.0	5.0	5.0	0.36	0.65	0.16	0.04
						Түбі	8.0	8.0	8.0	8.5	0.34	0.81	0.14	0.03
20	Бекет 20	19.5	19.5	20.2	19.8	Беттік	3.0	3.0	3.0	3.0	0.64	0.91	0.12	0.19
						Ортаңғы	8.0	8.0	8.0	8.5	0.45	0.92	0.11	0.23
						Түбі	15.0	15.0	15.0	19.0	0.52	0.87	0.20	0.44

	Судың жалпы тереңдігі, м: Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Горизонт	Сынама алу тереңдігі, м: Күз			Қыс			Көктем			Жаз			Лайлылық, NTU: Күз			Қыс			Көктем			Жаз		
						S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B
Ең көп	9.3	9.0	8.0	8.0		3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	8.0	3.0	5.0	7.5	0.22	0.24	0.21	0.53	0.65	0.81	0.03	0.1	0.06	0.02	0.03	0.03
Ең аз	22.0	22.0	22.7	21.5		3.0	10.0	20.0	3.0	10.0	20.0	3.0	10.0	20.0	3.0	10.5	21.0	1.57	1.54	1.64	10.65	11.03	11.07	0.32	0.57	0.33	0.5	0.53	0.95

Ескерту:
S – беткі қабат
M – ортаңғы қабат
B – түпкі қабат

Жобаны іске асыру тұрғысынан қарағанда, тазартылған өндірістік ағынды судың теңіз суының түпкі қабаттарына ағызылуы зерттелген аймақта судың лайлылығы мен тиісінше мөлдірлігіне елеулі өзгерістер немесе айтарлықтай әсер етпейді деп болжауға болады.

Осылайша, гидрохимиялық, гидрологиялық және гидрофизикалық зерттеулер нәтижесінде алынған деректер ұзақ мерзімді орташа жылдық мәндерге сәйкес келеді және біртекті әрі үйлесімді сипатқа ие.

Алайда орта мерзімді (25–30 жыл) кезеңде тазартылған өндірістік ағынды суды теңіздің орта және беткі қабаттарына ағызу ықтимал ықпал ету аймағында лайлылық пен мөлдірлік деңгейіне орташа әсер етуі мүмкін, бұл өз кезегінде гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық параметрлерге ықпал етуі ықтимал.

Осы әсерді дұрыс бағалау үшін тазартылған өндірістік ағынды судың лайлылық пен мөлдірлікке орта мерзімді әсерін ескере отырып, гидрохимиялық және гидрофизикалық аспектілерді қамтитын көппараметрлі модельдеу жүргізу қажет болуы мүмкін.

1.1.7 Теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағыты

Каспий теңізінің шектеулі акваториясында, әсіресе оның жоғарғы қабаттарында, ағыстардың негізгі қозғаушы күштері — желдер мен су бағанасының тығыздық өрісіндегі өзгерістер болып табылады. Сонымен қатар, жағалау сызығының пішіні, теңіз түбінің бедері және эстуарий аймақтарында өзен суларының құйылуы да ағыстардың сипатына айтарлықтай ықпал етеді. Орта Каспий теңізінің шығыс жағалауы маңындағы ағыстардың таралуы батыс жағалауына қарағанда күрделірек. Бұл көбінесе басым желдердің күшті маусымдық өзгергіштігімен байланысты. Сонымен қатар, осы бөліктегі теңіз ағыстарына жағалау сызығының ойықты болуы — көптеген мүйістердің, қойнаулардың және шығанақтардың болуы да әсер етеді.

2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде зерттеу аймағында теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағыты 20 бекетте, беткі, ортаңғы және түпкі горизонттарда Aanderaa SeaGuard RCM 9 LW теңіз зондының көмегімен өлшенді.

Aanderaa SeaGuard RCM 9 LW океанографиялық өлшеу құралы — теңіздегі ағыстардың орташа векторлық жылдамдығы мен бағытын өлшеу және тіркеуге арналған автоматты ағын өлшегіш аспап.

2024 жылдың сәуір айында жүргізілген көктемгі зерттеу қалыпты желдер мен теңіз толқулары жағдайында өтті, бұл кезең үшін әдеттегі жағдай саналады. Бұл күзгі және қысқы зерттеу кезеңдерімен салыстырғанда гидрометриялық зерттеу нәтижелерінде аздаған өзгерістер туындауына ықпал етті. 2024 жылдың жазында зерттеу әлсіз желдер жағдайында жүргізілді, бұл зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығының шамалы төмендеуіне себеп болды.

2023 жылдың күз және қыс мезгілдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктем және жаз мезгілдерінде алынған далалық өлшеу нәтижелері 1.1.7-1-кестеде келтірілген.

1.1.7-1-кесте. Зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағыты (2023 жылдың күзі – қысы, 2024 жылдың көктемі – жазы)

№	Бекет	Горизонт	Ағыс жылдамдығы, см/с				Ағыс бағыты, °				Өлшеу тереңдігі, м
			Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз	
1	Бекет 1	Беттік	22.75	22.64	18.15	8.97	256.21	322.35	141.31	104.4	3
		Ортаңғы	10.82	22.83	18.98	9.42	302.59	324.77	189.75	168.6	10
		Түбі	9.84	15.64	17.91	10.78	239.09	303.59	183.28	89.19	20
2	Бекет 2	Беттік	36.65	24.29	10.23	18.42	184.39	324.25	201.44	107.98	3
		Ортаңғы	34.40	42.49	12.13	14.23	180.73	266.35	282.91	208.24	10
		Түбі	37.23	50.87	8.55	13.72	168.42	345.74	292.53	150.63	20
3	Бекет 3	Беттік	25.61	17.71	6.29	21.47	209.49	89.07	218.96	127.16	3
		Ортаңғы	24.03	21.21	13.04	12.06	183.51	63.20	222.17	180.15	10
		Түбі	37.23	21.45	11.07	15.15	168.42	84.40	231.05	148.11	20

№	Бекет	Горизонт	Ағыс жылдамдығы, см/с				Ағыс бағыты, °				Өлшеу тереңдігі, м
			Күз	Қыс	Көктем	Жаз	Күз	Қыс	Көктем	Жаз	
4	Бекет 4	Беттік	27.27	16.99	25.48	22.55	171.95	103.68	132.76	148.13	3
		Ортаңғы	24.62	18.47	21.68	19.61	183.90	112.94	173.17	163.36	10
		Түбі	21.65	18.65	28.57	20.1	190.65	112.63	166.81	96.9	18
5	Бекет 5	Беттік	35.47	8.77	27.84	25.78	143.66	87.11	168.07	155.71	3
		Ортаңғы	34.28	14.20	25.94	20.36	108.27	121.82	185.49	159.34	9
		Түбі	30.13	12.85	20.87	20.5	122.87	105.80	204.49	85.09	18
6	Бекет 6	Беттік	24.86	20.76	15.49	12.89	155.06	126.16	142.19	234.32	3
		Ортаңғы	25.71	12.37	19.68	6.94	134.75	103.40	254.10	313.61	9
		Түбі	21.98	19.93	15.87	6.01	150.23	157.28	226.30	307.57	18
7	Бекет 7	Беттік	13.38	15.75	15.72	10.71	146.54	67.93	235.08	237.89	3
		Ортаңғы	18.96	16.51	14.44	5.22	148.25	110.07	147.82	285.76	9
		Түбі	18.32	14.34	15.63	5.73	142.77	102.44	195.58	302.11	18
8	Бекет 8	Беттік	18.39	18.58	18.64	6.41	149.72	90.54	121.11	214.93	3
		Ортаңғы	21.93	18.62	18.26	8.67	132.74	83.68	212.54	304.82	9
		Түбі	25.30	14.15	16.60	7.33	127.29	108.27	168.94	301.63	18
9	Бекет 9	Беттік	22.88	14.79	8.85	23.34	174.54	106.27	110.37	327.81	3
		Ортаңғы	21.54	7.39	6.39	17.97	141.42	135.05	130.93	316.82	8
		Түбі	20.34	7.88	6.22	1.65	170.34	119.60	70.26	278.4	15
10	Бекет 10	Беттік	29.72	13.49	12.37	15.97	192.15	99.55	139.07	326.8	3
		Ортаңғы	34.39	6.74	7.92	9.42	187.70	150.33	147.70	292.76	8
		Түбі	31.10	7.46	6.38	4.07	169.44	84.21	89.32	87.43	14
11	Бекет 11	Беттік	20.79	28.44	8.20	15.55	252.50	120.55	127.54	313.82	3
		Ортаңғы	25.67	29.47	8.61	11.69	214.66	147.97	61.31	274.84	9
		Түбі	28.30	26.49	5.87	1.68	193.45	79.16	124.39	184.09	17
12	Бекет 12	Беттік	31.57	30.64	8.50	11.73	214.40	156.07	195.99	316.7	3
		Ортаңғы	28.19	28.92	5.83	7.46	184.25	141.19	167.56	319.7	9
		Түбі	32.90	29.07	5.83	4.04	169.63	102.09	167.56	274.99	17
13	Бекет 13	Беттік	33.32	22.65	13.21	20.7	218.18	191.30	197.57	300.98	3
		Ортаңғы	33.56	30.09	15.08	16.47	198.17	145.19	274.44	301.69	8
		Түбі	32.48	38.81	11.02	3.44	164.14	174.78	298.31	286.06	14
14	Бекет 14	Беттік	15.10	22.36	3.90	8.22	166.00	227.41	236.51	313.45	3
		Ортаңғы	14.35	36.21	5.34	6.41	291.93	207.14	136.05	312.17	8
		Түбі	11.68	32.73	6.40	4.1	280.07	206.79	122.07	81.08	15
15	Бекет 15	Беттік	12.73	23.31	12.47	8.57	142.83	115.72	147.76	211.4	3
		Ортаңғы	11.30	28.66	6.96	1.8	289.22	240.67	248.04	180.38	8
		Түбі	12.22	27.28	8.91	2.31	269.40	187.83	154.77	131.38	15
16	Бекет 16	Беттік	16.95	25.20	9.83	11.3	206.73	201.15	126.49	319.75	3
		Ортаңғы	17.17	24.50	9.44	5.43	211.55	224.74	126.67	261.72	8
		Түбі	15.13	22.22	9.74	4.88	145.19	277.71	139.22	110.47	15
17	Бекет 17	Беттік	25.05	22.18	22.30	8.01	141.05	94.61	167.29	113.94	3
		Ортаңғы	22.45	30.44	17.65	7.32	221.68	162.99	178.72	156.83	10
		Түбі	23.58	27.26	20.80	8.33	241.22	144.08	200.59	97.74	18
18	Бекет 18	Беттік	21.52	38.37	6.59	4.42	176.58	175.58	260.68	243.77	3
		Ортаңғы	23.13	39.63	6.85	3.17	160.05	191.49	194.33	195.87	5
		Түбі	21.95	35.64	7.30	2.1	137.88	168.39	116.33	226.04	8
19	Бекет 19	Беттік	18.20	24.14	3.59	4.77	231.83	232.63	220.54	263.16	3
		Ортаңғы	15.14	39.94	3.68	3.1	222.15	213.88	157.57	288.16	5
		Түбі	8.43	35.79	5.72	3.44	295.64	172.40	112.57	268.91	8
20	Бекет 20	Беттік	10.24	13.13	22.69	7.23	195.06	91.86	185.31	110.39	3
		Ортаңғы	17.17	20.97	19.18	10.87	211.55	111.09	208.04	200.68	8
		Түбі	15.13	18.18	19.49	13.84	145.19	106.71	180.82	270.54	15
		Ең көп	**8.43**	**6.74**	**3.59**	**1.65**	**108.27**	**63.20**	**61.31**	**81.08**	
		Ең аз	**37.23**	**50.87**	**28.57**	**25.78**	**302.59**	**345.74**	**298.31**	**327.81**	
		Орташа	**22.94**	**23.18**	**12.94**	**10.30**	**188.82**	**157.09**	**177.01**	**219.27**	

2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығы келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 10,24-тен 36,35 см/с дейін;
- ортаңғы горизонтта — 10,82-ден 34,4 см/с дейін;
- түпкі горизонтта — 8,43-тен 37,26 см/с дейін.

2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының бағыты келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 141,05°-тан 256,21°-қа дейін;
- ортаңғы горизонтта — 108,27°-ден 302,59°-қа дейін;
- түпкі горизонтта — 122,87°-ден 295,64°-қа дейін.

2023 жылдың қысында зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығы келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 8,77–38,37 см/с;
- ортаңғы горизонтта — 6,74–42,49 см/с;
- түпкі горизонтта — 7,46–50,87 см/с.

2023 жылдың қысында зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының бағыты келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 67,93°–324,25°;
- ортаңғы горизонтта — 63,20°–324,77°;
- түпкі горизонтта — 79,16°–345,74°.

2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығы келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 3,59–27,84 см/с;
- ортаңғы горизонтта — 3,68–25,94 см/с;
- түпкі горизонтта — 5,72–28,57 см/с.

2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының бағыты келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 110,37°–260,68°;
- ортаңғы горизонтта — 61,31°–282,91°;
- түпкі горизонтта — 70,26°–298,31°.

2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының жылдамдығы келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 4,42–25,78 см/с;
- ортаңғы горизонтта — 1,8–20,36 см/с;
- түпкі горизонтта — 1,65–20,5 см/с.

2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы теңіз ағыстарының бағыты келесі диапазонда өзгерді:

- беткі горизонтта — 104,4°–327,81°;
- ортаңғы горизонтта — 156,83°–319,70°;
- түпкі горизонтта — 81,08°–307,57°.

2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағыты бойынша жүргізілген өлшеулерді талдау нәтижесінде ұқсас нәтижелер анықталды. Ағыстардың жылдамдығы мен бағыты салыстырмалы түрде тұрақты болды, бұл зерттелген аймақ пен климаттық маусым үшін тән құбылыс.

Қыс мезгілі қарқынды желдермен сипатталады, сондықтан қыс мезгілінде теңіз ағыстарының орташа жылдамдығы күзге және көктемге қарағанда сәл жоғары болды. Жаз мезгілінде жүргізілген зерттеу теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағыты бойынша аз ғана өзгерістерді көрсетті, бұл осы маусым үшін қалыпты құбылыс.

2023 жылдың қысында ең жоғары ағыс жылдамдығы 2-бекетте, түпкі қабатта тіркелді — 50 см/с. 2023 жылдың күзінде дәл сол бекетіңнің түпкі қабатында ең жоғары жылдамдық 37 см/с болды. 2024 жылдың көктемінде ең жоғары ағыс жылдамдығы 4-бекетте, түпкі қабатта тіркелді — 28,57 см/с. 2024 жылдың жазында ең жоғары ағыс жылдамдығы 5-бекетте, беткі қабатта тіркелді — 25,78 см/с.

Талдау нәтижесінде барлық зерттелген бекеттердетеңіз ағыстарының орташа жылдамдықтары 2023 жылдың күз-қыс кезеңдері мен 2024 жылдың көктем-жаз кезеңдері арасында айтарлықтай өзгерістер көрсетпеді.
Жағалауға жақын орналасқан бекеттерде (13-бекеттен басқа) 2023 жылдың қысында ағыс жылдамдығы күзгі көрсеткіштерге қарағанда жоғары болғаны байқалды. Бұл құбылысты осы кезеңде басым болған шығыстан соғатын күшті желдермен түсіндіруге болады. 2024 жылдың көктемі мен жазы кезеңдерінде теңіз ағыстарының жылдамдығы 2023 жылдың күзі мен қысына қарағанда сәл төмен болды.

Күзгі зерттеу кезеңіндегі сынама алу горизонттары бойынша теңіз ағыстарының жылдамдықтарының таралуы 1.1.7-2-кестеде көрсетілген.

1.1.7-2-кесте. 2023 жылдың күзі кезеңіндегі теңіз ағыстарының горизонттар бойынша жылдамдықтарының таралуы

Қабат	0-10 см/с	10-20 см/с	20-30 см/с	30-40 см/с
Беттік	0%	35%	45%	20%
Ортаңғы	0%	35%	45%	20%
Түбі	10%	25%	35%	30%

Күзгі зерттеу кезінде күшті ағыстардың (30–40 см/с) пайыздық жиілігі тереңдік артқан сайын өсті.
20–30 см/с жылдамдықтағы ағыстар ең жоғары қайталанғыштыққа ие болды.

Қыс мезгілінде де 20–30 см/с жылдамдықтағы ағыстар ең жиі кездескен. Күшті ағыстардың пайда болуы түпкі қабаттарда оқшау сипатта тіркелді (1.1.7-3-кесте).

1.1.7-3-кесте. 2023 жылдың қысы кезеңіндегі теңіз ағыстарының горизонттар бойынша жылдамдықтарының таралуы

Қабат	0-10 см/с	10-20 см/с	20-30 см/с	30-40 см/с	40-50 см/с	50-60 см/с
Беттік	5%	35%	50%	10%	0%	0%
Ортаңғы	10%	25%	35%	25%	5%	0%
Түбі	10%	35%	30%	20%	0%	5%

2024 жылдың көктемінде 0–10 см/с жылдамдықтағы ағыстар ең жоғары қайталанғыштыққа ие болды.

1.1.7-4-кесте. 2024 жылдың көктемі кезеңіндегі теңіз ағыстарының горизонттар бойынша жылдамдықтарының таралуы

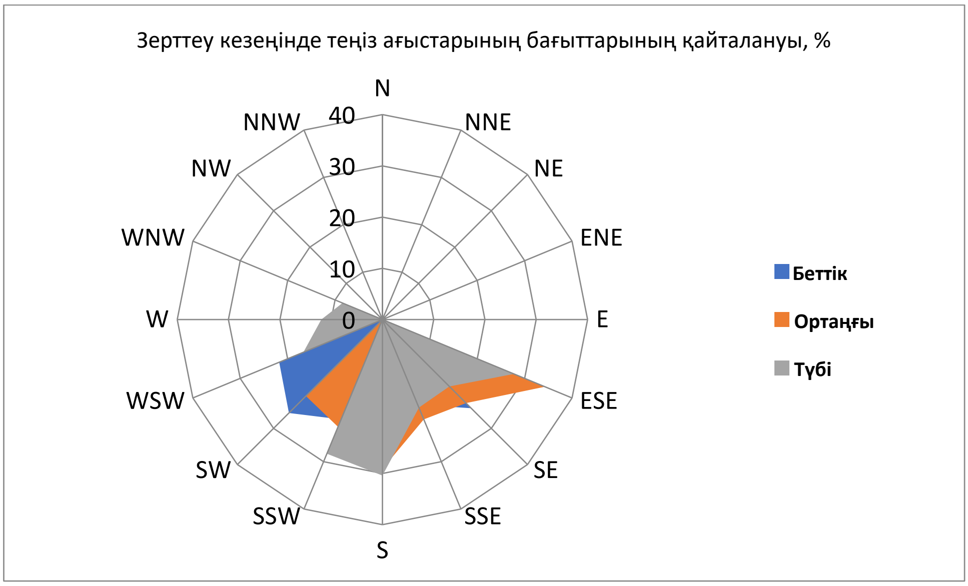
Қабат	0-10 см/с	10-20 см/с	20-30 см/с	30-40 см/с	40-50 см/с	50-60 см/с
Беттік	40%	35%	25%	0%	0%	0%
Ортаңғы	45%	45%	10%	0%	0%	0%
Түбі	50%	35%	15%	0%	0%	0%

2024 жылдың жазында, көктемгі зерттеу кезеңіндегідей, ең жоғары қайталанғыштық 0–10 см/с жылдамдықтағы ағыстар үшін байқалды.

1.1.7-5-кесте. 2024 жылдың жазы кезеңіндегі теңіз ағыстарының горизонттар бойынша жылдамдықтарының таралуы

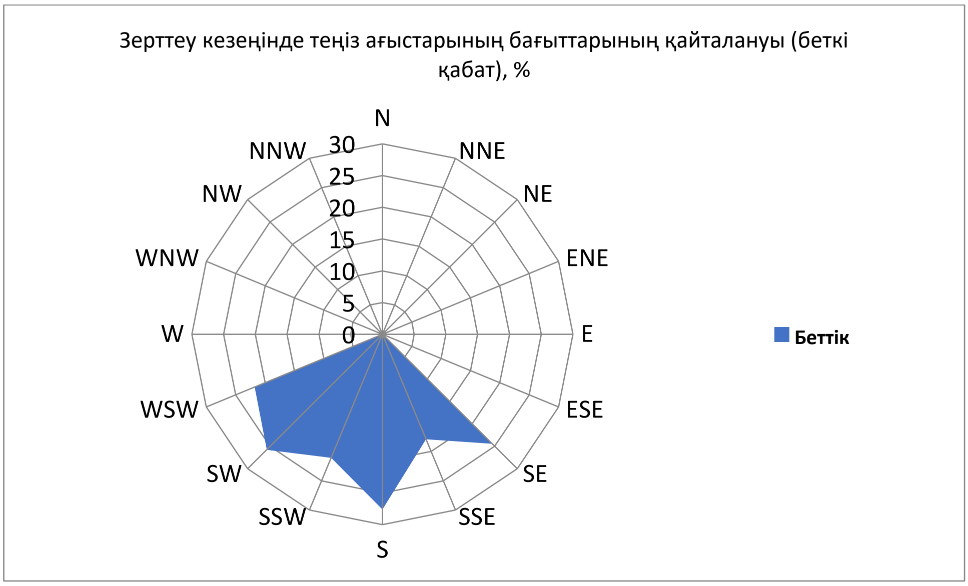
Қабат	0-10 см/с	10-20 см/с	20-30 см/с	30-40 см/с	40-50 см/с	50-60 см/с
Беттік	40%	35%	25%	0%	0%	0%
Ортаңғы	55%	35%	5%	0%	0%	0%
Түбі	70%	20%	10%	0%	0%	0%

Өлшеу нәтижелеріне сәйкес, зерттелген аймақта күзгі кезеңде теңіз ағыстары негізінен оңтүстік бағытта сипатталды, тек шығысқа және батысқа қарай аздаған ауытқулар байқалды (1.1.7.1-сурет). Ағыстың ең шығыс бағытында 125° белгісі 5-бекетте тіркелді. Ал ағыстың ең батыс бағыты 266° белгісімен 1-бекетте тіркелді.



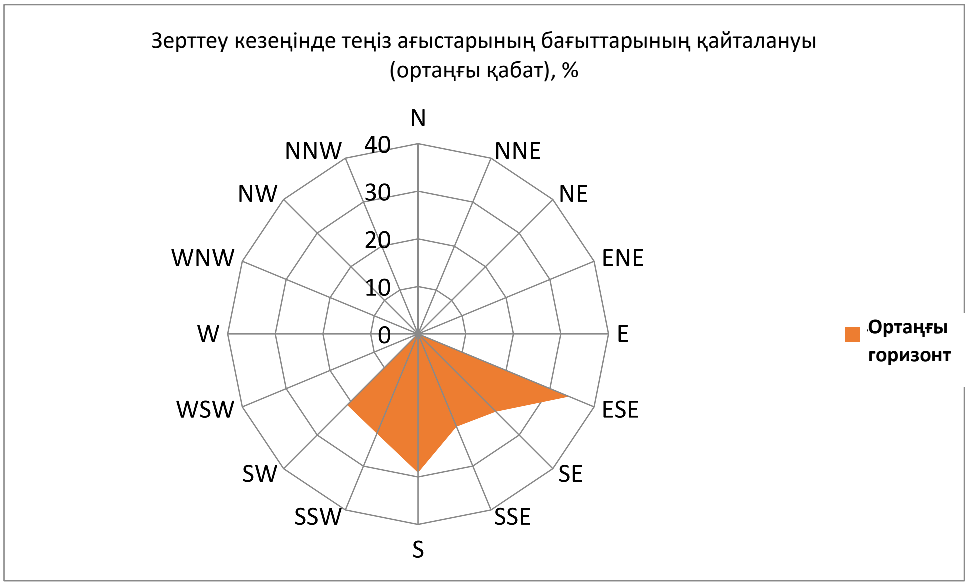
1.1.7.1-сурет. 2023 жылдың күз кезеңінде теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Күзгі кезеңде беткі қабаттағы теңіз ағыстарында оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттары басым болды (1.1.7.2-сурет).



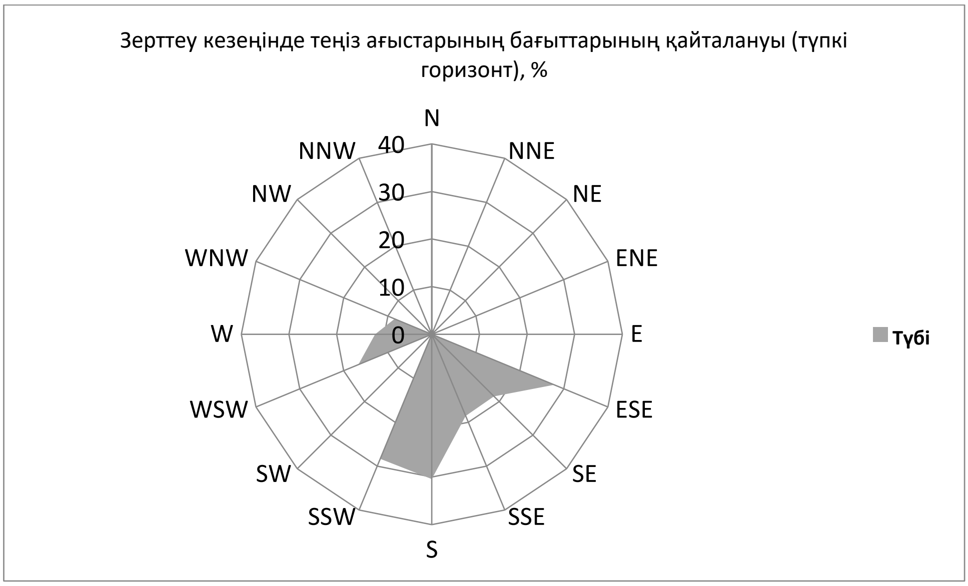
1.1.7.2-сурет. 2023 жылдың күз кезеңінде беткі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Күзгі кезеңде ортаңғы горизонттағы теңіз ағыстарында оңтүстік және оңтүстік-шығыс бағыттары басым болды (1.1.7.3-сурет).



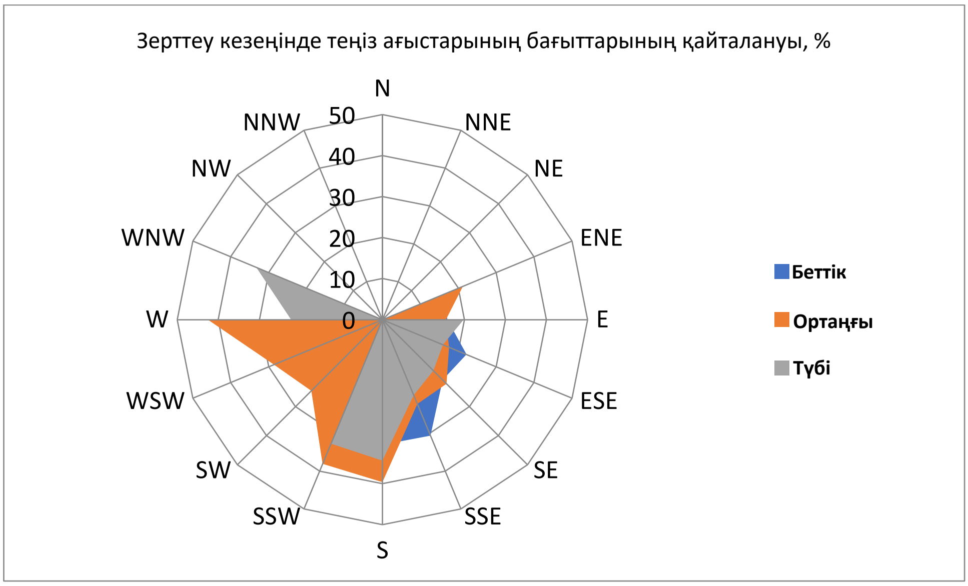
1.1.7.3-сурет. 2023 жылдың күз кезеңінде ортаңғы горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Күзгі кезеңде түпкі горизонттағы теңіз ағыстарында оңтүстік бағыт басым болды (1.1.7.4-сурет).



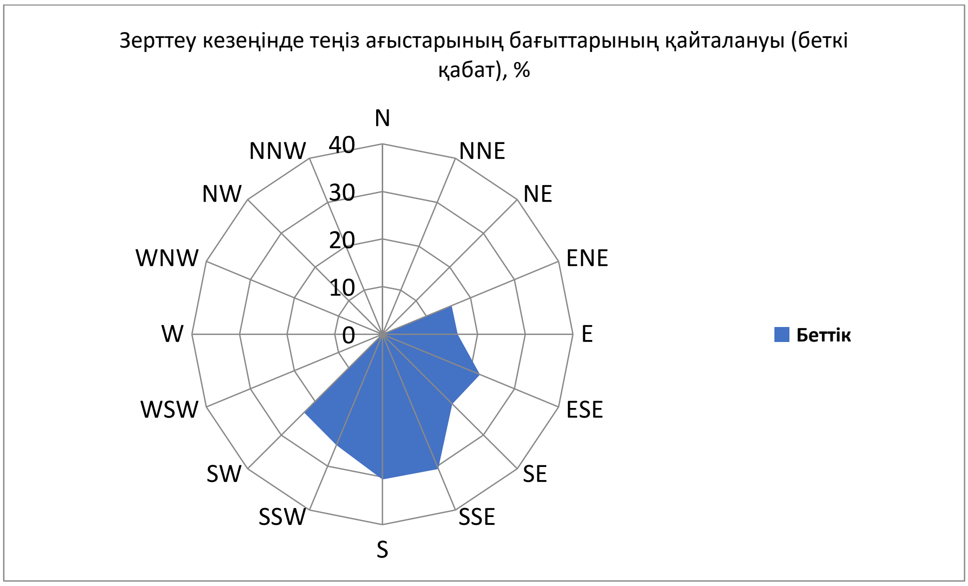
1.1.7.4-сурет. 2023 жылдың күз кезеңінде түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

2023 жылдың қысы кезеңінде теңіз ағыстары негізінен оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттарымен сипатталды, тек шығысқа қарай аздаған ауытқулар байқалды. Ағыстың ең шығыс бағыты 20-бекетте тіркелді, оның мәні 91° болды. Ағыстың ең батыс бағыты 1-бекетте тіркелді, оның мәні 303° болды.



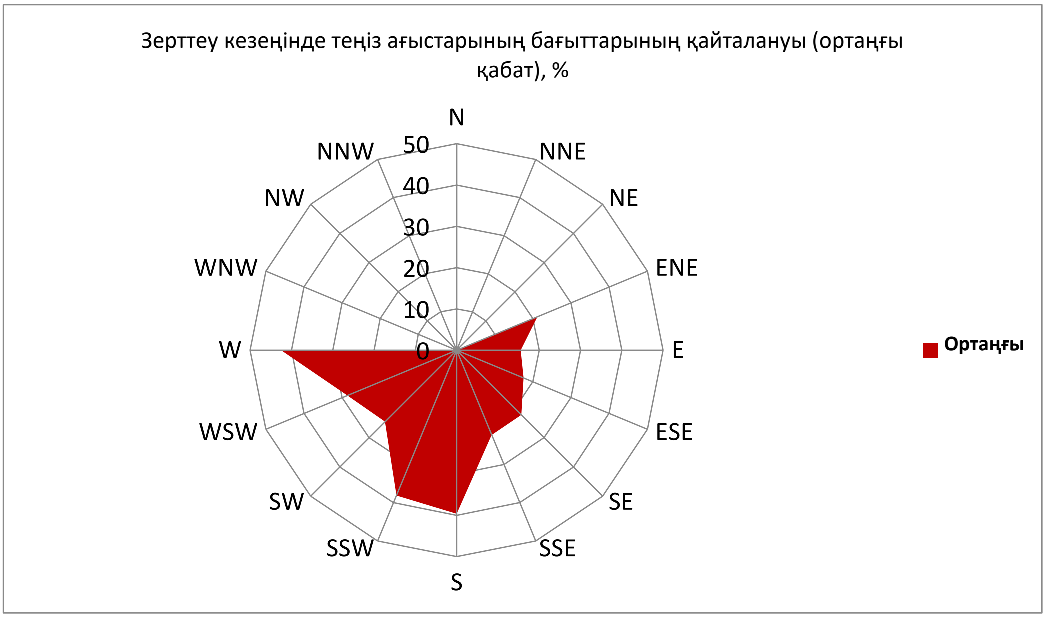
1.1.7.5-сурет. 2023 жылдың қыс кезеңіндегі теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Қыс мезгілінде беткі қабаттағы теңіз ағыстарында оңтүстік бағыттың шығысқа қарай ауытқуы басым болды (1.1.7.6-сурет).



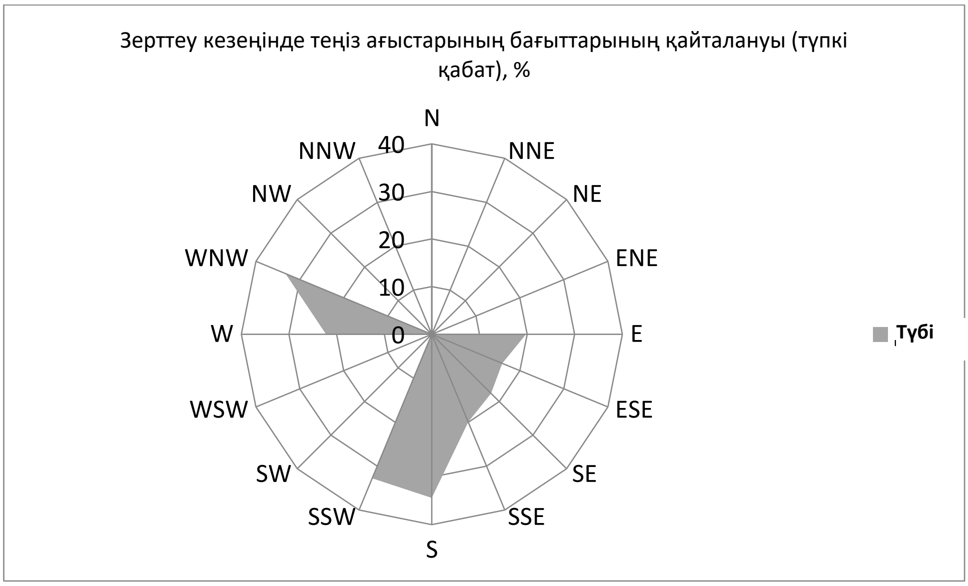
1.1.7.6-сурет. 2023 жылдың қыс кезеңіндегі беткі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Қыс мезгілінде ортаңғы қабаттағы теңіз ағыстарының бағыттары негізінен оңтүстік және оңтүстік-батыс болды (1.1.7.7-сурет).



1.1.7.7-сурет. 2023 жылдың қыс кезеңіндегі ортаңғы горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

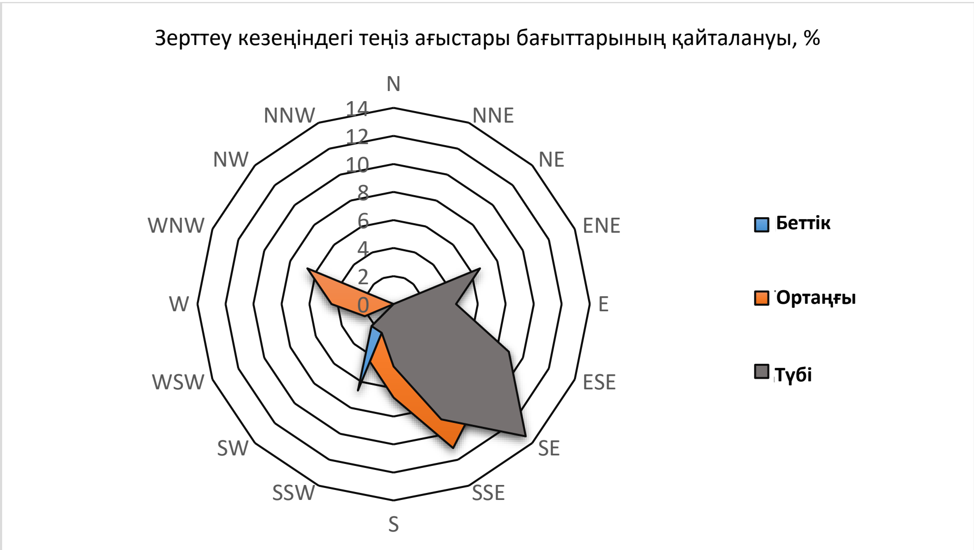
Қыс мезгілінде түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыты негізінен оңтүстік болды. Сондай-ақ, батыс бағытындағы теңіз ағыстары да тіркелді (1.1.7.8-сурет).



1.1.7.8-сурет. 2023 жылдың қыс кезеңіндегі түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Өлшеу нәтижелеріне сәйкес, 2024 жылдың көктемінде зерттелген аймақта теңіз ағыстары негізінен оңтүстік бағытта болды, тек шығысқа және батысқа қарай аздаған ауытқулар байқалды (1.1.7.9-сурет).

Ағыстың ең шығыс бағыты 11-бекетте тіркелді, оның мәні 61° болды. Ағыстың ең батыс бағыты 13-бекетте тіркелді, оның мәні 298° болды.

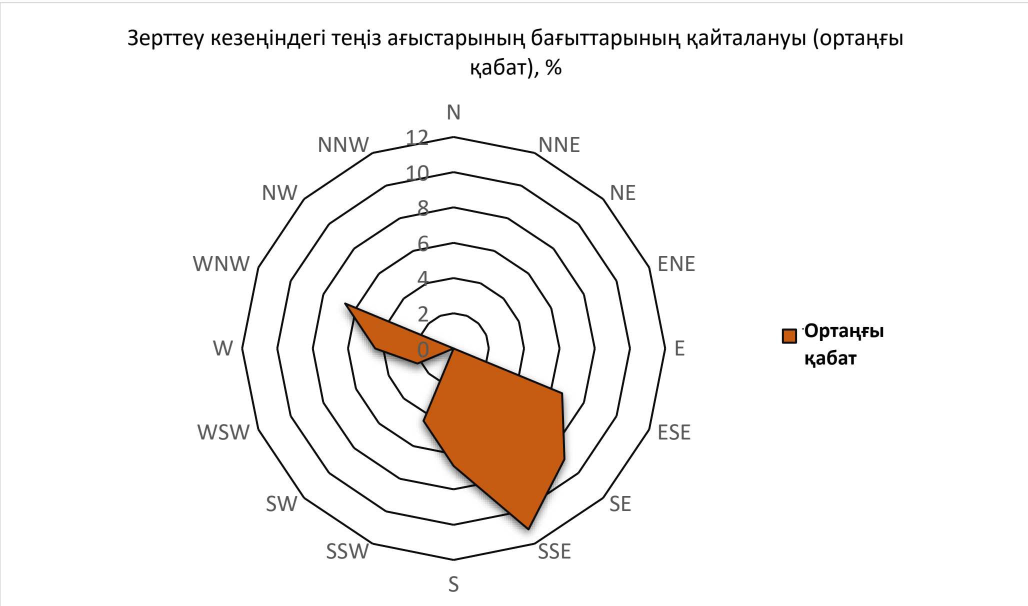


1.1.7.9-сурет. 2024 жылдың көктем кезеңіндегі теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Көктем мезгілінде беткі қабаттағы теңіз ағыстарының бағыттары негізінен оңтүстік және оңтүстік-шығыс болды (1.1.7.10-сурет).

1.1.7.10-сурет. 2024 жылдың көктем кезеңіндегі беткі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Көктем мезгілінде ортаңғы қабаттағы теңіз ағыстарының бағыттары негізінен оңтүстік және оңтүстік-шығыс болды (1.1.7.11-сурет).



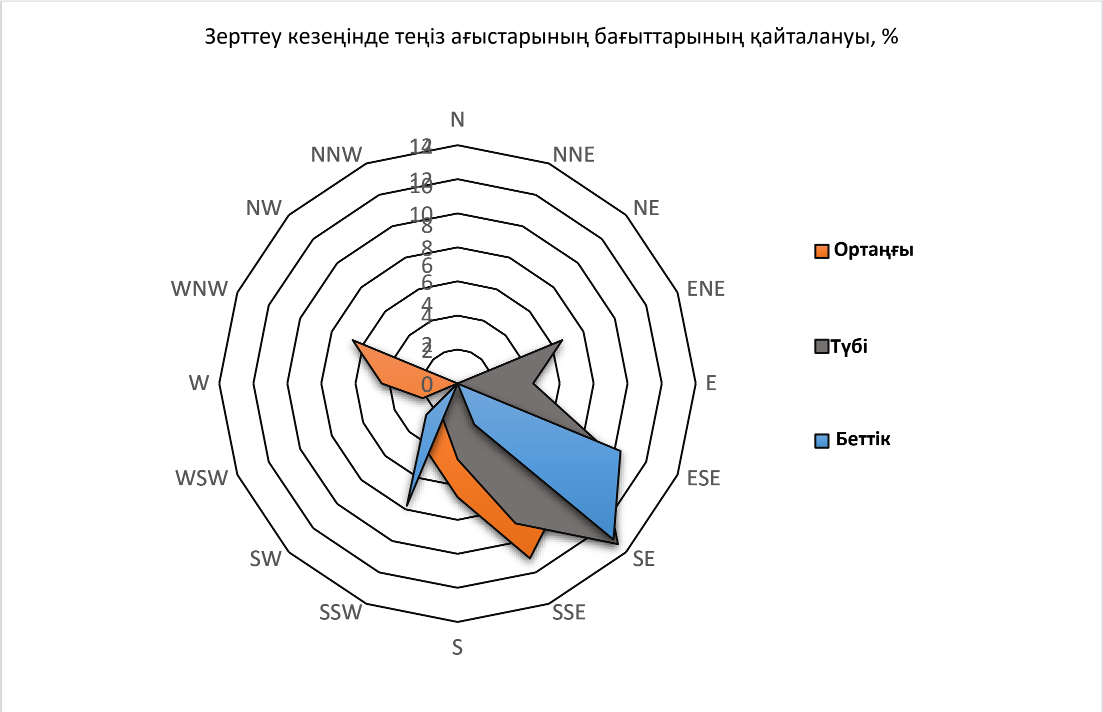
1.1.7.11-сурет. 2024 жылдың көктем кезеңіндегі ортаңғы горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Қыс мезгілінде түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыты негізінен оңтүстік болды (1.1.7.12-сурет).

1.1.7.12-сурет. 2024 жылдың көктем кезеңіндегі түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

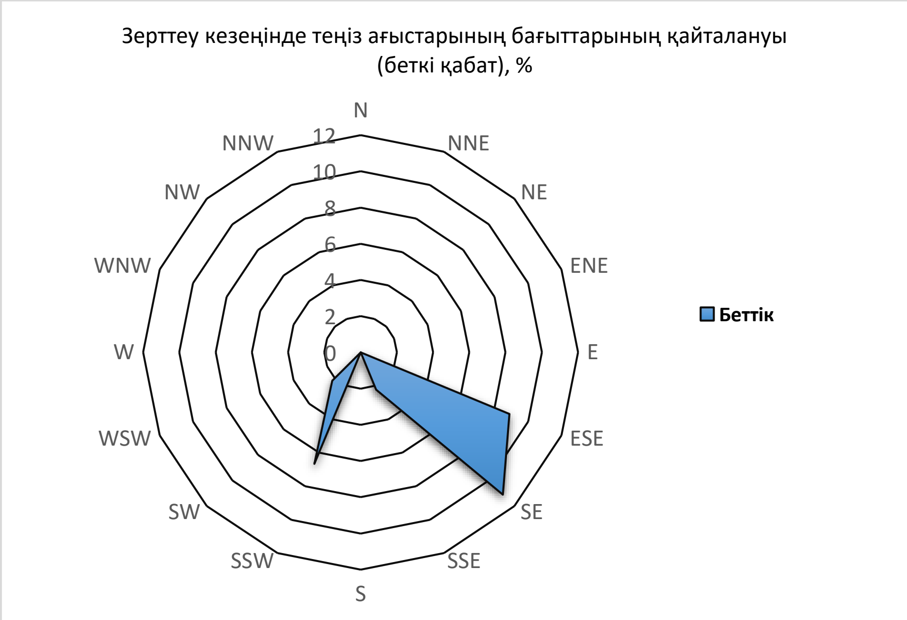
2024 жылдың жазында теңіз ағыстары негізінен оңтүстік-шығыс бағыттарымен сипатталды (1.1.7.13-сурет).

Ағыстың ең шығыс бағыты 1-бекетте тіркелді, оның мәні 89,19° болды. Ағыстың ең батыс бағыты 19-бекетте тіркелді, оның мәні 268,9° болды.



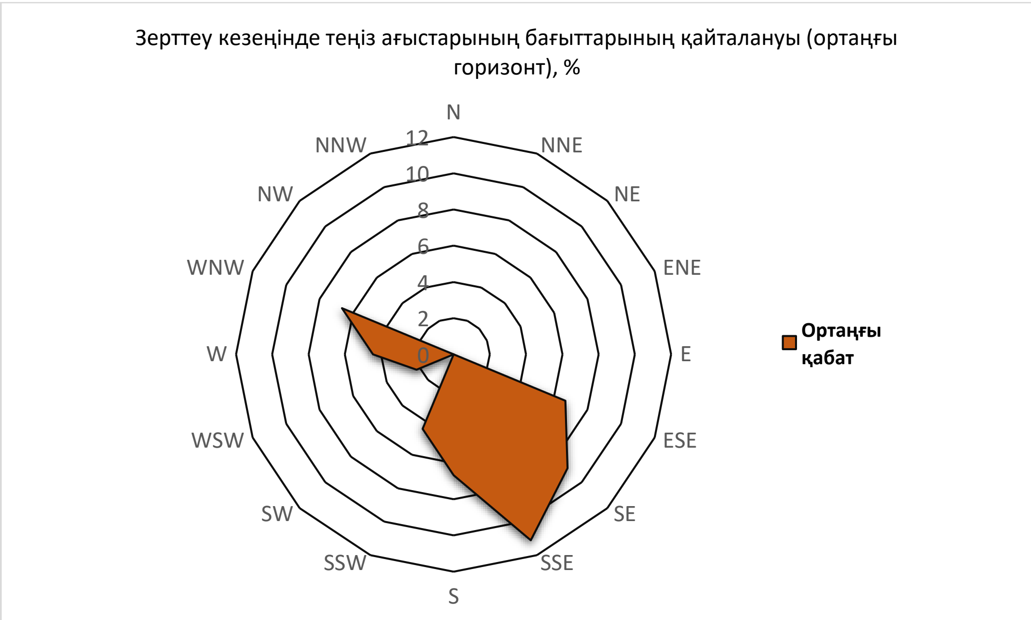
1.1.7.13-сурет. 2024 жылдың жаз кезеңіндегі теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Жаз мезгілінде беткі қабаттағы теңіз ағыстарының бағыты негізінен оңтүстік-шығыс болды (1.1.7.14-сурет).



1.1.7.14-сурет. 2024 жылдың жаз кезеңіндегі беткі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

Жаз мезгілінде ортаңғы қабаттағы теңіз ағыстарының бағыты негізінен оңтүстік-шығыс болды (1.1.7.15-сурет).



1.1.7.15-сурет. 2024 жылдың жаз кезеңіндегі ортаңғы горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

2024 жылдың жазында түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыты негізінен оңтүстік-шығыс болды (1.1.7.16-сурет).

1.1.7.16-сурет. 2024 жылдың жаз кезеңіндегі түпкі горизонттағы теңіз ағыстарының бағыттар диаграммасы

2023 жылдың күзінде теңіз ағыстарының жылдамдығы мен бағытының өзгеруін талдау зерттелген бекеттердегі тереңдіктерге байланысты айтарлықтай ауытқуларды көрсеткен жоқ.

Өлшеу тереңдігіне байланысты, аймақтағы ағыс жылдамдығының орташа мәндері келесідей болды:

- Беткі қабат - 23,1 см/с;
- Ортаңғы қабат - 22,9 см/с;
- Түпкі қабат - 22,7 см/с.

2023 жылдың күзінде ағыс жылдамдығы өлшенген тереңдікке байланысты айтарлықтай өзгермеді. Оңтүстік бағыт басым болды:

- Беткі қабат – 184°;
- Ортаңғы қабат – 195°;
- Түпкі қабат – 184°.

2023 жылдың қыс кезеңінде ағыс жылдамдығы өлшеу тереңдігіне байланысты салыстырмалы түрде тұрақты болды. Қысқы кезеңдегі ағыс жылдамдығы келесідей болды:

- Беткі қабат – 21,2 см/с;
- Ортаңғы қабат – 24,5 см/с;
- Түпкі қабат – 23,8 см/с.

Қыс мезгіліндегі теңіз ағыстары негізінен шығыс және оңтүстік-шығыс бағыттарымен сипатталды және өлшеу тереңдігіне байланысты өзгермеді:

- Беткі қабат – 151°;
- Ортаңғы қабат – 162°;
- Түпкі қабат – 157°.

2024 жылдың көктемінде ағыс жылдамдығы да өлшеу тереңдігіне байланысты салыстырмалы түрде тұрақты болды. Көктем кезеңіндегі ағыс жылдамдығы келесідей болды:

- Беткі қабат – 13,5 см/с;
- Ортаңғы қабат – 12,85 см/с;

- Түпкі қабат – 12,44 см/с.

Көктемгі кезеңдегі теңіз ағыстары негізінен шығыс және оңтүстік-шығыс бағыттарымен сипатталды және өлшеу тереңдігіне байланысты өзгермеді:

- Беткі қабат – 173°;
- Ортаңғы қабат – 184°;
- Түпкі қабат – 172°.

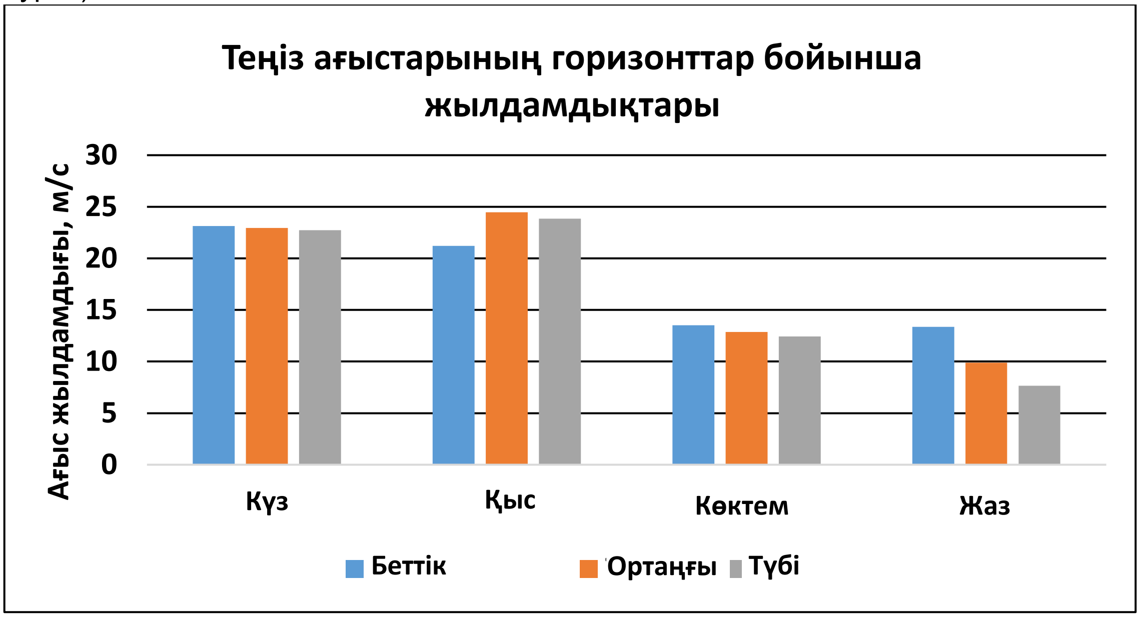
2024 жылдың жазында ағыс жылдамдығы басқа зерттеу кезеңдеріне қарағанда төмен болды:

- Беткі қабат – 13,35 см/с;
- Ортаңғы қабат – 9,88 см/с;
- Түпкі қабат – 7,66 см/с.

Жазғы кезеңдегі теңіз ағыстары негізінен оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттарымен сипатталды және өлшеу тереңдігіне байланысты өзгермеді:

- Беткі қабат – 224°;
- Ортаңғы қабат – 244°;
- Түпкі қабат – 188°.

2023 жылдың күз-қыс және 2024 жылдың көктем-жаз кезеңдеріндегі гидрометриялық зерттеу деректерін талдау бойынша, ағыс жылдамдығының ең жоғары мәндері қыс мезгілінде байқалды, бұл зерттеу аймағындағы күшті желдердің әсерінен болды (1.1.7.17-сурет).



1.1.7.17-сурет. Теңіз ағыстарының горизонттар бойынша жылдамдықтары

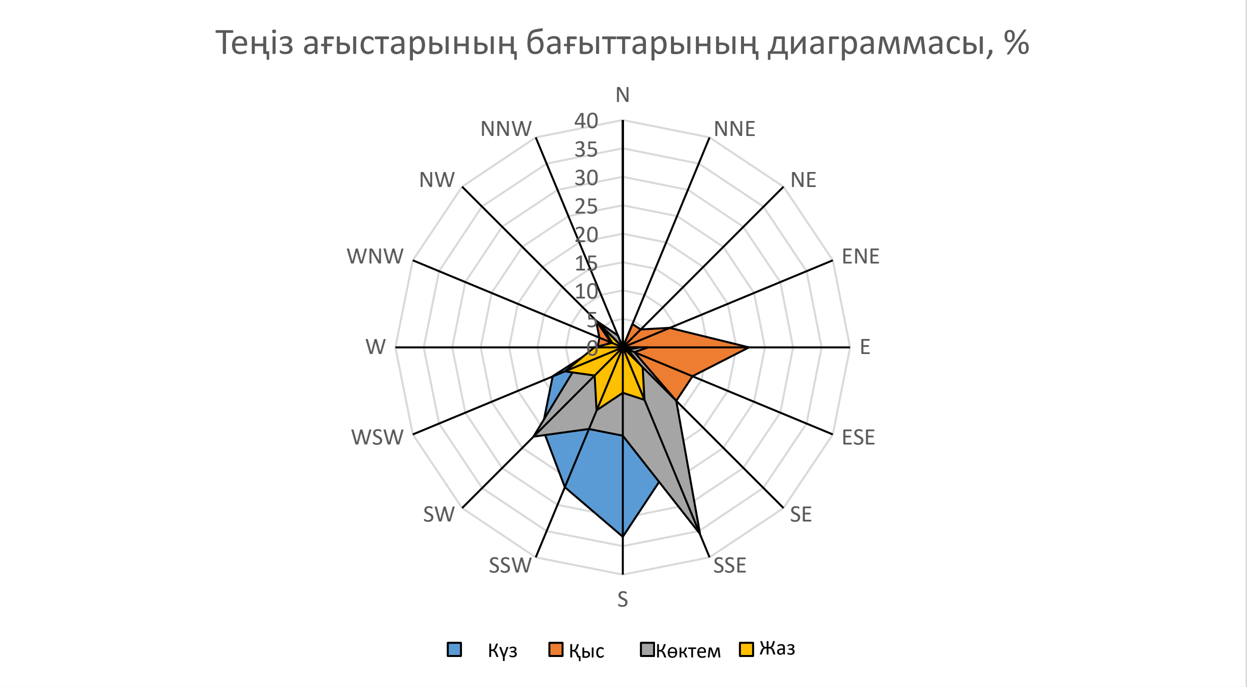
2023 жылдың күзгі зерттеу кезеңінде теңіз ағыстарының жылдамдығы әртүрлі горизонттарда минималды өзгерістер көрсетті. 2023 жылдың күзінде ең төменгі жылдамдық 19-бекетте тіркелді, оның мәні 8,43 см/с болды. Ал ең жоғары жылдамдық 3-бекетте тіркелді, оның мәні 37,23 см/с болды.

2023 жылдың қысы кезеңінде беткі горизонтқа қарағанда ортаңғы және түпкі горизонттардағы теңіз ағыстарының жылдамдығында аздап өсу байқалды. Ең жоғары жылдамдық түпкі қабатта 2-бекетте тіркелді, оның мәні 50 см/с болды. Ортаңғы қабаттағы ағыс жылдамдығы да беткі қабаттағыдан жоғары болды, ал ең жоғары ағыс жылдамдығы ортаңғы қабатта да 2-бекетте тіркелді.

2024 жылдың көктемгі зерттеу кезеңінде теңіз ағыстарының жылдамдығы күз бен қыс мезгілдеріндегі көрсеткіштермен салыстырғанда айтарлықтай төмен болды. Көктемде беткі қабаттан түпкі қабатқа қарай жылдамдықтың аздап төмендеуі байқалды. Ең жоғары жылдамдық, яғни 28,57 см/с, түпкі қабатта 4-бекетте тіркелді.

Жаз мезгілінде өлшеулер беткі қабаттан түпкі қабатқа қарай жылдамдық көрсеткіштерінің айтарлықтай төмендегенін көрсетті. Ең жоғары жылдамдық, яғни 25,78 см/с, беткі қабатта 5-бекетте тіркелді. Түпкі қабатта да ең жоғары жылдамдық 5-бекетте тіркелді, оның мәні 20,5 см/с болды.

2023-2024 жылдардағы зерттеу кезеңі бойы зерттелген аймақта теңіз ағыстарының оңтүстік бағыттары басым болды (1.1.7.18-сурет).



1.1.7.18-сурет. Маусымдар бойынша теңіз ағыстарының бағыттары

2023 жылдың күзінде барлық горизонттарда (беткі, ортаңғы, түпкі) теңіз ағыстарының негізгі бағыты оңтүстік болды, ал қыста оңтүстік-шығыс және шығыс бағыттары басым болды. Көктемде оңтүстік-батыс және оңтүстік-шығыс бағыттары басым болды. Жазда оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттары басым болды. 1.1.7.1, 1.1.7.5, 1.1.7.9 және 1.1.7.13-суреттерге сәйкес, 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы кезеңіне дейін әртүрлі горизонттардағы ағыстардың бағыты бойынша айтарлықтай өзгерістер болған жоқ.

1.1.8 Гидрофизикалық және гидрометриялық деректерді талдау нәтижелері бойынша қорытынды

Зерттеу барысында 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде зерттеу аймағындағы су тереңдігі 9,0 м мен 22 м аралығында өзгерді. Ал көктем мен жаз кезеңдерінде зерттеу жұмыстары 8,0 м-ден 22,7 м-ге дейінгі тереңдікте жүргізілді.

Күзгі гидрометриялық зерттеулердің нәтижелерін талдау су мөлдірлігінің өзгеруінің су тереңдігіне немесе жағалаудан қашықтыққа тәуелділігін көрсетпеді. Осылайша, ең жоғары мөлдірлік (8,0 м) жағалауға жақын бекеттерде(18 және 19-бекеттер) тіркелді, мұнда су тереңдігі ең төменгі деңгейде (9,3 м). Ең төменгі мөлдірлік жағалаудан мүмкіндігінше алыс орналасқан бекеттерде(1-4-бекеттер) тіркелді, олардың су тереңдігі 20,5 м-ден 22,0 м-ге дейін өзгерді.

Көктемде ең жоғары мөлдірлік (15,0 м) 12, 14 және 15-бекеттердетіркелді, олардың тереңдігі 16 м, 16,6 м және 17 м болды. Ең төменгі мөлдірлік (8,0 м) 8-бекетте тіркелді.

Жазғы зерттеу кезеңінде ең жоғары мөлдірлік (14,0 м) 14 және 16-бекеттердетіркелді, олардың тереңдігі 16,3 м және 16,8 м болды. Ең төменгі мән 8-бекетте, тереңдігі 8,0 м-ге тең болды.

Жалпы, зерттеу аймағындағы су температурасы Орта Каспий теңізінің шығыс бөлігіндегі су температурасының ұзақ мерзімді маусымдық динамикасымен сәйкес келді. Күз бен қыста беткі және түпкі қабаттардағы температуралардың арасындағы айтарлықтай айырмашылықтың болмауы осы кезеңдерге тән құбылыс болып табылады. Күзде ауа температурасы төмендеген кезде теңіздің беткі қабаты салқындайды, бұл термоклин қабатының бұлыңғырлануына әкеледі. Көктемде барлық су қабаттары біркелкі қызады, нәтижесінде температура мәндерінің бірқалыпты таралуы байқалады. Жаз кезеңінде су айналымының белсенділігі нәтижесінде түпкі қабаттар мен терең су қабаттары да біркелкі қызады.
Зерттеу аймағындағы тұздылықтың күз бен қыс кезеңдерінде төмендеуі жазда көлденең айналымның азаюына әкеледі. Бұл жағдай теңіздің оңтүстік бөлігінен тұзды судың шығыс жағалауы арқылы Орта Каспий теңізіне ағып келуіне себеп болады. Ауа температурасы төмендеген кезде, бұл тұзды су Орта Каспий теңізінен Оңтүстік Каспий шұңқырының терең қабаттарына жылжиды. Осылайша, көктем мен жаз кезеңдерінде тұздылық барлық горизонттарда артып, Оңтүстік Каспий теңізінен тұзды сулардың зерттеу аймағына ағып келуімен байланысты болды.

Күзгі және қысқы зерттеу кезеңдерінде байқаған лайлылықтың артуы желдің әсерінен теңіз суының араласуынан туындаған. Күзде жағалауда оңтүстік-шығыс желдері басым болса, қыста жағалауға перпендикуляр соғатын батыс желдері жиі болды. Бұл араласу минералды қалқыма заттардың көтерілуіне әкеліп, лайлылық деңгейінің жоғарылауына себеп болды. Көктем мен жаз кезеңдерінде жел мен толқын белсенділігінің төмендеуіне байланысты лайлылық деңгейі төмендеді, бұл қалқыма заттардың концентрациясының азаюына әсер етті.
Су температурасы, тұздылық және лайлылық зерттеу аймағындағы климаттық жағдайлардың маусымдық өзгерістерімен алдын ала белгіленген шектерде болды. Гидрометриялық зерттеу деректерін талдау нәтижесінде, теңіз ағыстарының жылдамдығының 20-30 см/с диапазоны күз бен қыс кезеңдерінде басым болды. Барлық горизонттарда (беткі, ортаңғы, түпкі) теңіз ағыстарының негізгі бағыты күзде оңтүстік, қыста оңтүстік-шығыс болды. Қыста 40-50 см/с жылдамдығы бар теңіз ағыстары байқалды, бұл, бәлкім, зерттеу кезінде күшті желдердің әсерінен су массаларының қарқынды араласуынан болған. Көктемде 10-20 см/с жылдамдықтағы ағыстар басым болды. Жазда, желсіз кезеңде, теңіз ағыстарының жылдамдығы негізінен 0-10 см/с аралығында өзгерді. Теңіз ағыстарының негізгі бағыты көктемде оңтүстік-шығыс, жазда оңтүстік-батыс болды.

1.2. Теңіз суының гидрохимиялық параметрлері

Зерттелген бекеттерде теңіз суының гидрохимиялық параметрлері бастапқы экологиялық зерттеулер барысында жиналған материалдарға негізделген (2023 жылдың күзі – 2024 жылдың жазы). Зерттеу барысында су сынамалары алынып, гидрохимиялық параметрлерді анықтау үшін Алматы қаласындағы “Казэкоанализ” ЖШС аналитикалық зертханасына жеткізілген. Зертхана жұмыстарында Қазақстан Республикасында қабылданған стандартты талдау әдістері қолданылды. Талдаулар жүргізілген барлық әдістер мен құрылғылар талдау есептерінде және зертхананың аккредитация көлемінде сипатталған.

Қазақстан Республикасында коммерциялық балық аулау маңыздылығы үшін су айдындарындағы зиянды заттардың шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРЕК) үшін стандарттар әзірленген жоқ. Сондықтан, 1992 жылы ТМД елдерінің үкімет басшылары қол қойған «Стандарттау, метрология және сертификаттау саласында келісілген саясатты іске асыру туралы келісім» шеңберінде сәйкестік сақталды. Теңіз суының гидрохимиялық жағдайын бағалау үшін «Балық аулау алаңдарындағы су үшін зиянды заттардың шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРЕК) мен шамамен қауіпсіз әсер ету деңгейлері туралы жалпы тізім, КСРО Балық шаруашылығы министрлігі, 1990» пайдаланылды. Алайда бұл тізімде теңіздегі барлық заттар үшін шекті рұқсат етілген концентрациялар көрсетілмеген. Осылайша, теңіз суындағы өзгерістерге талдау жүргізу ШРЕК-і (шекті рұқсат етілген концентрациясы) жоқ заттар бойынша 2023 жылдан 2024 жылға дейінгі зерттеу барысында жиналған деректерді салыстыру арқылы жүзеге асырылды.

1.2.1 Биогенді элементтер

Биогенді элементтер Каспий теңізіндегі гидробионттардың өмір сүруінде маңызды рөл атқарады. Бұл элементтер әртүрлі организмдердің тіршілік әрекеттерінің өнімдері болып табылады және негізінен азот қосылыстарын, яғни нитраттар, нитриттер, сондай-ақ органикалық және бейорганикалық аммоний қосылыстарын қамтиды. Каспий теңізіндегі биогенді заттардың концентрациясындағы маусымдық өзгерістер күрделі және бірнеше факторларға тәуелді. Оларға өзен суларынан ағын, теңіз организмдерімен тұтынылу қарқыны, регенерация жылдамдығы және топырақ пен су арасындағы алмасу процестері жатады. Сонымен қатар, Солтүстік және Орталық Каспий теңіздері арасындағы су алмасуы биогенді заттардың маусымдық динамикасына айтарлықтай әсер етеді. Биогенді заттар DR 2800 құрылғысы арқылы талданды. Талдаулар “Казэкоанализ” ЖШС аналитикалық зертханасында жүргізілді.

Солтүстік және Орталық Каспий теңіздерінде азот көбінесе аммоний азоты (NH4) түрінде байқалады. Аммоний азоты су айдындарына негізінен тазартылмаған ағынды сулардан және органикалық заттардың су түбінде ыдырауынан түседі. Азотқа табиғатта әртүрлі факторлар, соның ішінде антропогендік факторлар әсер етеді. Көк-жасыл балдырлар — теңіз суында азотты бекітетін биологиялық жүйе. Балық аулау алаңдарындағы аммоний азотының шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРЕК) 2,9 мг/дм³ құрайды. 2023 жылдың күзінде жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша аммоний азотының мөлшері балық шаруашылығы ережелерінен аспады, 0,01 мг/дм³-ден 0,14 мг/дм³ аралығында, орташа көрсеткіші 0,07 мг/дм³ болды. Қыста аммоний азотының концентрациясы ШРЕК мәнінен төмен болып, 0,02 мг/дм³-ден 0,12 мг/дм³-ге дейін, орташа мәні 0,06 мг/дм³ болды. Көктемде концентрациясы 0,03 мг/дм³-ден 0,90 мг/дм³-ге дейін өзгеріп, орташа мәні 0,09 мг/дм³ болды. 2024 жылдың жазында аммоний азотының концентрациясы 0,03 мг/дм³-ден 0,08 мг/дм³-ге дейін өзгеріп, орташа мәні 0,06 мг/дм³ болды. Каспий теңізінің шығыс бөлігіндегі төрт маусым бойы жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша аммоний азотының концентрациясы ШРЕК мәнінен аспады және мәні елеусіз болды. Сондықтан, теңіз суының ластанбағанын және зиянды орта ретінде қарастырылмайтынын қорытындылауға болады.

Жалпы азот, фосфор және нитрит азотының ШРЕК мәндері жоқ болғандықтан, талдау 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде алынған талдау нәтижелерін салыстыру арқылы жүргізілді.

Күзде жалпы азоттың мөлшері 0,5 мг/дм³ мен 0,8 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа көрсеткіші 0,648 мг/дм³ болды. Қыста жалпы азоттың концентрациясы 0,5 - 0,7 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 0,6 мг/дм³ болды. 2024 жылдың көктемі мен жазында азоттың концентрациясы сәйкесінше 0,3 - 0,9 мг/дм³ және 0,4 - 0,8 мг/дм³ аралығында өзгерді. Бұл Каспий теңізінің шығыс бөлігіндегі аммоний азотының маусымдық ауытқуларының батыс бөлігіндегіге қарағанда әлдеқайда жұмсақ болуымен түсіндіріледі. Зерттеу нәтижелері бойынша (2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері мен 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдері), азоттың концентрациясы сәл өзгеріп, бірдей шектерде қалды.

Фосфор көміртегі, оттегі, сутегі және азотпен қатар тірі организмдердің өмір сүруі үшін маңызды элемент болып табылады. Ол табиғи су айдындарының трофикалық күйінің ең маңызды көрсеткіші болып табылады. Фосфор көбінесе су организмдерінің биомассасы мен өнімділігін анықтайды, соның ішінде теңіз организмдерінің де. Фосфордың биологиялық объектілерде және қоршаған ортада жинақталуын бақылау және қадағалау маңызды, оның ішінде Каспий теңізінің теңіз биологиялық жүйесі үшін де. Зерттеу барысында күз, қыс және көктем айларында зерттеу аймағындағы жалпы фосфордың концентрациясы өлшеу құрылғысының сезімталдығының шегінен төмен болды (0,005). Жазда жалпы фосфордың концентрациясы <0,005-тен 0,08 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 0,008 мг/дм³ болды. Осылайша, байқалған ауытқулар елеусіз болды.

Нитрит азоты (NO2) су айдындарының ластануын көрсететін индикатор болып табылады. Нитрит азотының жоғары деңгейлері органикалық заттардың ыдырауының артуын білдіреді. 2023 жылдың күзінде барлық бекеттерде теңіз суында нитрит азотының концентрациясы өте төмен болды, 0,014 мг/дм³ пен 0,036 мг/дм³ аралығында өзгерді. Қыста нитрит азотының мөлшері 0,011 - 0,032 мг/дм³ аралығында сәл өзгерді. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, күзгі кезеңде нитрит азотының орташа концентрациясы 0,024 мг/дм³, қыста 0,018 мг/дм³ болды. 2024 жылдың көктемі мен жазында нитрит азотының концентрациясы бірдей шектерде өзгеріп, 0,02 мг/дм³-ден 0,06 мг/дм³-ге дейін өзгеріп, орташа мәні 0,04 мг/дм³ болды. Барлық зерттеу кезеңдері бойынша нитрит азотының концентрациясы сәл өзгеріп, бірдей шектерде қалды.

Нитраттар нитриттерден нитрификация процесі арқылы пайда болады немесе су айдындарына тыңайтқыштар мен ауыл шаруашылығы ағындары, атмосфералық жауын-шашын және басқа ағындар арқылы түсуі мүмкін. Нитраттар нитриттерге қарағанда айтарлықтай аз токсинді. Балық аулау алаңдары үшін нитрат азотының шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРЕК) 9,0 мг/дм³ құрайды. 2023 жылдың күзінде нитрат азотының концентрациясы зерттелген аймақта 1,8 - 3,0 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 2,4 мг/дм³ болды. 2023 жылдың қысында нитрат азотының концентрациясы 1,6 - 2,5 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 2,0 мг/дм³ болды. Нитрат азотының ШРЕК мәні 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде асқан жоқ. 2024 жылдың көктемінде нитрат азотының концентрациясы 1,4 - 2,5 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 1,9 мг/дм³ болды. Жазда нитрат азотының концентрациясы 0,7 - 2,2 мг/дм³ аралығында өзгеріп, орташа мәні 1,74 мг/дм³ болды.

Осылайша, биогенді элементтердің ШРЕК мәндері 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемі мен жазында да асқан жоқ. Биогенді элементтердің концентрациялары бірдей шектерде өзгеріп, өлшеу құралдарының сезімталдық шегінен төмен болды.

Зерттеу кезеңі бойынша теңіз суындағы биогенді элементтердің концентрациялары туралы деректер 1.2.1-1-кестеде келтірілген.

1.2.1-1-кесте. 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығындағы Каспий теңізіндегі зерттеу аймағында биогенді элементтердің концентрациялары (мг/дм³)

№	Сынама алу нүктесі	Маусым	Биогенді элементтің концентрациясы, мг/дм³							
			NH_4		NO_2		NO_3		$N_{жалпы}$	$P_{жалпы}$
			NH_4	$N\text{-}NH_4$	NO_2	$N\text{-}NO_2$	NO_3	$N\text{-}NO_3$		
1	Бекет 1 Беттік	Күз	0.14	0.11	0.036	0.011	2.9	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.12	0.09	0.032	0.010	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.02	0.006	2.1	0.5	0.5	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	1.8	0.4	0.6	0.009
2	Бекет 1 Түпкі	Күз	0.12	0.10	0.029	0.009	2.8	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.11	0.09	0.021	0.006	2.5	0.6	0.6	< 0.005
		Көктем	0.08	0.06	0.02	0.006	1.8	0.4	0.4	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.02	0.006	0.7	0.2	0.4	0.08
3	Бекет 2 Беттік	Күз	0.11	0.08	0.026	0.008	3.0	0.7	0.8	< 0.005
		Қыс	0.10	0.08	0.024	0.007	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.05	0.04	0.04	0.012	1.4	0.3	0.8	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.03	0.009	1.5	0.3	0.5	< 0.005
4	Бекет 2 Түпкі	Күз	0.12	0.10	0.016	0.005	2.9	0.7	0.8	< 0.005
		Қыс	0.09	0.07	0.014	0.004	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.04	0.03	0.03	0.009	1.6	0.4	0.9	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	1.4	0.3	0.5	0.006
5	Бекет 3 Беттік	Күз	0.07	0.05	0.018	0.006	2.6	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.017	0.005	2.2	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.09	0.07	0.03	0.009	1.7	0.4	0.4	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.04	0.012	1.5	0.3	0.6	0.007
6	Бекет 3 Түпкі	Күз	0.08	0.06	0.017	0.005	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.013	0.004	2.0	0.5	0.7	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.03	0.009	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.03	0.009	1.7	0.4	0.5	< 0.005
7	Бекет 4 Беттік	Күз	0.14	0.11	0.025	0.007	2.6	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.019	0.006	2.0	0.5	0.7	< 0.005
		Көктем	0.05	0.04	0.04	0.012	1.4	0.3	0.5	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	1.5	0.3	0.4	< 0.005
8	Бекет 4 Түпкі	Күз	0.08	0.06	0.034	0.010	2.7	0.6	0.8	< 0.005
		Қыс	0.09	0.07	0.024	0.007	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.02	0.006	1.7	0.4	0.7	0.006
		Жаз	0.04	0.03	0.03	0.009	1.6	0.4	0.6	0.009
9	Бекет 5 Беттік	Күз	0.11	0.08	0.031	0.010	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.08	0.06	0.018	0.005	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	< 0.03	< 0.02	0.03	0.009	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.03	0.02	0.05	0.015	1.7	0.4	0.6	0.007
10	Бекет 5 Түпкі	Күз	0.12	0.10	0.028	0.009	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.06	0.05	0.019	0.006	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.03	0.02	0.02	0.006	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	1.8	0.4	0.6	0.007
11	Бекет 6 Беттік	Күз	0.05	0.04	0.022	0.007	2.0	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.021	0.006	1.6	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.90	0.70	0.06	0.018	2.2	0.5	0.4	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.06	0.018	1.7	0.4	0.5	< 0.005
12	Бекет 6 Түпкі	Күз	0.03	0.02	0.026	0.008	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.022	0.007	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.10	0.08	0.05	0.015	2.0	0.5	0.3	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.03	0.009	1.9	0.4	0.5	< 0.005
13	Бекет 7 Беттік	Күз	0.05	0.04	0.031	0.009	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.028	0.009	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.08	0.06	0.02	0.006	1.6	0.4	0.7	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	2.1	0.5	0.8	0.006
14	Бекет 7 Түпкі	Күз	0.05	0.04	0.028	0.009	2.6	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.026	0.008	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.04	0.012	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.02	0.006	1.8	0.4	0.5	< 0.005
15	Бекет 8 Беттік	Күз	0.06	0.05	0.023	0.007	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.02	0.006	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.05	0.04	0.05	0.015	2.0	0.4	0.5	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	1.6	0.4	0.6	< 0.005
16	Бекет 8 Түпкі	Күз	0.06	0.05	0.036	0.011	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.03	0.02	0.017	0.005	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.04	0.012	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	2.1	0.5	0.6	0.008
17	Бекет 9 Беттік	Күз	0.03	0.02	0.017	0.005	2.6	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.013	0.004	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.08	0.06	0.03	0.009	2.2	0.5	0.4	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.04	0.012	1.8	0.4	0.5	< 0.005

№	Сынама алу нүктесі	Маусым	Биогенді элементтің концентрациясы, мг/дм³							
			NH_4		NO_2		NO_3		$N_{жалпы}$	$P_{жалпы}$
			NH_4	$N\text{-}NH_4$	NO_2	$N\text{-}NO_2$	NO_3	$N\text{-}NO_3$		
18	Бекет 9 Түпкі	Күз	0.04	0.03	0.018	0.006	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.019	0.006	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.03	0.009	2.3	0.5	0.5	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.02	0.006	2.1	0.5	0.5	< 0.005
19	Бекет 10 Беттік	Күз	0.07	0.05	0.028	0.009	2.1	0.5	0.7	< 0.005
		Қыс	0.03	0.02	0.016	0.005	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.09	0.07	0.04	0.012	1.8	0.4	0.9	< 0.005
		Жаз	0.08	0.06	0.05	0.015	1.6	0.4	0.7	< 0.005
20	Бекет 10 Түпкі	Күз	0.08	0.06	0.029	0.009	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.018	0.005	2.0	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.03	0.009	1.7	0.4	0.8	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	1.5	0.3	0.5	< 0.005
21	Бекет 11 Беттік	Күз	0.07	0.05	0.027	0.008	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.06	0.05	0.021	0.006	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.04	0.03	0.05	0.015	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.04	0.03	0.04	0.012	1.8	0.4	0.5	0.006
22	Бекет 11 Түпкі	Күз	0.09	0.07	0.024	0.007	2.7	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.021	0.006	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.03	0.02	0.03	0.009	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Жаз	0.04	0.03	0.04	0.012	1.8	0.4	0.5	0.006
23	Бекет 12 Беттік	Күз	0.04	0.03	0.016	0.005	2.4	0.5	0.7	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.019	0.006	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.06	0.018	1.7	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	< 0.03	< 0.02	0.05	0.015	1.9	0.4	0.7	< 0.005
24	Бекет 12 Түпкі	Күз	0.06	0.05	0.014	0.004	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.012	0.004	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.05	0.015	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Жаз	0.04	0.03	0.04	0.012	1.7	0.4	0.6	< 0.005
25	Бекет 13 Беттік	Күз	0.05	0.04	0.022	0.007	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.019	0.006	2.0	0.5	0.7	< 0.005
		Көктем	0.10	0.08	0.02	0.006	2.1	0.5	0.7	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	2.1	0.5	0.7	0.007
26	Бекет 13 Түпкі	Күз	0.06	0.04	0.02	0.006	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.013	0.004	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.09	0.07	0.03	0.009	2.0	0.4	0.4	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	0.8	0.2	0.5	< 0.005
27	Бекет 14 Беттік	Күз	0.01	0.01	0.034	0.010	2.2	0.5	0.7	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.013	0.004	2.0	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.03	0.009	1.8	0.4	0.3	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.04	0.012	2.1	0.5	0.8	< 0.005
28	Бекет 14 Түпкі	Күз	0.02	0.01	0.032	0.010	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.018	0.005	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.04	0.012	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	1.8	0.4	0.7	0.009
29	Бекет 15 Беттік	Күз	0.07	0.05	0.018	0.006	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Қыс	0.06	0.05	0.018	0.005	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.04	0.03	0.02	0.006	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.03	0.009	1.7	0.4	0.6	< 0.005
30	Бекет 15 Түпкі	Күз	0.09	0.07	0.023	0.007	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.05	0.04	0.012	0.004	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.03	0.009	2.2	0.5	0.6	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.02	0.006	1.9	0.4	0.5	0.007
31	Бекет 16 Беттік	Күз	0.05	0.04	0.015	0.005	2.2	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.013	0.004	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.09	0.07	0.05	0.015	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Жаз	0.08	0.06	0.03	0.009	2.1	0.5	0.6	0.006
32	Бекет 16 Түпкі	Күз	0.02	0.02	0.014	0.004	2.1	0.5	0.7	< 0.005
		Қыс	0.02	0.02	0.011	0.003	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.04	0.012	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Жаз	0.05	0.04	0.03	0.009	2.2	0.5	0.7	< 0.005
33	Бекет 17 Беттік	Күз	0.06	0.04	0.022	0.007	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.021	0.006	1.6	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.10	0.08	0.04	0.012	1.8	0.4	0.9	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.05	0.015	2.1	0.5	0.8	0.009
34	Бекет 17 Түпкі	Күз	0.05	0.04	0.017	0.005	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.03	0.02	0.019	0.006	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.11	0.09	0.04	0.012	1.8	0.4	0.8	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.04	0.012	2.0	0.5	0.7	< 0.005
35	Бекет 18	Күз	0.03	0.02	0.024	0.007	1.8	0.4	0.5	< 0.005

№	Сынама алу нүктесі	Маусым	Биогенді элементтің концентрациясы, мг/дм³							
			NH_4		NO_2		NO_3		$N_{жалпы}$	$P_{жалпы}$
			NH_4	$N\text{-}NH_4$	NO_2	$N\text{-}NO_2$	NO_3	$N\text{-}NO_3$		
	Беттік	Қыс	0.04	0.03	0.019	0.006	1.6	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.07	0.05	0.03	0.009	2.0	0.5	0.8	< 0.005
		Жаз	0.08	0.06	0.04	0.012	1.8	0.4	0.6	0.008
36	Бекет 18 Түпкі	Күз	0.02	0.02	0.026	0.008	2.0	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.04	0.03	0.016	0.005	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	0.05	0.04	0.04	0.012	2.0	0.4	0.7	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.03	0.009	1.9	0.4	0.7	< 0.005
37	Бекет 19 Беттік	Күз	0.04	0.03	0.02	0.006	2.1	0.5	0.7	< 0.005
		Қыс	0.03	0.02	0.022	0.007	1.8	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.08	0.06	0.02	0.006	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Жаз	0.07	0.05	0.03	0.009	1.8	0.4	0.8	< 0.005
38	Бекет 19 Түпкі	Күз	0.05	0.04	0.025	0.007	2.3	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.02	0.01	0.023	0.007	2.0	0.5	0.5	< 0.005
		Көктем	0.06	0.05	0.02	0.006	2.0	0.4	0.5	< 0.005
		Жаз	0.06	0.05	0.02	0.006	1.6	0.4	0.5	0.007
39	Бекет 20 Беттік	Күз	0.07	0.06	0.016	0.005	2.7	0.6	0.6	< 0.005
		Қыс	0.06	0.05	0.014	0.004	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	< 0.03	< 0.02	0.05	0.015	1.8	0.4	0.4	< 0.005
		Жаз	0.04	< 0.02	0.03	0.009	1.7	0.4	0.6	0.006
40	Бекет 20 Түпкі	Күз	0.10	0.07	0.02	0.006	1.9	0.4	0.5	< 0.005
		Қыс	0.07	0.05	0.012	0.004	2.1	0.5	0.6	< 0.005
		Көктем	0.04	0.03	0.04	0.012	1.6	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.03	0.02	0.02	0.006	1.6	0.4	0.5	< 0.005
	Ең аз	Күз	0.01	0.01	0.014	0.004	1.8	0.4	0.5	< 0.005
		Қыс	0.02	0.01	0.011	0.003	1.6	0.4	0.5	< 0.005
		Көктем	< 0.03	< 0.02	0.02	0.006	1.4	0.3	0.3	< 0.005
		Жаз	< 0.03	< 0.02	0.02	0.01	0.7	0.16	0.4	< 0.005
	Ең көп	Күз	0.14	0.11	0.036	0.011	3	0.7	0.8	< 0.005
		Қыс	0.12	0.09	0.032	0.01	2.5	0.6	0.7	< 0.005
		Көктем	0.90	0.70	0.06	0.018	2.5	0.6	0.9	< 0.005
		Жаз	0.08	0.06	0.06	0.02	2.2	0.5	0.8	0.08
	Орташа	Күз	0.07	0.05	0.024	0.007	2.4	0.5	0.6	< 0.005
		Қыс	0.06	0.04	0.018	0.006	2.0	0.4	0.6	< 0.005
		Көктем	0.09	0.07	0.04	0.011	1.9	0.4	0.6	< 0.005
		Жаз	0.06	0.04	0.04	0.01	1.74	0.39	0.59	0.008
ЖРК*			**2.9**				**9.0**			

** Кеңейтілген тізім: балық аулау алаңдарындағы судың зиянды заттарының ең жоғары рұқсат етілген концентрациялары (ЖРК) және шамамен қауіпсіз әсер ету деңгейі (СҚӘ) туралы анықтама СССР Балық шаруашылығы министрлігі, 1990.*

1.2.2 Ауыр металдар

Ауыр металдар — басым ластаушы заттар қатарына жатады, сондықтан олардың мониторингін жүргізу балық аулау алаңдарында міндетті болып табылады. Зерттелген аймақта кадмий, мыс, қорғасын, сынап және мырыштың бар екені анықталды. “Казэкоанализ” ЖШС аналитикалық зертханасы ауыр металдарды талдау үшін ICPE 9000 құрылғысын қолданды.

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, күз, қыс, көктем және жаз кезеңдерінде ауыр металдардың концентрациялары өлшеу құрылғысының сезімталдығының шегінен төмен болды және ШРЕК мәнінен аспады (1.2.2-1-кесте). 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемі мен жазында судағы ауыр металдардың концентрациялары туралы деректер 1.2.2-1-кестеде келтірілген.

1.2.2-1-кесте. 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығындағы Каспий теңізіндегі зерттеу аймағында ауыр металдардың концентрациялары (мг/дм³)

Сынама алу нүктесі	Кадмий (Cd)	Мыс (Cu)	Мырыш (Zn)	Қорғасын (Pb)	Сынап (Hg)
2023 жылдың Күзі – Қысы, 2024 жылдың Көктемі – Жазы					
1-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
1-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
2-Бекет Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
2-Бекет.Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001

Сынама алу нүктесі	Кадмий (Cd)	Мыс (Cu)	Мырыш (Zn)	Қорғасын (Pb)	Сынап (Hg)
3-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
3-Бекет.Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
4-Бекет Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
4-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
5-Бекет Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
5-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
6-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
6-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
7-Бекет Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
7-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
8-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
8-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
9-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
9-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
10-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
10-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
11-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
11-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
12-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
12-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
13-Бекет Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
13-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
14-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
14-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
15-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
15-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
16-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
16-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
17-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
17-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
18-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
18-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
19-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
19-Бекет. Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
20-Бекет. Беткі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
20-Бекет Түпкі	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Ең аз	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Ең көп	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Орташы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
ШРЕК*	**0.01**	**0.005**	**0.05**	**0.01**	**0.0001**

Ескерту: Зерттеу кезеңдері барысында тіркелген концентрациялар құралдың сезімталдық шегінен төмен болды (Cd үшін 0,001 мг/дм³, Cu үшін 0,0025 мг/дм³, Zn үшін 0,005 мг/дм³, Pb үшін 0,005 мг/дм³ және Hg үшін 0,0001 мг/дм³).

Кеңейтілген тізім: Балық аулау алаңдарындағы судың зиянды заттарының шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРЕК) және шамамен қауіпсіз әсер ету деңгейі (ҚӘЕД). СССР Балық шаруашылығы министрлігі, 1990.

1.2.3 Мұнай өнімдері

Сарапшылар мұнай өнімдерін табиғи су ортасын ластайтын ең көп таралған және токсикалық қауіпті заттар ретінде санайды. Мұнай өнімдері өте токсикалық және гидробионттарға, мысалы, моторлық рефлекстердің бұзылуы, бағдарлау қабілетінің жоғалуы, физиологиялық процестердің бұзылуы (соның ішінде тері сезімталдығының жоғалуы және репродуктивті функцияның зақымдануы), канцерогендердің жиналуы (бұл жас өскіндердің деформациясы мен өміршеңдігінің төмендеуіне әкеледі) сияқты ауыр теріс әсерлер туғызады. Осы себепті, Каспий теңізіндегі су организмдерінің денсаулығы үшін бұл ластаушы заттарды бақылау маңызды болып табылады.

Мұнай өнімдері GCMS-QP2010 құрылғысы арқылы өлшенді. Балық аулау алаңдарындағы мұнай өнімдерінің ШРЕК мәні 0,05 мг/дм³ құрайды. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде жүргізілген зерттеулер барысында мұнай өнімдерінің тіркелген концентрациялары ШРЕК мәнінен аспады. Концентрациялар өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды (1.2.3-1-кесте).

1.2.3-1-кесте. 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығындағы Каспий теңізіндегі зерттеу аймағында мұнай өнімдерінің концентрациялары (мг/дм³)

Сынама алу нүктесі	Мұнай өнімдерінің концентрациясы, мг/дм³
2023 жылдың Күзі – Қысы, 2024 жылдың Көктемі – Жазы	
1- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
1- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
2- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
2- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
3- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
3- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
4- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
4- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
5- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
5- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
6- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
6- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
7- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
7- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
8- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
8- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
9- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
9- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
10- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
10- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
11- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
11- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
12- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
12- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
13- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
13- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
14- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
14- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
15- Бекет. Беткі	0.02-ден төмен
15- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
16- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
16- Бекет. Түпкі	0.02-ден төмен
17- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
17- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
18- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
18- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
19- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
19- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
20- Бекет Түпкі	0.02-ден төмен
20- Бекет Беткі	0.02-ден төмен
ШРЕК*	**0.05**

Ескерту: Күз, қыс, көктем және жазғы зерттеу кезеңдерінде тіркелген концентрациялар өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды (мұнай өнімдері үшін 0,02 мг/дм³).

Кеңейтілген тізім: Балық аулау алаңдарындағы судың зиянды заттарының шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРЕК) және шамамен қауіпсіз әсер ету деңгейі (СҚӘ). СССР Балық шаруашылығы министрлігі, 1990.

1.2.4 Полициклді ароматты көмірсутектер

Полициклді ароматты көмірсутектер (ПАК) мұнай өнімдерінің құрамына кіреді және су экожүйелерінің әртүрлі құрамдас бөліктерінде жиналуы мүмкін. Олар азық тізбегі бойынша жылжи отырып, гидробионттар организмдерінде мутагендік өзгерістер туғызу қабілетін сақтайды. ПАК GCMS-QP2010 құрылғысы арқылы анықталды. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері мен 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде тіркелген ПАК мәндері өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды (1.2.4-1-кесте).

1.2.4-1-кесте. 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығындағы Каспий теңізіндегі зерттеу аймағында ПАК концентрациялары (мг/дм³)

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³															
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[a]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[K]флуорантен	Бензо[a]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[a,h]антраце н	Индено[1,2,3-cd]пирен
2023 жылдың Күзі – Қысы, 2024 жылдың Көктемі – Жазы																
Бекет 1 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 1 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 2 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 2 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 3 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 3 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 4 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³															
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[a]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[K]флуорантен	Бензо[a]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[a,h]антрацен	Индено[1,2,3-cd]пирен
Бекет 4 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 5 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 5 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 6 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 6 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 7 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 7 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 8 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 8 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 9 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 9 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 13 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 13 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 10 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 10 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 11	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³															
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[a]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[K]флуорантен	Бензо[a]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[a,h]антрацен	Индено[1,2,3-cd]пирен
Түпкі																
Бекет 11 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 12 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 12 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 17 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 17 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 20 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 20 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 16 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 16 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 18 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 18 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 19 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 19 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 14 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 14 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 15 Беттік	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бекет 15 Түпкі	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³														
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[а]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[К]флуорантен	Бензо[а]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[a,h]антраце н	Индено[1,2,3-cd]пирен
Ең аз	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Ең көп	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Орташа	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

Ескерту: 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері мен 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде тіркелген концентрациялар өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды (полициклді ароматты көмірсутектер үшін 0,007 мг/дм³).

1.2.5 Органохлорлы пестицидтер

Су айдындарын және олардың биологиялық ресурстарын ластанудан тиімді қорғаудың маңызды шарты — су экожүйелерінің негізгі элементтеріндегі токсиканттардың сапалық және сандық құрамдары туралы толық және жеткілікті ақпарат алу. Пестицидтердің кең ауқымынан ең қауіптілері — балықтардың маңызды органдарында жиналуы мүмкін қосылыстар: тұрақты органохлорлы пестицидтер, ДДТ (дихлордифенилтрихлорметан) изомерлері және ГХЦГ (гекса-хлоро-циклогексан). Тұрақты органохлорлы пестицидтер тіпті төмен концентрацияларда да балықтар мен басқа гидробионттарда патологиялық бұзылулар туындатуы мүмкін. Бұл пестицидтердің жоғары концентрациялары су айдындарын ластанудың ең ауыр түрлерінің бірі болып табылады. ДДТ және ГХЦГ үшін балық аулау алаңдарындағы ШРЕК мәндері сәйкесінше 0,01 мг/дм³ және 0,05 мг/дм³ құрайды.

Пестицидтердің концентрациясы GCMS-QP2010 құрылғысы арқылы анықталды. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде жүргізілген зерттеулер нәтижелеріне сәйкес, пестицидтердің мөлшері өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды. Пестицидтердің концентрациялары беткі және түпкі қабаттарда ШРЕК мәндерінен төмен болды. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері мен 2024 жылдың көктемі мен жазында судағы пестицидтердің концентрациялары туралы деректер 1.2.5-1-кестеде келтірілген.

1.2.5-1-кесте. 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығындағы Каспий теңізіндегі зерттеу аймағында пестицидтердің концентрациялары (мг/дм³)

Сынама алу нүктесі	ДДТ	ГХЦГ
2023 жылдың Күзі – Қысы, 2024 жылдың Көктемі – Жазы		
1-Бекет. Беткі	< 0.0001	< 0.0001
1-Бекет. Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
2-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
2-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
3-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
3-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
4-Бекет. Беткі	< 0.0001	< 0.0001
4-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
5-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
5-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
6-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
6-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
7-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
7-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
8-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
8-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
9-Бекет. Беткі	< 0.0001	< 0.0001
9-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
10-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
10-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
11-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
11-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
12-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
12-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
13-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
13-Бекет. Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
14-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
14-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
15-Бекет. Беткі	< 0.0001	< 0.0001
15-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
16-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001

Сынама алу нүктесі	ДДТ	ГХЦГ
16-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
17-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
17-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
18-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
18-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
19-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
19-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
20-Бекет Беткі	< 0.0001	< 0.0001
20-Бекет Түпкі	< 0.0001	< 0.0001
Ең аз	< 0.0001	< 0.0001
Ең көп	< 0.0001	< 0.0001
Орташа	< 0.0001	< 0.0001
ШРЕК*	**0.01**	**0.005**

Ескерту: Зерттеу кезеңі (2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері, 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдері) барысында тіркелген концентрациялар өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды (ДДТ және ГХЦГ үшін 0,0001 мг/дм³).

Осылайша, 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде биогенді элементтердің ШРЕК мәндері аспады. Биогенді элементтердің концентрациялары бірдей шектерде өзгеріп, немесе өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды.
Барлық төрт маусымда ауыр металдардың концентрациялары ШРЕК мәнінен және аналитикалық әдістердің сезімталдық деңгейінен төмен болды.
Барлық горизонттарда (беткі, ортаңғы және түпкі) жалпы көмірсутектер мен органохлорлы пестицидтердің концентрациялары орнатылған ШРЕК-дан төмен болды.
Полициклді ароматты көмірсутектердің концентрациясы зерттеу кезеңінде өлшеу құралдарының сезімталдығының шегінен төмен болды.
Зерттеу кезеңдері барысында алынған деректер негізінде зерттеу аймағындағы теңіз суының гидрохимиялық жағдайлары гидробионттардың тіршілік циклі үшін қолайлы болды.

1.2.6 Жиналған сынамалардың талдауын бақылау

Бақылау сынамалары

Қосымша сынамалар (биогендер, ауыр металдар, мұнай өнімдері, ароматты көмірсутектер, органохлорлы пестицидтер) әрбір бекет тобынан бір нүктеде аналитикалық зерттеулердің дәлдігін тексеру үшін алынған.

Жуу сынамалары

Жуу сынамалары құралдардан және зертхана ыдыстарынан тазалау процедураларының тиімділігін бағалау мақсатында алынған.

Биогенді элементтер

1.2.6-1-кестеде бақылау сынамалары мен жуу сынамалары бойынша биогенді элементтерге жүргізілген статистикалық талдау нәтижелері көрсетілген. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері, 2024 жылдың көктемі мен жазында бақылау сынамалары мен жуу сынамаларындағы биогенді элементтердің мөлшері барлық зерттелген бекеттерде тіркелген орташа концентрациядан аспады.

1.2.6-1-кесте. Биогенді элементтер бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері (мг/л), 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығында

№	Параметр, сынама	NH_4		NO_2		NO_3		$N_{жалпы}$	$P_{жалпы}$
		NH_4	$N\text{-}NH_4$	NO_2	$N\text{-}NO_2$	NO_3	$N\text{-}NO_3$		
Күз									
1	Бақылау сынамасы	0.04	0.03	0.015	0.005	2.7	0.6	0.7	< 0.005

№	Параметр, сынама	NH_4		NO_2		NO_3		$N_{жалпы}$	$P_{жалпы}$
		NH_4	$N\text{-}NH_4$	NO_2	$N\text{-}NO_2$	NO_3	$N\text{-}NO_3$		
2	Бос жабдықтың сынамасы	<0.003	<0.02	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
3	Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
4	**Орташа**	**0.067**	**0.051**	**0.024**	**0.007**	**2.373**	**0.535**	**0.648**	0.005 төмен
	Қыс								
1	Бақылау сынамасы	0.03	0.02	0.016	0.005	1.7	0.4	0.5	< 0.005
2	Бос жабдықтың сынамасы	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
3	Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
4	**Орташа**	**0.06**	**0.04**	**0.018**	**0.006**	**2.0**	**0.4**	**0.6**	**< 0.005**
	Көктем								
1	Бақылау сынамасы	0.03	0.02	0.04	0.012	1.7	0.4	0.6	< 0.005
2	Бос жабдықтың сынамасы	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
3	Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.01	<0.5	< 0.005
4	**Орташа**	**0.09**	**0.07**	**0.04**	**0.011**	**1.9**	**0.4**	**0.6**	**< 0.005**
	Жаз								
1	Бақылау сынамасы	0.06	0.05	0.02	0.006	1.6	0.4	0.5	0.007
2	Бос жабдықтың сынамасы	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.1	<0.5	< 0.005
3	Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.003	<0.002	<0.01	<0.003	<0.05	<0.1	<0.5	< 0.005
4	**Орташа**	**0.06**	**0.04**	**0.04**	**0.01**	**1.74**	**0.39**	**0.59**	**0.008**

Ауыр металдар

1.2.6-2-кесте. Ауыр металдар бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері, 2024 жылдың көктемі мен жазында бақылау сынамалары мен жуу сынамаларындағы ауыр металдардың концентрациялары өлшеу құралдарының сезімталдық деңгейінен төмен болды, сондай-ақ барлық зерттелген бекеттерде де концентрациялар осы деңгейден аспады.

1.2.6-2-кесте. Ауыр металдар бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері (мг/л), 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығында

Параметр, сынама	Кадмий (Cd)	Мыс (Cu)	Мырыш (Zn)	Қорғасын (Pb)	Сынап (Hg)
Күз					
Бақылау сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Орташа	**< 0.001**	**< 0.0025**	**< 0.005**	**< 0.005**	**< 0.0001**
Қыс					
Бақылау сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001

Параметр, сынама	Кадмий (Cd)	Мыс (Cu)	Мырыш (Zn)	Қорғасын (Pb)	Сынап (Hg)
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Орташа	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Көктем					
Бақылау сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Орташа	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Жаз					
Бақылау сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001
Орташа	< 0.001	< 0.0025	< 0.005	< 0.005	< 0.0001

Мұнай өнімдері

1.2.6-3-кесте. Мұнай өнімдері бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері. Бақылау сынамалары мен жуу сынамаларындағы мұнай өнімдерінің концентрациялары өлшеу құралдарының сезімталдық шегінен төмен болды.

1.2.6-3-кесте. Мұнай өнімдері бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері (мг/л), 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығында

Сынама алу нүктесі	Мұнай өнімдерінің концентрациясы, мг/дм³
Күз	
Бақылау сынамасы	0,02-ден төмен
Бос жабдықтың сынамасы	0,02-ден төмен
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	0,02-ден төмен
Қыс	
Бақылау сынамасы	0,02-ден төмен
Бос жабдықтың сынамасы	0,02-ден төмен
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	0,02-ден төмен
Көктем	
Бақылау сынамасы	0,02-ден төмен
Бос жабдықтың сынамасы	0,02-ден төмен
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	0,02-ден төмен
Жаз	
Бақылау сынамасы	0,02-ден төмен
Бос жабдықтың сынамасы	0,02-ден төмен
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	0,02-ден төмен

Пестицидтер

1.2.6-4-кесте. Пестицидтер бойынша бақылау сынамаларымен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері. Бақылау сынамалары мен жуу сынамаларындағы пестицидтердің концентрациялары өлшеу құралдарының сезімталдық деңгейінен төмен болды.

1.2.6-4-кесте. ДДТ және ГХЦГ бойынша бақылау сынамаларымен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері (мг/л), 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығында

Сынама алу нүктесі	ДДТ	ГХЦГ
Күз		
Бақылау сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.0001	< 0.0001
Қыс		
Бақылау сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.0001	< 0.0001
Көктем		
Бақылау сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.0001	< 0.0001
Жаз		
Бақылау сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Бос жабдықтың сынамасы	< 0.0001	< 0.0001
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	< 0.0001	< 0.0001

Полициклді ароматты көмірсутектер

1.2.6-5-кесте. Полициклді ароматты көмірсутектер бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдері, 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде бақылау сынамалары мен жуу сынамаларындағы полициклиді ароматты көмірсутектердің концентрациялары өлшеу құралдарының сезімталдық шегінен төмен болды.

1.2.6-5-кесте. Полициклді ароматты көмірсутектер бойынша бақылау сынамалары мен жуу сынамаларының статистикалық талдау нәтижелері (мг/л), 2023 жылдың күзінен 2024 жылдың жазы аралығында

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³															
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[a]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[k]флуорантен	Бензо[a]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[a,h]антраце н	Индено[1,2,3-cd]пирен
Күз																
Бақылау сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бос жабдықтың сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Қыс																
Бақылау сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бос жабдықтың сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Көктем																
Бақылау сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бос жабдықтың сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Жаз																
Бақылау сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Бос жабдықтың сынамасы	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

Сынама алу нүктесі	Концентрациясы, мг/дм³															
	Нафталин	Аценафилен	Аценафтен	Флуорен	Фенантрен	Антрацен	Флуорантен	Пирен	Бенз[а]антрацен	Кризен	Бензо[b]флуорантен	Бензо[К]флуорантен	Бензо[а]пирен	Бензо[g,h,i]перилен	Дибензо[а,h]антраце н	Индено[1,2,3-cd]пирен
Зертханалық ыдыстардан сүртпе сынама	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттелген бекеттер мен бақылау су сынамаларында тіркелген орташа нақты концентрацияларды салыстырған кезде өлшеу қатесі болмады. Сондай-ақ, зертхана ыдыстары мен жабдықтарының ластануынан туындаған өлшеу қатесі де болмады, бұл жуу сынамаларын талдау арқылы расталды.

2. Теңіздің биологиялық ортасы

2.1 Гидробиологиялық зерттеу

2.1.1 Каспий теңізіндегі гидробионттардың жалпы жағдайы

Каспий теңізінің гидробионттық қауымдастығы әртүрлі. Каспий теңізінде жалпы 632 фитопланктон түрі, 100 зоопланктон түрі және 379 зообентос түрі бар (Яблонская, 2007). Гидробионттар әртүрлі жолдармен топтастырыла алады, олардың шығу тегі, тіршілік ету ортасының факторлары және басқа жағдайларына байланысты. Су тұздылығына байланысты балдырлы, тұзды судың және теңіз түрлерінің топтары ажыратылады. Каспий теңізіндегі балдырлар флорасының түрлік әртүрлігі солтүстік аудандардан оңтүстікке қарай төмендейді, бұл тұщы су балдырлар түрлерінің жоғалуына байланысты. Орта Каспий теңізіндегі фитопланктон қауымдастығы барлық экологиялық топтардан тұрады, олардың ішінде диатомдар ең жоғары биомассаны құрайды. Диатомдар (Bacillariophyta) Орта Каспий теңізінің фитопланктонында ең көп түрлер мен нысандарға ие (Прошкина-Лавренко, 1968). Бұл топта 47 тұқымдас өкілдері тіркелген: Aulacoseira, Melosira, Podosira, Hyalodiscus, Sceletonema, Cyclotella, Stephanodiscus, Thalassiosira, Coscinodiscus, Actinocyclus, Rhizosolenia, Pseudosolenia, Chaetoceros, Attheya, Cerataulina, Tabellaria, Thalassionema, Diatoma, Opephora, Fragilaria, Synedra, Asterionella, Grammatophora, Achnanthes, Rhoicosphaenia, Diploneis, Navicula, Pinnularia, Gyrosigma, Pleurosigma, Amphiprora, Amphora, Cymbella, Epithemia, Rhopalodia, Bacillaria, Nitzschia, Pseudo-nitzschia, Cymatopleura, Surirella, Caloneis, Cocconeis, Gomphonema, Campylodiscus, Eunotia, Hantzschia, Ditylum.

Таксономиялық әртүрлілік бойынша екінші орында жасыл балдырлар, Chlorophyta бөлімі орналасқан, ол 45 тұқымдас өсімдік жасушаларынан тұрады: Chlamydomonas, Gonium, Treubaria, Schroderia, Lambertia, Dictyochloris, Pediastrum, Sorastrum, Tetraedron, Eremosphaera, Lagerchemia, Golenkiniopsis, Oocystis, Ankistrodesmus, Monoraphidium, Hyaloraphidium, Kirchneriella, Selenastrum, Coenochloris, Coenolamellus, Dictyosphaerium, Botryococcus, Coelastrum, Crucigenia, Westella, Tetrastrum, Actinastrum, Scenedesmus, Micractinium, Binuclearia, Ulothrix, Mougeotia, Spirogyra, Zygnema, Closterium, Cosmarium, Staurastum, Sphaerozosma, Gonium, Pandorina, Eudorina, Volvox, Desmidium, Oedogonium, Ophyiocytium.

Каспий теңізінің гидробиологиялық қауымдастығы әртүрлі. Каспий теңізінің фитопланктонында 22 тұқымдасқа жататын көк-жасыл балдырлар (Cyanophyta) кездеседі: Synechocystis, Dactylococcopsis, Microcystis, Aphanothece, Gloeocapsa, Merismopedia, Pseudoholopedia, Coelosphaerium, Gomphosphaeria, Johannesbaptistia, Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon, Nodularia, Tolypothrix, Rivularia, Oscillatoria, Spirulina, Phormidium, Lyngbya, Nostoc, Aphanocapsa. Динофиттерлер бөлімінен (Dinophyta) 9 тұқымдас өкілдері кездеседі: Prorocentrum, Gymnodinium, Sphaerodinium, Glenodinium, Peredinium, Goniaulax, Gyrodinium, Amphidium, Pyrocystis. Эугленофиттер (Euglena тұқымы, Phacus тұқымы, Trachelomonas тұқымы) және Хризофиттер (Dinobryon тұқымы) балдырлары аз кездеседі.

Каспий теңізіндегі зоопланктон фаунасының түрлік әртүрлілігі салыстырмалы түрде аз. Жеке зоопланктон жүйелі топтарының зерттелу дәрежесі әртүрлі. Шаянтәрізділер класы, Crustacea, таксономиялық әртүрлілік бойынша ең толық зерттелген топ болып табылады (Каспий теңізінің омыртқасыздары Атласы, 1968; Каспий теңізінің балықтары мен омыртқасыздарының анықтамалығы, 2015). Орта Каспий теңізінің зоопланктоны түрлік әртүрлілік жағынан төмен болып келеді және негізінен copepod (Copepoda тәртібі) түрлері басым, олардың арасында Calanipeda, Heterocope, Halicyclops, Eurytemora, Heterocope, Paraergasilus, Acartia тұқымдастары және кладоцералар (Cladocera тәртібі) Alona, Pleopis, Apagis, Cercopagis, Podonevadne, Cornigerius, Leptodora және басқа тұқымдастар кездеседі. Зоопланктонның көптүрлі топтарының бірі - ротифералар (Rotatoria класы), олар келесі тұқымдастарға жатады: Brachionus, Conochilus, Filinia, Hexarthra, Testudinella, Asplanchna, Bipalpus, Ploesoma, Polyarthra, Collotheca, Colurella, Lepadella, Euchlanis, Keratella, Notholca,

Trichocerca, Synchaeta. Протозойлар да кездеседі (Acineta тұқымы, Tintinnopsis тұқымы, Epistylis тұқымы, Zoothamnium тұқымы, Vorticella тұқымы), бірақ олар аз зерттелген. Макрозоопланктон арасында Aurelia тұқымдасынан коэлентералар және Blackfordia тұқымдасынан комбайн тасушылар (Ctenophora) Mnemiopsis тұқымдасынан кездеседі. Орта Каспий теңізінің зоопланктонында әртүрлі жылдары абиотикалық факторлар мен тұздылық аймақтарының таралуына байланысты түрлердің саны өзгереді. Саны бойынша copepod-тар басым. Зоопланктонда цриппедиялық панцирлі балдырлар мен Bivalvia екі қабатты моллюскалар да бар.
Каспий теңізінің зообентосында төрт топтың (Crustacea, соның ішінде Malacostraca, Vermes, Mollusca және гидроидтар (Hydrozoa)) омыртқасыздары тіркелген (Каспий теңізінің омыртқасыздары Атласы, 1968). Шаянтәрізділердің Amphipoda, Crustacea, Mysidacea, Decapoda және Cirripedia тәртібінің тұқымдастары әртүрлі: Paramysis, Caspiomysis, Katamysis, Limnomysis, Schizorhynchus, Pterocuma, Volgocuma, Pseudocuma, Stenocuma, Caspiocuma, Hyrcanocuma, Carinocuma, Axelboeskia, Amathillina, Dikerogammarus, Niphargoides, Pandorites, Iphigenella, Gmelinopsis, Gmelina, Cardiophilus, Zernovia, Gammarus (Chaetogammarus), Caspicola, Revulgammarus, Corophium, Rhithropanopeus, Balanus.
Annelida сегменттелген құрттар, Polychaeta құрттары, Oligochaeta құрттары және Nematoda жіп тәрізді құрттары келесі тұқымдастарға жатады: Hediste, Marenzelleria, Hypania, Hypaniola, Parhypania, Manayunkia, Fabricia, Mercierella, Piscicola, Archaeobdella тұқымы, сондай-ақ Oligochaeta және Nematoda (тұқымдасқа жатпайтын) және Gastrotriteia мен Gastropempta моллюскілері келесі тұқымдастарға жатады: Mytilasster, Dreissena, Cerastoderma, Didacna, Hypanis (Adacna), Abra, Theodoxus. Ең кіші түрлері - гидроидтардың Cardylophora, Bougainvillia, Moerisia тұқымдары. Шаянтәрізділердің өкілдері ең көп кездеседі, моллюскілер биомассасы бойынша басым келеді.

2.1.2 Құрық маңындағы ықтимал құрылыс алаңында 2023-2024 жылдардағы күз, қыс, көктем және жаз кезеңдерінде жүргізілген гидробиологиялық зерттеу

Фитопланктон

Жоғарыда атап өтілгендей, Каспий теңізінің фитопланктоны тұщылау және тұщы сулы түрлердің басымдығымен сипатталады және ашық теңіздердің фитопланктонымен салыстырғанда балдырларға кедей болып келеді (Яблонская, 2007). Әдебиеттер деректеріне сәйкес, тұщы су түрлерінің азаюына байланысты солтүстіктен оңтүстікке қарай түрлік әртүрлілік төмендейді. Түрлік әртүрліліктің ішінен жоғары сандық көрсеткіштері мен биомассасымен ерекшеленетін бірнеше кең таралған түрлер көзге түседі. Бұлардың қатарына диатомды балдырлардан (Bacillariophyta) *Pseudosolenia calcar-avis*, *Actinocyclus ehrenbergii*, ал динобалдырлардан (Dinophyta) *Prorocentrum cordatum* және басқа да кейбір түрлер жатады (Карпинский, 2002).

Далалық зерттеу жұмыстары барысында (күз, қыс, көктем және жаз мезгілдерінде) 20 мониторингтік бекетте фитопланктонның 160 сынамасы жиналып, талданды. 2023 жылдың күзгі және қысқы кезеңдерінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемгі және жазғы кезеңдерінде зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық және сапалық көрсеткіштері мен биомассасының сипаттамалары төменде берілген.

Күзгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктонның сапалық құрамында жиырма екі таксономиялық бірлік анықталды. Ең жоғары түрлік әртүрлілік диатомды балдырлардан байқалды (14 түр). Динобалдырлар мен көк-жасыл балдырлар түр саны жағынан аз болды (тиісінше бес және екі түр). Эвгленофиттер бөлімінен бір ғана түр тіркелді. Ал жасыл балдырлар (Chlorophyta) өкілдері анықталған жоқ (2.1.2-1-кесте).

2.1.2-1-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктон топтарының түрлер саны, 2023 жылдың күзі

Балдырлар тобы	Қабат	
	Беттік	Түпкі
Цианофиталар (Cyanophyta)	2	-

Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)	14	23
Динофиталар (Dinophyta)	5	6
Эвгленофиталар (Euglenophyta)	1	-
Хлорофиталар (Chlorophyta)	-	-
Барлығы	**22**	**29**

Қысқы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы өсімдік жасушаларының таксономиялық әртүрлілігі 18 түрді құрады (тек түр деңгейінен төмен дәрежедегі таксондар есепке алынған). Ең жоғары түрлік әртүрлілік диатомды балдырлардан байқалды (13 түр). Динобалдырлар мен жасыл балдырлар түр саны бойынша шамалас болды: сәйкесінше үш және екі түрден тіркелді. Көк-жасыл балдырлар мен эвгленофиттер анықталған жоқ (2.1.2-2-кесте)

2.1.2-2-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктон топтарының түрлер саны, 2023 жылдың қысы

Балдырлар тобы	Қабат	
	Беттік	Түпкі
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)	13	14
Динофиталар (Dinophyta)	3	3
Хлорофиталар (Chlorophyta)	2	2
Барлығы	**18**	**19**

Көктемгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон 37 таксономиялық бірлікпен ұсынылды. Флористикалық құрам негізінен диатомды балдырлардан құралды (26 түр). Одан кейінгі орындарды динобалдырлар мен жасыл балдырлар алды (тиісінше бес және үш түр). Эвгленофиттер екі түрмен, ал көк-жасыл балдырлар бір түрмен ұсынылды (2.1.2-3-кесте).

2.1.2-3-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктон топтарының түрлер саны, 2024 жылдың көктемі

Балдырлар тобы	Қабат	
	Беттік	Түпкі
Кианофиталар (Cyanophyta)	1	1
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)	26	26
Динофиталар (Dinophyta)	5	5
Эвгленофиталар (Euglenophyta)	2	-
Хлорофиталар (Chlorophyta)	3	4
Барлығы	**37**	**36**

Жазғы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы балдырлар флорасының түрлік құрамын 51 таксономиялық бірлік анықтады. Негізгі басымдық диатомды балдырларға тиесілі болды (31 түр). Динобалдырлар тоғыз түрмен ұсынылды. Көк-жасыл балдырлар мен жасыл балдырлардың әрқайсысы төрт түрден тіркелді. Эвгленофиттердің үш түрі анықталды (2.1.2-4-кесте).

2.1.2-4-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктон топтарының түрлер саны, 2024 жылдың жазы

Балдырлар тобы	Қабат	
	Беттік	Түпкі
Кианофиталар (Cyanophyta)	4	3
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)	31	29
Динофиталар (Dinophyta)	9	5
Эвгленофиталар (Euglenophyta)	3	-
Хлорофиталар (Chlorophyta)	4	4
Барлығы	**51**	**41**

Күзгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон қауымдастығы балдырлардың барлық экологиялық кешендерімен ұсынылды, олардың ішінде тұщы және тұщылау су текті жасушалардың дамуы басым болды (2.1.2-5-кесте).

2.1.2-5-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның экологиялық топтарындағы сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Балдырлар тобы	Экологиялық топ										Барлығы	
	Тұщы су		Сәл тұзды тұщы су		Тұздылығы төмен (тұзтаңды) су		Теңіз суы		Басқа			
Қабат	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Кианофиталар (Cyanophyta)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Бациллляриофиталар (Bacillariophyta)	1	5	4	7	3	4	4	5	2	2	14	23
Динофиталар (Dinophyta)	-	-	2	2	1	2	2	2	-	-	5	6
Эвгленофиталар (Euglenophyta)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Барлығы	4	5	6	9	4	6	6	7	2	2	22	29
Ескерту: I — Беттік қабат, II — Түпкі қабат.												

Қысқы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон қауымдастығы балдырлардың барлық экологиялық кешендерімен ұсынылды. Тұщы су балдырларынан екі түр анықталды; тұщылау-тұщы су және теңіз балдырларынан әрқайсысынан бес түрден тіркелді; тұщылау су балдырларынан төрт түр, басқа топтардан екі түр анықталды (2.1.2-6-кесте).

2.1.2-6-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның экологиялық топтарындағы сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың қысы

Балдырлар тобы	Экологиялық топ										Барлығы	
	Тұщы су		Сәл тұзды тұщы су		Тұздылығы төмен (тұзтаңды) су		Теңіз суы		Басқа			
Қабат	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Бациллляриофиталар (Bacillariophyta)	1	1	3	4	3	3	4	3	2	3	13	14
Динофиталар (Dinophyta)	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	3	3
Хлорофиталар (Chlorophyta)	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2
Барлығы	2	2	5	6	4	4	5	4	2	3	18	19
Ескерту: I — Беттік қабат, II — Түпкі қабат.												

Көктемгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон қауымдастығы балдырлардың барлық экологиялық кешендерімен ұсынылды. Негізінен теңіз текті жасушалардың дамуы басым болды.

2.1.2-7-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның экологиялық топтарындағы сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың көктемі

Балдырлар тобы	Экологиялық топ										Барлығы	
	Тұщы су		Сәл тұзды тұщы су		Тұздылығы төмен (тұзтаңды) су		Теңіз суы		Басқа			
Қабат	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Кианофиталар (Cyanophyta)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Бациллляриофиталар (Bacillariophyta)	4	5	7	6	6	4	8	9	1	2	26	26
Хлорофиталар (Chlorophyta)	2	3	1	1	-	-	-	-	-	-	3	4
Динофиталар (Dinophyta)	-	-	1	1	1	1	3	3	-	-	5	5
Эвгленофиталар	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-

(Euglenophyta)												
Барлығы	9	5	9	8	7	56	11	12	1	2	37	36
Ескерту: I ─ Беттік қабат, II ─ Түпкі қабат.												

Жазғы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон қауымдастығы балдырлардың барлық экологиялық кешендерімен ұсынылды. Негізінен тұщылау-тұщы су және теңіз текті түрлер басым болды. Ең жоғары түрлік әртүрлілік тұщылау су текті түрлер арасында байқалды (2.1.2-8-кесте).

2.1.2-8-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның экологиялық топтарындағы сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың жазы

Балдырлар тобы	**Экологиялық топ**										**Барлығы**	
	Тұщы су		**Сәл тұзды тұщы су**		**Тұздылығы төмен (тұзтаңды) су**		**Теңіз суы**		**Басқа**			
Қабат	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Кианофиталар (Cyanophyta)	2	1	2	1	-	-	-	-	-	1	4	3
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)	4	5	9	7	7	5	11	10	-	2	31	29
Хлорофиталар (Chlorophyta)	1	3	3	1	-	-	-	-	-		4	4
Динофиталар (Dinophyta)	-	-	2	1	2	1	5	3	-	-	9	5
Эвгленофиталар (Euglenophyta)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Барлығы	10	9	16	10	9	6	16	10	-	3	51	41
Ескерту: I ─ Беттік қабат, II ─ Түпкі қабат.												

Күзгі кезеңде зерттеу учаскесіндегі фитопланктонның даму көрсеткіштері төмен болды. Жасушалардың саны 2 099,98 мың жасуша/м³ құрады; биомассасы 8,81 мг/м³ болды (2.1.2-9-кесте).

2.1.2-9-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (үстіңгі қабат), 2023 жылдың күзі

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Кианофиталар (Cyanophyta)		
Oscillatoria sp.	52.94	0.01
Microcystis aeruginosa	+	+
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Coscinodiscus perforatus v. cellulosus	23.53	1.31
Cyclotella caspia	23.53	0.03
Navicula cincta	64.71	0.32
Nitzschia acicularis	76.47	0.08
Nizschia sublinearis	176.47	0.82
Nizschia tertuirostris	47.06	0.08
Rhoicosphaenia curvata	111.76	0.06
Sceletonema subsalsum	11.76	0.02
Rhoicosphaenia sp.	11.76	0.04
Thalassiosira caspica	52.94	0.64
Conticribra weissflogii	464.71	0.18
Thalassiosira incerta	276.47	1.66
Gomphonema sp.	35.29	0.05
Gomphonema olivaceum	476.47	0.76
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum cordatum	123.53	0.25
Goniaulax polyedra	29.41	0.35
Peridinium latum v. halophila	11.76	0.35
Prorocentrum micans	82.35	1.81
Dinophysis ovum	+	+
Эвгленофиталар (Euglenophyta)		
Phacus sp.	+	+
Барлығы	**2099.98**	**8.81**

Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Сандық көрсеткіштердің негізін диатомды балдырлар құрады, олар фитоценооздың жалпы санының 86,5%-ын және жалпы биомассасының 68,6%-ын құрады. Бұл топтың ішінде *Conticribra weissflogii* және *Gomphonema olivaceum* көптеп дамыған түрлер ретінде ерекшеленді. Ал *Thalassiosira incerta* және *Rhoicosphaenia curvata*қосалқы басым түрлер болды. Маңыздылығы бойынша екінші орында динобалдырлар тұрды, олардың ішінде *Prorocentrum cordatum* басым болды. Көк-жасыл балдырлар (*Oscillatoria* түрі) саны жағынан диатомды және динобалдырлардан төмен болды – 52,94 мың жасуша/м³. Эвгленофиттер (*Phacus* түрі) тек сапалық құрамда ғана тіркелді. Диатомды балдырлардың ішінде ең жоғары биомасса көрсеткіші *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus*-ке тиесілі болды. Динобалдырлар арасында биомассасы бойынша *Prorocentrum micans* басым болды.

Қысқы кезеңде зерттеу аймағындағы фитопланктонның саны 1 649,99 мың жасуша/м³, ал биомассасы 11,50 мг/м³ құрады (2.1.2-10-кесте).

Қыс мезгілінде де, күздегідей, сандық көрсеткіштер негізінен диатомды балдырлар есебінен қалыптасты. Бұл топтың ішінде сандық басымдықты *Conticribra weissflogii* және *Thalassionema nitzschioides* құрады, ал биомасса бойынша *Coscinodiscus perforatus* және *Thalassiosira caspica* басым болды. Динобалдырлар арасында саны бойынша *Prorocentrum cordatum*, ал биомассасы бойынша *Prorocentrum obtusum* ерекшеленді. Жасыл балдырлар тек сапалық құрамда ғана тіркелді.

2.1.2-10-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (үстіңгі қабат), 2023 жылдың қысы

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Monoraphidium contortum	+	+
Binuclearia lauterbornii	+	+
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Coscinodiscus perforatus v. cellulosus	60.00	3.36
Fragilaria construens	160.00	0.03
Nitzschia acicularis	13.33	0.01
Nizschia sublinearis	10.00	0.47
Nizschia seriata	133.33	0.27
Rhoicosphaenia sp.	80.0	0.04
Thalassionema nitzschioides	333.33	0.44
Thalassiosira caspica	233.33	2.80
Conticribra weissflogii	386.67	0.15
Cocconies placentula	60.0	2.74
Gomphonema olivaceum	80.0	0.13
Nizschia closterium	+	+
Chaetoceros pendulus	+	+
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum cordatum	66.67	0.13
Prorocentrum obtusum	33.33	0.93
Dinophysis ovum	+	+
Барлығы	**1649.99**	**11.50**

Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Көктемгі кезеңде зерттеу учаскесіндегі фитопланктонның сандық көрсеткіштері келесідей болды: жасушалардың саны 9 176,00 мың жасуша/м³, ал биомассасы 45,74 мг/м³ құрады. Бұл көрсеткіштер негізінен диатомды балдырлар есебінен қалыптасты. Биомасса бойынша *Actinocyclus ehrenbergii*(6,39 мг/м³) және *Chaetoceros pendulus* (5,29 мг/м³) түрлері басым болды, ал сандық көрсеткіш бойынша *Conticribra weissflogii* және *Thalassionema nitzschioides* түрлері басымдық танытты. Жасыл балдырлар арасында *Pseudopediastrum integrum* (6,87 мг/м³) түрі ерекше басымдық көрсетті. Көк-жасыл балдырлар мен эвгленофиттер көктемде фитопланктон дамуына айтарлықтай үлес қоспады (2.1.2-11-кесте).

2.1.2-11-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (үстіңгі қабат), 2024 жылдың көктемі

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Кианофиталар (Cyanophyta)		
Oscillatoria sp.	120.00	0.02
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Ankistrodesmus pseudomirabilis	165.00	0.03
Binuclearia lauterbornii	2135.00	1.16
Pseudopediastrum integrum	135.00	6.87
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Actinocyclus ehrenbergii	190.00	6.39
Chaetoceros pendulus	170.00	5.29
Coscinodiscus perforatus	71.00	3.9
Staurosira construens	340.00	0.08
Navicula cryptocephala	70.00	0.12
Nitzschia acicularis	615.00	0.66
Nizschia closterium	90.00	0.18
Nizschia reversa	55.00	0.08
Nizschia sublinearis	185.00	1.20
Nizschia tenuirostris	140.00	0.44
Nizschia seriata	745.00	1.49
Pinnularia sp.	40.00	0.12
Pseudosolnia calcar-avis	5.00	0.02
Thalassionema nitzschioides	1150.00	0.99

Tabelaria fenestrata	420.00	0.09
Thalassiosira caspica	655.00	8.34
Cotricribra weissflogii	1215.00	2.14
Cocconies placentula	100.00	0.56
Gomphonema olivaceum	240.00	3.94
Mastogloia sp.	55.00	0.60
Rhoicosphaenia sp	+	+
Diploneis interrupta	+	+
Sceletonema subsalsum	+	+
Amphiprora poludosa	+	+
Rhoicosphaenia curvata	+	+
Stephanodiscus socialis		
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum cordata	40.00	0.08
Prorocentrum obtusum	25.00	0.93
Dinophysis ovum	+	+
Pyrosystis lunula	+	+
Prorocentrum scutullum	+	+
Эвгленофиталар (Euglenophyta)		
Euglena sp.	5.00	0.02
Euglena van-goori	+	+
Барлығы	**9176.0**	**45.74**

Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Жазғы кезеңде зерттеу учаскесіндегі фитопланктонның сандық көрсеткіштері келесідей болды: жасушалардың саны 23 863,00 мың жасуша/м³, ал биомассасы 70,60 мг/м³ құрады (2.1.2-12-кесте).

Алдыңғы кезеңдердегідей, сандық көрсеткіштер негізінен диатомды балдырлар есебінен қалыптасты. Бұл топта сан бойынша *Conticribra weissflogii* және *Thalassionema nitzschioides* басым болды, ал биомасса бойынша *Coscinodiscus perforatus* және *Thalassiosira caspica* ерекшеленді. Динобалдырлар арасында ең жоғары биомасса *Prorocentrum obtusum*-ға тиесілі болса, ең көп сан *Glenodinium lenticicula*-дан тіркелді. Жасыл балдырлар, көк-жасыл балдырлар және эвгленофиттер аз мөлшерде кездескен.

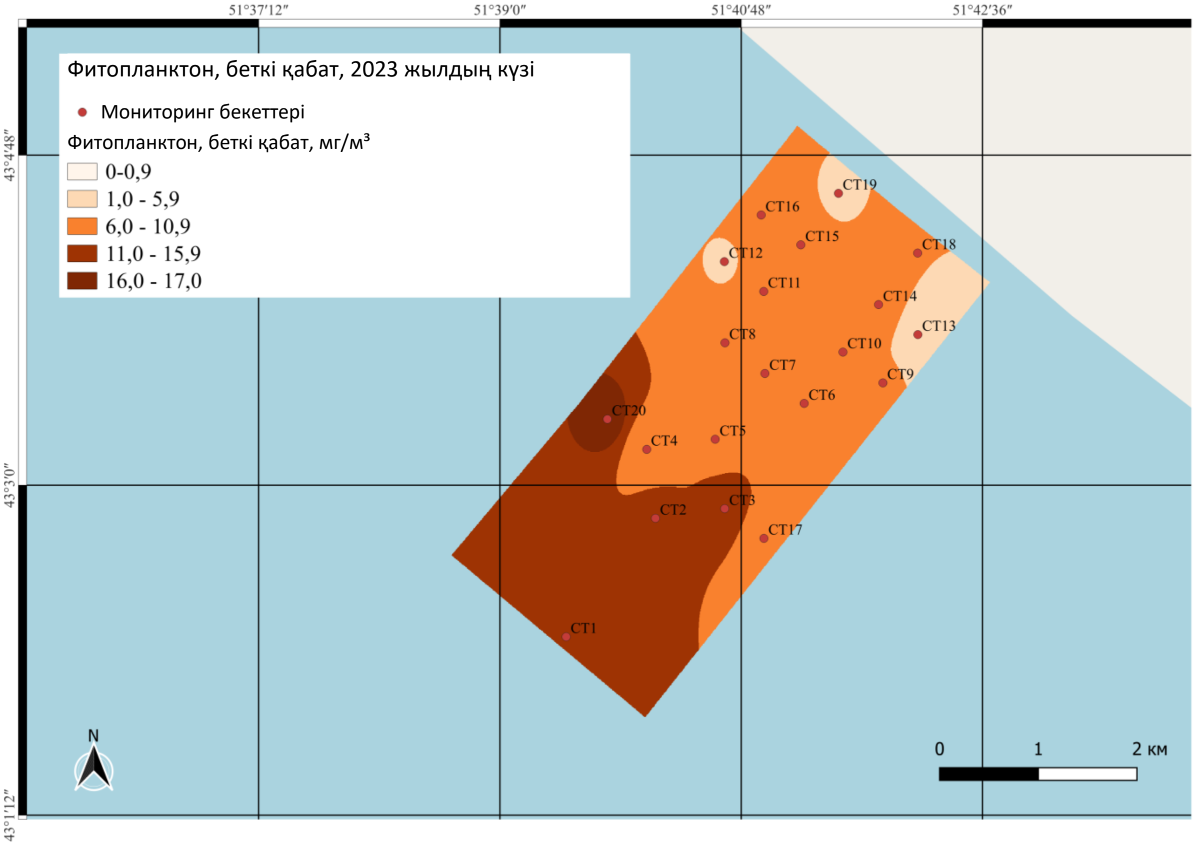
2.1.2-12-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (үстіңгі қабат), 2024 жылдың жазы

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Кианофиталар (Cyanophyta)		
Oscillatoria sp.	240.0	0.03
Anabaenopsis cunningtonii	750.0	1.44
Gloeocapsa cohaerens	623.0	0.07
Dolichospermum crassum	242.0	2.17
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Ankistrodesmus pseudomirabilis	470.0	0.04
Binuclearia lauterbornii	1710.0	0.04
Pseudopediastrum integrum	146.0	4.32
Dictyosphaerium pulchellum	57.0	1.80
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Actinocyclus ehrenbergii	228.0	7.52
Chaetoceros pendulus	174.0	3.27
Coscinodiscus perforatus	166.0	7.91
Staurosira construens	452.0	0.10
Navicula cryptocephala	168.0	0.20
Nitzschia acicularis	721.0	0.56
Nizschia closterium	90.0	0.17
Nizschia reversa	48.0	0.05
Nizschia sublinearis	201.0	0.81
Nizschia tenuirostris	137.0	0.25
Nizschia seriata	782.0	1.75

Pinnularia sp.	53.0	0.13
Pseudosolnia calcar-avis	24.0	0.10
Thalassionema nitzschioides	1538.0	1.62
Tabelaria fenestrata	466.0	0.11
Thalassiosira caspica	780.0	8.37
Cotricribra weissflogii	1364.0	1.02
Cocconies placentula	105.0	0.58
Gomphonema olivaceum	222.0	3.63
Mastogloia sp.	59.0	0.43
Diploneis interrupta	+	+
Sceletonema subsalsum	+	+
Amphiprora poludosa	+	+
Rhoicosphaenia curvata	+	+
Stephanodiscus socialis	+	+
Stephanodiscus astraea var. minutulus	3750.0	2.39
Sceletonema costatum	3100.0	1.12
Rhoicosphaenia sp.	1890.0	0.43
Chaetoceros rigidus	352.0	0.54
Rhizosolenia fragilissima	1218.0	4.85
Campylodiscus daemelianus	20.0	0.25
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum cordata	84.0	0.17
Prorocentrum obtusum	161.0	4.67
Dinophysis ovum	+	+
Pyrosystis lunula	+	+
Prorocentrum scutullum	+	+
Glenodinium lenticicula	519.0	2.24
Peridinium latum	209.0	3.18
Peridinium trochoideum	145.0	0.03
Gymnodinium variabile	145.0	0.30
Эвгленофиталар (Euglenophyta)		
Euglena sp.	36.0	0.14
Euglena van-goori	+	+
Euglena viridis	218.0	1.80
Барлығы	**23863.0**	**70.60**

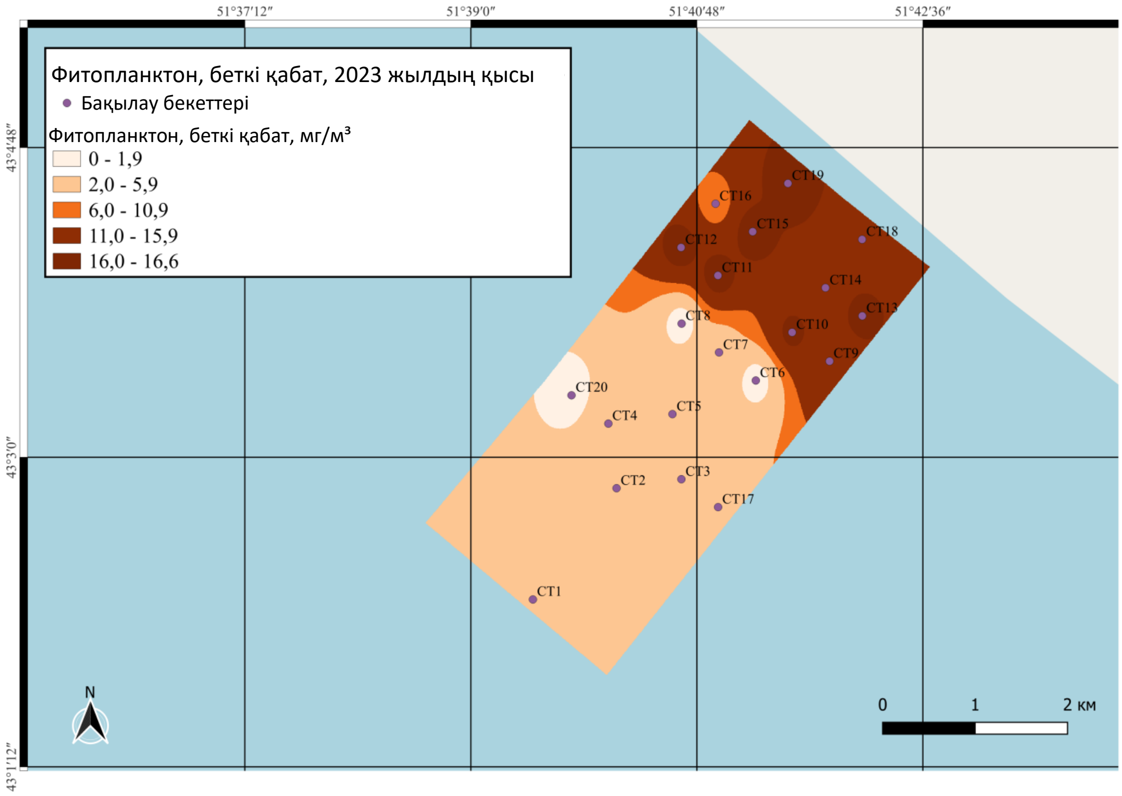
Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Күзгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатында фитопланктон биомассасының таралуы біркелкі болмады. Ең жоғары балдырлар биомассасы (17,0 мг/м³) 20-бекетте тіркелді, мұнда диатомды балдырлардың *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus* түрі жаппай дамыды. Ең төмен фитопланктон биомассасы 13-бекетте байқалып, 2,95 мг/м³ құрады (2.1.2.1-сурет).



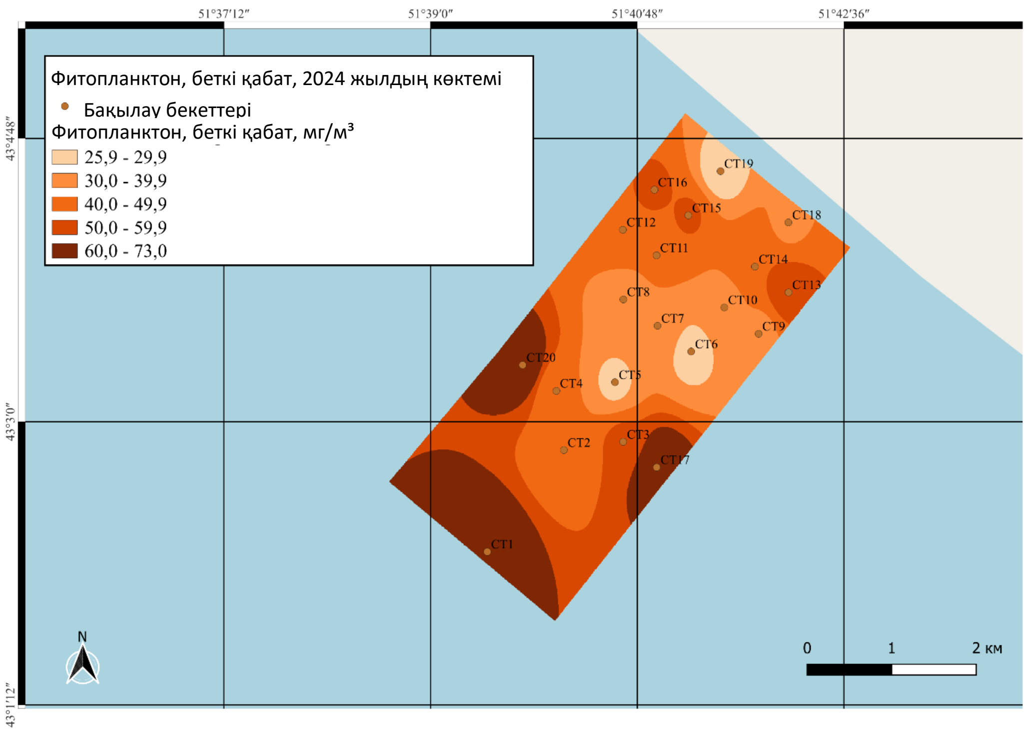
2.1.2.1-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (үстіңгі қабат), 2023 жылдың күзі, мг/м³

Қысқы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатында фитопланктон биомассасының таралуы біркелкі болмады. Ең жоғары балдырлар биомассасы (16,60 мг/м³) 19-бекетте тіркелді, мұнда диатомды балдырлардың *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus* түрі жаппай дамыды. Ең төмен фитопланктондық қауымдастық 20-бекетте байқалып, 1,53 мг/м³ құрады (2.1.2.2-сурет).



2.1.2.2-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (үстіңгі қабат), 2023 жылдың қысы, мг/м³

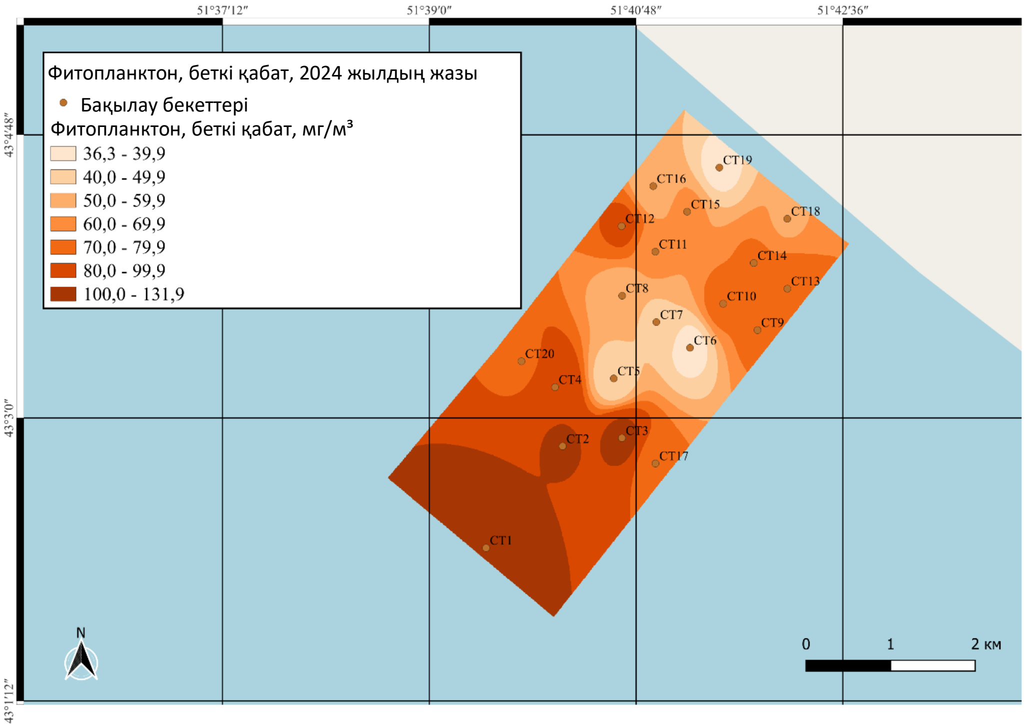
Көктемгі кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитоценоз биомассасының таралуы біркелкі болмады (2.1.2.3-сурет). Ең жоғары балдырлар биомассасы (75,12 мг/м³) 1-бекетте тіркелді. Ең төмен биомасса 19-бекетте байқалып, 25,95 мг/м³ құрады.



2.1.2.3-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (үстіңгі қабат), 2024

жылдың көктемі, мг/м³

Жазғы кезеңде зерттеу аймағының үстіңгі қабатындағы фитопланктон биомассасының таралуы біркелкі болмады (2.1.2.4-сурет). Ең жоғары балдырлар биомассасы (131,90 мг/м³) 1-бекетте тіркелді. Ең төмен биомасса 19-бекетте байқалып, 37,20 мг/м³ құрады.



2.1.2.4-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (үстіңгі қабат), 2024 жылдың жазы, мг/м³

Күзгі кезеңде түбіндегі қабатта түрлер саны үстіңгі қабатпен салыстырғанда аздап артты және 22 түрге қарсы 29 түрді, алуан түрлер мен формаларды құрады. Флоралық әртүрліліктің негізін бұрынғыдай диатомды балдырлар құрады — тұқым деңгейінен төмен 23 түр (жалпы фитопланктон құрамының 80%-ы). Маңыздылығы бойынша диатомды балдырлардан кейін динобалдырлар (6 түр) орналасты. Көк-жасыл балдырлар, жасыл балдырлар және эвгленофиттер анықталған жоқ (2.1.2-13-кесте). Экологиялық кешенде тұщылау-тұщы су текті түрлер басым болды. Түбі қабатындағы фитопланктонның даму көрсеткіштері үстіңгі қабатпен салыстырғанда сәл төмен болды және 1 888,21 мың жасуша/м³-ті құрады. Биомасса 11,80 мг/м³-ден жоғары болды (2.1.2-13-кесте). Бұл жағдай ірі динобалдырлар: *Pyrocystis lunula*, *Prorocentrum micans* және диатомды балдырлар: *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus*, *Thalassiosira caspica* түрлерінің дамуы арқылы түсіндіріледі.

2.1.2-13-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (түбі қабаты), 2023 жылдың күзі

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Chaetoceros pendulus	17.65	0.32
Coscinodiscus perforatus v. cellulosus	29.41	1.65
Cyclotella caspia	52.94	0.05
Cymbella tumida	5.88	0.02
Diatoma hiemale	58.82	0.14
Diploneis interrupta	23.52	0.04
Navicula cincta	70.59	0.34
Navicula minima	58.82	0.01

Navicula cryptocephala	5.88	0.01
Navicula sp.	17.65	0.08
Nitzschia acicularis	88.24	0.09
Nitzschia closterium	70.59	0.12
Nizschia sublinearis	170.59	0.80
Nizschia tertuirostris	58.82	0.10
Rhoicosphaenia curvata	29.41	0.02
Sceletonema subsalsum	464.71	0.56
Rhoicosphaenia sp.	23.53	0.07
Stephanodiscus binderanus	5.88	0.01
Tabellaria fenestrata	64.71	0.01
Thalassiosira caspica	88.24	1.06
Conticribra weissflogii	176.47	0.07
Thalassiosira incerta	11.76	0.07
Gomphonema olivaceum	105.88	0.17
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum cordatum	41.18	0.08
Prorocentrum micans	58.82	1.29
Prorocentrum obtusum	17.64	0.49
Prorocentrum proximum	17.64	0.78
Pyrocystis lunula	29.41	2.77
Dinophysis ovum	23.53	0.58
Барлығы	**1888.21**	**11.80**

Күзгі кезеңде екі қабаттағы диатомды балдырлардың саны мен биомассасы шамамен бірдей болды (үстіңгі қабат үшін — 1 852,93 мың жасуша/м³ және 6,05 мг/м³; түбі қабаты үшін — 1 699,99 мың жасуша/м³ және 5,81 мг/м³). Динобалдырлардың саны түбі қабатында үстіңгі қабатпен салыстырғанда 1,3 есе азайды. Алайда, *Pyrocystis lunula*түрінің дамуына байланысты олардың биомассасы 2,2 есе артты.

Қысқы кезеңде түбі қабатындағы фитопланктон түрлерінің саны үстіңгі қабатпен шамалас болды (тиісінше 19 және 18 түр). Флоралық әртүрліліктің негізін бұрынғыдай диатомды балдырлар құрады — тұқым деңгейінен төмен 14 түр (жалпы фитопланктон құрамының 73%-ы). Динобалдырлар үш түрмен, жасыл балдырлар екі түрмен ұсынылды. Жасыл балдырлардың (Chlorophyta) өкілдері анықталған жоқ.

Экологиялық кешенде тұщылау-тұщы су текті түрлер басым болды. Қыс мезгілінде түбі қабатындағы фитопланктон дамуының сандық көрсеткіштері үстіңгі қабатпен салыстырғанда 1,7 есе төмен болды және 1 649,99 мың жасуша/м³-ті құрады. Биомасса 16,25 мг/м³-ден жоғары болды (2.1.2-14-кесте). Бұл жағдай, күзгі кезеңдегідей, ірі диатомды балдырлардың (*Chaetoceros pendulus* және *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus*) және динобалдырлардың (*Prorocentrum micans*) дамуына байланысты түсіндіріледі.

2.1.2-14-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (түбі қабаты), 2023 жылдың қысы

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Binuclearia lauterbornii	+	+
Monoraphidium contortum	+	+
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Chaetoceros pendulus	206.67	3.76
Rhopalodia sp.	26.67	0.80
Coscinodiscus perforatus v. cellulosus	60.00	3.36
Navicula cryptocephala	40.0	0.06
Nitzschia acicularis	80.0	0.08
Nitzschia closterium	113.33	0.19
Nizschia seriata	866.67	1.73
Rhoicosphaenia curvata	53.33	0.03
Sceletonema subsalsum	33.33	0.04

Thalassionema nitzschioides	433.33	0.57
Tabellaria fenestrata	373.33	0.08
Thalassiosira caspica	113.33	1.36
Conticribra weissflogii	208.00	0.11
Navicula sp.	+	+
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum micans	140.00	3.08
Dinophysis ovum	40.00	1.00
Prorocentrum cordatum	+	+
Барлығы	**2787.99**	**16.25**

Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Қыс мезгілінде түбі қабатындағы диатомды балдырлардың саны үстіңгі қабатпен салыстырғанда 1,7 есе жоғары болды (тиісінше 2 607,99 мың жасуша/м³ және 1 549,99 мың жасуша/м³). Түбі қабатындағы биомасса да үстіңгі қабатқа қарағанда жоғары болды: 12,17 мг/м³ қарсы 10,44 мг/м³. Сондай-ақ динобалдырлар тобында да өсім байқалды: саны 100,0 мың жасуша/м³-тен 180,0 мың жасуша/м³-ке, ал биомассасы 1,06 мг/м³-тен 4,08 мг/м³-ке дейін артты.

Көктемгі кезеңде түбі қабатындағы түрлер саны үстіңгі қабатпен шамалас болды және 36 түрді құрады (2.1.2-3-кесте). Флористикалық әртүрлілік негізінен диатомды балдырлар арқылы қалыптасты — 26 түр (жалпы фитопланктон құрамының 72%-ы). Маңыздылығы бойынша кейін динобалдырлар (5 түр), жасыл балдырлар (4 түр) және көк-жасыл балдырлар (1 түр) орналасты. Бұл кезеңде эвгленофиттер тіркелмеді. Экологиялық кешенде теңіз текті түрлер басым болды.

Түбі қабатындағы фитопланктон дамуының сандық көрсеткіштері үстіңгі қабатпен салыстырғанда төмен болды және 18 090,00 мың жасуша/м³-ті құрады. Биомасса 53,72 мг/м³-ден жоғары болды (2.1.2-15-кесте). Бұл жағдай ірі динобалдырлар (*Prorocentrum micans*) мен диатомды балдырлардың (*Chaetoceros pendulus* және *Thalassiosira caspica*) дамуына байланысты түсіндіріледі.

2.1.2-15-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (түбі қабаты), 2024 жылдың көктемі

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Кианофиталар (Cyanophyta)		
Oscillatoria sp.	69.00	0.01
Aphanothece stagnina	70.00	1.96
Gomphosphaeria multiplex	65.00	1.95
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Binuclearia lauterbornii	714.00	0.01
Ankistrodesmus pseudomirabilis	52.00	0.01
Pseudopediastrum integrum	166.00	8.32
Lyngbya aestuarii	+	+
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Actinocyclus ehrenbergii	193.00	6.37
Chaetoceros pendulus	335.00	6.18
Coscinodiscus gigas	18.00	0.14
Coscinjdiscus perforatus	261.00	13.74
Cymbella meneghiniana	290.00	2.85
Cymbella affinis	6.00	
Navicula peregrina	112.00	1.09
Navicula pusilla	128.00	0.44
Nitzschia acicularis	518.00	0.66
Nitzschia closterium	471.00	0.80
Nizschia seriata	1993.00	5.33
Rhoicosphaenia curvata	53.00	0.03
Sceletonema subsalsum	107.00	0.13

Thalassionema nitzschioides	1171.00	1.55
Tabellaria fenestrata	685.00	0.15
Thalassiosira caspica	122.00	1.23
Cotricribra weissflogii	360.00	0.41
Gomphonema olivaceum	110.00	1.53
Mastogloia sp.	103.00	0.75
Amphora ovalis	+	+
Pseudosolnia calcar-avis	+	+
Stephanodiscus socialis	+	+
Navicula cryptocephala	+	+
Navicula sp.	+	+
Rhopalodia sp.	+	+
Staurosira construens	+	+
Sceletonema constratum	1030.00	0.32
Stephanodiscus astraea	320.00	1.32
Campylodiscus clypeus	65.00	1.50
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum micans	310.00	6.86
Prorocentrum scutullum	75.00	2.48
Dinophysis ovum	30.00	0.75
Prorocentrum cordata	+	+
Prorocentrum lima	+	+
Барлығы	**10002.00**	**68.87**

Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Жазғы кезеңде түбі қабатындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері 10 002,00 мың жасуша/м³ және 68,87 мг/м³ құрады. Түбі қабатындағы фитопланктон саны үстіңгі қабатпен салыстырғанда 2,5 есе жоғары болды, бірақ екі қабаттағы биомасса шамамен бірдей болды. Бұл жағдай үстіңгі қабатта ұсақ жасушалы фитопланктон түрлерінің басым болуымен түсіндіріледі (2.1.2-16-кесте).

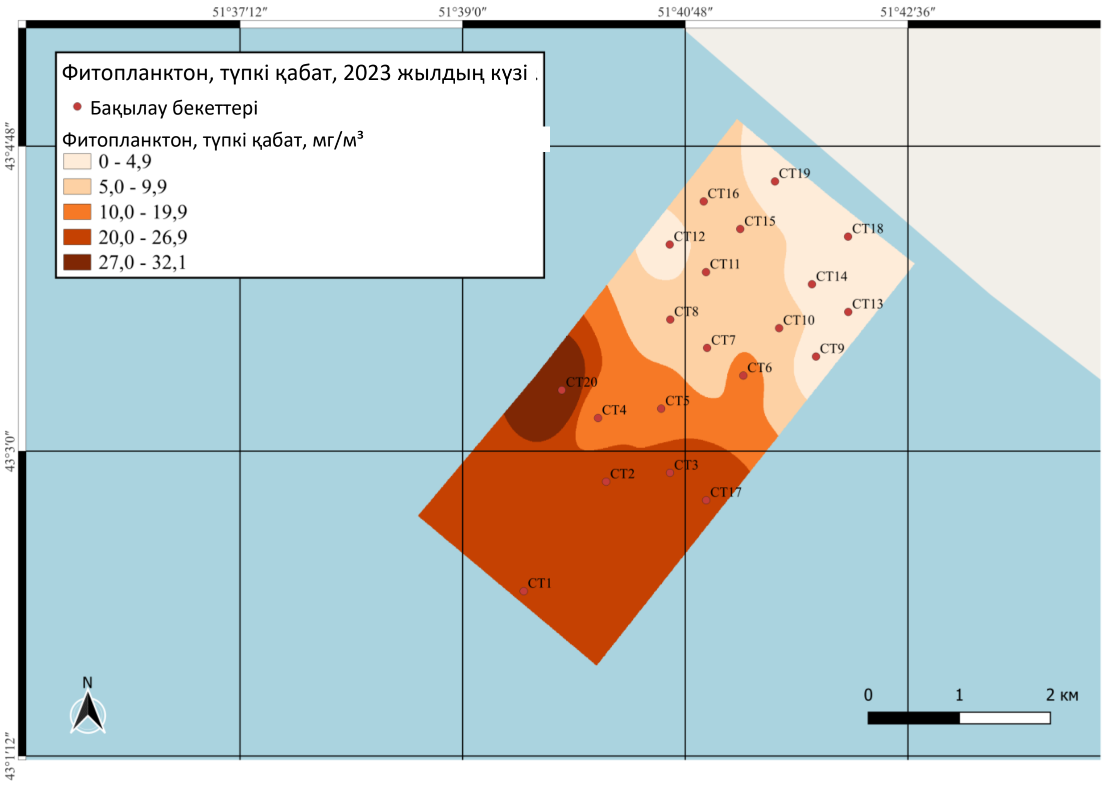
2.1.2-16-кесте Зерттеу аймағындағы фитопланктонның сандық көрсеткіштері (түбі қабаты), 2024 жылдың жазы

Организмдер	Саны, мың жасуша/м³	Биомасса, мг/м³
Кианофиталар (Cyanophyta)		
Oscillatoria sp.	69.0	0.01
Aphanothece stagnina	70.0	1.96
Gomphosphaeria multiplex	65.0	1.95
Хлорофиталар (Chlorophyta)		
Binuclearia lauterbornii	714.0	0.01
Ankistrodesmus pseudomirabilis	52.0	0.01
Pseudopediastrum integrum	166.0	8.32
Lyngbya aestuarii	+	+
Бацилляриофиталар (Bacillariophyta)		
Actinocyclus ehrenbergii	193.0	6.37
Chaetoceros pendulus	335.0	6.18
Coscinodiscus gigas	18.0	0.14
Coscinjdiscus perforatus	261.0	13.74
Cymbella meneghiniana	290.0	2.85
Cymbella affinis	6.0	
Navicula peregrina	112.0	1.09
Navicula pusilla	128.0	0.44
Nitzschia acicularis	518.0	0.66
Nitzschia closterium	471.0	0.80
Nizschia seriata	1993.0	5.33
Rhoicosphaenia curvata	53.0	0.03
Sceletonema subsalsum	107.0	0.13
Thalassionema nitzschioides	1171.0	1.55
Tabellaria fenestrata	685.0	0.15

Thalassiosira caspica	122.0	1.23
Cotricribra weissflogii	360.0	0.41
Gomphonema olivaceum	110.0	1.53
Mastogloia sp.	103.0	0.75
Amphora ovalis	+	+
Pseudosolnia calcar-avis	+	+
Stephanodiscus socialis	+	+
Navicula cryptocephala	+	+
Navicula sp.	+	+
Rhopalodia sp.	+	+
Staurosira construens	+	+
Sceletonema constratum	1030.0	0.32
Stephanodiscus astraea	320.0	1.32
Campylodiscus clypeus	65.0	1.50
Динофиталар (Dinophyta)		
Prorocentrum micans	310.0	6.86
Prorocentrum scutullum	75.0	2.48
Dinophysis ovum	30.0	0.75
Prorocentrum cordata		+
Prorocentrum lima		+
Барлығы	**10002.0**	**68.87**

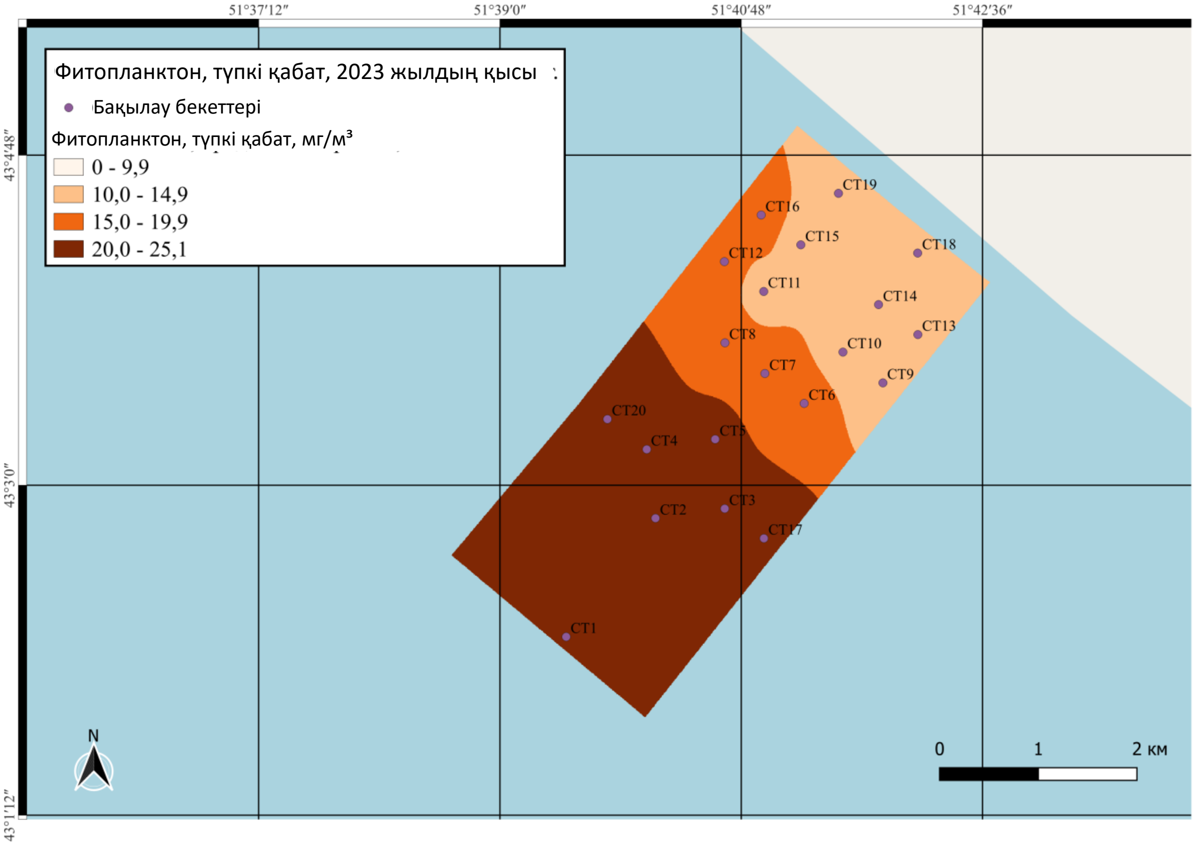
Ескерту: Сапалық құрамда анықталған ағзалар "+" белгісімен көрсетілген.

Күзгі кезеңде түбі қабатында да, үстіңгі қабатта да фитопланктонның ең жоғары биомассасы 20-бекетте тіркелді (32,09 мг/м³). Ең төмен биомасса 13-бекетте (3,08 мг/м³) және 19-бекетте (2,53 мг/м³) байқалды (2.1.2.5-сурет).



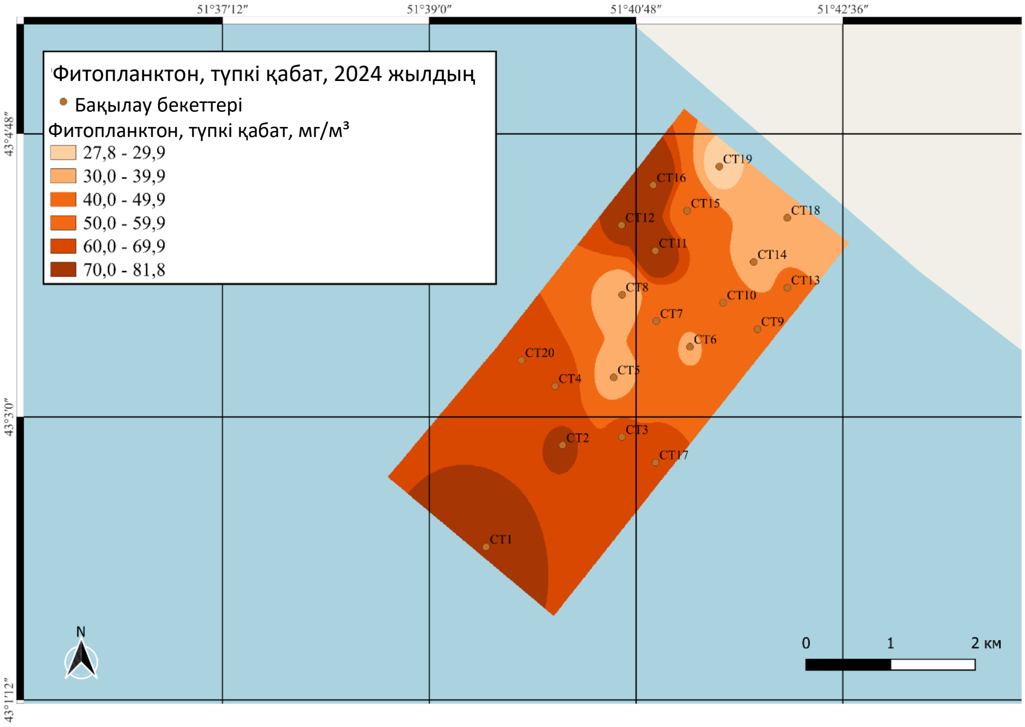
2.1.2.5-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (түбі қабаты), 2023 жылдың күзі, мг/м³

Қысқы кезеңде зерттеу аймағының түбі қабатында фитопланктон биомассасының ең жоғары мәні 20-бекетте тіркелді (24,98 мг/м³), ал ең төмен мән 19-бекетте байқалды (10,2 мг/м³). Бұл көрсеткіштер үстіңгі қабаттағы мәндерге кері пропорционалды болды (2.1.2.6-сурет).



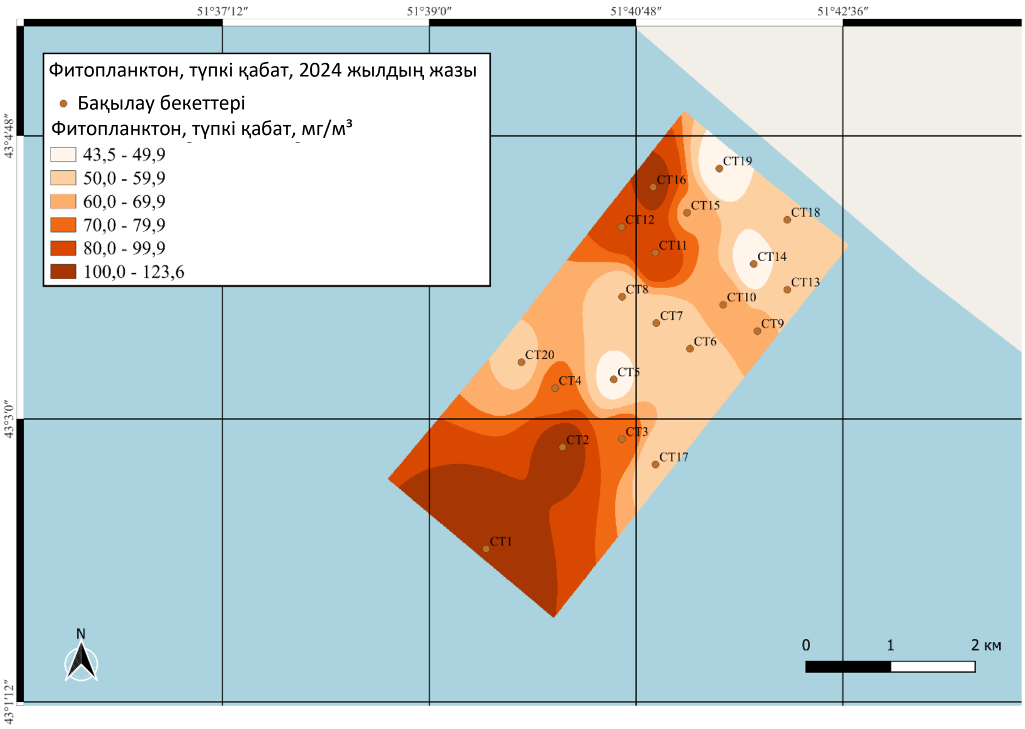
2.1.2.6-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (түбі қабаты), 2023 жылдың қысы, мг/м³

Көктемгі кезеңде зерттеу аймағының түбі қабатында фитопланктон биомассасының ең жоғары мәні 1-бекетте тіркелді (75,46 мг/м³), ал ең төмен мән 19-бекетте байқалды (27,84 мг/м³). Бұл көрсеткіштер үстіңгі қабаттағы мәндерге кері пропорционалды болды (2.1.2.7-сурет).

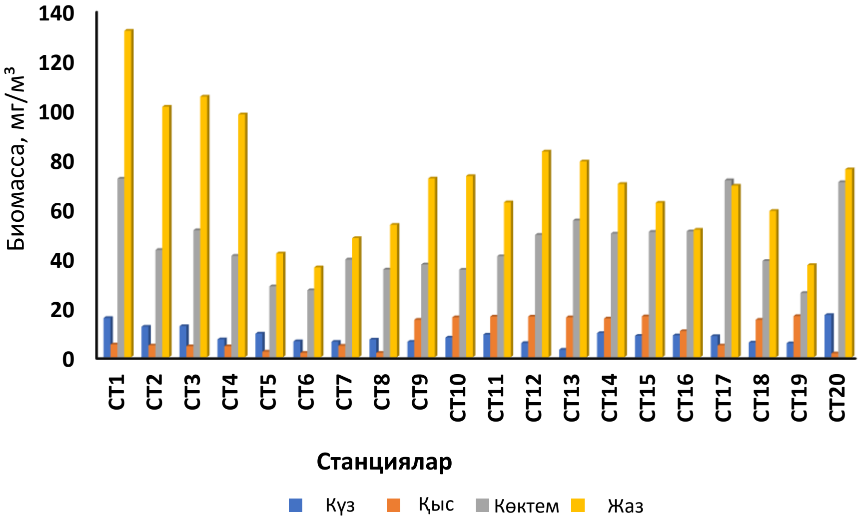


2.1.2.7-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (түбі қабаты), 2024 жылдың көктемі, мг/м³

Жазғы кезеңде зерттеу аймағының түбі қабатында фитопланктонның ең жоғары биомассасы 1-бекетте тіркелді және 123,6 мг/м³ құрады. Ең төмен мән 19-бекетте байқалып, 43,5 мг/м³ болды (2.1.2.8-сурет).

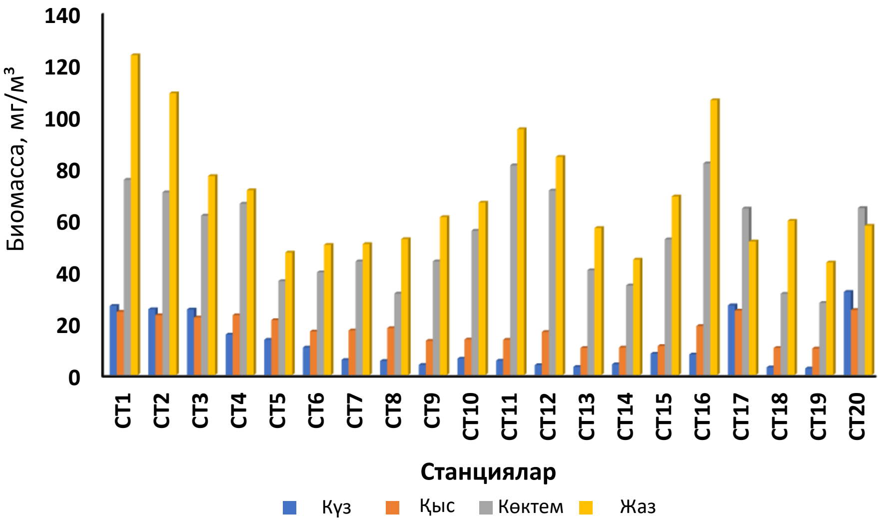


2.1.2.8-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктонның таралуы (түбі қабаты), 2024 жылдың жазы, мг/м³



2.1.2.9-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктон биомассасының таралуы (үстіңгі қабат), күз, қыс, көктем, жаз мезгілдері бойынша

Зерттеу жүргізілген барлық маусымдарда үстіңгі қабаттағы балдырлар биомассасына негізгі үлесті диатомды балдырлардың: *Coscinodiscus perforatus v. cellulosus*, *Actinocyclus ehrenbergii* және *Chaetoceros pendulus* түрлерінің дамуы қосты. Балдырлардың ең ірі шоғырлануы терең сулы аймақтарда байқалды, ал ең аз шоғырлану таяз сулы аймақтарда тіркелді (2.1.2.9-сурет).



2.1.2.10-сурет Зерттеу аймағындағы фитопланктон биомассасының таралуы (түбі қабаты), күз, қыс, көктем, жаз мезгілдері бойынша

Күзгі, қысқы, көктемгі және жазғы зерттеу сессиялары барысында түбі қабатындағы фитопланктонның ең жоғары биомассасы 1-бекетте тіркелді. Ең төмен биомасса 19-бекетте байқалды. Бұл 17 метрден жоғары тереңдікте диатомды және динобалдырлардың белсенді дамуына байланысты түсіндіріледі (2.1.2.10-сурет).

Өндірістік нысандардың құрылыс жұмыстары басталғанға дейін және іске қосылғанға дейінгі фитопланктон туралы алынған деректердің салыстырмалы талдауы бойынша, фитопланктонның сапалық әртүрлілігі бұрынғы деректерге сәйкес келгені анықталды. Өсімдік кезеңінде зерттеу аймағындағы фитопланктонның флористикалық әртүрлілігі диатомды балдырлармен анықталды. Балдырлар флорасының сандық көрсеткіштері қолайлы деңгейде деп бағаланды, бұл трофикалық тізбектің (зоопланктонның) әрі қарай дамуы үшін оң жағдай болып табылады.

Жобаны іске асыру барысында фитопланктон саны мен биомассасы маусымдық динамикаға бағынатын болады. Өндірістік және деструктивті процестерді мониторингтеу экожүйеге табиғи, климаттық және антропогендік факторлардың кешенді әсерін, оның ішінде құрылыс жұмыстарының фитопланктон дамуына ықтимал әсерін бағалау үшін маңызды. Жоспарланған құрылыс жұмыстарының ықпалын бағалау үшін биотикалық тепе-теңдікті, яғни бастапқы өнім өндіру мен оны жою арасындағы қатынасты түсіну қажет. Құрылыс жұмыстары аяқталған кезде бекеттердіңкөпшілігінде биотикалық тепе-теңдік көрсеткішінің бірге жақын мәнге ие болуы құрылыс жұмыстарынан бастапқы өнімнің түзілуіне және фитопланктонның жалпы дамуына әсердің ең төмен деңгейде болғанын көрсетеді.

Зоопланктон

Жоғарыда атап өтілгендей, Каспий теңізіндегі зоопланктонның түрлік әртүрлілігі төмен. Фитопланктондағыдай, зоопланктонның да түрлік әртүрлілігі солтүстіктен оңтүстікке қарай тұщы су түрлерінің жоғалуына байланысты азаяды (Карпинский, 2002). Зоопланктон қауымдастығы негізінен бірнеше кең таралған түрлерден тұрады: есуаяқ шаяншалардан (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*, *Calanipeda aquaedulcis*), ротаториялардан (*Asplanchna priodonta*, *Brachionus quadridentatus*), сондай-ақ cladocerans (су бүргелері) қатарынан *Podonevadne* және *Evadne* туыстарының өкілдері.

Күзгі, қысқы, көктемгі және жазғы далалық зерттеулер барысында 20 бекеттен зоопланктонның 80 сынамасы жиналып, талданды. Күзде зоопланктон омыртқасыздардың келесі топтарымен ұсынылды: кесіртке медузалар (Ctenophora), есуаяқ шаяншалар (Copepoda), Cirripedia бентикалық ағзаларының дернәсілдері, сондай-ақ көпқылтанды құрттардың (*Hediste diversicolor*) дернәсілдері. Планктонның сапалық әртүрлілігі бес омыртқасыз түрлері, алуан түрлері мен формаларынан тұрды (Шеннон-Уивер әртүрлілік индексі — 1,454 бит/үлгі). Ең көп түр саны кесіртке медузалар (Ctenophora) тобында тіркелді (2 түр) (2.1.2-17-кесте). Экологиялық тұрғыдан алғанда, зоопланктон құрамында таксономиялық бірліктер саны бойынша теңіз текті ағзалар басым болды.

2.1.2-17-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2023 жылдың күзі

Зоопланктон тобы	Түрлер саны	Экологиялық топ	
		Теңіздік	Эвригалин
Ескектілер	2	2	-
Ескекаяқты шаяншалар	1	-	1
Мұртаяқты шаяндар	1	1	-
Барлығы	4	3	1

Қысқы кезеңде зерттеу аймағындағы планктондық фауна төмен әртүрлілікпен сипатталды. Барлығы төрт топқа жататын гидробионттардың алты таксономиялық бірлігі тіркелді: ескекаяқты шаяншалар (Copepoda), ескектілер (Ctenophora), мұртаяқты шаяндар (Cirripedia) және басқа топтар (2.1.2-18-кесте). Шеннон-Уивер әртүрлілік индексі 1,374 бит/үлгі болды. Экологиялық тұрғыдан алғанда, зоопланктон құрамында таксономиялық бірліктер саны бойынша теңіз текті ағзалар басым болды.

2.1.2-18-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2023 жылдың қысы

Зоопланктон тобы	Түрлер саны	Экологиялық топ	
		Теңіздік	Эвригалин
Ескектілер	2	2	-
Ескекаяқты шаяншалар	1	-	1
Мұртаяқты шаяндар	1	1	-

Барлығы	4	3	1

Көктемгі кезеңде зоопланктон омыртқасыздардың келесі топтарымен ұсынылды: қарапайымдылар (Protozoa), есуаяқ шаяншалар (Copepoda), су бүргелері (Cladocera), ротаториялар (Rotifera), Cirripedia бентикалық ағзаларының дернәсілдері және басқа топтар (*Hediste diversicolor* және *Marenzelleria* туыстарының көпқылтанды құрттарының дернәсілдері).
Планктонның сапалық әртүрлілігі тоғыз омыртқасыз түрі, алуан түрлері мен формаларынан тұрды (Шеннон-Уивер әртүрлілік индексі (HN) — 1,584 бит/үлгі). Ең көп түр саны қарапайымдылар (Protozoa) тобында тіркелді (3 түр) (2.1.2-19-кесте). Экологиялық тұрғыдан алғанда, зоопланктон құрамында таксономиялық бірліктер саны бойынша теңіз текті ағзалар басым болды.

2.1.2-19-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2024 жылдың көктемі

Зоопланктон тобы	Түрлер саны	Экологиялық топ			
		Тұщы су	Теңіздік	Эвригалин	Басқа
Қарапайымдар	3	1	-	-	2
Зымырықтар	1	1	-	-	-
Ескекаяқты шаянтәрізділер	2	-	-	2	-
Су бүргелері	2	-	2	-	-
Мұртаяқты шаяндар	1	-	1	-	-
Барлығы	9	2	3	2	2

Жазғы кезеңде планктондық фауна төмен әртүрлілікпен сипатталды. Барлығы бес топқа жататын гидробионттардың тоғыз таксономиялық бірлігі тіркелді: қарапайымдылар (Protozoa), ескекаяқты шаянтәрізділер (Copepoda), кесіртке медузалар (Ctenophora), Cirripedia және басқа топтар (2.1.2-20-кесте). Шеннон-Уивер әртүрлілік индексі (HN) 1,478 бит/үлгі болды.
Экологиялық тұрғыдан алғанда, зоопланктон құрамында таксономиялық бірліктер саны бойынша теңіз текті ағзалар басым болды.

2.1.2-20-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2024 жылдың жазы

Зоопланктон тобы	Түрлер саны	Экологиялық топ			
		Тұщы су	Теңіздік	Эвригалин	Басқа
Қарапайымдар	3	1	-	-	2
Зымырықтар	1	1	-	-	-
Ескекаяқты шаянтәрізділер	2	-	-	2	-
Су бүргелері	2	-	2	-	-
Мұртаяқты шаяндар	1	-	1	-	-
Барлығы	9	2	3	2	2

Күзгі кезеңде зоопланктонның сандық көрсеткіштері есуаяқ шаяншалардың (*Acartia tonsa*) бір ғана түріне жататын науплиус және ересек дарақтарымен анықталды (6 930,7 дана/м³ және 33,89 мг/м³) (2.1.2-21-кесте). Акартиялардың жас құрылымында даму сатысының басым бөлігі копеподит кезеңіне сәйкес келді. Сандық көрсеткіштерді Cirripedia өкілдерінің (теңіз өрмекшелерінің) киприс сатылары толықтырды — 643,0 дана/м³. Cirripedia және кесіртке медузалар (Ctenophora) өкілдерінің биомассасы шамамен бірдей деңгейде болды.

2.1.2-21-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Ескекаяқты шаянтәрізділер		
Acartia (nauplii)	4419.80	8.559
Acartia tonsa	2510.90	25.332
Мұртаяқты шаяндар		

Balanus nauplii	638.10	1.276
Balanus cypris	4.90	0.059
Ескектілер		
Mnemiopsis leidyi (larvae)	11.2	0.224
Mnemiopsis leidyi	29.2	0.730
Beroe ovata	4.9	0.098
Басқа		
Hediste (larvae)	151.8	-
Барлығы	**7619.0**	**36.278**

Ескерту: Сандық көрсеткіштерге "Басқа" тобы енгізілмеген.

Кесіртке медузалардың (Ctenophora) саны 45,3 дана/м³ деңгейінде болды, мұнда *Mnemiopsis leidyi* түрі басым болды. Каспий теңізінде 2020 жылы алғаш рет анықталған жаңа түр — *Beroe* тұқымдасының бөлігі кесіртке медузалар санының жалпы көлемінің 10,8%-ын құрады.

Қысқы кезеңде планктонның сандық көрсеткіштері негізінен есуаяқ шаяншалар (Copepoda) есебінен қалыптасты, олар жалпы санының 93%-ын және биомассаның 98%-ын құрады. Бұл топтың жалғыз өкілі *Acartia tonsa* болды (3 751,7 дана/м³ және 25,07 мг/м³). Науплиус сатысындағы және ересек дарақтар арасындағы сандық қатынас шамамен бірдей деңгейде тіркелді (тиісінше 1 874,0 дана/м³ және 1 877,7 дана/м³). Теңіз өрмекшелерінің (Cirripedia) киприс сатыларының саны 286,9 дана/м³, ал биомассасы 0,6 мг/м³ деңгейінде болды. Кесіртке медузалардың саны мен биомассасы елеусіз болды. "Басқа" тобы көпқылтанды құрттардың дернәсілдерімен ұсынылды (2.1.2-22-кесте).

2.1.2-22-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың қысы

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Ескекаяқты шаянтәрізділер		
Acartia (nauplii)	1874.0	3.141
Acartia tonsa	1877.7	21.929
Мұртаяқты шаяндар		
Balanus nauplii	286.9	0.574
Ескектілер		
Mnemiopsis leidyi (larvae)	0.1	0.002
Beroe ovata	0.1	0.002
Басқа		
Hediste (larvae)	2.8	-
Marenzelleria (larvae)	40.3	-
Барлығы	**4038.8**	**25.648**

Ескерту: Сандық көрсеткіштерге "Басқа" тобы енгізілмеген.

Зоопланктонның орташа саны мен биомассасы 4 038,8 дана/м³ және 25,6 мг/м³ құрады. Көктемгі кезеңде зоопланктонның сандық көрсеткіштері есуаяқ шаяншалардың, атап айтқанда *Acartia tonsa*түрінің науплиус және ересек дарақтарымен анықталды (5 549,0 дана/м³ және 24,0 мг/м³). Акартиялардың жас құрылымында копеподит даму сатысындағы және ересек дарақтар саны шамамен бірдей деңгейде болды (2.1.2-23-кесте). Сандық көрсеткіштер қарапайымдылар (Protozoa) арқылы толықтырылды. Cirripedia, Rotifera және Cladocera өкілдерінің биомассасы жоғары болмады.

2.1.2-23-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың көктемі

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Қарапайымдар		
Foraminifera sp.	143.5	—
Vorticella sp.	418.5	0.084
Tokophrya sp.	422.5	—
Ескекаяқты шаянтәрізділер		
Calanipeda aquaedulcis	60.7	0.440
Calanipeda aquaedulcis (nauplii)	52.0	0.137

Acartia (nauplii)	2661.7	5.319
Acartia tonsa	2887.3	18.700
Мұртаяқты шаяндар		
Balanus nauplii	246.9	0.491
Су бүргелері		
Podon intermedius	10.0	0.090
Evadne nordmanii	122.8	0.780
Зымырықтар		
Synchaeta pectinata	114.3	0.015
Басқа		
Hediste (larvae)	3.2	-
Marenzelleria (larvae)	52.1	-
Барлығы	**7139.7**	**26.056**

Ескерту: Сандық көрсеткіштерге "Басқа" тобы енгізілмеген.
Биомассасы 0,001 мг/м³-ден төмен ағзалар "-" белгісімен көрсетілген.

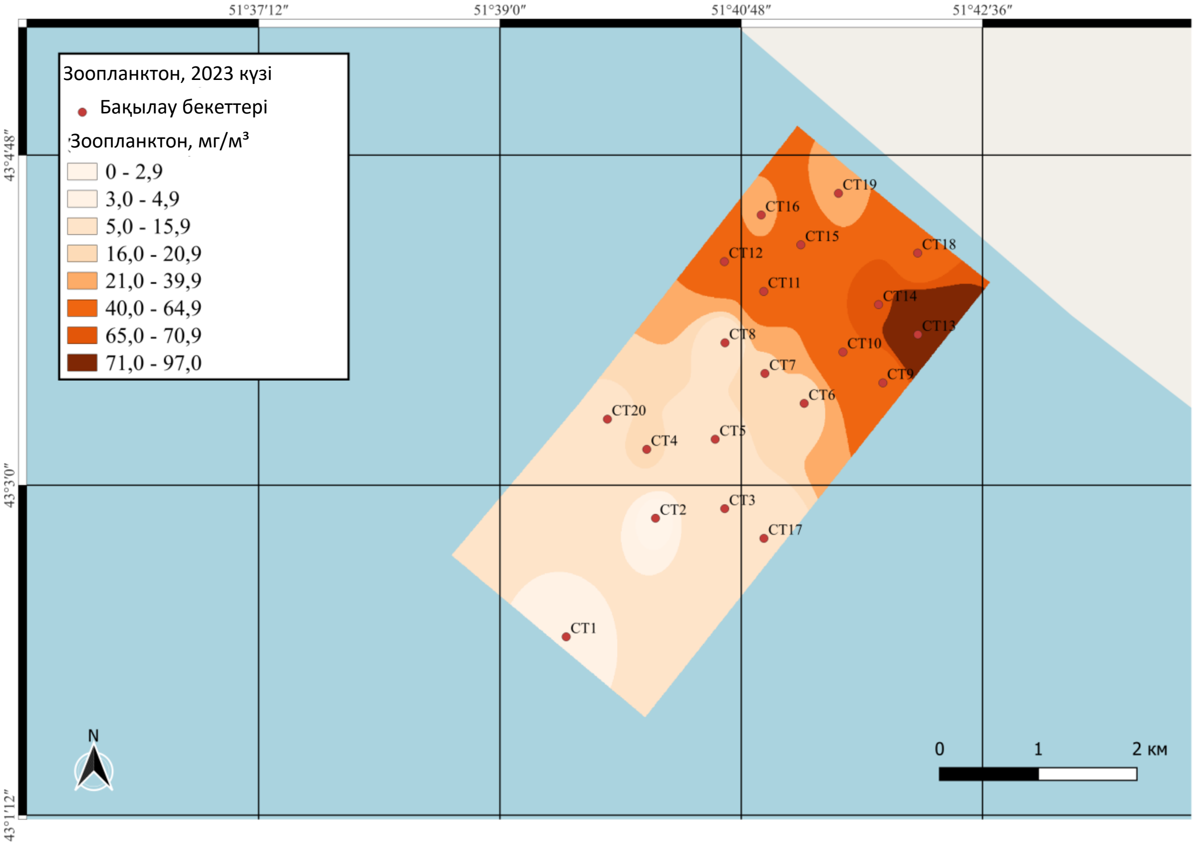
Жазғы кезеңде планктонның сандық көрсеткіштері негізінен есуаяқ шаяншалар (Copepoda) есебінен қалыптасты, олар жалпы сан мен биомассаның 90%-дан астамын құрады. Бұл топтың басым өкілі *Acartia tonsa* болды (6 387,0 дана/м³ және 49,4 мг/м³). Науплиус сатысындағы дарақтар саны ересек дарақтар санына қарағанда екі есе төмен болды. Теңіз өрмекшелерінің (Cirripedia) киприс сатыларының сандық көрсеткіштері 381,0 дана/м³ және 0,8 мг/м³ деңгейінде тіркелді. Қарапайымдылар (Protozoa), ротаториялар (Rotifera) және су бүргелері (Cladocera) топтарының өкілдері аз мөлшерде кездескен. "Басқа" тобы көпқылтанды құрттардың дернәсілдерімен ұсынылды (2.1.2-24-кесте).

2.1.2-24-кесте Зерттеу аймағындағы зоопланктонның сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың жазы

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Қарапайымдар		
Foraminifera sp.	182.8	—
Vorticella sp.	286.7	0.100
Tokophrya sp.	356.9	—
Ескекаяқты шаянтәріздiлер		
Calanipeda aquaedulcis	60.6	0.400
Calanipeda aquaedulcis (nauplii)	64.7	0.200
Acartia (nauplii)	2072.7	4.000
Acartia tonsa	4314.3	45.400
Мұртаяқты шаяндар		
Balanus nauplii	381.0	0.800
Су бүргелері		
Podon intermedius	27.1	0.200
Evadne nordmanii	135.9	0.500
Зымырықтар		
Synchaeta pectinata	545.7	0.500
Басқа		
Hediste (larvae)	3.8	-
Marenzelleria (larvae)	41.9	-
Барлығы	8474.1	52.100

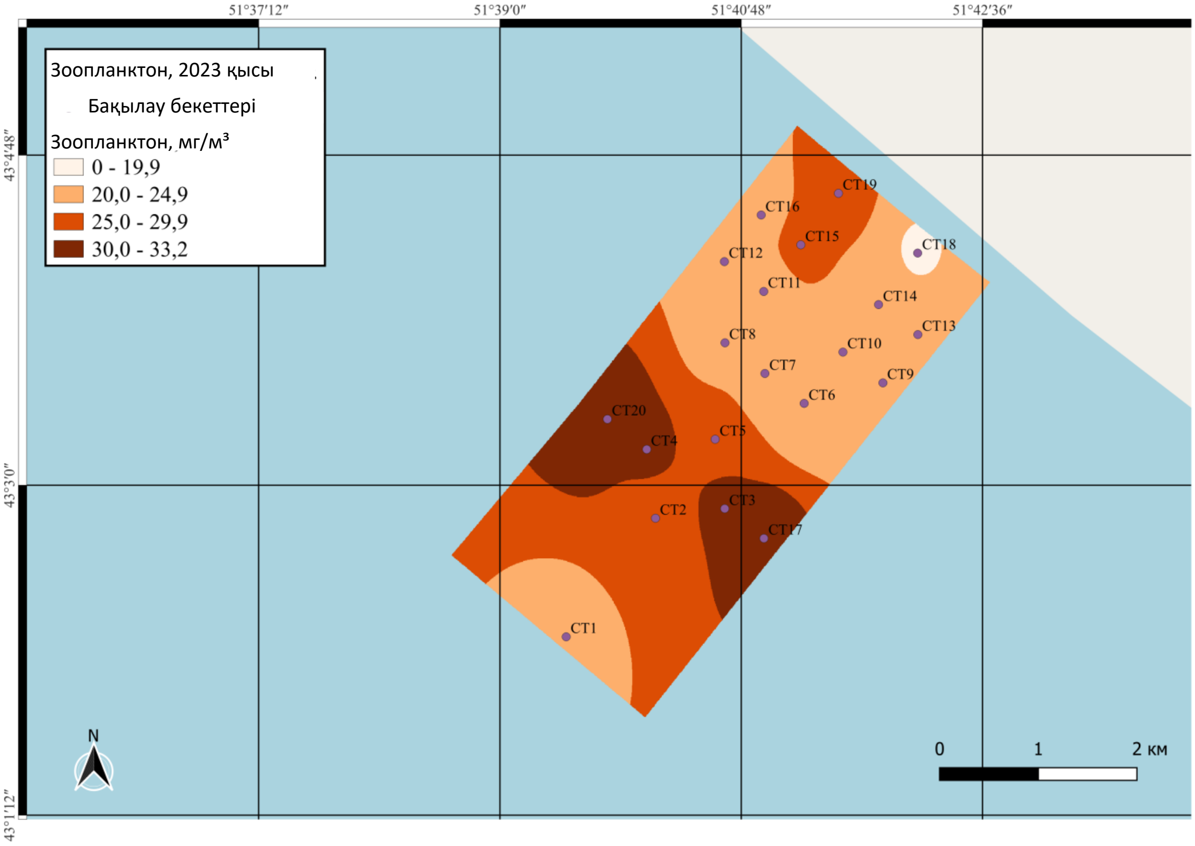
Ескерту: Сандық көрсеткіштерге "Басқа" тобы енгізілмеген.
Биомассасы 0,001 мг/м³-ден төмен ағзалар "-" белгісімен көрсетілген.

Күзгі кезеңде зерттеу аймағындағы зоопланктонның орташа саны мен биомассасы 7 619,0 дана/м³ және 36,3 мг/м³ құрады. Ең жоғары ағзалар шоғырлануы 13-бекетте тіркеліп, 19 268,0 дана/м³ және 98,72 мг/м³ болды (2.1.2.11-сурет). Бұл жағдай әртүрлі даму сатыларындағы *Acartia tonsa* есуаяқ шаяншаларының максималды санымен байланысты. Ең төменгі зоопланктон көрсеткіштері 2-бекетте байқалды.



2.1.2.11-сурет Зерттеу аймағындағы зоопланктонның таралуы, 2023 жылдың күзі, мг/м³

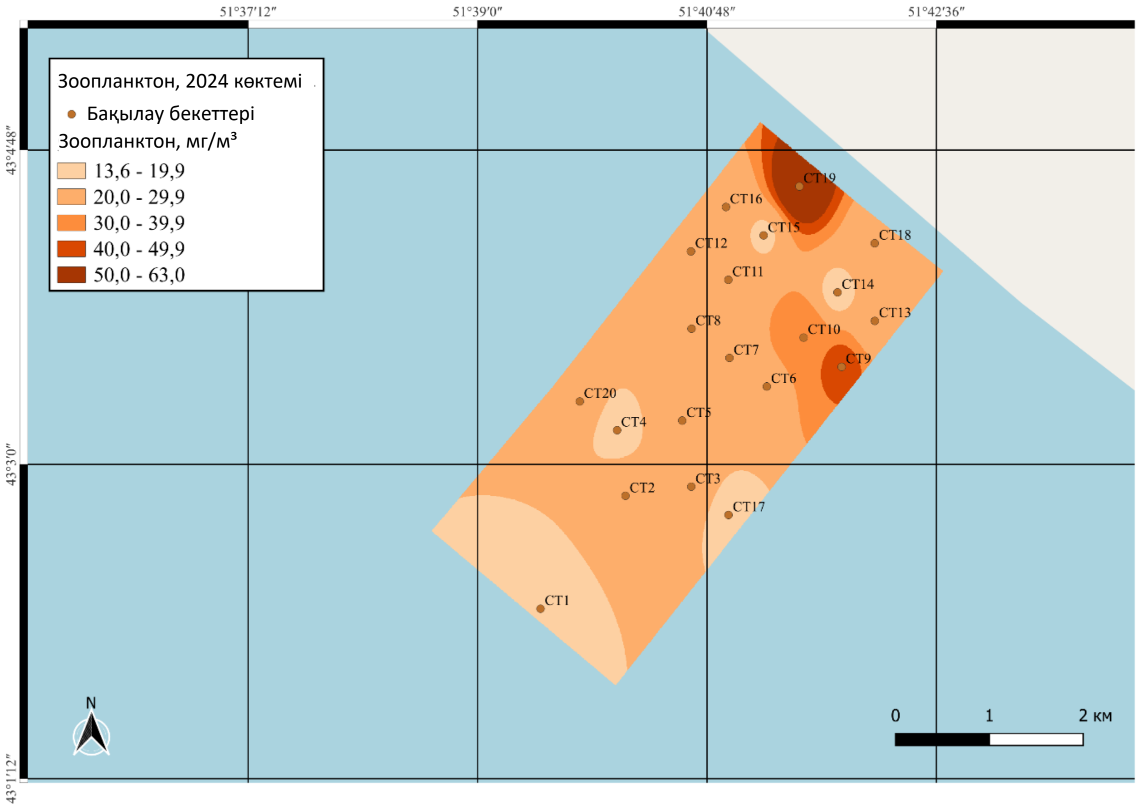
Қысқы кезеңде планктон ағзаларының ең жоғары шоғырлануы 20-бекетте тіркелді және 5 987,4 дана/м³ пен 33,2 мг/м³ құрады (2.1.2.12-сурет).



2.1.2.12-сурет Зерттеу аймағындағы зоопланктонның таралуы, 2023 жылдың қысы, мг/м³

Бұл жағдай *Acartia tonsa* түрінің максималды санымен түсіндіріледі. Зоопланктонның ең төменгі саны 16-бекетте тіркелді (2 052,6 дана/м³).

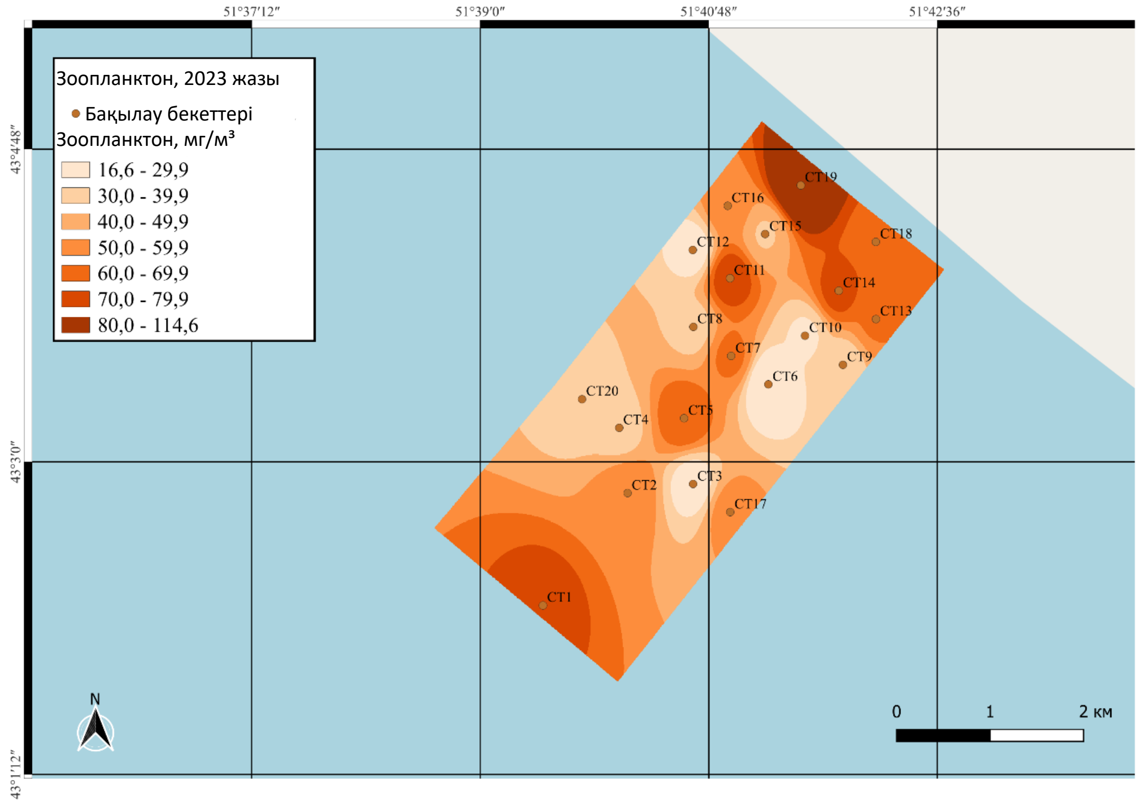
Көктемгі кезеңде планктонның ең жоғары шоғырлануы 19-бекетте байқалды және 62,3 мг/м³ құрады (2.1.2.13-сурет). Бұл көрсеткіш әртүрлі даму сатыларындағы *Acartia tonsa* есуаяқ шаяншаларының максималды санына байланысты болды. Ең төмен зоопланктон көрсеткіштері 1-бекетте тіркелді.



2.1.2.13-сурет Зерттеу аймағындағы зоопланктонның таралуы, 2024 жылдың көктемі, мг/м³

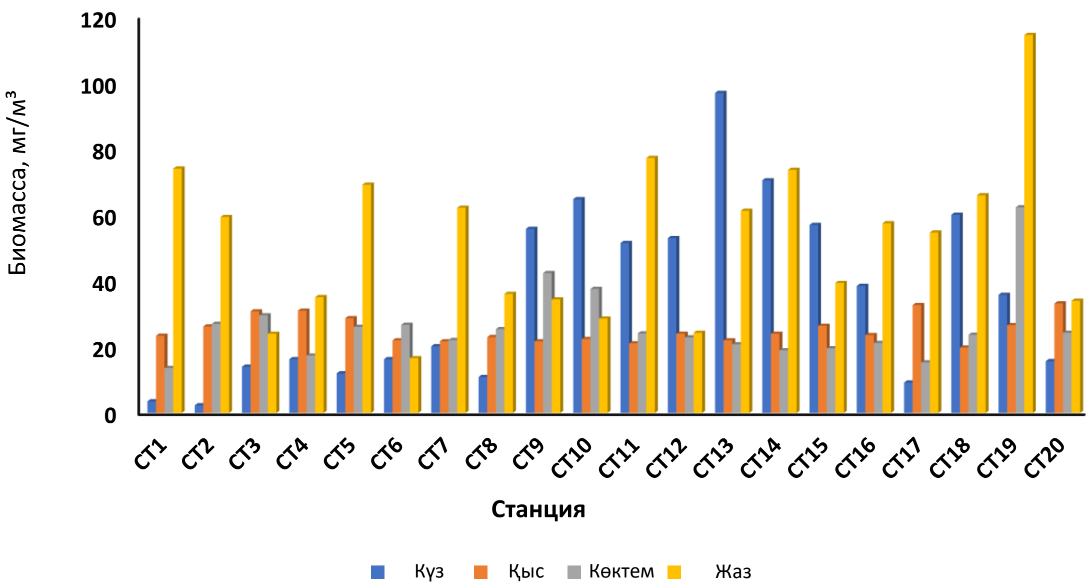
Жазғы кезеңде планктон ағзаларының ең жоғары шоғырлануы 19-бекетте тіркелді және 114,6 мг/м³ құрады (2.1.2.14-сурет).

Көктемгі және жазғы кезеңдерде зоопланктон көрсеткіштері балдырлар флорасының дамуымен кері пропорционалды болды, бұл коректік фитопланктонды тұтынумен байланысты.



2.1.2.14-сурет Зерттеу аймағындағы зоопланктонның таралуы, 2024 жылдың жазы, мг/м³

Зерттеу аймағындағы планктондық омыртқасыздардың сандық көрсеткіштерінің таралуы біркелкі болмады (2.1.2.15-сурет).



2.1.2.15-сурет Зерттеу аймағындағы зоопланктон биомассасының таралуы (күз, қыс, көктем, жаз)

Барлық зерттеу сессиялары барысында фитопланктонның ең төмен концентрациясы және зоопланктонның ең жоғары концентрациясы әрі үстіңгі, әрі түбі қабаттарында 13-бекетте тіркелді. Бұл жағдай зоопланктон ағзаларының өсімдік жасушаларына жасаған трофикалық қысымымен түсіндіріледі (2.1.2.15-сурет).

Ең жоғары зооценоз биомассасы (негізінен ересек планктон ағзаларының басымдығымен) күтілгендей жаз мезгілінде байқалды. Өткізілген зоопланктон зерттеуі нәтижесінде зоопланктон популяциясының негізгі бөлігін есуаяқ шаяншалар (Copepoda) құрайтыны анықталды. Бұл нәтиже зерттелген аймақтағы планктон дамуы туралы алдыңғы деректермен сәйкес келеді.
Өсімдік кезеңінде зоопланктон саны мен биомассасының өсуі тіркелді, бұл планктонофаг балықтар үшін қоректік жағдайдың қанағаттанарлық деңгейде екенін көрсетеді.

Жоспарланған жобаны іске асыру кезінде құрылыс жұмыстары барысында түп шөгінділерінің теңіз суымен араласуына байланысты зоопланктонның сандық көрсеткіштері төмендеуі мүмкін.
Зоопланктон ағзалары су температурасы мен мөлдірлігінің өзгерістеріне өте сезімтал, бұл олардың тіршілік циклдеріне айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

Зообентос

Каспий теңізінің түбіндегі фаунаның түрлік құрамы салыстырмалы түрде кедей; еркін тіршілік ететін бентикалық омыртқасыздардың шамамен 379 түрі тіркелген. Түрлік әртүрлілік негізінен шаянтәрізділермен, бауыр аяқты ұлулармен және қосжармақты ұлулармен сипатталады (Яблонская, 2007). Каспий теңізінің түбі фаунасының негізгі ерекшелігі — эндемизм деңгейінің өте жоғары болуы; әсіресе түбінде тіршілік ететін шаянтәрізділер арасында эндемикалық түрлердің көптігімен ерекшеленеді (Карпинский М.Г., 2002).

Күзгі, қысқы, көктемгі және жазғы кезеңдерде жүргізілген далалық зерттеу барысында 20 бекеттен 240 зообентос сынамасы жиналып, талданды. Күзгі кезеңде бентикалық фауна 22 түр мен формамен ұсынылды: құрттар – 5 түр, шаянтәрізділер – 15 түр, ұлулар – 2 түр. Экологиялық тұрғыдан алғанда, зообентос топтарының барлық өкілдері тіркелді (2.1.2-25-кесте).

2.1.2-25-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2023 жылдың күзі

Зообентос тобы	Экологиялық топ					Барлығы
	Тұщы су	Тұздылығы төмен су	Ащылау су	Теңіз суы	Басқа	
Жұмыр құрттар	1	-	-	2	2	5
Шаянтәрізділер	-	6	2	7	-	15
Жұмсақденелілер	-	-	-	2	-	2
Барлығы	1	6	2	11	2	22

Ескерту: "Басқалар" тобына түрі анықталмаған зообентос өкілдері кіреді.

Қысқы кезеңде зерттеу аймағындағы зообентос 16 таксономиялық бірлікпен ұсынылды: құрттар – 4 түр, шаянтәрізділер – 10 түр, ұлулар – 2 түр.

Экологиялық тұрғыдан алғанда, бентикалық фаунаның барлық топтары тіркелді (2.1.2-26-кесте).

2.1.2-26-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2023 жылдың қысы

Зообентос тобы	Экологиялық топ					Барлығы
	Тұщы су	Тұздылығы төмен су	Ащылау су	Теңіз суы	Басқа	
Жұмыр құрттар	1	-	-	2	1	4
Шаянтәрізділер	-	3	2	5	-	10
Жұмсақденелілер	-	-	-	-	2	2
Барлығы	1	3	2	7	3	16

Ескерту: "Басқалар" тобына түрі анықталмаған зообентос өкілдері кіреді.

Көктемгі кезеңде бентикалық фауна 17 түр мен формамен ұсынылды: құрттар – 3 түр, шаянтәрізділер – 11 түр, ұлулар – 3 түр. Экологиялық тұрғыдан алғанда, зообентос топтарының барлық өкілдері тіркелді (2.1.2-27-кесте).

2.1.2-27-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2024 жылдың көктемі

Зообентос тобы	Экологиялық топ					Барлығы
	Тұщы су	Тұздылығы төмен су	Ащылау су	Теңіз суы	Басқа	
Жұмыр құрттар	1	-	-	2	-	3
Шаянтәрізділер	-	4	2	5	-	11
Жұмсақденелілер	-	-	-	3	-	3
Барлығы	1	4	2	10	0	17

Ескерту: "Басқалар" тобына түрі анықталмаған зообентос өкілдері кіреді.

Жазғы кезеңде зерттеу аймағындағы зообентос 23 таксономиялық бірлікпен ұсынылды: құрттар – 3 түр, шаянтәрізділер – 15 түр, ұлулар – 4 түр және гидроидты ағзалар (Hydrozoa) – 1 түр. Экологиялық тұрғыдан алғанда, бентикалық фаунаның барлық топтары тіркелді (2.1.2-28-кесте).

2.1.2-28-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос экологиялық топтарындағы түрлер саны, 2024 жылдың жазы

Зообентос тобы	Экологиялық топ					Барлығы
	Тұщы су	Тұздылығы төмен су	Ащылау су	Теңіз суы	Басқа	
Жұмыр құрттар	1	-	-	2	-	3
Шаянтәрізділер	-	6	2	6	1	15
Жұмсақденелілер	-	-	-	4	-	4
Гидралар	-	1	-	-	-	1
Барлығы	1	7	2	12	1	23

Ескерту: "Басқалар" тобына түрі анықталмаған зообентос өкілдері кіреді.

Күзгі кезеңде бентикалық ценоздың орташа гидробиологиялық көрсеткіштері 3 055,0 дана/м² және 14,7 г/м² құрады (2.1.2-29-кесте).

2.1.2-29-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Буылтық құрттар		
Polychaeta		
Marenzelleria sp.	5.0	0.174
Hediste diversicolor (Miiller)	34.0	0.467
Fabricia sabella	1.0	-
Oligochaeta	182.0	0.153
Nematoda	461.0	0.019
Шаянтәрізділер		
Mysidacea		
Mysidacea sp.	1.0	0.002
Paramysis baeri	2.0	0.001
Cirripedia		
Balanus improvisus (Darwin)	52.0	0.639
Cumacea		
Schizorhynchus bilamellatus (G.O.Sars)	5.0	0.006
Pterocuma rostrata (G.O Sars)	12.0	0.011
Pterocuma sowinskyi	4.0	0.008
Stenocuma graciloides	19.0	0.005
Gammaridae		
Amathillina cristata (Grimm)	12.0	-

Amathillina pusilla (G.O.Sars)	2.0	-
Dikerogammarus haemobaphes (Eichwald)	4.0	0.036
Stenogammarus similis	1954.0	1.693
Gmelina pusilla (G.O.Sars)	13.0	0.004
Chinogammarus behnningi	3.0	0.002
Chinogammarus ischnus	109.0	0.023
Chaetogammarus pauxillus	87.0	0.024
Isopoda		
Jaera sarsi caspica (Kesselyak)	26.0	0.002
Жұмсақденелілер		
Bivalvia		
Mytilus galloprovincialis	2.0	11.337
Mytilaster lineatus	65.0	0.023
Барлығы	**3055.0**	**14.629**

скерту: Биомассасы 0,0001 г/м²-ден төмен ағзалар "-" белгісімен көрсетілген.

Популяция негізінен шаянтәрізділерден (теңіз өрмекшелерінен басқа) құралды және жалпы саны 2 253,0 дана/м² болды. Бұл топқа гаммаридтер, мизидтер, кумацеялар және изоподтар кірді. Аудандағы басым түр — *Stenogammarus similis* (1 954,0 дана/м²). Малакостракалықтардың түрлік құрамы ең жоғары әртүрлілікпен сипатталды, бірақ олардың жалпы биомассасы төмен болды (1,8 г/м²). Биомассаның қалыптасуында құрылым қалыптастырушы рөл "қатты" бентостың өкілдеріне — ұлулар мен теңіз өрмекшелеріне тиесілі болды (14,6 г/м²). Қосжармақты ұлулар арасында 2023 жылы Каспий теңізінде анықталған Азов-Қара теңіздік инвазиялық түр — *Mytilus galloprovincialis* басым болды (11,3 г/м²).

Құрттар тобы олигохеттермен, полихеттермен және нематодтармен ұсынылған. Популяция саны бойынша нематодтар басым болды (461,0 дана/м²). Ұсақ құрттардың маңызы екінші деңгейде болды (182,0 дана/м²). Биомасса бойынша полихетті құрттар — *Hediste diversicolor* (Miiller) басым болды (0,5 г/м²). 2018 жылы Каспий теңізінде анықталған Spionidae тұқымдасының инвазиялық түрі — *Marenzelleria* sp. субдоминант ретінде тіркелді.

Қысқы кезеңде бентикалық ценоздың орташа гидробиологиялық көрсеткіштері 738,0 дана/м² және 90,0 г/м² құрады (2.1.2-30-кесте).

2.1.2-30-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос сандық көрсеткіштері, 2023 жылдың қысы

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Буылтық құрттар		
Polychaeta		
Marenzelleria sp.	4.0	0.162
Hediste diversicolor (Miiller)	35.0	0.353
Oligochaeta	47.0	0.058
Nematoda	98.0	0.008
Шаянтәрізділер		
Cirripedia		
Balanus improvisus (Darwin)	43.0	0.350
Cumacea		
Schizorhynchus bilamellatus (G.O.Sars)	1.0	0.001
Pterocuma rostrata (G.O Sars)	1.0	0.003
Stenocuma graciloides	7.0	0.001
Gammaridae		
Amathillina pusilla (G.O.Sars)	2.0	-
Stenogammarus similis	309.0	0.248
Gmelina pusilla (G.O.Sars)	8.0	0.002
Chinogammarus behnningi	1.0	0.004
Chinogammarus ischnus	125.0	0.031
Chaetogammarus pauxillus	12.0	0.006

Жұмсақденелілер		
Bivalvia		
Mytilus galloprovincialis	6.0	88.718
Mytilaster lineatus	39.0	0.013
Барлығы	**738.0**	**89.958**

Ескерту: Биомассасы 0,0001 г/м²-ден төмен ағзалар "-" белгісімен көрсетілген.

Популяция негізінен шаянтәрізділерден (теңіз өрмекшелерінен басқа) құралды және жалпы саны 466,0 дана/м² болды. Бұл топқа гаммаридтер мен кумацеялар кірді. Аудандағы басым түр — *Stenogammarus similis* (309,0 дана/м²). Малакостракалықтар тобының түрлік құрамы ең жоғары әртүрлілікпен сипатталды — бұл топқа 10 түр кірді.

Биомассаның қалыптасуында құрылым қалыптастырушы рөл "қатты" бентостың өкілдеріне тиесілі болды — 88,7 г/м². Қосжармақты ұлулар арасында Азов-Қара теңіздік ірі инвазиялық түр — *Mytilus galloprovincialis* әлі де басым болды.

Құрттар тобы олигохеттермен, полихеттермен және нематодтармен ұсынылған. Популяция саны бойынша нематодтар басым болды (98,0 дана/м²). Ұсақ құрттардың саны екінші деңгейде болды (47,0 дана/м²). Биомасса бойынша полихетті құрттар — *Hediste diversicolor* (Miiller) басым болды (0,4 г/м²). Spionidae тұқымдасының инвазиялық түрі — *Marenzelleria* sp. 0,4 г/м² биомассамен субдоминант ретінде тіркелді.

Көктемгі кезеңде бентикалық фаунаның сапалық құрамы 17 түрмен ұсынылды (2.1.2-31-кесте).

2.1.2-31-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың көктемі

Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Буылтық құрттар		
Polychaeta		
Marenzelleria sp.	83.0	0.012
Hediste diversicolor (Miiller)	21.0	0.004
Oligochaeta	514.0	0.211
Шаянтәрізділер		
Cirripedia		
Balanus improvisus (Darwin)	38.0	0.849
Cumacea		
Schizorhynchus bilamellatus (G.O.Sars)	119.0	0.043
Pterocuma rostrata (G.O Sars)	98.0	0.045
Pterocuma sowinskyi	4.0	
Stenocuma graciloides	221.0	1.884
Caspiocuma campylaspoides	1.0	-
Gammaridae		
Chaetogammarus pauxillus	74.0	0.019
Stenogammarus similis	367.0	2.184
Gmelina pusilla (G.O.Sars)	54.0	0.012
Amathilina cristata (Grimm)	1.0	-
Amathilina pusilla	1.0	-
Жұмсақденелілер		
Bivalvia		
Mytilus galloprovincialis	43.0	0.133
Mytilaster lineatus	1.0	0.001
Cerastoderma lamarcki (Reeve)	4.0	0.833
Барлығы	**1644.0**	**6.230**

Ескерту: Биомассасы 0,0001 г/м²-ден төмен ағзалар "-" белгісімен көрсетілген.

Популяция негізінен "жұмсақ" бентостың өкілдерінен — құрттар мен шаянтәрізділерден (теңіз өрмекшелерінен басқа) құралды. Құрттар арасында олигохеттер мен полихеттер тіркелді.

Олигохеттер ең көп санмен тіркеліп, 514,0 дана/м² құрады. Шаянтәрізділер тобына гаммаридтер мен кумацеялар кірді. Аудандағы басым түр — *Stenogammarus similis* (367,0 дана/м²).

Малакостракалықтар тобы ең жоғары түрлік әртүрлілікпен ерекшеленді — бұл топқа 11 түр кірді.

Биомассаның қалыптасуында құрылым қалыптастырушы рөл шаянтәрізділерге, атап айтқанда *Stenogammarus similis* түріне тиесілі болды. Бұл түрдің дамуы жалпы биомассаның 30%-ын құрап, 2 288,7 г/м² деңгейіне жетті.

Жазғы кезеңде зерттеу аймағындағы зообентос бойынша орташа көрсеткіштер 4 412,0 дана/м² және 22,8 г/м² болды (2.1.2-32-кесте).

2.1.2-32-кесте Зерттеу аймағындағы зообентос сандық көрсеткіштері, 2024 жылдың жазы

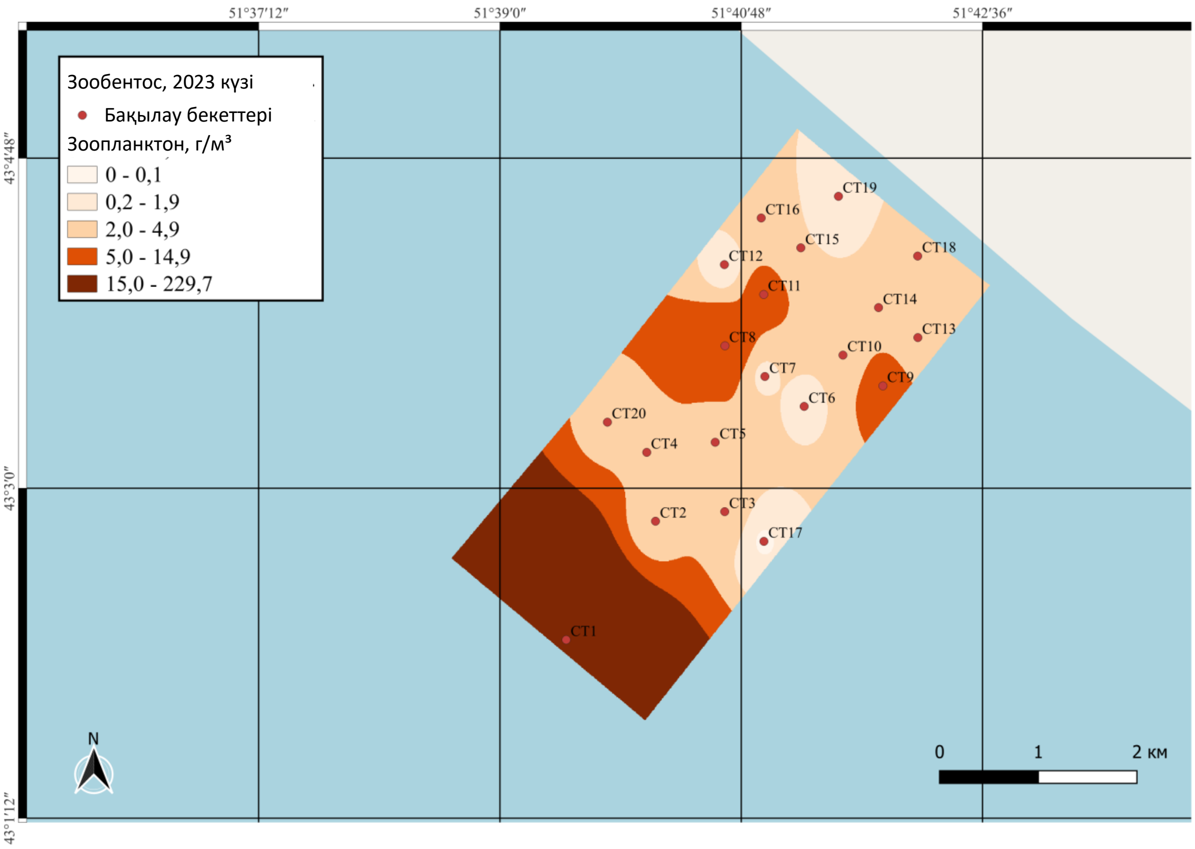
Организмдер	Саны, дана/м³	Биомасса, мг/м³
Гидралар		
Cordylophora caspia	2.0	0.006
Буылтық құрттар		
Polychaeta	83.0	0.012
Marenzelleria sp.	2460.0	1.064
Hediste diversicolor (Miiller)	284.0	0.233
Oligochaeta	491.0	0.529
Шаянтәрізділер		
Mysidacea		
Paramysis baeri	1.0	0.004
Cirripedia		
Balanus improvisus (Darwin)	39.0	0.838
Cumacea		
Schizorhynchus bilamellatus (G.O.Sars)	230.0	0.149
Schizorhynchus eudorelloides (G.O.Sars)	15.0	0.004
Pterocuma sowinskyi	116.0	0.077
Stenocuma tenuicauda	2.0	0.001
Pterocuma rostrata (G.O Sars)	22.0	0.005
Stenocuma graciloides	98.0	0.029
Caspiocuma campylaspoides	6.0	0.003
Gammaridae		
Gmelina pusilla (G.O.Sars)	54.0	0.012
Dikerogammarus haemobaphes (Eichwald)	1.0	0.002
Amathillina pusilla (G.O.Sars)	3.0	0.002
Chinogammarus behnningi	1.0	0.019
Chaetogammarus pauxillus	3.0	0.002
Stenogammarus similis	430.0	3.263
Gmelina pusila (G.O. Sars)	113.0	0.024
Жұмсақденелілер		
Bivalvia		
Mytilus galloprovincialis	12.0	7.914
Cerastoderma lamarcki	7.0	4.517
Abra ovata (Phil.)	9.0	0.007
Mytilaster lineatus	120.0	4.086
Барлығы	**4412.0**	**22.790**

Популяция негізінен құрттар тобының өкілдерінен құралды, атап айтқанда *Marenzelleria* sp. түрімен (2 460,0 дана/м²). Шаянтәрізділер арасында *Stenogammarus similis* жоғары даму көрсеткішін көрсетті (430,0 дана/м²). Малакостракалықтар тобы ең жоғары түрлік әртүрлілікпен сипатталды және 15 түрді қамтыды.

Биомассаның қалыптасуында құрылым қалыптастырушы рөл "қатты" бентостың өкілдеріне тиесілі болды (17,3 г/м²). Қосжармақты ұлулар арасында Азов-Қара теңіздік ірі инвазиялық түр — *Mytilus galloprovincialis* әлі де басым болды (7,9 г/м²).

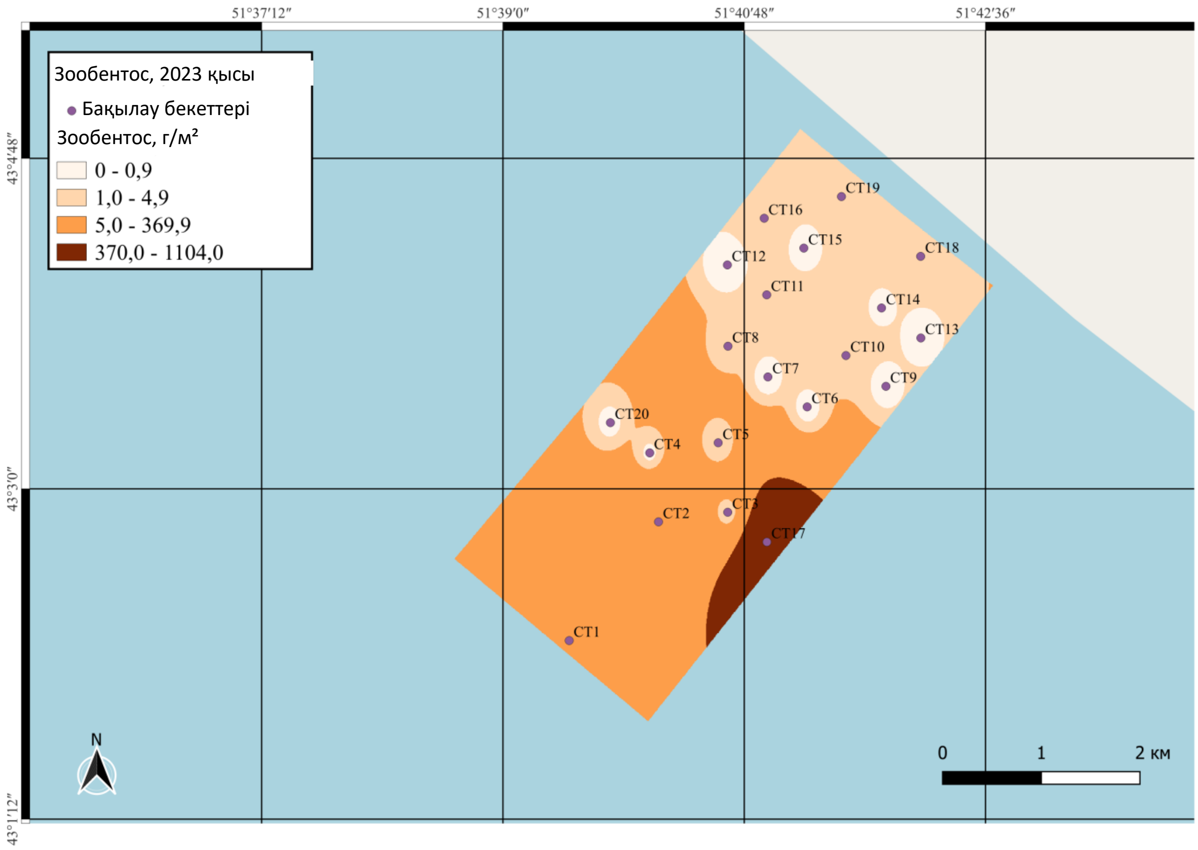
Күзгі кезеңде бентикалық ценоздың биомассасы бекеттер арасында әртүрлі болды. Ең төменгі биомасса 17-бекетте тіркелді (0,076 г/м²), мұнда бентикалық үлгілерде тек ұзындығы 1–3 мм болатын *Mytilaster lineatus* ұлуларының ұсақ формалары ғана байқалды.

Ең жоғары биомасса 1-бекетте тіркелді (229,7 г/м²), бұл үлгілерде ұзындығы 57–59 мм болатын ірі *Mytilus galloprovincialis* ұлуларының болуына байланысты болды (2.1.2.16-сурет).



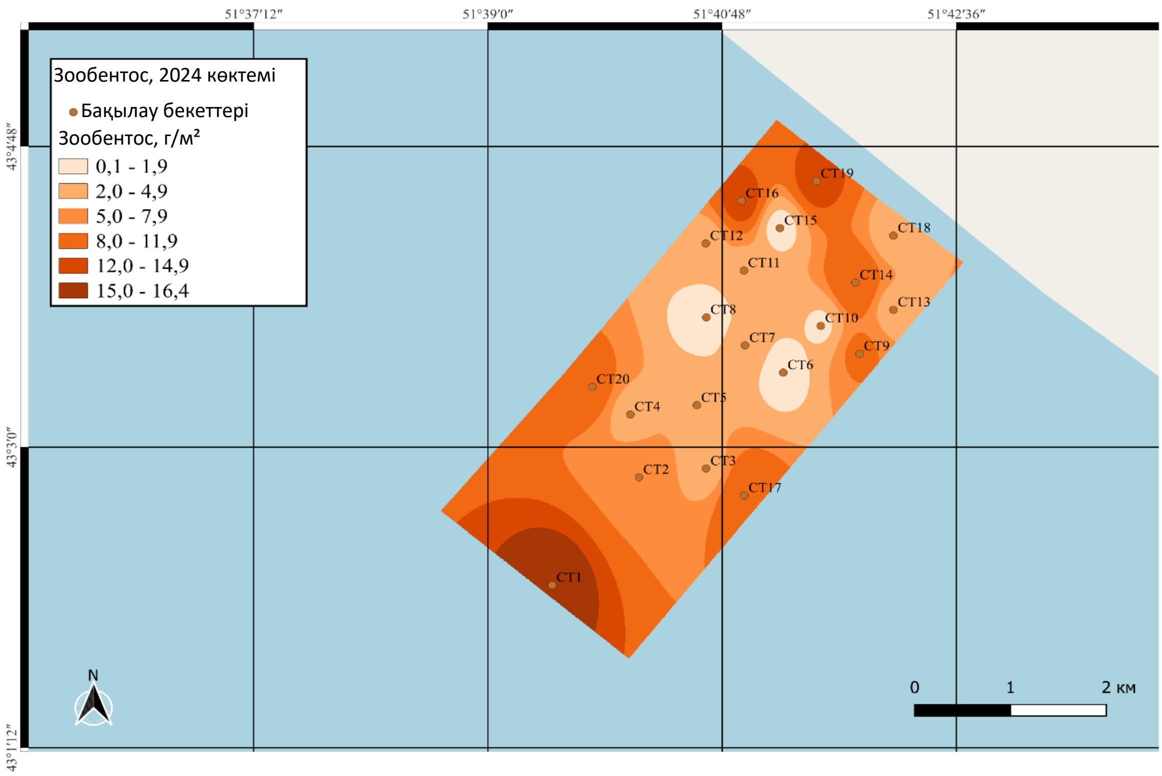
2.1.2.16-сурет Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы, 2023 жылдың күзі, г/м²

Қысқы кезеңде бентикалық ценоздың биомассасы бекеттер арасында әртүрлі болды. Ең төменгі биомасса 12-бекетте тіркеліп, 0,034 г/м² құрады (2.1.2.17-сурет).



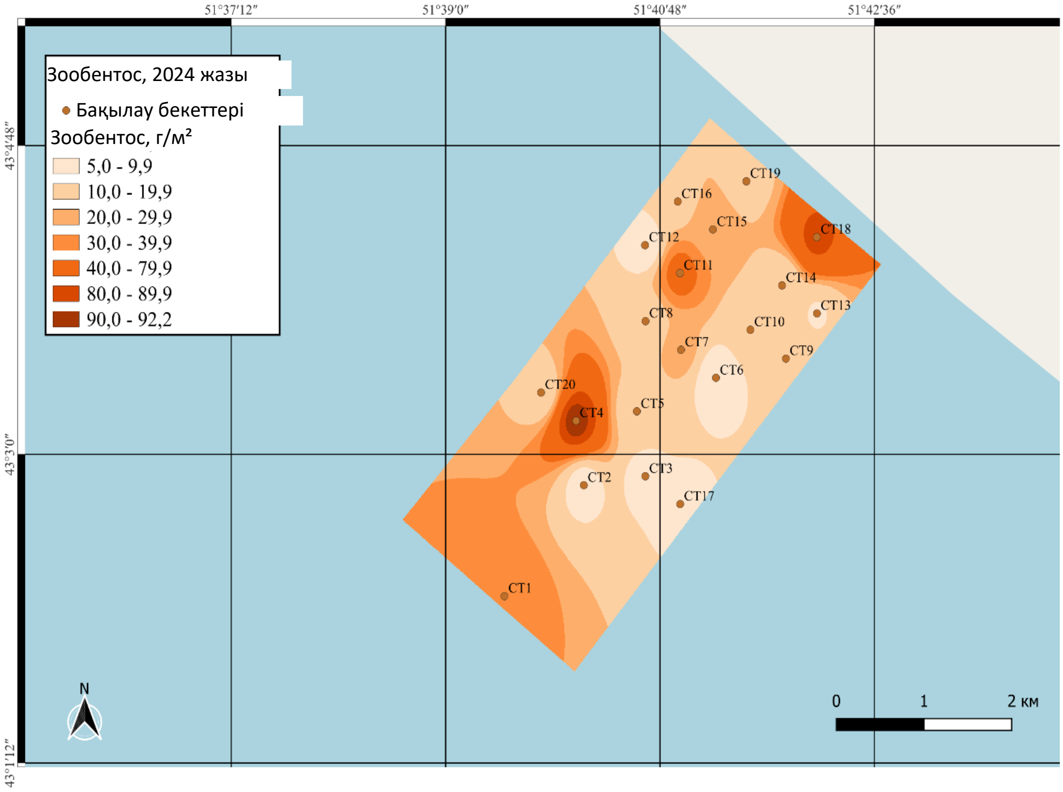
2.1.2.17-сурет Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы, 2023 жылдың қысы, мг/м²

Көктемгі кезеңде бентостың ең жоғары биомассасы 1-бекетте тіркелді (16,4 г/м²). Ең төменгі биомасса 6-бекетте байқалды (1,1 г/м²) (2.1.2.18-сурет).



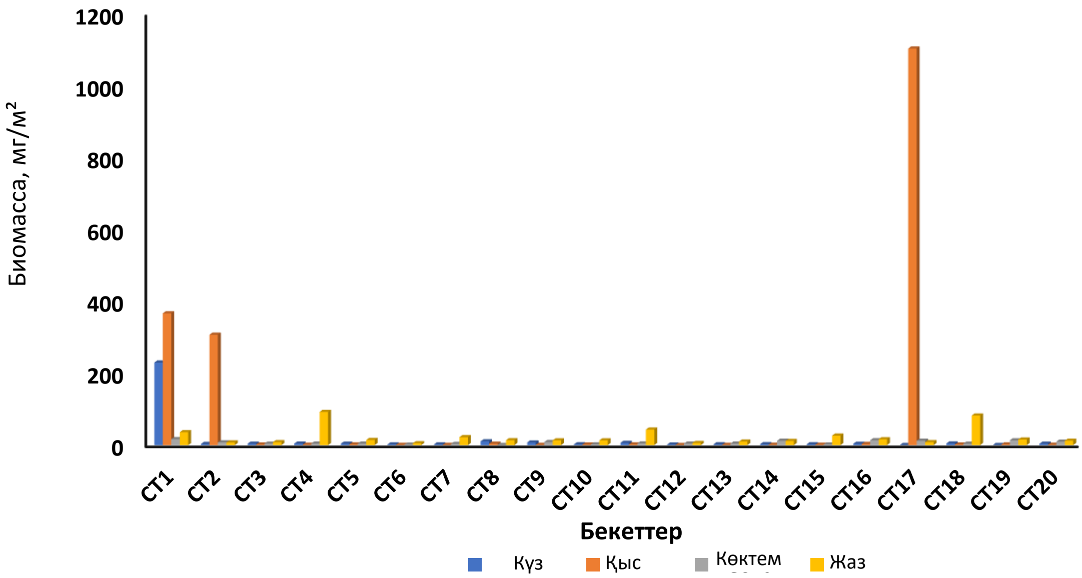
2.1.2.18-сурет Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы, 2024 жылдың көктемі, мг/м²

Жазғы кезеңде бентикалық ағзалардың ең жоғары шоғырлануы 4-бекетте тіркелді (92,2 г/м²); ең төменгі шоғырлану 6-бекетте байқалды (5,1 г/м²) (2.1.2.19-сурет).



2.1.2.19-сурет Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы, 2024 жылдың жазы, мг/м²

Зерттеу жүргізілген барлық кезеңдерде зообентос биомассасының таралуы локализацияланған сипатта болды (2.1.2.20-сурет).



2.1.2.20-сурет Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы (күз, қыс,

көктем, жаз)

Бентикалық қауымдастықтың биомассасы негізінен ұлулардың дамуына тәуелді. Қыс мезгілінде 17-бекетте тіркелген жоғары биомасса үлгілерде ұзындығы 57–59 мм болатын ірі *Mytilus galloprovincialis* ұлуының болуымен түсіндіріледі.

Бентостың дамуын талдау нәтижесінде шаянтәрізділер жоғары түрлік әртүрлілікпен және жақсы көрсеткіштермен сипатталды. Бентикалық омыртқасыздардың анықталған таралу үлгісі топтардың топырақ құрылымына тән табиғи жеке ұнатуларымен толық сәйкес келеді. Тіркелген зообентос түрлері түбімен қоректенетін балықтардың шабақтары мен ересек дарақтарының негізгі азық компоненттерінің бірі болып табылады. Осылайша, зерттеу аймағындағы трофологиялық жағдайлар қолайлы болды.

Алайда, жобаны іске асыру барысында құрылыс жұмыстары кезінде түп бедеріне механикалық әсер ету салдарынан зообентос сандық көрсеткіштерінің төмендеу қаупі бар.

Сулы өсімдіктер

Күзгі кезеңде су температурасының төмендеуіне байланысты макрофиттердің биомассасы төмен болды. Зерттелген аймақтағы топырақ құрамы құмды-қабықшалы бөлшектерден және жартасты плиталардың фрагменттерінен тұрды, нәтижесінде су өсімдіктері бүкіл аймақта дерлік кездеспеді. Тек жекелеген бекеттерде ғана екі макрофит түрі — *Laurencia caspica* және *Polysiphonia caspica* анықталып, макрофиттер биомассасы 4,6 г/м² деңгейінде тіркелді.

Қысқы кезеңде су температурасы күзгі кезеңмен салыстырғанда екі есеге жуық төмен болды.
Қысқы дауылдардан болған ұзақ толқындық белсенділік түбіне дейін жетіп, макрофиттердің жалпы биомассасының 2,8 г/м² деңгейге дейін төмендеуіне әкелді. Бұл көрсеткіштер жекелеген бекеттерде *Laurencia caspica* және *Polysiphonia caspica* түрлерінің тіркелуімен, басқа учаскелерде олардың толықтай болмауымен сәйкес келеді.

Күзгі және қысқы кезеңдердегі су өсімдіктері биомассасының төмен болуы маусымдық ерекшеліктермен және су ортасының температуралық режимімен түсіндіріледі. Бұл жағдай макрофиттердің даму бойынша жалпы параметрлерінен ауытқымайды және ұзақ мерзімді орташа мәндерге сәйкес келеді.

Көктемгі және жазғы кезеңдерде су температурасының жоғарылауымен бірге *Laurencia caspica* балдыры жалғыз тіркелген түр ретінде байқалды. *Laurencia caspica* қызыл балдырларының қауымдастықтары жағаға жақын орналасқан жартасты қыралар бойында өсті.
Макрофиттердің биомассасы әлі де төмен болып қалды: көктемде 5,2 г/м² және жазда 8,7 г/м² деңгейінде тіркелді.

Макрофиттердің биомассасының таралуын талдау нәтижесінде жоспарланған құрылыс пен өндірістік нысандарды іске қосуға дейінгі кезеңде су өсімдіктерінің шоғырлануы біркелкі емес болғаны анықталды. Бұл маусымдық дамудың табиғи ерекшеліктеріне сәйкес келеді. Зерттелген аймақ негізінен литодинамикалық режимдері ұқсас, жартасты топырақтар мен лайлы құмдардан тұратын біртектес биотоптармен сипатталады, бұл макрофиттер биомассасының динамикасына әсер етеді. Фитофагты гидробионттар үшін қоректік база қанағаттанарлық деңгейде деп бағаланды.

Жобаны іске асыру барысында түбіндегі микроөсімдіктер орналасқан бедердің механикалық бұзылуына байланысты су өсімдіктерінің сандық көрсеткіштерінің төмендеу қаупі бар.

Жалпы алғанда, зерттеу кезеңінде зерттелген аймақта гидробиологиялық қауымдастықтардың дамуы аймақтың табиғи маусымдық динамикасына сәйкес болды. Жоспарланған жобаның гидробиологиялық қауымдастықтарға ықтимал әсерін түсіну үшін құрылыс жұмыстары кезінде және олар аяқталғаннан кейін қосымша зерттеулер жүргізіп, бастапқы мәліметтермен салыстыру қажет.

2.2 Теңіз фаунасы

2.2.1 Каспий теңізіндегі ихтиофаунаның жалпы жағдайы

Каспий теңізі — Жер бетіндегі ең ірі тұйық табиғи су айдыны. Каспий теңізінің ихтиофаунасы аса әртүрлі емес. Түрлер саны жағынан ол шығу тегі ұқсас Азов және Қара теңіздерінің балықтарына жол береді және ашық теңіздердің ихтиофаунасымен салыстырғанда айтарлықтай кем (Яблонская, 2007; Мирзоян, 2018).

Әдеби деректерге сәйкес, Каспий теңізінде негізінен майшабақтар (Clupeidae) мен быжыт балықтар (Gobiidae) тұқымдастарының өкілдері мекендейді. Бұл тұқымдастар айтарлықтай түрлік әртүрлілікпен және мол санымен ерекшеленеді (Иванов, Комарова, 2012).

Экологиялық ерекшеліктеріне байланысты Каспий теңізі балықтары төрт топқа бөлінеді: теңіздік, жартылай өткінші, өзендік және өткінші балықтар. Олардың динамикасы мен сандық құрамы өзен жүйелерімен және өзен ағысы әсер ететін теңіз аймақтарымен тығыз байланысты (Яблонская, 2007).

Теңіздік түрлер арасында Clupeidae тұқымдасына жататын каспийлік майшабақтар кеңінен таралған және үш түрмен ұсынылған: *Clupeonella engrauliformis* (Бородин) — анчоус тәрізді майшабақ, *Clupeonella grimmi* (Кесслер) — Оңтүстік Каспий майшабағы, *Clupeonella delicatula caspia* (Световидов) — Каспий майшабағы.

Далалық жұмыстар кезінде зерттеу аймағында тек *Clupeonella delicatula caspia* (Световидов) түрі анықталды. Қосымша теңіздік түрлерге каспийлік майшабақтар — *Alosa caspia* (Эйхвальд), *Alosa saposchnikowii* (Гримм) және *Alosa braschnikowii* (Бородин) жатады.

Каспий теңізінде сондай-ақ үлкен қабыршақты күміс балық (*Atherina mochon caspia* (Риссо), Atherinidae тұқымдасы) және XX ғасырдың бірінші жартысында жерсіндірілген Қара теңіз маңдай балықтарының екі түрі мекендейді: *Liza aurata* (Риссо) — сингиль, *Liza saliens* (Риссо) — секіргіш маңдай балық. Сингиль негізінен Орта Каспийде жиі кездеседі.

Gobiidae тұқымдасының (быжыт балықтардың) өкілдері жоғары түрлік әртүрлілікпен ерекшеленеді.
Каспий теңізінде осы тұқымдастың 37 түрі мен түр тармағы мекендейді (Анықтамалық, 1998).Орта Каспийде ең жиі кездесетін түрлер: Каспийлік құм быжыты (*Neogobius fluviatilis*), Терең су быжыты (*Neogobius bathybius*), Домалақ быжыт (*Neogobius melanostomus*), Сирман быжыты (*Neogobius syrman*), Каспий быжыты (*Neogobius caspius*), Мұрны түтікше быжыты (*Proterorhimus marmoratus*), Каспий майда бас быжыты (*Benthophiloides macrocephalus*).

Каспий теңізінде жартылай өткінші және өзендік балықтардың 51 түрі тіркелген (Иванов, 2000), олар теңіздің тұщыланған аймақтары мен өзен сағаларына жақын жерлерді мекендейді.
Солтүстік Каспийде жартылай өткінші және өзендік балықтардың жиі кездесетін өкілдері екі тұқымдастан тұрады: Cyprinidae (тұқылар), Percidae (алабұғалар) (Казанчеев, 1981).

Орта Каспийде негізінен каспийлік қызыл балық (*Rutilus caspicus*) кездеседі (Ресейдің тұщы су балықтарының атласы, 2002).

Өткінші балықтар қатарына каспийлік минога (*Caspiomyzon wagneri*), барлық каспийлік албырттар (Salmonidae), барлық каспийлік бекірелер (Acipenseridae, стерлядтан басқа), сондай-ақ волгалық майшабақ (*Alosa kessleri volgensis*) және каспийлік өткінші майшабақ (*Alosa kessleri*) жатады.

Каспий теңізінде Acipenseridae тұқымдасының көптеген өкілдері мекендейді: бекіре (*Huso huso*), орыс бекіресі (*Acipenser gueldenstaedtii*), парсы бекіресі (*Acipenser persicus*), сүйрік (*Acipenser stellatus*), кембек (*Acipenser nudiventris*), стерляд (*Acipenser ruthenus*) (Ресейдің тұщы су балықтарының атласы, 2002; Камелов, 2023).

Теңіз балықтарының таралуы, шоғырлану тығыздығы, маусымдық миграциялары, сапалық құрылымы, көбею әлеуеті, сондай-ақ жалпы және кәсіптік қорлары сияқты негізгі биологиялық сипаттамалары әртүрлі ғылыми еңбектерде талданған және сипатталған (Киселевич, 1937; Ловецкая, 1951; Световидов, 1952; Смирнов, 1952; Приходько, 1975; Казанчеев, 1981; Канатиев және т.б., 2014; Паритский және т.б., 2018; Камелов, Мортузи, 2019).

Қазақстанның Орта Каспийдегі секторында көптеген кәсіптік маңызы бар, сирек кездесетін және Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген балық түрлері мекендейді (2.2.1-1-кесте). Ең құндысы — планетаның ежелгі ихтиофаунасының бірегей өкілдері саналатын бекіре тұқымдас балықтар.

Қорғауға лайықты түрлер мен табиғи аймақтарды анықтау үшін Халықаралық табиғатты қорғау одағының (IUCN) Қызыл тізімі және Экожүйелердің Қызыл тізімі қолданылады. Оларға Қазақстан Республикасының Каспий теңізіндегі су биологиялық ресурстары арасында каспийлік минога (*Caspiomyzon wagneri*), волгалық майшабақ (*Alosa kessleri volgensis*), каспийлік форель (*Salmo caspius*) және шоқыр (*Stenodus leucichthys*) кіреді.

Түрлердің мәртебесіне сәйкес: Волгалық майшабақ жойылып кеткен түрге жатады; Шоқыр жойылу қаупіне жақын күйде; Каспий тілтісі (минога) мен каспий албырты (форель) қауіп төнбейтін түрлер санатына кіреді.

2.2.1-1-кесте Шығыс Каспий теңізінде анықталған және Қазақстанның Қызыл кітабы мен IUCN Қызыл тізіміне енгізілген фауна түрлік құрамы

Түр			Түрдің мәртебесі	
Латынша	**Қазақша**	**Ағылшынша**	**IUCN Қызыл тізімі**	**Қазақстанның Қызыл кітабы**
Балықтар				
Caspiomyzon wagneri	Каспий тілтісі	Caspian lamprey	LC Қауіп төнбеген түр	1-санат. Жойылып кету қаупі төнген түр
Alosa volgensis	Волга көп атылықты майшабағы	Volga shad	EX Жойылып кеткен түр	2-санат. Саны апатты түрде азайып жатқан түр
Salmo trutta caspius	Каспий албырты	Caspian trout	LC Қауіп төнбеген түр	1-санат. Жойылып кету қаупі төнген түр
Stenodus leucichthys	Ақбалық	Sheefish	NT Жойылып кету қаупі бар түрге жақын	IV-санат. Түрдің саны мен жағдайы туралы сенімді ақпараттың болмауына байланысты алаңдаушылық туғызатын түр
Сүтқоректілер				
Pusa caspica	Каспий итбалығы	The Caspian seal	EN Жойылып кету қаупі төнген түр	IV-санат. Түрдің саны мен жағдайы туралы сенімді ақпараттың болмауына байланысты алаңдаушылық туғызатын түр

2.2.2 Күрік маңындағы ықтимал құрылыс алаңында жүргізілген гидробиологиялық зерттеу (2023–2024 жж.)

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, жобаның зерттелген балық түрлерінің таралуы мен сандық көрсеткіштеріне ықтимал әсері табиғи факторлардың антропогендік факторларға қарағанда басымдығын көрсететін деңгейде болады деп күтіледі. Түрлік әртүрлілік маусымдық миграциялық циклдерге байланысты болады, олар уылдырық шашу, қоректену және қыстақтау кезеңдерін қамтиды.

Көктемгі кезеңде, яғни теңіз балықтарының көбею кезеңінде, балықтардың жоғары шоғырлануы тән. Кейінірек, қоректену кезеңінде, бұл шоғырлар кең қоректену алаңдарына таралып, зерттеу аймағында балықтардың саны мен биомассасының төмендеуіне әкеледі.

Жартылай өткінші және өзендік балық түрлері үшін шоғырлардың таралуы мен концентрациясына су тұздылығы, температуралық режим және қоректік база сияқты экологиялық факторлар әсер етеді.

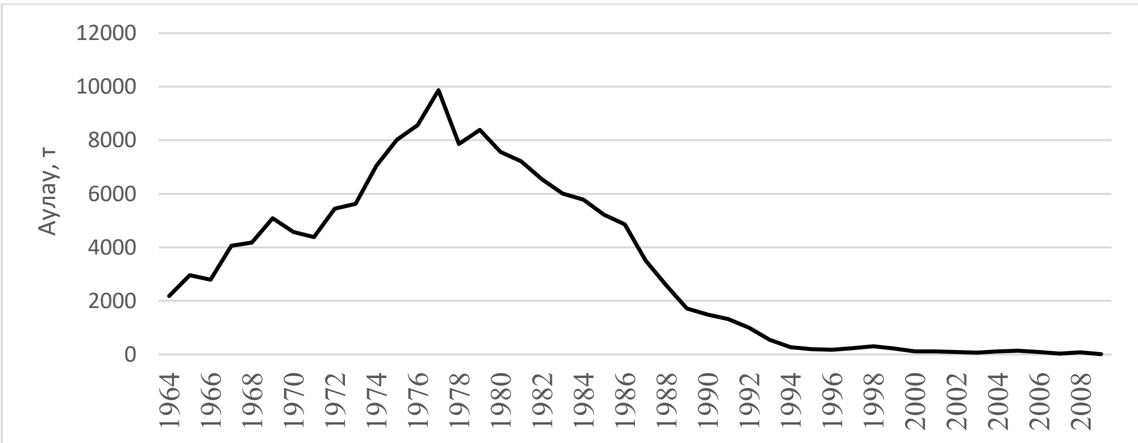
Бекіре тұқымдас балықтарға жобалық қызметтің ықтимал әсерін бағалау мүмкін емес, себебі олардың кездесу жиілігі өте төмен, бұл қазіргі қорлар деңгейімен түсіндіріледі.

Жобаны іске асырудың балық қауымдастықтарына ықтимал әсерін түсіну үшін құрылыс жұмыстары кезінде және олар аяқталғаннан кейін, пайдаланылу кезеңінде де балық шаруашылығы зерттеулерін жүргізу қажет. Бұл зерттеулер бастапқы базалық зерттеу нәтижелерімен салыстырылып бағалануы тиіс.

Теңіздегі шабақтар мен ересек балық популяциясын сипаттау үшін уақыт бірлігіне шаққандағы түрдің орташа концентрациясының салыстырмалы көрсеткіші (траление уақытына шаққандағы даналар саны, дана/сағ) пайдаланылады. Балық қорының заманауи есептеу әдістері олардың абсолютті санын білуді талап етеді. Қоректену алаңдарындағы балықтардың абсолютті саны тікелей санау әдісі арқылы есептеледі (Месяцев және т.б., 1935; Аксютина, 1968; Русс, 1938; Строганов, 1979; Белоголова, 2008) (қосымша 2-ге қараңыз).

2.2.2.1 Бекіре тұқымдас балықтар

Жайық-Каспий бассейнінде бекіре тұқымдас балықтардың ең жоғары аулау көрсеткіштері 1970 жылдардың соңында тіркелді, сол кезде ең көп таралған түр — сүйрік (*Acipenser stellatus*) аулауы 10 мың тоннаға жеткен. 1991 жылдан бастап бекіре санының күрт азаюына байланысты Каспий жағалауы елдері 2010 жылдан бастап бекіре тұқымдас балықтардың кәсіптік аулауына тыйым салды.



2.2.2.1.1-сурет Жайық өзеніндегі сүйрік (*Acipenser stellatus*) аулауының көрсеткіштері, 1964–2009 жылдар (Камелов, 2023)

2023 жылдың күзінде жүргізілген мониторинг барысында зерттеу аулауларында тек орыс бекіресі (*Acipenser gueldenstaedtii*) өкілдері ғана тіркелді.

Орыс бекіресі (Acipenser gueldenstaedtii) — бекіре тұқымдасына жататын балық түрі. Бұл түрдің өткінші және тұщы суда тіршілік ететін формалары бар. Орыс бекіресі тұщы және тұздылығы 1–18‰ болатын теңіз суларында мекендейтін эвригалинді (кең ауқымды тұздылыққа бейімделген) балықтарға жатады.

Оттегіге қажеттілігі бойынша (Карпанин және Иванов, 1967) бекірелер судағы оттегі концентрациясы жоғары (6–7 мг/л) деңгейде болуын қажет ететін экологиялық топқа жатады, бірақ 5–6 мг/л оттегі құрамында да тіршілік ете алады.

Оттегінің шекті деңгейі (бекіренің өлу шегі) 2,5 мг/л төмендегенде байқалады (Лозинов, 1953).

pH 6,7–7,2 аралығындағы ортаның белсенді реакциясының өзгерістері газ алмасуына әсер етпейді.

Орыс бекіресі эвритермді түрге жатады, яғни су температурасының үлкен ауытқуларына төзімді.

Каспий бассейніндегі барлық бекіре биологиялық топтарының өткінші миграциялары ортақ сипаттарға ие. Орыс бекіресі мекендейтін аймақта су температурасы режиміне және қоректің таралуына байланысты маусымдық көшу жасайды.

Жазғы қоректену кезеңінде бекіре негізінен 10–25 м тереңдікте мекендейді, ал күз бен қыста тереңірек қабаттарға (кейде 100 м және одан да терең) ауысады. Қыстақтау кезеңінде шабақтар мен ересек дарақтар бірге қыстайды. Көктемде су температурасы 6–7 °С-қа жеткенде және қорек базасы дамыған кезде, олар қыстақтан теңіздің таяз жағалау бөлігіне қоректену үшін жылжиды. Жазда балықтардың шоғырлануы сиректеуі мүмкін (лайлы, түбінде қорек мол аудандардан басқа). Күзге қарай судың салқындауына байланысты бекірелер оңтүстікке қарай терең аудандарға баяу жылжиды. Кейбір уылдырық шашқан дарақтар өзендерге көтеріледі немесе сағалық аймақтарда қыстайды.

Орыс бекіресі түбімен қоректенетін, моллюскілерді және түптік омыртқасыздарды жейтін балық түрі. Теңіздегі қоректену алаңдарында олар тәулік бойы қоректенеді, таңертең және кешке қоректену белсенділігі аздап артады (Полянинова, 1979).

Солтүстік Каспийде орыс бекіресі негізінен шаянтәрізділермен қоректенеді, бірақ быжыт балықтарды, майшабақтарды және кейде басқа балықтардың шабақтарын да жейді. Орта және Оңтүстік Каспий жағалауларында олар негізінен моллюскілер мен быжыт балықтармен қоректенеді. Каспийде пайда болған инвазиялық түрлер — синдезмия (Abra ovata) және нереида құрттары (Nereis), сондай-ақ крабтар (Rhithropanopeus) бекіренің қорегінің елеулі бөлігін құрайды.

Соңғы аулау деректері бойынша орыс бекіресінің ең жоғары жасы 35 жылдан аспайды (Камелов, 2023), ал өткен ғасырда 50 жылдан асқан дарақтар кездескен (Чугунов және Чугунова, 1964).

Орыс бекіресі табиғаты мен өсу қарқыны бойынша өмір бойы баяу өсетін түрге жатады. Сүйрік пен бекіреге қарағанда орыс бекіресі ең жоғары сызықтық өсуін өмірінің бірінші жылында береді, одан кейін жыл сайынғы өсу қарқыны біртіндеп төмендейді (жыныстық жетілуге дейін).

Кейінгі кезеңде жылдық орташа өсу қарқыны баяу азайып, шамамен 4–5 см құрайды (20 жасқа дейін), ал егде жаста жылдық өсім 2–3 см немесе тіпті 1 см-ге дейін төмендейді (Чугунов және Чугунова, 1964).

Орыс бекіресінің ұзындығы мен салмағы жынысына және қоректену жағдайларына байланысты өзгереді. 2009 жылы орыс бекіресінің орташа ұзындығы 123 см, ал салмағы 9,0 кг болды (Камелов, 2023).

Орыс бекіресі жыл сайын уылдырық шашпайды: аталықтар әр 2–4 жылда, аналықтар әр 4–6 жылда уылдырық шашады (Павлов, 1970).

Қазақстанның Каспий теңізі секторында орыс бекіресінің аналықтарының абсолютті өнімділігі дене өлшеміне, салмағына және жасына байланысты 122,4–756,8 мың жұмыртқа аралығында өзгереді (Камелов, 2023).

Волга өзенінің ағысын реттегеннен кейін Каспий теңізінде орыс бекіресінің ең жоғары популяциясы 1968 жылы тіркелген және 113,2 миллион жұмыртқаға жеткен (Легеза, Майлянова, 2001).

Кейінгі кезеңде Волга өзенінде орыс бекіресінің табиғи көбеюінің азаюына байланысты теңіздегі жайылымдардағы түрдің абсолюттік саны 1988 жылға қарай 42,7 миллион данаға дейін қысқарды. 2005 жылы ол 33,3 миллион данадан аспады. Қазіргі уақытта (2016–2020 жж.) Волга-Каспий балық шаруашылығы бассейніндегі орыс бекіресінің популяциясы 6–7 миллион дана деңгейінде тұрақтанды (Лепилина және т.б., 2020).

Бұл түрдің өкілдері зерттеу аймағының солтүстік жағалау бөлігінде 13, 16 және 19-бекеттерде 9,3–16,9 м тереңдікте және орталық бөлігінде 5-бекетте 20 м тереңдікте қоректенген.

Учаскедегі түрдің орташа аулау көрсеткіші — торды бір рет төсеуге шаққанда 1,6 дана болды.
Зерттелген бекеттердегі орыс бекіресінің абсолюттік саны сегіз дарақтан аспады. Биомассасы 7,7 кг-нан аспады (2.2.2.1-1-кесте).

2.2.2.1-1-кесте Зерттеу аймағындағы бекіре тұқымдас балықтардың түрлік құрамы, 2023 жылдың күзі

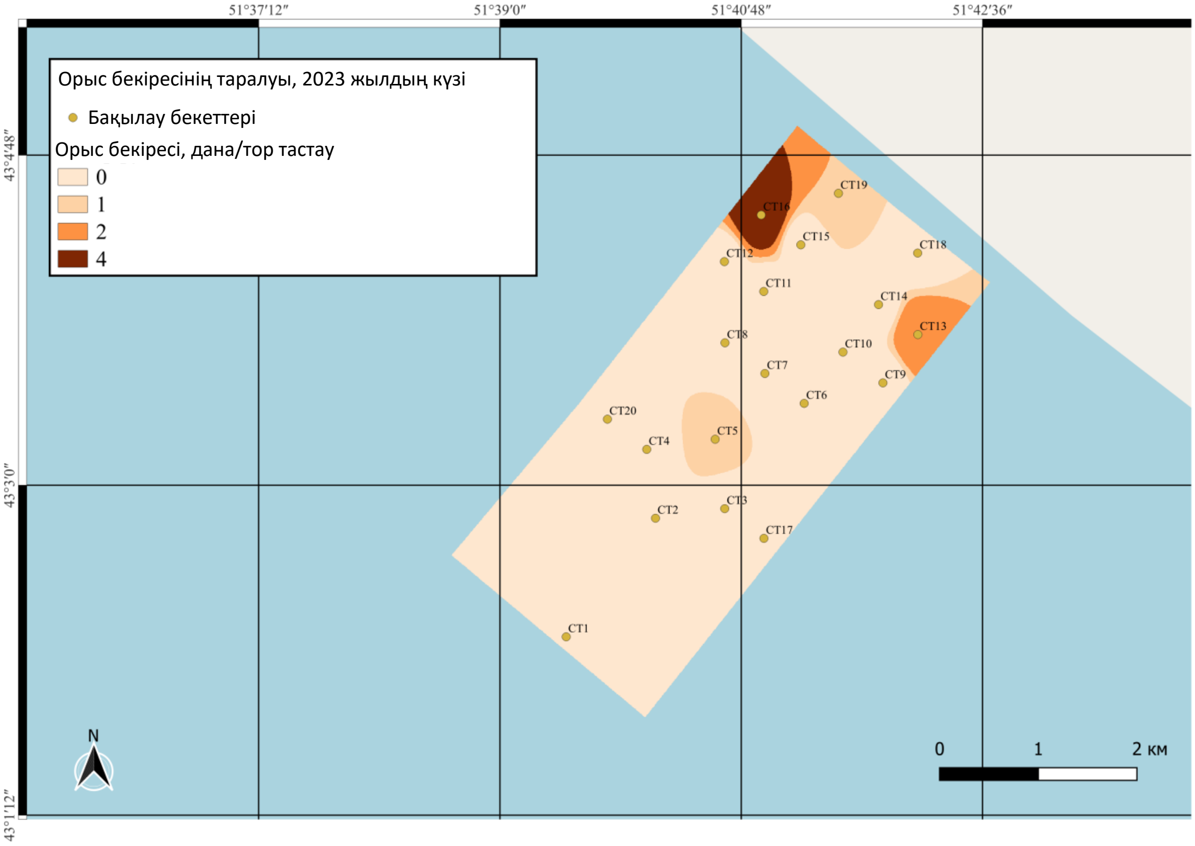
Параметр	Орыс бекіресі	Қара бекіре	Бекіре (Белуга)
Аулаудағы үлесі, %	100.0	0	0

Ауланған үлгілерден тек орташа жасы 3 жылдық орыс бекіресінің шабақтары ғана тіркелді. Олардың орташа ұзындығы 77,0 см, ал орташа салмағы 1,88 кг болды (2.2.2.1-2-кесте).

2.2.2.1-2-кесте Орыс бекіресінің орташа биологиялық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Орташа жасы	Жыныстық арақатынасы
Бекіре	77.0	1880.0	3	–

Айта кету керек, зерттеу аймағы орыс бекіресінің қоректену аймағы ретінде пайдаланылады. Алайда, бұл түрдің шоғырлану тығыздығы жоғары емес. Түрдің негізгі бөлігі зерттеу аймағының солтүстік-шығыс бөлігінде шоғырланған. Ең үлкен шоғырлану (торды бір рет төсеуге шаққанда 4 дарақ) 16-бекетте тіркелді (2.2.2.1.2-сурет).



2.2.2.1.2-сурет Зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің таралуы, 2023 жылдың күзі (дарақ/тор төсеу бойынша)

Күзгі кезеңде зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің популяциясы 640 дана/км² деңгейінде тіркелді, оның биомассасы 1,2 т/км² болды.

Қысқы кезеңде зерттеу аймағында да, тралмен аулау да, желбезек торларымен аулау да орыс бекіресінің өкілдері байқалмады.

Күзгі және қысқы кезеңдерде сүйрік (*Acipenser stellatus*) пен бекіре (*Huso huso*) түрлері де ауланған жоқ.

2024 жылдың көктемінде жүргізілген мониторинг барысында тек орыс бекіресінің (*Acipenser gueldenstaedtii*) өкілдері ғана тіркелді.

Түрдің салмақ қосуы зерттеу аймағының орталық бөлігінде — 5-бекетте 20 м тереңдікте және солтүстік жағалау бөлігінде — 16-бекетте 17 м тереңдікте байқалды.

Орташа аулау көрсеткіші — тор төсеуге шаққанда 1,5 дана болды. Зерттелген бекеттердегі орыс бекіресінің абсолюттік саны үш дарақтан аспады. Биомассасы 24,9 кг-нан аспады (2.2.2.1-3-кесте).

2.2.2.1-3-кесте Зерттеу аймағындағы бекіре тұқымдас балықтардың түрлік құрамы, 2024 жылдың көктемі

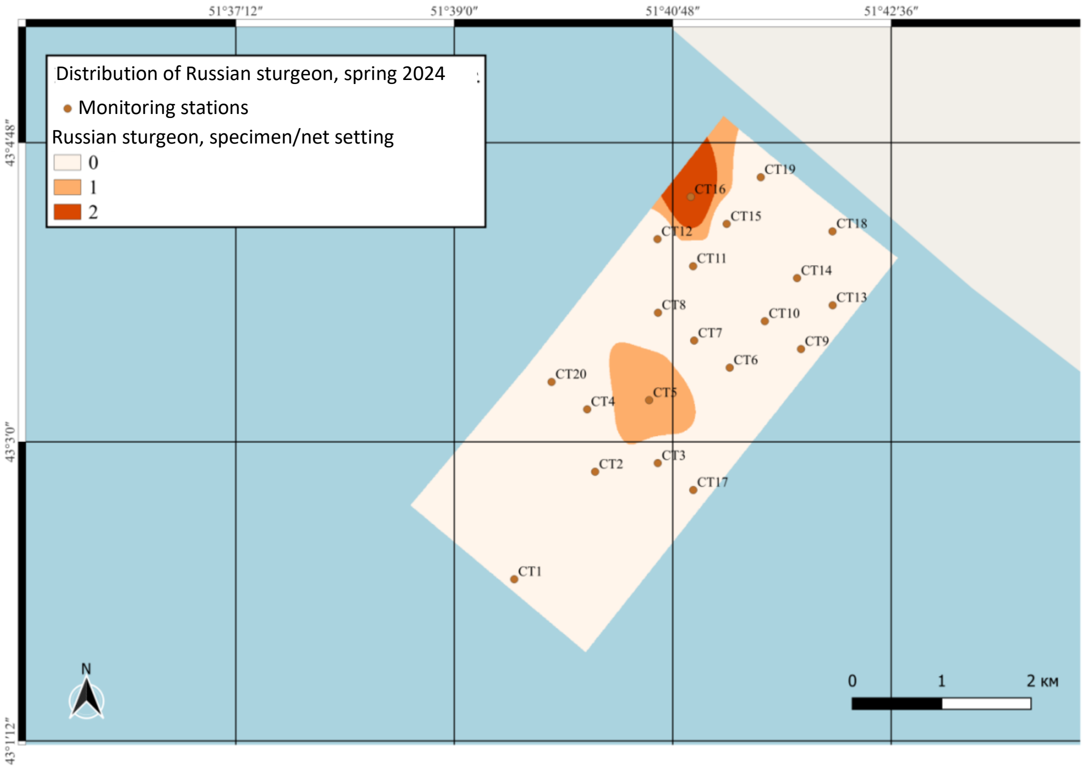
Параметр	Орыс бекіресі	Қара бекіре	Бекіре (Белуга)
Аулаудағы үлесі, %	100.0 (1 species)	0	0

Ауланған үлгілерден тек орташа жасы 3 жылдық орыс бекіресінің шабақтары ғана тіркелді. Олардың орташа ұзындығы 116,0 см, ал орташа салмағы 8,3 кг болды (2.2.2.1-4-кесте).

2.2.2.1-4-кесте Орыс бекіресінің орташа биологиялық көрсеткіштері, 2024 жылдың көктемі

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Орташа жасы	Жыныстық арақатынасы
Бекіре	116.0	8300.0	3	–

Айта кету керек, зерттеу аймағы орыс бекіресінің қоректену аймағы ретінде пайдаланылады.
Алайда, бұл түрдің шоғырлану тығыздығы жоғары емес. Түрдің негізгі бөлігі зерттеу аймағының солтүстік бөлігінде байқалды. Ең үлкен шоғырлану (тор төсеуге шаққанда 2 дана) 16-бекетте тіркелді (2.2.2.1.3-сурет).



2.2.2.1.3-сурет Зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің таралуы, 2024 жылдың көктемі (дарақ/тор төсеу бойынша)

Зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің популяциясы 240 дана/км² деңгейінде тіркелді, оның биомассасы 5,9 кг/км² болды.

Көктемгі кезеңде сүйрік (*Acipenser stellatus*) пен бекіре (*Huso huso*) түрлері анықталмады.

Жазғы кезеңде орыс бекіресінің өкілдері желбезек торларымен аулауда 5, 13, 16, 18 және 19-бекеттерде — зерттеу аймағының орталық, солтүстік және солтүстік-шығыс бөліктерінде тіркелді.

Ең үлкен аулау көрсеткіші (тор төсеуге шаққанда 20 дана) 18-бекетте, яғни зерттеу аймағының солтүстік-шығыс бөлігінде тіркелді.

Орташа аулау көрсеткіші тор төсеуге шаққанда 9,5 дана болды. Зерттелген бекеттердегі орыс бекіресінің абсолюттік саны 60 дана болды. Оның биомассасы 49,25 кг құрады (2.2.2.1-5-кесте).

2.2.2.1-5-кесте Зерттеу аймағындағы бекіре тұқымдас балықтардың түрлік құрамы, 2024 жылдың жазы

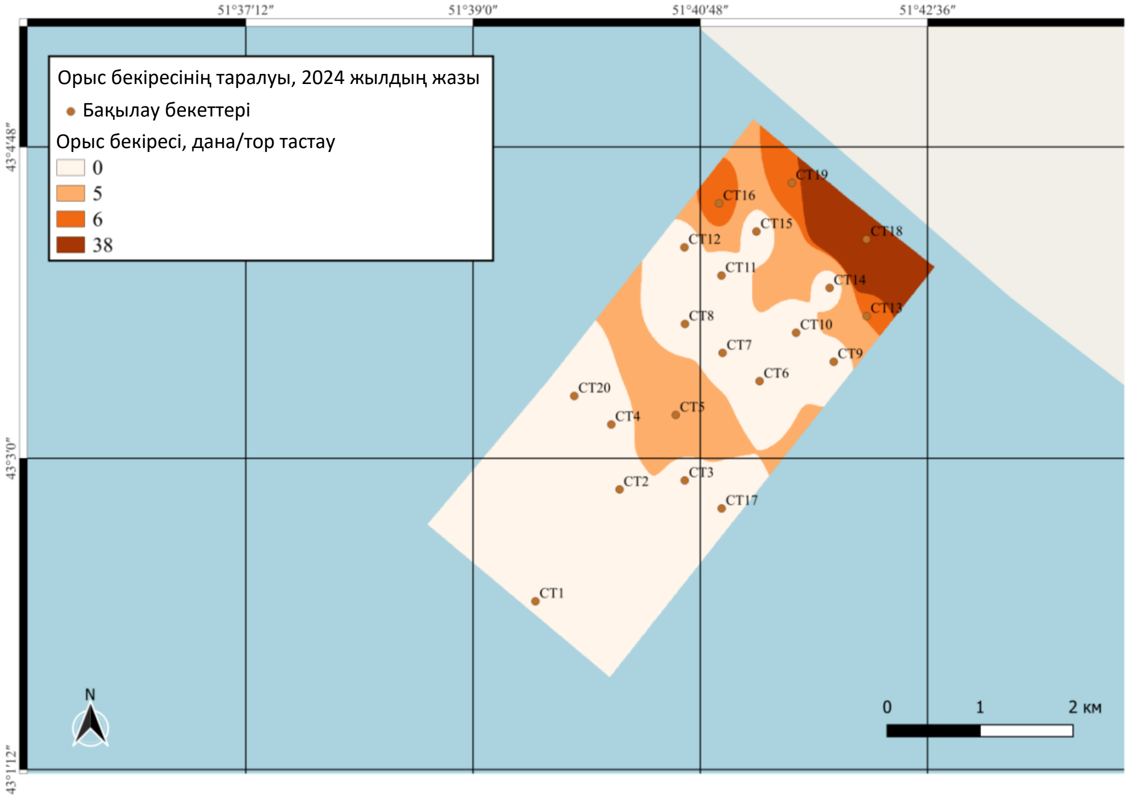
Параметр	Орыс бекіресі	Қара бекіре	Бекіре (Белуга)
Аулаудағы үлесі, %	100.0	0	0

Ауланған үлгілерден тек орташа жасы 3 жылдық орыс бекіресінің шабақтары ғана тіркелді. Олардың орташа ұзындығы 54,2 см, ал орташа салмағы 0,82 кг болды (2.2.2.1-6-кесте).

2.2.2.1-6-кесте Орыс бекіресінің орташа биологиялық көрсеткіштері, 2024 жылдың жазы

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Орташа жасы	Жыныстық арақатынасы
Бекіре	54.2	820.0	3	–

Айта кету керек, бұл түр негізінен зерттеу аймағының солтүстік бөлігін мекендейді. Ең үлкен шоғырлану (тор төсеуге шаққанда 20 дана) 18-бекетте тіркелді (2.2.2.1.4-сурет).



2.2.2.1.4-сурет Зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің таралуы, 2024 жылдың жазы (дарақ/тор төсеу бойынша)

Зерттеу аймағындағы орыс бекіресінің популяциясы 480 дана/км² деңгейінде тіркелді, оның биомассасы 4,2 кг/км² болды. Көктемгі кезеңде сүйрік (*Acipenser stellatus*) пен бекіре (*Huso huso*) түрлері анықталмады.

2.2.2.2 Теңіз балықтарының түрлері

Теңіз балықтарының түрлік құрамы біршама жоғары болды және каспий майшабағы (*Caspian tulka*), майшабақтар (*herrings*) мен бызы балықтар (*gobies*) тұқымдасын қамтыды (2.2.2.2-1-кесте).

2.2.2.2-1-кесте Зерттеу аймағындағы теңіз балықтарының түрлік құрамы, популяциясы және биомассасы

Параметр	Каспий тұлқасы *(Clupeonella cultriventris caspia)*	Майшабақтар *(Alosa)*	Гобийлер *(Gobiidae)*	Барлығы
Түрлік құрамы, %	78.70	7.22	14.08	100.0
Популяция, дана/км²	34400	29600	27882	91882
Биомасса, т/км²	0.4128	3.555	0.2868	4.2546

Каспий майшабағы

Каспий майшабағы (*Clupeonella cultriventris caspia*) — майшабақтар тұқымдасына жататын ұсақ кәсіптік теңіз балығы.Каспий майшабағы Каспий теңізінің барлық су айдынында, сондай-ақ Волга, Жайық және Терек өзендерінің төменгі ағысында мекендейді.

Бұл түр тіршілік ету жағдайларына кең бейімделу амплитудасымен (эвригалинділік, эвритермділік) сипатталады, бұл оған бүкіл су аймағын көбею және қоректену үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Каспий майшабағы ерте жыныстық жетілуімен ерекшеленеді: дарақтардың басым бөлігі бір жасында жетілген репродуктивті өнімге ие болады. Бұл түрдің өнімділігі 9,5 мыңнан 60 мың жұмыртқаға дейін өзгереді. Жетілген дарақтардың ұзындығы 14 см-ге, салмағы 23 г-ға, жасы 6 жылға дейін жетеді.

Уылдырықты көп рет шашу Каспий теңізінің таяз су аймақтарында кеңінен таралған. Каспий майшабағының негізгі уылдырық шашу алаңдары Солтүстік Каспийде орналасқан.

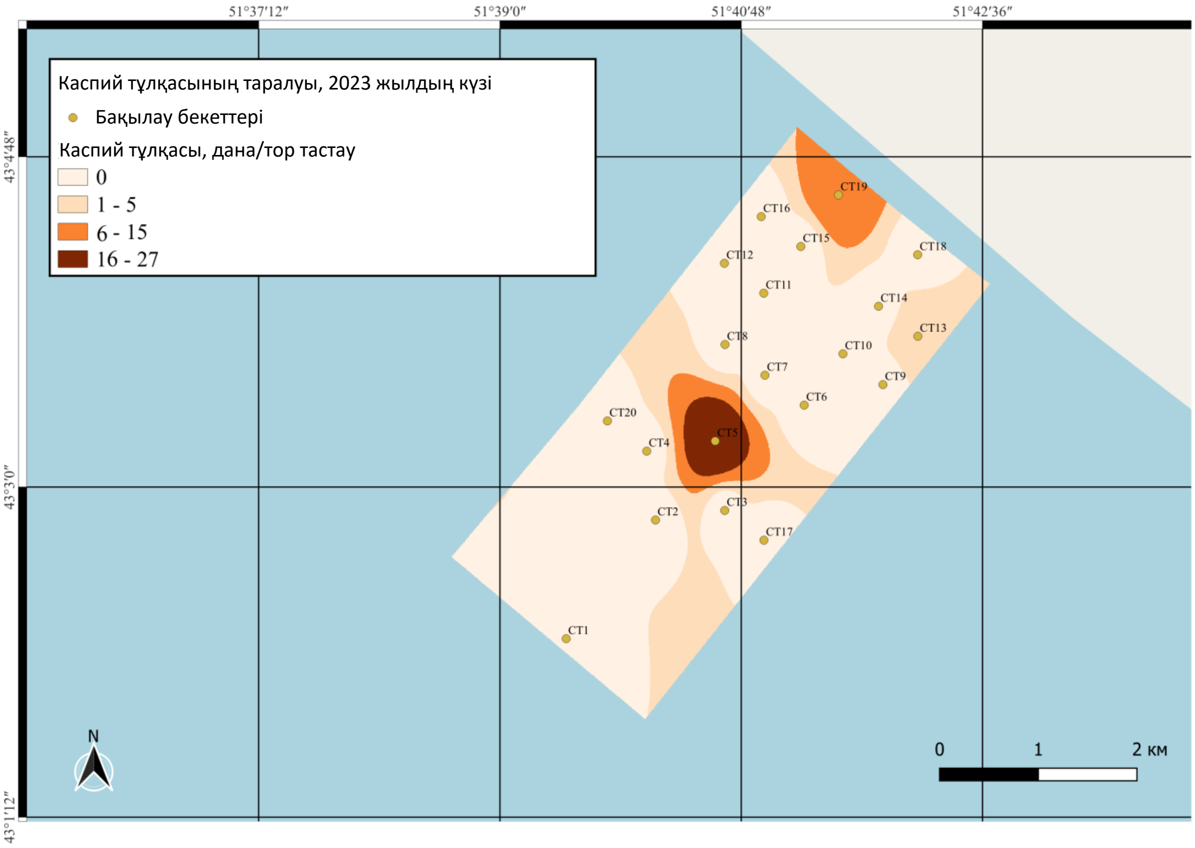
Каспий майшабағы — пелагиялық (ашық суда тіршілік ететін) түр. Инкубациялық кезең 14,3 °C температурада 27–30 сағатқа созылады. Мамыр айында жұмыртқадан шыққан дернәсілдердің ұзындығы 1,3–1,8 мм болады. Қыркүйекке қарай шабақтар 50–55 мм ұзындыққа жетеді.

Жаңа ұрпақтың қалыптасуы Солтүстік Каспийдегі көбею және қоректену кезеңіндегі экологиялық жағдайларға байланысты жүреді.

Соңғы жылдары Каспий майшабағының қоры тұрақты күйде қалып отыр, бұл оның экологиясы мен биологиясының ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Экологиялық икемділігі оның Каспий теңізінде, соның ішінде зерттеу аймағында да кеңінен таралуына ықпал етті.

Каспий майшабағы теңіз балықтарының ішіндегі ең көп таралған түрлердің бірі болып саналады.
Ол Каспий теңізінің барлық жағалау аймақтарында кездеседі.

Каспий майшабағын аулау нәтижелері кең ауқымда өзгерді (тор төсеуге шаққанда 0-ден 27 данаға дейін), орташа көрсеткіші — 8,6 дана/тор төсеу болды. Балық шоғырлары учаске шекарасында біркелкі таралмаған: түрдің таралуы бес бекетпен шектелді және ең жоғары тығыздыққа зерттеу аймағының оңтүстік-батыс бөлігінде, 5-бекетте жетті (2.2.2.2.1-сурет).



2.2.2.2.1-сурет Каспий майшабағының зерттеу аймағында таралуы, 2023 жыл (дарақ/траление сағатына)

Бұл түр өкілдерінің ұзындығы 10,0–13,5 см аралығында, ал салмағы 7,0–17 г аралығында өзгерді. Орташа ұзындығы — 11,75 см, орташа салмағы — 12,0 г болды. Фултонның толықтық коэффициенті 0,697-ге тең болды. Орташа жасы — 2 жыл (2.2.2.2-2-кесте).

2.2.2.2-2-кесте Зерттеу аймағындағы Каспий майшабағының орташа биологиялық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Фултонның күй коэффициенті	Жасы, жыл	Жыныстық арақатынасы, еркектердің бөлігі, %
Каспий тұлқасы (*Clupeonella cultriventris caspia*)	11.75	12.0	0.697	2.0	54.7

Ауланған дарақтар ішінде аталықтар басым болды (54,7%). Зерттеу аймағындағы Каспий майшабағының популяциясы 34 400 дана/км² деңгейінде тіркелді, ал оның биомассасы 0,4128 т/км² болды. 2023 жылдың қысында, сондай-ақ 2024 жылдың көктемі мен жазында жүргізілген зерттеу жұмыстары барысында Каспий майшабағы анықталмады.

Теңіз майшабақтары

Теңіз майшабақтары (*Alosa*) құрамына Долгин майшабағы, Сапожников майшабағы, Каспий майшабағы және Аграхан майшабағы сияқты түрлер кіреді. Бұл түрлер көбею үшін Каспий теңізінің оңтүстігінен солтүстік бөліктеріне миграция жасайды.

Теңіз майшабақтарының өкілдері әдетте 2–3 жасында жыныстық жетілуге жетеді, орташа өнімділігі 60–100 мың жұмыртқа аралығында болады. Ең жоғары өлшем-салмақ көрсеткіштері Долгин майшабағында тіркелген: ұзындығы 47 см және салмағы 1200 г дейін.

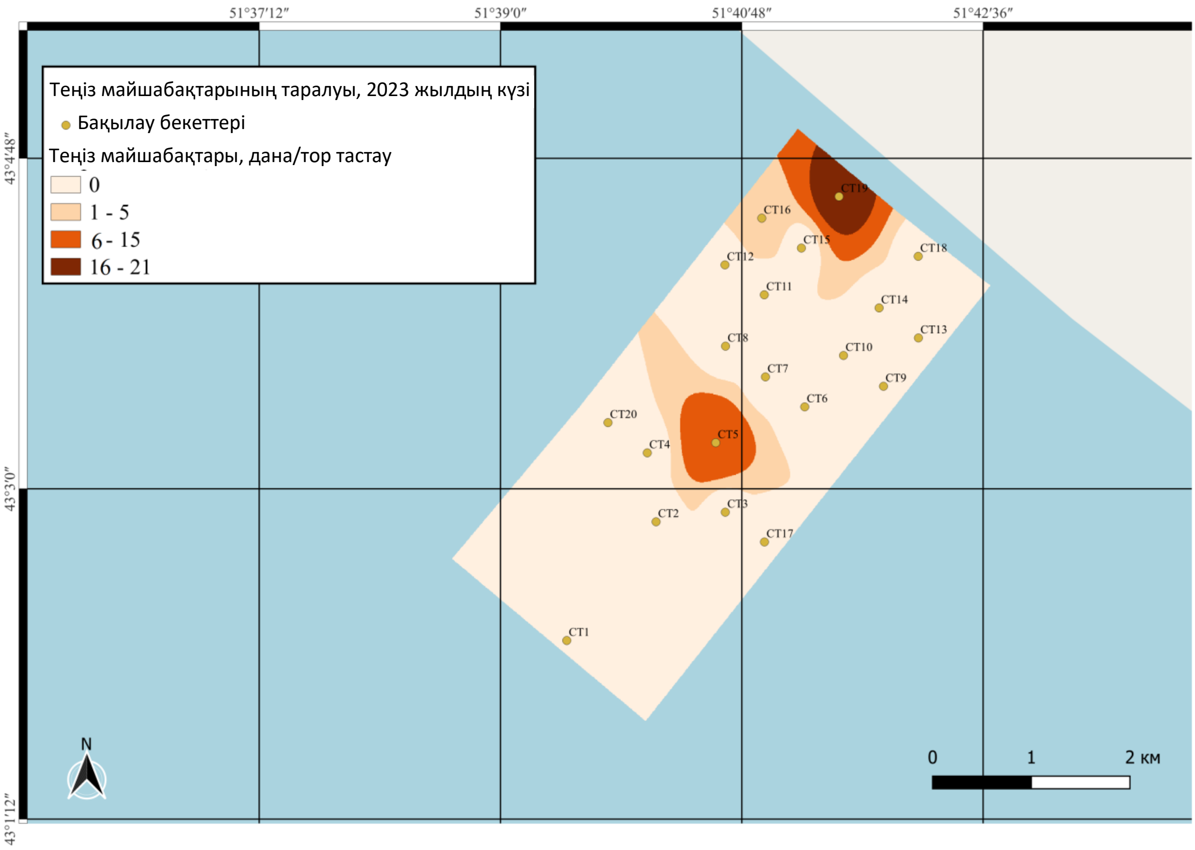
Ал шағын Каспий майшабағында бұл көрсеткіштер сәйкесінше 25 см және 250 г шамасында, өмір сүру ұзақтығы 9 және 7 жылға дейін жетеді.

Майшабақтардың көбею циклі (уылдырық шашуға дейінгі шоғырлану, уылдырық шашу және оның аяқталуы) қысқа мерзімде — сәуірден маусымның басына дейін жүреді. Әр түрдің көбею ерекшеліктері гидрологиялық жағдайларға, әсіресе температуралық режимге байланысты өзгереді: Сапожников майшабағы сәуірдің үшінші онкүндігі мен мамырдың басында 12,2–14,5 °C температурада уылдырық шашудың шегіне жетеді. Долгин майшабағының уылдырық шашу шегі мамырдың бірінші онкүндігінде байқалады, температура 14,5–16 °C аралығында. Каспий майшабағы мамыр-маусым айларында 14–24 °C температурада уылдырық шашады, ең қарқынды уылдырық шашу мамырдың үшінші онкүндігінде өтеді.

Уылдырық шашу аяқталғаннан кейін миграция жасаған кәсіптік шоғырлар тарап кетеді, ал уылдырық шашқан дарақтар Каспий теңізіндегі қоректену алаңдарына таралады.

Жаз-күз кезеңінде Солтүстік Каспий теңізіндегі уылдырық шашу аймақтары жаңадан шыққан теңіз майшабақтарының ұрпағы үшін қоректену алаңдарына айналады. Бұл қазан айының басына дейін тіркелген шабақтардың жоғары шоғырлануымен расталады.

Күзгі зерттеу кезеңінде майшабақтар бүкіл зерттеу аймағында таралған. Ең жоғары шоғырлану 19-бекетте тіркелді (тор төсеуге шаққанда 21 дана). Учаскедегі майшабақтардың орташа концентрациясы тор төсеуге шаққанда 7,4 дана болды; аулау тиімділігі 0-ден 21 дана аралығында өзгерді (2.2.2.2.2-сурет).



2.2.2.2.2-сурет Зерттеу аймағындағы теңіз майшабақтарының таралуы, 2023 жылдың күзі (дарақ/тор төсеу бойынша)

Ауланған үлгілерден Каспий майшабағы (*Alosa caspia caspia*) мен Сапожников майшабағы (*Alosa saposchnikowii*) түрлері анықталды. Балықтардың жасы екі жастан төрт жасқа дейін өзгерді (екі жастағылар — 87,5%, үш жастағылар — 11,3%, төрт жастағылар — 1,2%). Негізінен екі жасар жетілмеген даралар басым болды. Жетілген даралар арасындағы жыныстық арақатынас шамамен 1:1 деңгейінде болды. Зерттеу аймағындағы Каспий майшабағының орташа өлшем-салмақ көрсеткіштері: ұзындығы — 23,6 см, салмағы — 99,0 г, толықтық коэффициенті — 0,725. Балықтардың орташа жасы — 2,5 жыл.

Зерттеу аймағындағы Сапожников майшабағының орташа өлшем-салмақ көрсеткіштері: ұзындығы — 20,7 см, салмағы — 123,4 г, толықтық коэффициенті — 1,224. Балықтардың орташа жасы — 1,7 жыл.

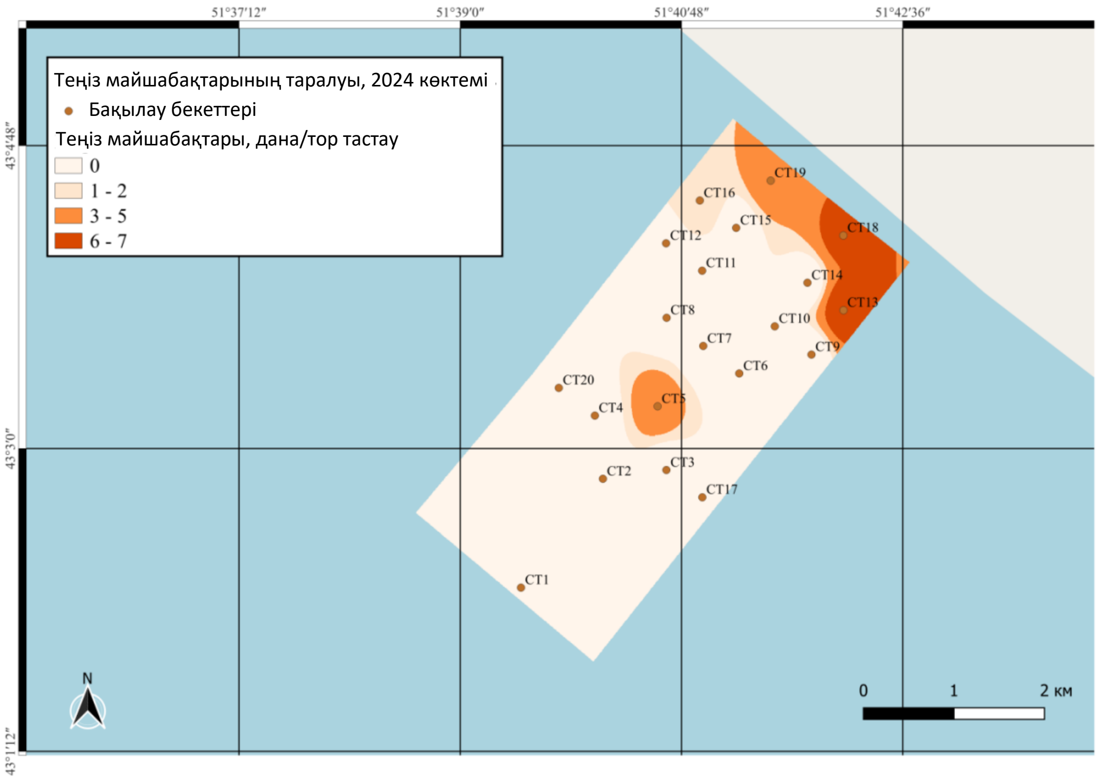
2.2.2.2-3-кесте Зерттеу аймағындағы теңіз майшабақтарының орташа биологиялық көрсеткіштері, 2023 жылдың күзі

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Фултонның күй коэффициенті	Жасы, жыл	Жыныстық арақатынасы, еркектердің бөлігі, %
Сапожников майшабағы *(Alosa saposchnikowii)*	20.7	123.4	1.224	1.7	50
Каспий майшабағы *(Alosa caspia caspia)*	23.6	99.0	0.725	2.5	50

Күзгі кезеңде зерттеу аймағындағы майшабақтардың популяциясы 29 600 дана/км² деңгейінде тіркелді, олардың биомассасы 3,555 т/км² болды.

Қысқы кезеңде зерттеу аймағында теңіз майшабақтары тіркелмеді.

2024 жылдың көктемінде майшабақтар зерттеу аймағы бойынша біркелкі таралған. Ең жоғары тығыздық 13-бекетте тіркелді (тор төсеуге шаққанда 7 дана). Майшабақтардың орташа концентрациясы — тор төсеуге шаққанда 4,2 дана; аулау нәтижелері 2-ден 7 данаға дейін өзгерді (2.2.2.2.3-сурет).



2.2.2.2.3-сурет Зерттеу аймағындағы теңіз майшабақтарының таралуы, 2024 жылдың көктемі (дарақ/тор төсеу бойынша)

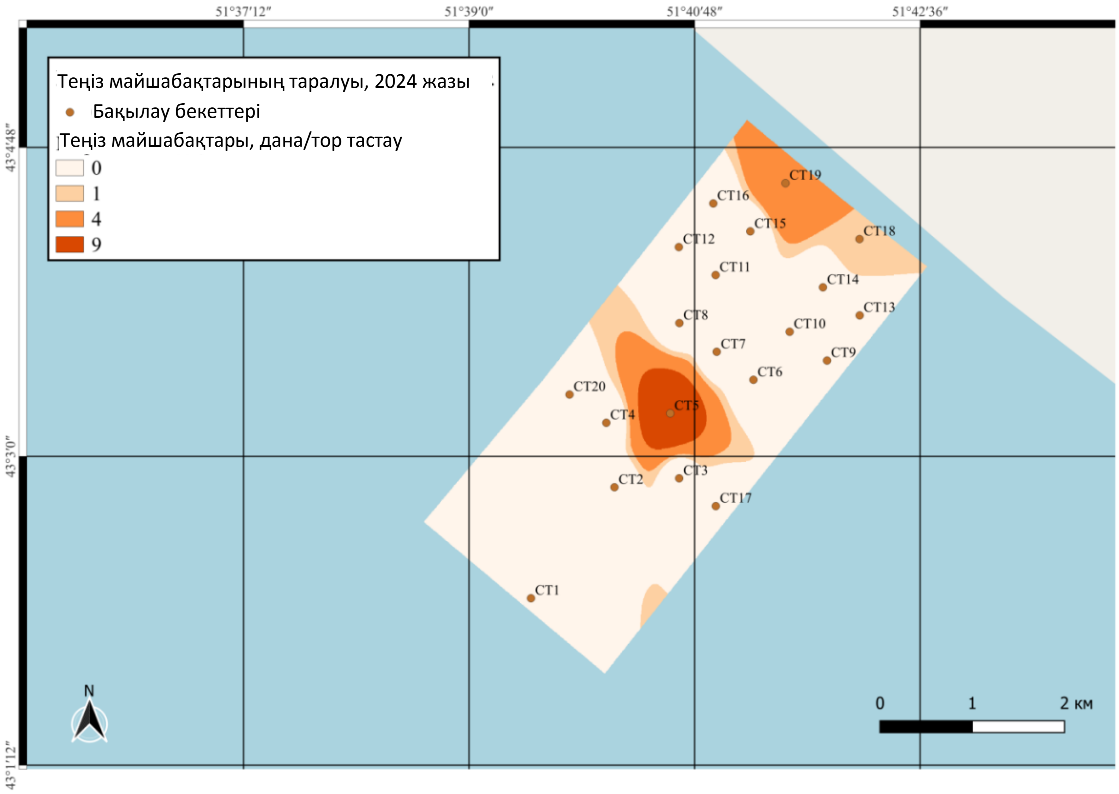
Ауланған үлгілерден **Сапожников майшабағы** (*Alosa saposchnikowii*) мен **Каспий майшабағы** (*Alosa caspia caspia*) түрлері анықталды. Балықтардың жасы екі жастан төрт жасқа дейін өзгерді (екі жастағылар — 68,2 %, үш жастағылар — 23,4 %, төрт жастағылар — 8,4 %). Негізінен 2 жасар жетілмеген дарақтар басым болды. Жетілген дарақтар арасындағы жыныстық арақатынас шамамен 1:1 деңгейінде болды.

Зерттеу аймағындағы **Каспий майшабағының** орташа өлшем-салмақ көрсеткіштері: ұзындығы — 23,6 см, салмағы — 99,0 г, толықтық коэффициенті — 0,725, орташа жасы — 2,5 жыл.

Сапожников майшабағының орташа өлшем-салмақ көрсеткіштері: ұзындығы — 38,5 см, салмағы — 506,15 г, толықтық коэффициенті — 0,863, орташа жасы — 1,9 жыл.

Зерттеу аймағындағы майшабақтардың популяциясы 16 800 дана/км² деңгейінде, ал олардың биомассасы — 228,65 т/км² болды.

2024 жылдың жазында майшабақтар терең су аймағындағы 5-бекетте және жағалауға жақын орналасқан 18 және 19-бекеттерде ауланды. Ең жоғары тығыздық 5-бекетте тіркелді. Учаскедегі майшабақтардың орташа концентрациясы — тор төсеуге шаққанда 2,2 дана; Аулау тиімділігі 1-ден 9 дана аралығында өзгерді (2.2.2.2.4-сурет).



2.2.2.2.4-сурет Зерттеу аймағындағы теңіз майшабақтарының таралуы, 2024 жылдың жазы (дарақ/тор төсеу бойынша)

Ауланған үлгілерден Сапожников майшабағы (*Alosa saposchnikowii*) мен Каспий майшабағы (*Alosa caspia caspia*) анықталды. Балықтардың жасы 2 жастан 4 жасқа дейін өзгерді (2 жастағылар — 62,3 %, 3 жастағылар — 17,8 %, 4 жастағылар — 19,9 %). Негізгі бөлігі — жетілмеген 2 жасар дарақтар. Жетілген дарақтар арасында жыныстық арақатынас 1:1-ге жуық болды. Сапожников майшабағының орташа ұзындығы — 17,9 см, орташа салмағы — 28,7 г. Каспий майшабағының орташа ұзындығы — 40,55 см, салмағы — 434,5 г, толықтық коэффициенті — 0,624.

Зерттеу аймағындағы майшабақтардың популяциясы 10 400 дана/км², ал биомассасы — 12,284 т/км² деңгейінде тіркелді.

Быжы балықтар

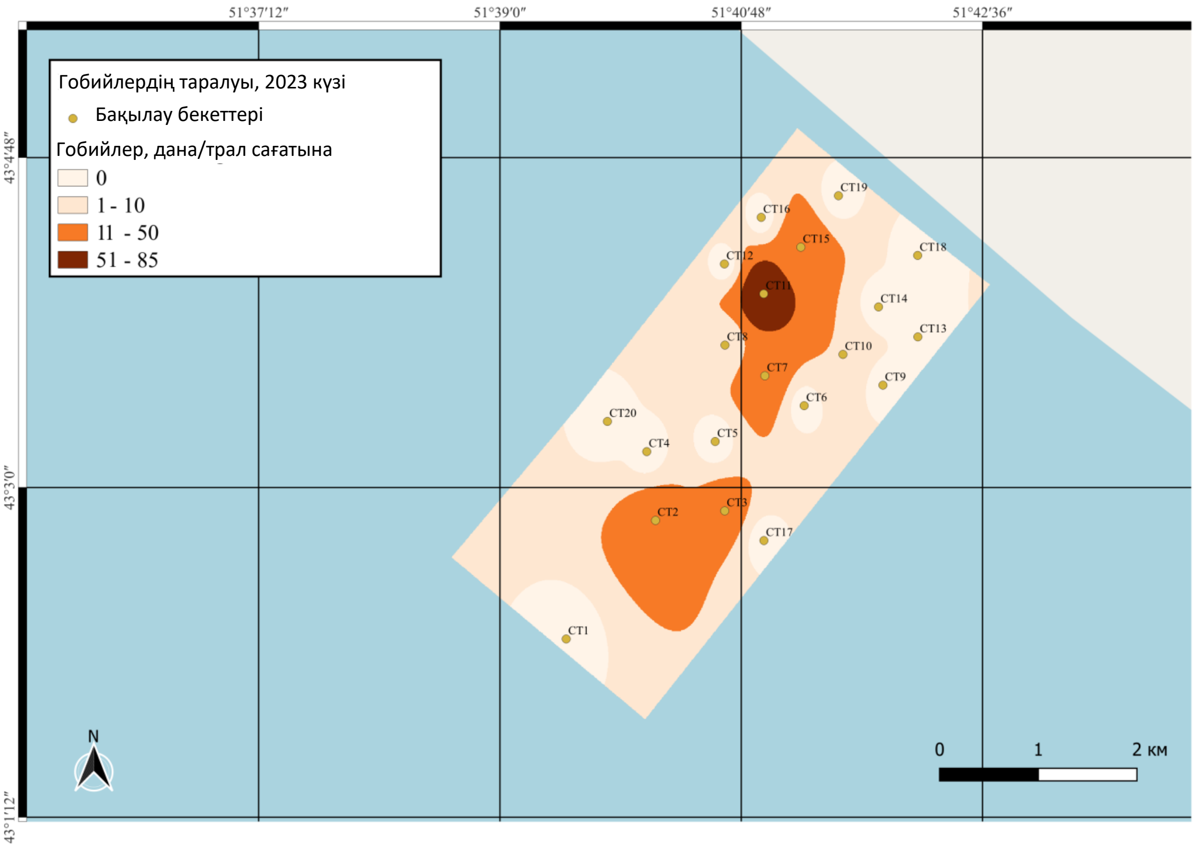
Быжы балықтары (Gobiidae) — сан жағынан ең көп таралған балық топтарының бірі, құрамында как стеногалинді (тұзға төзімсіз), так эвригалинді (тұзға төзімді) түрлер бар. Бұл түрлер көбею, қоректену, орын ауыстыру немесе қыстап шығу үшін ұзақ миграция жасамайды және отырықшы балықтар қатарына жатады.

Солтүстік Каспий теңізі гидрохимиялық және гидрологиялық режимдердің айтарлықтай өзгергіштігімен сипатталады, бұл быжы балықтарының түрлік құрамына әсер етеді. Олардың әртүрлілігін анықтайтын негізгі факторлар: тұздылық, өзен ағысы және теңіз деңгейі.
Бұл параметрлердегі өзгерістер быжы балықтарының түрлік құрамы, таралуы, сапалық көрсеткіштері мен популяциясына әсер етеді.

Быжы балықтары — түбінде тіршілік ететін балықтар, олардың өзіне тән морфологиялық ерекшеліктері бар: ірі әрі жалпақ басы, бір-біріне жақын орналасқан көздері, екі арқа жүзбеқанаты (біріншісі әдетте қатты қанат-сүйектерден тұрады), бірігіп диск тәрізді құрылым түзетін жамбас жүзбеқанаттары болады. Бұл диск тіпті дауылды ауа райында да тасқа жабысып қалуға мүмкіндік береді.

Биологиялық сипаттамалары ұқсас: өмір сүру ұзақтығы — 5 жылға дейін, жыныстық жетілу — 1–2 жылда, уылдырық шашу — мамыр мен шілде аралығында, өнімділігі — бір даракта 20-дан 925-ке дейін жұмыртқа.

2023 жылдың күзінде быжы балықтарының ең тығыз шоғырлануы зерттеу аймағының орталық бөлігінде (7, 11, 15-бекеттер) байқалды. Аулану нәтижелері — тралмен сағатына 0-ден 85 данаға дейін, орташа — 22,3 дана/сағ. Ең жоғары шоғырлану — 85 дана/сағ — аймақтың орталық бөлігінде тіркелді (2.2.2.2.5-сурет).



2.2.2.2.5-сурет Зерттеу аймағындағы быжы балықтарының таралуы, 2023 жылдың

күзі (дарақ/тралмен сағатына)

Зерттеу аймағындағы бызы балықтарының түрлік құрамы алты түрмен ұсынылды: Каспий құм быжысы (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) – 3,4%; Каспий жалаң быжысы (*Caspiosoma caspium*) – 4,5%; домалақ быжы (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) – 73,6%; бақа-балық (*Benthophilus macrocephalus* (Pallas)) – 16,9%; ратан быжысы (*Ponticola ratan* (Kessler, 1877)) – 0,6%; және сырман быжысы (*Ponticola syrman*) – 1,1%.

Домалақ быжы – быжы тұқымдасына жататын ұсақ балық. Бұл түр кәсіптік маңызға ие емес. Уылдырық шашу кезеңі сәуірден қыркүйекке дейін созылады. Ұрғашылары 2–3 жасында, еркектері 3–4 жасында жыныстық жетілуге жетеді. Еркек дарақтар алғашқы уылдырық шашу маусымынан кейін өледі.

Домалақ быжы аулауда басым болды. Ауланған дарақтардың ұзындығы 4,6–17,2 см аралығында (орташа – 9,6 см), салмағы 1,0–58 г аралығында (орташа – 12,0 г) болды. Еркек дарақтар басым болды (61,1%). Фултонның толықтық коэффициенті – 1,356.

Каспий құм быжысы – сәулеқанатты балықтар класына жататын, быжы тұқымдасына кіретін түр. Бұл — Понто-Каспий реликті түрі және кәсіптік маңызы жоқ. Әдетте, ол ағынды сулы жағалауларға жақын құмды түбінде тіршілік етеді. Қыста құм быжысы тереңірек су қабатына көшіп, денесін қалың шырыш қабатымен жауып, қоректенуді тоқтатады және іс жүзінде қозғалыссыз күйде болады. Өмір сүру ұзақтығы – 5–7 жыл, ал екінші жылы шамамен 10 см ұзындыққа жеткенде жыныстық жетілуге жетеді. Уылдырық шашу кезеңі сәуір айының соңы мен маусым басы аралығында өтеді, бұл уақытта су температурасы 10–13 °C шамасында болады. Уылдырық шашу үшін таяз жағалаулық аймақтарды таңдайды. Құм быжысы моллюскофаг болып табылады, алайда моллюскалар оның қорегінде домалақ быжыға қарағанда аз рөл атқарады. Ауланған Каспий құм быжысының ұзындығы 3,0–9,3 см (орташа – 5,3 см), салмағы 1,0–11,0 г (орташа – 4,27 г) аралығында болды. Еркек дарақтар басым (55,6%). Фултон коэффициенті – 2,81.

Каспий жалаң быжысы – сәулеқанатты балықтардың бір түрі, быжы тұқымдасына жатады. Бұл – *Caspiosoma*тектес жалғыз өкілі. Кәсіптік маңызы жоқ. Каспий жалаң быжысы аздап тұзды өзен сағалары мен өзендердің төменгі және атыраулық бөліктерінде мекендейді. Бұл – түптік тіршілік салтын ұстанатын балық, ірі шоғырлар құрмайды. Көбеюі өзендердің саға бөліктеріндегі таяз, құмды немесе сазды түбі мен сирек өсімдіктері бар жерлерде өтеді. Уылдырық шашу бос моллюска қабыршақтарынан жасалған ұяларда жүзеге асады. Ересек дарақтар шаянтәрізділермен, сақиналы құрттармен және жәндіктердің дернәсілдерімен қоректенеді.

Ауланған Каспий жалаң быжысының ұзындығы 8,0–10,0 см аралығында (орташа – 8,8 см), салмағы 10,7–20,9 г аралығында (орташа – 14,3 г) болды. Түрдің барлық дарақтары – еркек (100%). Фултонның толықтық коэффициенті – 2,098.

Бақа-балық – быжы тұқымдасына жататын, тұзды суда тіршілік ететін сәулеқанатты балық. Бұл түр де кәсіптік маңызға ие емес. Жалпы дене ұзындығы 10 см-ден аспайды. Бақа-балық тұщы және аздап тұзды (20%-ға дейін, кейде сәл жоғары) суларда тіршілік етеді, бірақ шынайы теңіз суында (30%-дан жоғары тұзды) кездеспейді.

Ауланған бақа-балықтардың ұзындығы 5,5–8,5 см аралығында болды (орташа – 7,1 см), салмағы – 4,5–16,0 г (орташа – 9,1 г). Еркек дарақтар басым болды (60%). Фултонның толықтық коэффициенті – 2,543.

Ратан быжысы – быжы тұқымдасына жататын түр. Бұл түр де кәсіптік маңызға ие емес. Денесінің ұзындығы 20 см-ге дейін жетеді, әдетте 10 см-ге дейін. Салмағы – 125 г-ға дейін, әдетте 90–100 г шегінде. Өмір сүру ұзақтығы – 4–5 жыл. Бұл – теңіз жағалауының түбінде тіршілік ететін балық. Ол жағалауға жақын орналасып, «банка» деп аталатын учаскелерде шоғырланады. Көктемде уылдырық шашу үшін таяз су аймақтарына өтеді, кейде су шетіне дейін барады, одан кейін қоректену және су температурасы төмендегенде қыстап шығу үшін жағалаудан 100–150 м (кейде 15 км-ге дейін) қашықтыққа миграция жасайды. Жыныстық жетілуге 2 жасында жетеді, бұл кезде дене ұзындығы шамамен 7 см, салмағы –

8 г болады. Көбею сәуір айының екінші жартысында, кейде наурыздың соңында басталады. Уылдырық шашу бірнеше мәрте болады және жағалаудағы таяз сулардағы тастар арасында өтеді.

Ауланған ратан бычысы – жалғыз еркек дарақ, оның ұзындығы – 8,1 см, салмағы – 11,0 г. Фултонның толықтық коэффициенті – 1,693.

Сырман бычысы — бычы тұқымдасына жататын сәулеқанатты балық. Бұл түр кәсіптік маңызға ие емес. Денесінің ұзындығы 21,2 см-ге дейін жетуі мүмкін, әдетте 16–18 см шегінде болады. Салмағы 120 г-ға дейін, әдетте 90–100 г. Өмір сүру ұзақтығы — 4–5 жыл.

Бұл — ащылау және ішінара тұщы суларда тіршілік ететін түбіндегі балық, теңіздің жағалаулық аймақтарында, өзен сағаларында және төменгі ағысында мекендейді. Сырман бычысы судағы оттегі жетіспеушілігіне және температураның ауытқуына төзімділігімен ерекшеленеді және көбіне тұзды су аймақтарында кездеседі. Балық моллюскалар сияқты негізгі қорек объектілері жиналатын қабыршақты, құмды немесе тұнбалы топырақты жерлерді ұнатады. 10–12 м тереңдікке дейінгі қабатта ұсталады.

Көктемде түр жағалауға жақындайды. Уылдырық шашқаннан кейін сырман бычысы тереңірек суға қоректену үшін, кейінірек қыстап шығу үшін кетеді. Жыныстық жетілуге дене ұзындығы шамамен 7 см, салмағы 6 г болғанда жетеді, әдетте екі жасында, кейде бірінші жылдың соңында да болады. Көбею сәуір мен маусым аралығында өтеді. Уылдырықты бірнеше рет салады, бұл процесс 10–21 °C температура аралығындағы құмды-тұнбалы топырақты, қабыршақтар мен тастар бар жағалаулық аймақтарда жүзеге асады.

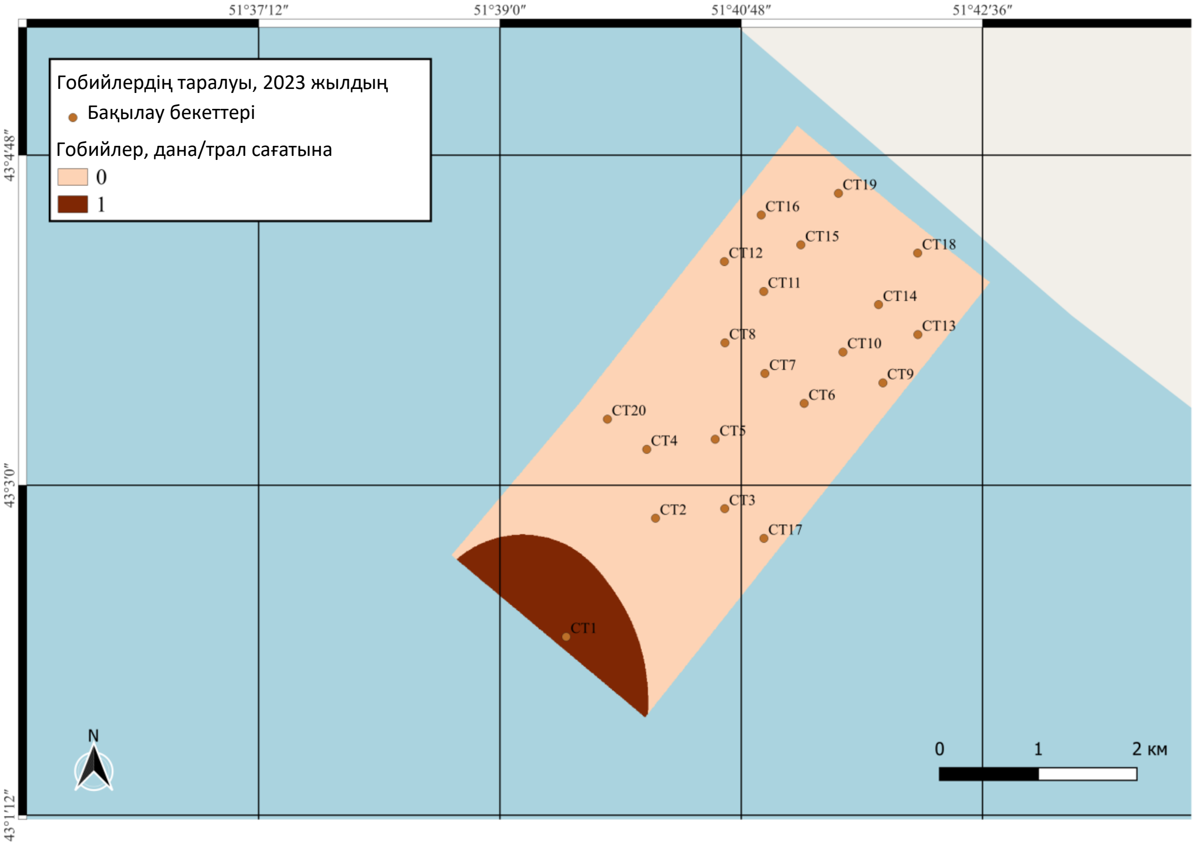
Ауланған сырман бычысының ұзындығы 4,5–7,6 см (орташа — 6,4 см), салмағы 3,5–11,0 г (орташа — 7,1 г) болды. Еркек дарақтар басым болды (64%). Фултонның толықтық коэффициенті — 2,314. (2.2.2.2-4-кесте).

2.2.2.2-4-кесте. Зерттеу аймағындағы бычы балықтарының орташа биологиялық көрсеткіштері, 2023 жылғы күз

Түр	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Фултонның күй коэффициенті	Жасы, жыл	Жыныстық арақатынасы, еркектердің бөлігі, %
Каспий жалаңаш гобийі (*Caspiosoma caspium*)	8.8	14.3	2.098	-	100
Каспий құм гобийі *(Neogobius pallasi)*	5.3	4.27	2.81	-	55.6
Домалақ гобий *(Circum-virens taurus)*	9.6	12.0	1.356	-	61.1
Сырман гобийі (*Ponticola syrman*)	6.4	7.1	2.314	-	64
Шаянтәрізді гобий *(Sidereum goby)*	7.1	9.1	2.543	-	60.0
Ратан гобийі (*Ponticola rattan*)	8.1	11.0	1.693	-	100

2023 жылдың күзі кезінде зерттеу аймағындағы бычы балықтарының популяциясы 27 882,03 дана/км²мөлшерінде бағаланды, ал олардың биомассасы 0,2868 т/км² құрады.

2023 жылдың қысы кезінде зерттеу аймағында бір ғана бычы өкілі ауланды. Бұл — Каспий құм бычысы, ол 1-бекетте, зерттеу аймағының оңтүстік-батыс бөлігінде, 22 м тереңдікте 9 метрлік тралмен ұсталды. (Сурет 2.2.2.2.6).



2.2.2.2.6-сурет. 2023 жылғы қыс мезгілінде зерттеу аймағындағы бызы балықтарының таралуы (дарақ/тралмен аулау)

Балықтың ұзындығы 5,1 см, салмағы 2 г болды. Фултонның толықтық коэффициенті – 1,51. Бұл дарақ еркекболды.

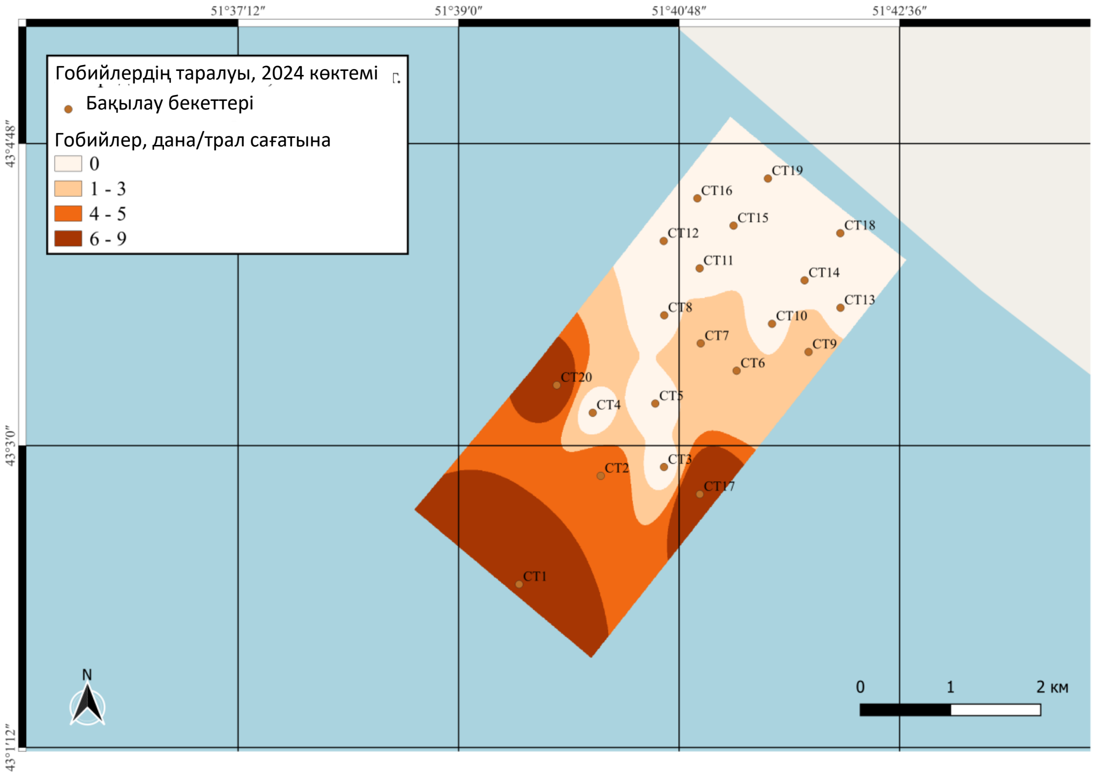
2023 жылғы қыс мезгілінде зерттеу аймағындағы бызы балықтарының популяциясы 46,3 дана/км², ал биомассасы 0,0001 т/км² мөлшерінде тіркелді.

2024 жылдың көктемінде бызы балықтарының түрлік құрамы Каспий жалаң бызысы, Каспий құм бызысы, домалақ бызы және бақа-балық түрлерімен ұсынылды (*2.2.2.2-5-кесте*).

2.2.2.2-5-кесте. 2024 жылғы көктем мезгілінде зерттеу аймағындағы бызы балықтарының орташа биологиялық көрсеткіштері

Түрі	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Фултонның күй коэффициенті	Жасы, жыл	Жыныстық арақатынасы, еркектердің бөлігі, %
Каспий жалаңаш гобийі (*Caspiosoma caspium*)	4.4	1.0	1.173	-	100
Каспий құм гобийі (*Neogobius pallasi*)	5.43	1.71	1.0	-	62.3
Домалақ гобий (*Circum-virens taurus*)	7.9	6.12	1.21	-	59.1
Шаянтәрізді гобий (*Sidereum goby*)	3.2	1.0	3.05	-	100

Бызы балықтарының ең ірі шоғырлары зерттеу аймағының оңтүстік-батыс бөлігіндегі терең сулы аймақта (1 және 17-бекеттер) тіркелді. Аулану көрсеткіштері тралмен сағатына 3-тен 9 дараққа дейін ауытқыды, орташа мәні – 6,5 дарақ/сағ. Ең жоғары шоғырлану деңгейі (9 дарақ/сағ) учаскенің оңтүстік-батыс терең сулы бөлігінде тіркелді (2.2.2.2.7-сурет).



2.2.2.2.7-сурет. 2024 жылғы көктем мезгілінде зерттеу аймағындағы быжы балықтарының таралуы (дарақ/тралмен сағаттық аулау)

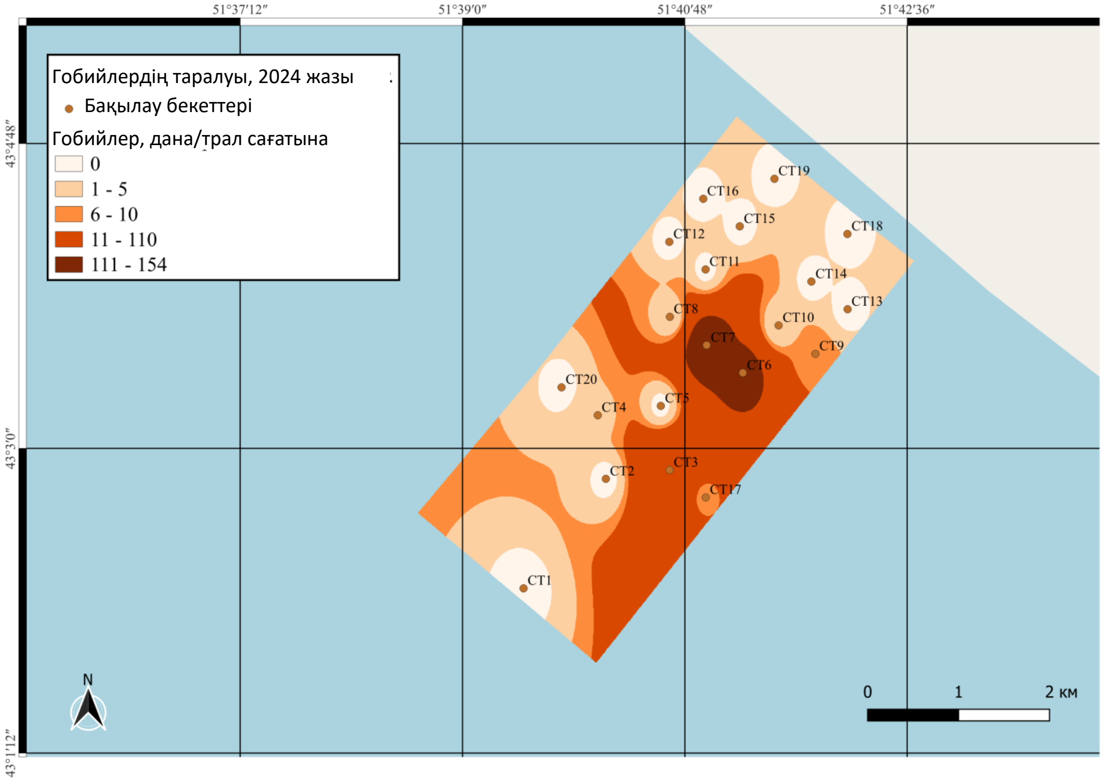
Зерттеу аймағындағы быжы балықтарының түрлік құрамы бес түрмен ұсынылды: Каспий құм быжысы (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) – 20,6%; Каспий жалаң быжысы (*Caspiosoma caspium*) – 2,9%; домалақ быжы (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) – 73,5%; бақа-балық (*Benthophilus macrocephalus* (Pallas)) – 2,9%. Ауланған үлгілерде домалақ быжы басым болды. Анықталған дарақтардың ұзындығы 5,9–10,7 см аралығында, орташа ұзындығы – 7,8 см; салмағы 2,0–12 г аралығында, орташа салмағы – 6,1 г. Еркек дарақтар бөлігі – 62,3%. Фултонның толықтық коэффициенті – 1,21. Құм быжысының ұзындығы 4,9–7,5 см аралығында (орташа – 5,4 см), салмағы 1,0–4,0 г (орташа – 1,71 г) құрады. Еркек дарақтар бөлігі – 59,2%. Фултон коэффициенті – 1,0. Каспий жалаң быжысы бір ғана дарақпен (еркек) ұсынылды: ұзындығы – 4,4 см, салмағы – 1,0 г, Фултон коэффициенті – 1,17. Бақа-балықтың бір еркек дарағы тіркелді: ұзындығы – 3,2 см, салмағы – 1,0 г. Фултонның толықтық коэффициенті – 3,05.

Зерттеу алаңындағы быжы балықтарының шоғырлануы 2 468,34 дана/км², ал олардың биомассасы 0,048 т/км²болды. Осылайша, теңіз балықтарының түрлік құрамы жоғары әртүрлілікпен сипатталды. Балықтардың шоғырлануына қарай: быжы балықтары – 61,81%, теңіз майшабақтары (herrings) – 38,18%, Каспий тұлқасы – 0,01% үлеске ие болды.

Жалпы популяция – 19 128,58 дана/км², жалпы биомасса – 18,8 т/км².

2024 жылдың жазында ауланған үлгілерде домалақ быжы, Каспий құм быжысы, бақа-балық, және тұмсықты быжы (tubenose goby) тіркелді.

Домалақ быжы дарақтары 3, 6, 7, 9, және 17-бекеттерде, яғни терең су аймағында, байқалды (*2.2.2.2.8-сурет*).



2.2.2.2.8-сурет. 2024 жылғы жаз мезгілінде зерттеу аймағындағы бычжы балықтарының таралуы (дарақ/тралмен сағаттық аулау)

Ауланған домалақ бычжы дарақтарының орташа ұзындығы 6,1 см, салмағы 2,8 г болды. Фултонның толықтық коэффициенті — 3,05. Басқа үлгілерде бұл көрсеткіш 0,94 құрады. Домалақ бычжының шоғырлануы 56 770,9 дана/км², биомассасы — 0,029 т/км² болды.

Каспий құм бычжысы терең сулы аймақта орналасқан 3-бекетте ауланды. Анықталған дарақтардың ұзындығы 4,5–4,8 см аралығында, орташа — 4,65 см; салмағы — 1,0 г. Фултон коэффициенті — 0,84. Бұл түрдің шоғырлануы 261,4 дана/км², ал биомассасы — 0,0005 т/км².

Бақа-балықтар 6 және 7-бекеттерде тіркелді. Ауланған дарақтардың орташа ұзындығы — 11,73 см, орташа салмағы — 17,0 г. Фултонның толықтық коэффициенті — 0,94. Бұл түрдің шоғырлануы 641,8 дана/км², биомассасы — 0,00006 т/км² болды.

Тұмсықты бычжы 6, 7, 9 және 10-бекеттерде тіркелді. Анықталған дарақтардың ұзындығы 6,0 см, салмағы — 1,63 г. Фултон коэффициенті — 0,72. Бұл түрдің шоғырлануы 2 438,6 дана/км², ал биомассасы — 0,024 т/км²құрады.

Кефаль

Кефаль тұқымдасына жататын Singil (Chelon auratus) — теңіз балығы және экономикалық маңызы бар түр. Singil — топтасып жүретін, бентопелагиялық, жылдам әрі сақ балық. Көктем мен жаз мезгілдеріндешабақтары мен ересек дарақтары жағалау суларына қоректену және көбею үшін маусымдық көші-қон жасайды. Су температурасы 10 °C-қа дейін төмендеген кезде, ол қысқы тіршілік үшін теңіздің терең аймақтарына ауысады.

Қоректену кезеңінде singil ірі топтарымен таяз суларға, бухталарға, лагундарға, тұзды және тұщыланған эстуарийлерге, жағалау көлдеріне, кейде өзен сағаларына бет алады. Олар балдыр жамылғысы бар лайлы түбі бар аймақтарды артық көреді.

Бұл түр су тұздылығының жоғары ауытқуына, сутегі сульфидінің болуына, сондай-ақ жоғары температураларға (29–31 °C, кейде 35 °C дейін) төзімділік танытады.

Сингиль (Chelon auratus) жыныстық жетілуден 3–5 жасында өтеді. Бұл кезде: еркек дарақтардың дене ұзындығы — 20–24 см, ұрғашылардың ұзындығы — 26–36 см болады.

Уылдырық шашу кезеңі тамыздың ортасынан қазанға дейін жалғасады және жағалаудан алыста, ашық теңіздеөтеді. Ересек дарақтар негізінен микробентоспен және детритпен қоректенеді.

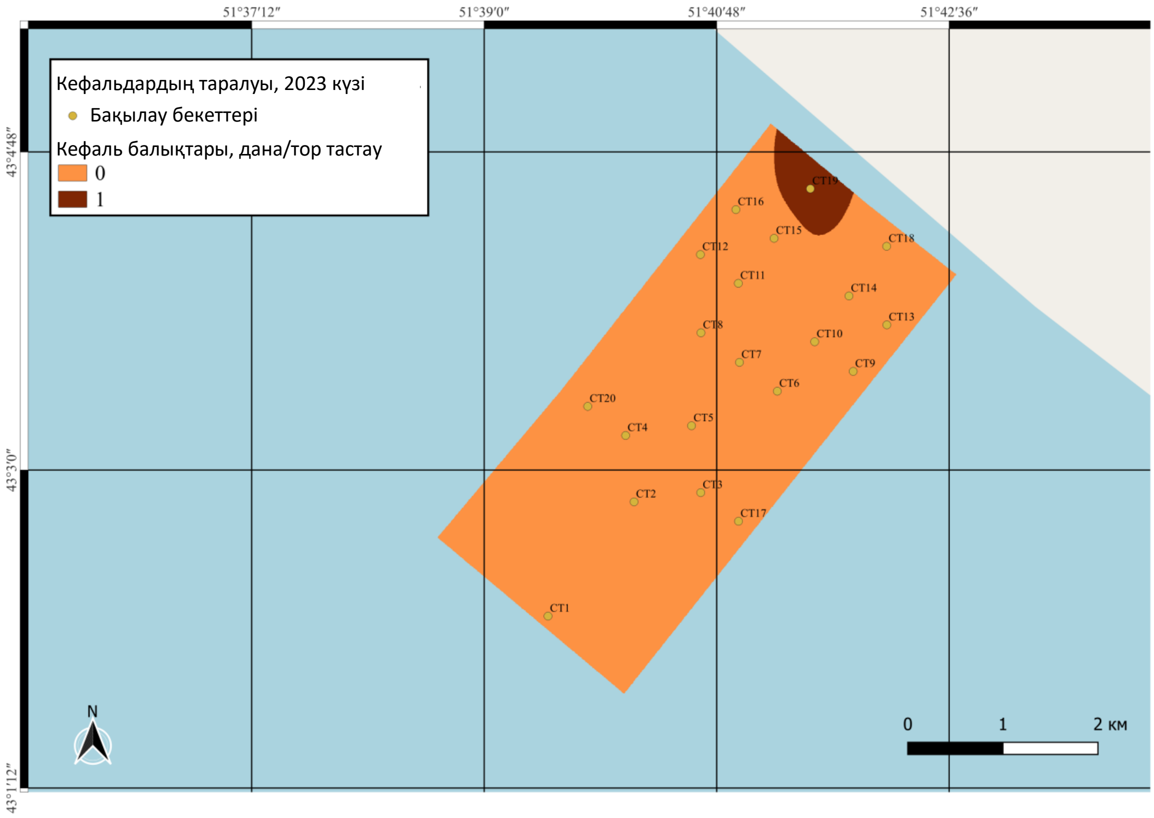
1930-жылдары Каспий теңізіне әртүрлі гидробионттарды жерсіндіру бойынша ауқымды жұмыстар жүргізілген. Бұл шаралар аясында Қара теңізден үш кефаль түрінің шабақтары: сингиль, секіргіш кефаль (leaping mullet)және жолақты кефаль (striped mullet) әкелінген. Алайда, өздігінен көбейетін популяция тек сингиль мен секіргіш кефаль түрлері үшін ғана сәтті қалыптасты. Қазіргі таңда екеуі де шаруашылық маңызы бар түрлерге жатады.

Кефальдерге жоғары уылдырықтылық тән, бұл пелагиялық балықтарға тән ерте даму сатыларындағы шығынды өтеуге мүмкіндік береді. Ең ірі аналықтардың ұзындығы 45–50 см дейін жетіп, жұмыртқалар саны 4 миллионға дейін жетуі мүмкін.

Сингильдің қоректік миграциясы Каспий теңізінің солтүстік бөлігіне сәуір айында басталады — су бағанының орташа температурасы 14 °С-қа жеткенде. Мамырда температураның көтерілуімен бірге, сингиль шоғырлары Солтүстік Каспийдің тайыз сулы бөлігіне таралады.

Жаз мезгілінде сингиль мекендейтін аймақ солтүстік-шығыс бағытында кеңейеді.

Зерттеу аймағында 2023 жылғы күзгі кезеңде бұл түрдің бір ғана дарағы тіркелді — 1 дана/ау қондырукөрсеткішімен (2.2.2.2.9-сурет).

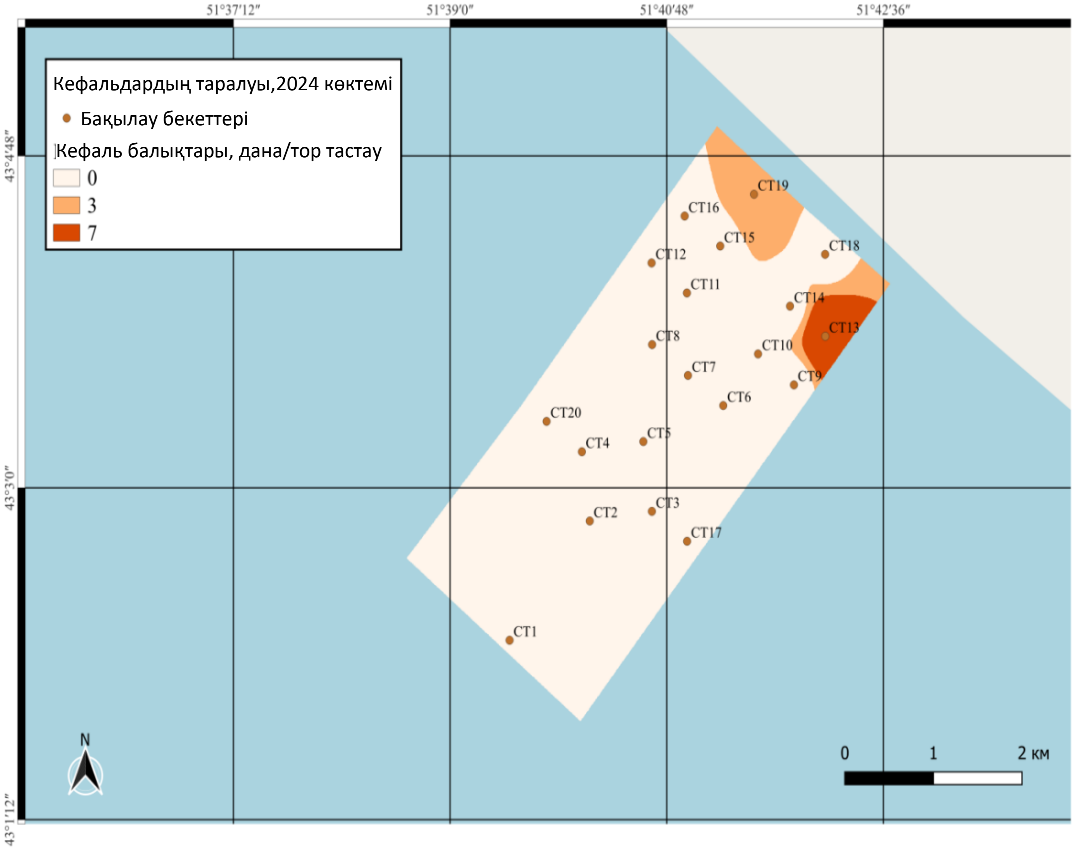


2.2.2.2.9-сурет. 2023 жылғы күзгі маусымда зерттеу аймағындағы кефаль түрінің таралуы (дарақ/тор лақтыру)

Анықталған дарақтың ұзындығы 42 см, салмағы 0,56 кг болды. Оның жасы 2 жастан асқан. Кефаль балығы зерттеу аймағының солтүстік-шығысындағы тайыз сулы 19-бекеттен ауланды.

2023 жылдың күзі кезінде, зерттеу аймағындағы кефальдің шоғырлануы 800 дана/км², ал биомассасы 0,448 т/км² құрады.

Қыс 2023 жылы – кефаль (mullet) балығының өкілдері тіркелмеген. Көктем 2024 жылы – кефальдер зерттеу аймағының солтүстік және солтүстік-шығыс жағалау бөліктерінде (13 және 19-бекеттер) байқалды. Әрбір тор лақтыруда олардың саны үштен жетіге дейін болған (2.2.2.2.10-сурет).



2.2.2.2.10-сурет – 2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы кефаль балығының таралуы, дарақ/тор лақтыру

Ұсталған дарақтар жасы 2 жылдан асқан. Орташа ұзындығы – 43,3 см, орташа салмағы – 0,596 кг. Кефальдер солтүстік және солтүстік-шығыс жағалаудың таяз бөліктеріндегі 13 және 19-бекеттерде ауланған. Зерттеу алаңындағы кефаль шоғырлануы 8 000 дана/км², биомассасы – 23,296 т/км².

Жаз мезгілінде кефальдер зерттеу аймағының солтүстік және солтүстік-шығыс бөліктеріндегі 13, 16 және 19-бекеттерде байқалды. Әрбір тор лақтыруда бірден алтыға дейінгі дарақтар тіркелді (2.2.2.2.11-сурет).

2.2.2.2.11-сурет – 2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы кефаль балығының таралуы, бір тор лақтыруға шаққандағы дарақтар саны

Ұсталған дарақтардың орташа ұзындығы – 44,2 см, орташа салмағы – 0,522 кг. Кефальдердің жасы – 2 жылдан асқан. Ең көп ауланған жер – 19-бекет, бір тор лақтыруда 6 дарақ тіркелген. Зерттеу аймағындағы кефаль шоғырлануы – 7 200 дана/км², биомассасы – 17,9 т/км².

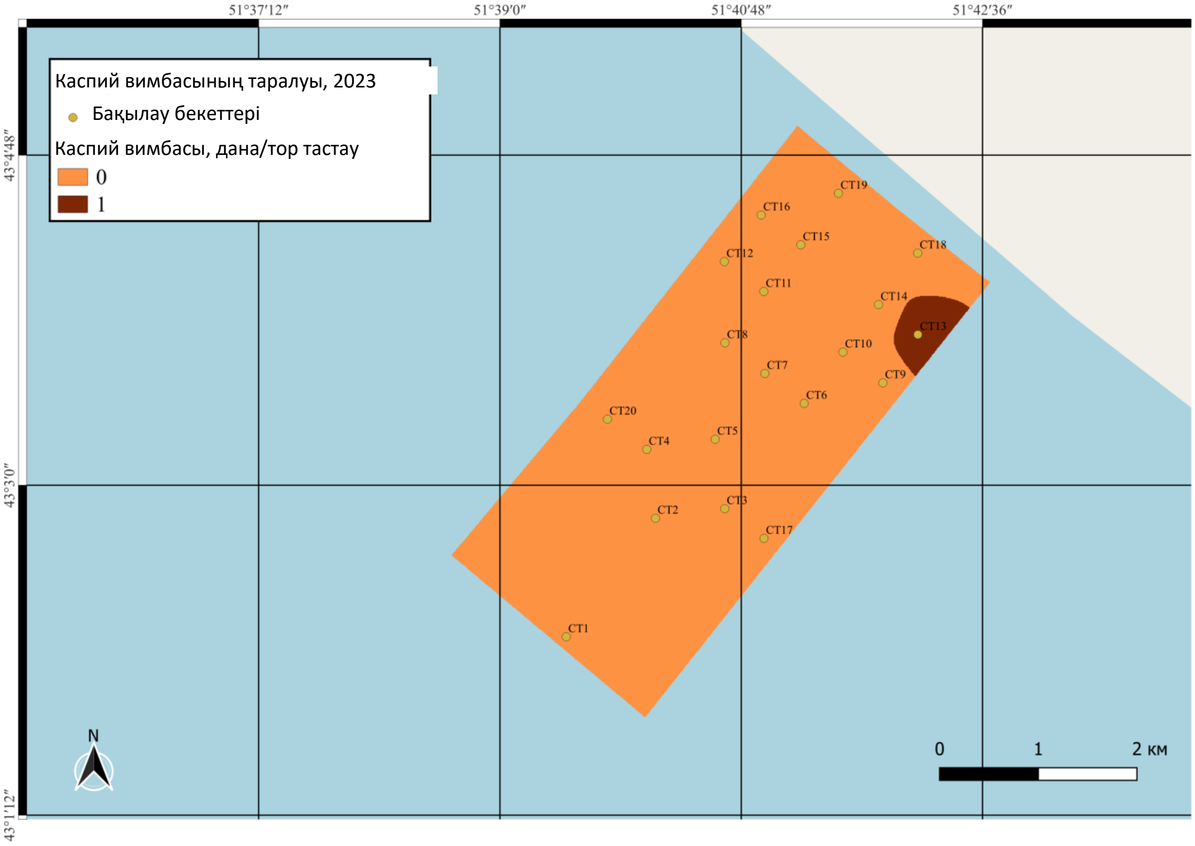
2.2.2.3 Жартылай анадромды және өзен балық түрлері

Жартылай анадромды балықтардың түрлік құрамын Каспий vimba балығы мен эстуарлық алабұға құрады. Жас балықтар эстуарлық алабұғаның біржылдық дарақтарымен ұсынылған, олар негізінен зерттеу аймағының солтүстік бөлігінде кездескен. Жартылай анадромды балықтардың бұл жерде аз таралуы олардың көші-қондық мінез-құлқына, атап айтқанда, қоректену миграциясының басталуымен түсіндіріледі. Зерттеу аймағы эстуарлық алабұға мен оның жас дарақтары үшін дәстүрлі қоректену орны болып табылады. Жартылай анадромды және өзен балықтарының басқа түрлерінің жас дарақтарының бұл аймақта таралуы судың тұздылығының жоғары болуына байланысты шектеулі. Ересек балықтардың саны мен биомассасы аз болды. Қыс мезгіліндегі зерттеу кезінде жартылай анадромды балықтардың болмауы олардың қыс алдындағы және қысқы таяз сулы аймақтарға көшуімен түсіндіріледі.

Каспий вимбасы

Каспий вимбасы – жартылай анадромды балық түрі. Бұл түрдің ең ірі популяциялары Каспий теңізінің батыс және оңтүстік жағалауларында және осы өңірдің өзендерінде кездеседі. Уылдырық шашу тұщы суда өтеді, балық теңізден ағыс бар аймақтарға көшіп, уылдырығын өсімдіктер мен топыраққа шашады. Уылдырық шашқаннан кейін ересек дарақтар қоректену үшін теңізге қайта оралады. Каспий вимбасы – құнды балық түрі, бірақ оның қоры аз және кәсіптік маңызы өте төмен.

Күз мезгілінде зерттеу аймағында бұл балық тек бір дана ретінде тіркелді (1 дана/тор лақтыру). Ұсталған дарақтың ұзындығы – 22,3 см, салмағы – 0,15 кг. Оның жасы 5 жылдан асқан. Каспий вимбасы зерттеу аймағының солтүстік-шығыс бөлігіндегі 13-бекетте ауланған (2.2.2.3.1-сурет).

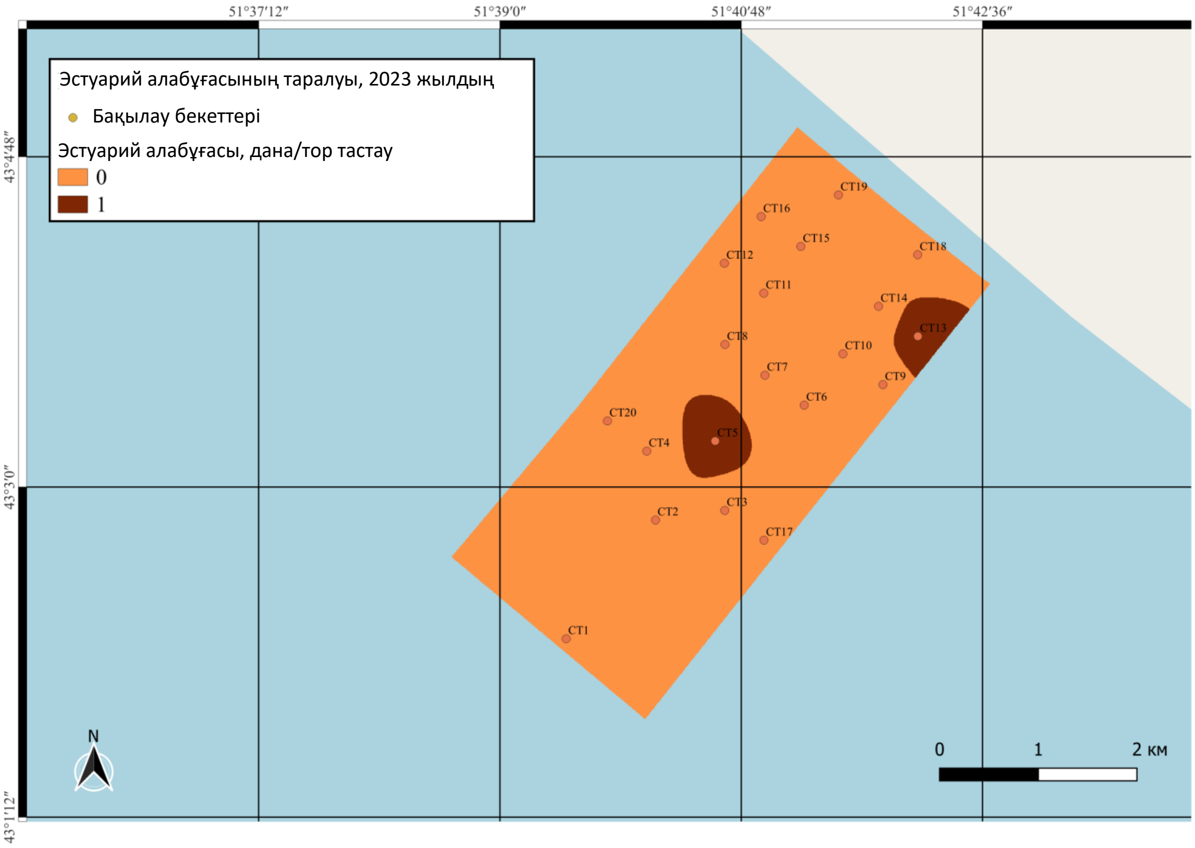


2.2.2.3.1-сурет – 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы Каспий вимбасының таралуы, бір тор лақтыруға шаққандағы дарақтар саны

2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы Каспий вимбасының шоғырлануы – 800 дана/км², биомассасы – 0,056 т/км².т2023 жылғы қыс мезгілінде, сондай-ақ 2024 жылдың көктемі мен жазында Каспий вимбасының өкілдері тіркелмеген.

Эстуарлық алабұға

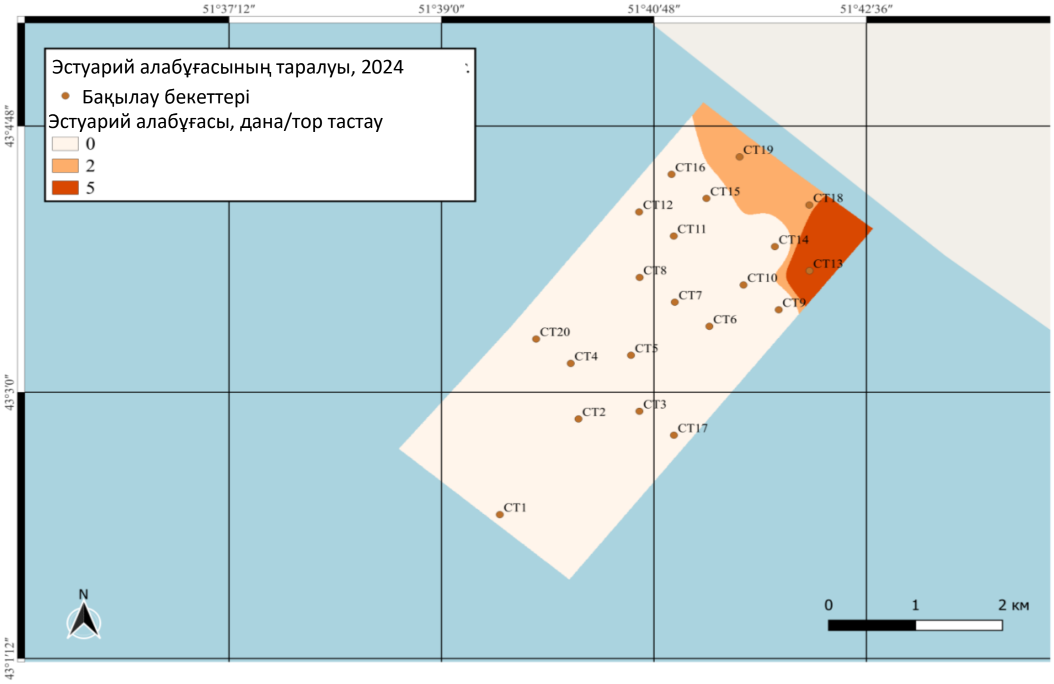
Эстуарлық алабұға – алабұғалар тұқымдасына (Percidae) жататын сәулеқанатты (actinopterygian) теңіз балығы. Оның денесінің ұзындығы 62 см-ге дейін жетуі мүмкін, әдетте шамамен 50 см, салмағы 2 кг-ға дейін барады. Денесі ұзын, бүйірінен сәл қысыңқы. Аузы үлкен, бірақ кәдімгі алабұғамен салыстырғанда кіші. Эстуарлық алабұға – тұзды суда тіршілік ететін жыртқыш балық, тұщы немесе тұзы аз сулардан аулақ жүреді. Ересек дарақтары негізінен балықтармен қоректенеді. Жыныстық жетілуі 2–5 жаста жетеді, уылдырық шашу сәуір–мамыр айларында өтеді. Уылдырықтарының саны 83–126 мың дана аралығында, олар тасты субстраттарға шашылады. Аталықтары уылдырықты қорғап күзетеді. Эстуарлық алабұға зерттеу аймағының солтүстік-шығысындағы 13-бекетте тіркелді, мұнда бір тор лақтыруда бір дана ұсталған. Сондай-ақ, орталықтың таяз бөлігіндегі 5-бекетте бір дарақ тіркелген (2.2.2.3.2-сурет).



2.2.2.3.2-сурет – 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы эстуарлық алабұғаның таралуы, бір тор лақтыруға шаққандағы дарақтар саны

Ұсталған дарақтардың орташа ұзындығы – 38,0 см, салмағы – 0,87 кг. 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы эстуарлық алабұғаның шоғырлануы – 1 600 дана/км², биомассасы – 1,392 т/км². 2023 жылдың қысында эстуарлық алабұға өкілдері тіркелмеген.

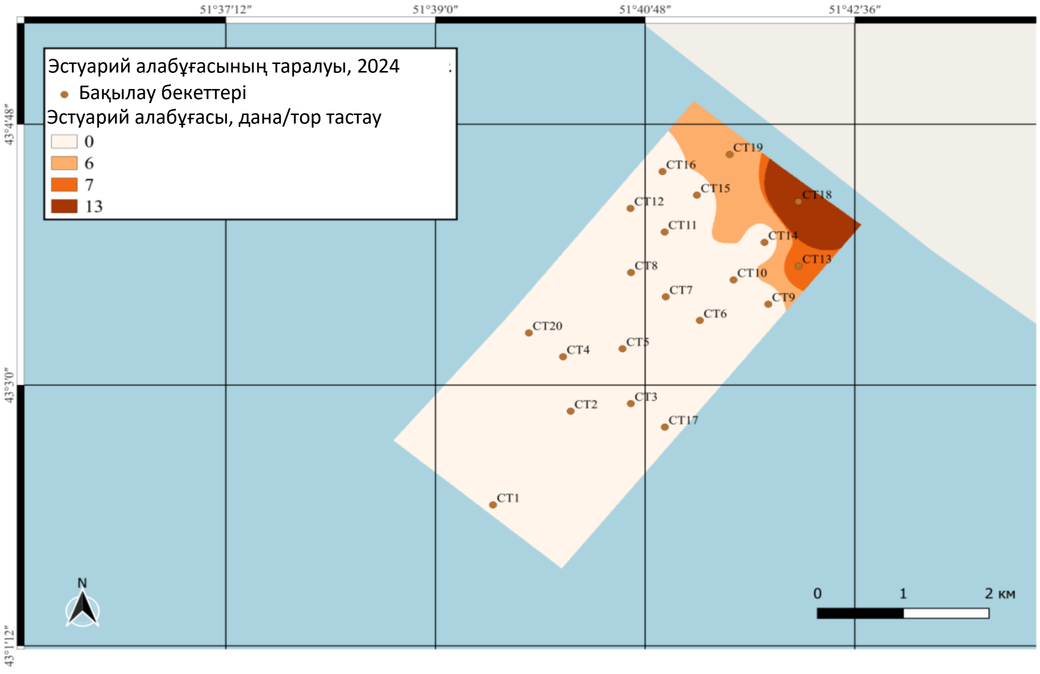
2024 жылдың көктемінде эстуарлық алабұға зерттеу аймағының солтүстік және солтүстік-шығыс бөлігіндегі 13, 18 және 19-бекеттерде желбезек торларымен ауланған. Әр тор лақтыруда 2-ден 5-ке дейін дарақ тіркелген. Ең көп аулану көрсеткіші солтүстік-шығыс жағалаудағы таяз бөлікте орналасқан 13-бекетте тіркелген – бір тор лақтыруда 5 дарақ (2.2.2.3.3-сурет).



2.2.2.3.3-сурет – 2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы эстуарлық алабұғаның таралуы, бір тор лақтыруға шаққандағы дарақтар саны

Ұсталған дарақтардың орташа ұзындығы – 48,38 см, салмағы – 1,422 кг. Зерттеу аймағындағы эстуарлық алабұғаның шоғырлануы – 7 200 дана/км², биомассасы – 18,56 т/км².

Жаз мезгілінде эстуарлық алабұға солтүстік және солтүстік-шығыс бөліктерде орналасқан 13, 18 және 19-бекеттерде желбезек торларыменауланған. Әр тор лақтыруда 2-ден 5-ке дейін дарақ тіркелген. Жазда эстуарлық алабұға көп мөлшерде тіркелген бекеттер көктемдегілермен сәйкес келгені атап өтілуі тиіс. Ең көп аулану солтүстік-шығыс бөліктің таяз аймағындағы 18-бекетте тіркелген – бір тор лақтыруда 13 дарақ (2.2.2.3.4-сурет).



2.2.2.3.4-сурет – 2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы эстуарлық

алабұғаның таралуы, бір тор лақтыруға шаққандағы дарақтар саны

Ұсталған дарақтардың орташа ұзындығы – 38,0 см, салмағы – 0,52 кг. Зерттеу аймағындағы эстуарлық алабұғаның шоғырлануы – 20 800 дана/км², биомассасы – 30,6 т/км².

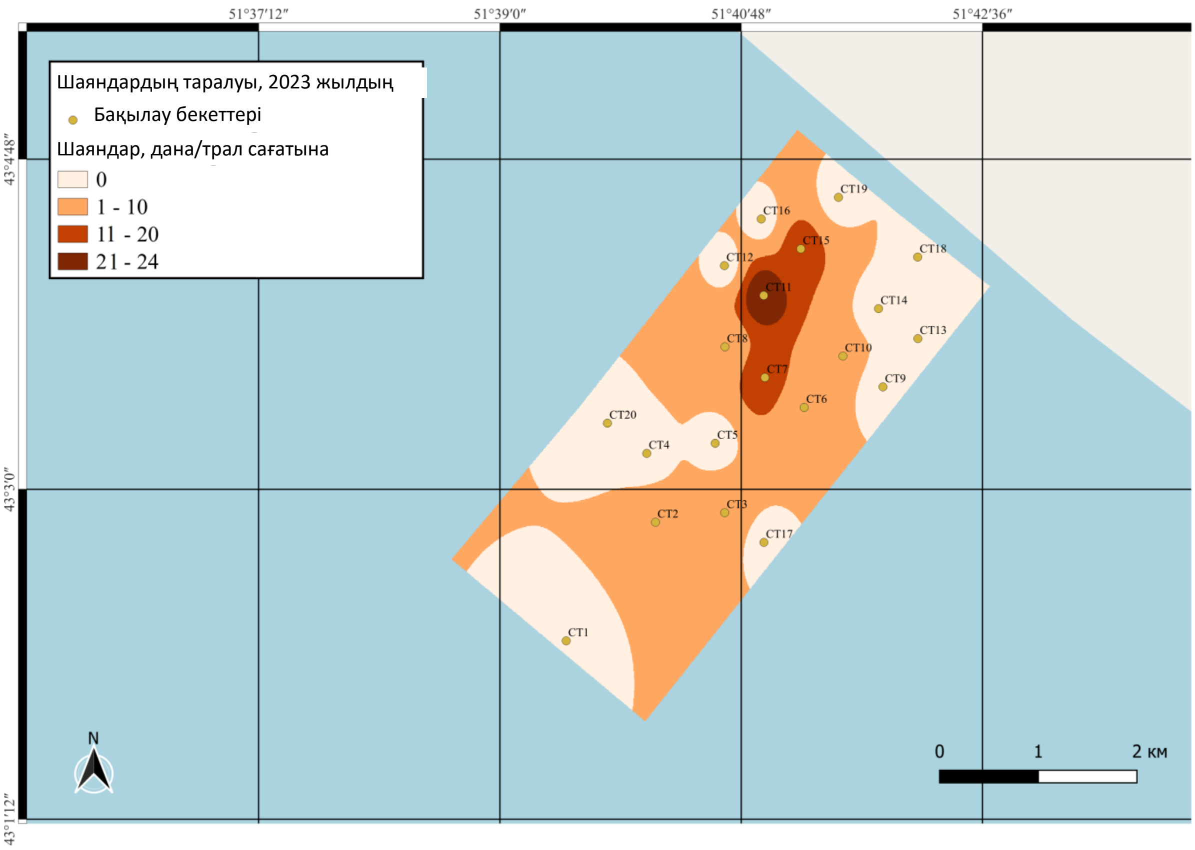
2.2.2.4 Теңіз шаяндары

Орта Каспий теңізінің шығыс қайраңында, зерттеу аймағында, шаяндардың екі түрі тіршілік етеді: Pontastacus eichwald Bott (жіңішке тырнақты шаян) және Caspiastacus pachypus Rathke (жуан тырнақты шаян). Соңғы рет теңіз деңгейінің көтерілуі 1990 жылдардың ортасында шарықтау шегіне жеткенде, шығыс қайраңда жуан тырнақты шаяндардың санының арту үрдісі байқалды. Алайда кейінгі 20 жылда Каспий теңізі шаян популяциялары бойынша бақылау жүргізілмеген. Бұл бағыттағы зерттеулер тек 2015–2019 жылдар аралығында ғана Ресей ғалымдарының бастамасымен қайта жалғастырылды (Ushivtsev, 2021; Ushivtsev et al., 2020).

Зерттеу аймағының таяз суларына ұзындығы 4,5 метрлік түптік трал қолданылып, Каспий шаян популяциясының таралуы мен саны анықталды. Зерттеу кезеңінде барлығы 67 дана теңіз шаяны ауланған. Сонымен қатар, шаяндар басқа аулау құралдарымен де ұсталып, олардың салмақ-өлшемдік және жыныстық құрылымы бойынша биологиялық талдау жүргізілді.

Зерттеу аймағы шаяндар жасырынып мекендейтін тасты жоталармен ерекшеленеді. Төменгі шөгінділердің минералдық құрамы әртүрлі, олар құмнан, ұсақ қабықтардан және лайдан тұрады. Бұл жағалау бөлігінде шаяндарға азық болатын бентос организмдері көп, бірақ өсімдіктік азық тек балдырлармен шектелген. Бентос және балдырлар санының өзгеруі бұл аймақтың биологиялық өнімділігін айтарлықтай төмендетеді.

Күз мезгілінде тралмен аулау нәтижесінде шаяндардың шоғырлануы зерттеу аймағының орталық (7-бекет) және солтүстік-шығыс бөліктерінде (11 және 15-бекеттер), 16,0–18,3 метр тереңдікте байқалды (2.2.2.4.1-сурет).



2.2.2.4.1-сурет – 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы теңіз шаяндарының таралуы, бір трал тартуға шаққандағы дарақтар саны

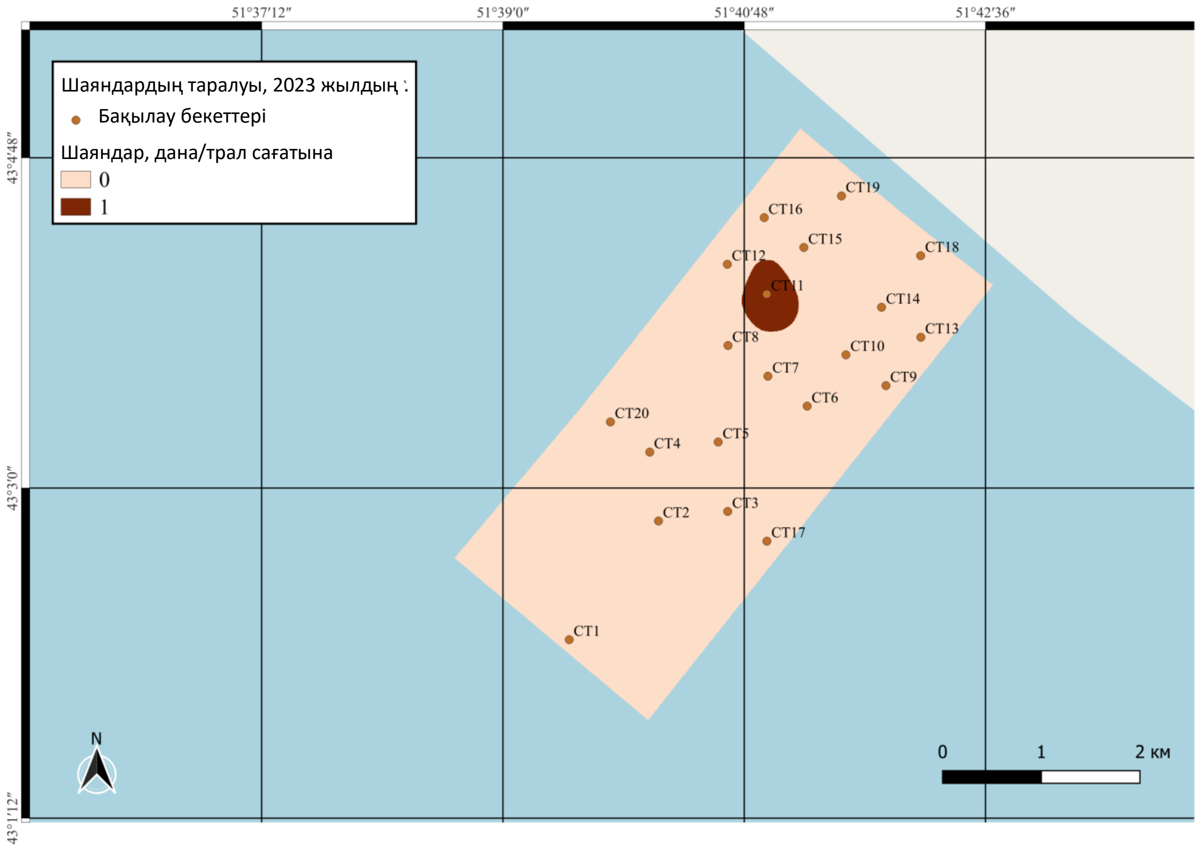
Теңіз шаяндарының ұзындығы 5,6–12,3 см, салмағы 3–57 г аралығында өзгерді. Жыныстық құрамда аталықтар басым болды (69,5 %). Шаяндардың орташа ұзындығы – 8,5 см, орташа салмағы – 15,4 г (2.2.2.4-1-кесте).

2.2.2.4-1-кесте – 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы шаяндардың өлшемдік және салмақтық көрсеткіштері

Параметр	Өлшемі				Орташа
Ұзындығы, см	5-8	9	10	11	8.5
Салмағы, г	13.8	24.7	33.7	37.8	15.4
Саны, дана	25	20	15	7	67
Саны, %	37.3	29.85	22.38	10.45	100

Зерттеу аймағындағы шаяндар популяциясы 52 000 дана/км² құрады, олардың биомассасы – 0,801 т/км².

2023 жылдың қысында зерттеу барысында жуан тырнақты шаянның (Pontastacus eichwald Bott) жалғыз өкілі тіркелді. Ол зерттеу аймағының солтүстік бөлігіндегі 11-бекетте, 18,6 м тереңдікте, ұзындығы 4,5 метрлік тралмен ауланған (2.2.2.4.2-сурет).

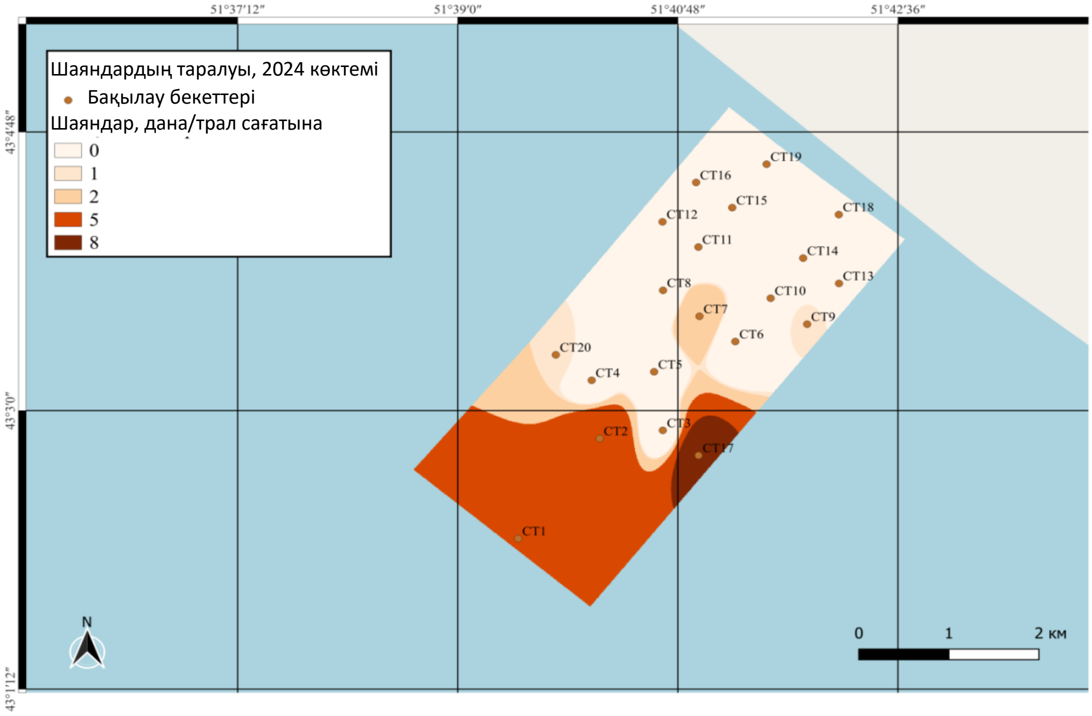


2.2.2.4.2-сурет – 2023 жылдың қысында зерттеу аймағындағы теңіз шаяндарының таралуы, бір трал тартуға шаққандағы дарақтар саны

Ұсталған дарақтың ұзындығы – 9,3 см, салмағы – 28 г. Ол аталық болған.

2023 жылдың қысында зерттеу аймағындағы шаяндар популяциясы 156,5 дана/км², биомассасы – 0,004 т/км² құрады.

Көктем мезгілінде шаяндардың шоғырлануы 1, 2, 7, 9, 17 және 20-бекеттерде тралмен аулау кезінде байқалды (2.2.2.4.3-сурет).



2.2.2.4.3-сурет – 2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы теңіз шаяндарының таралуы, бір трал тартуға шаққандағы дарақтар саны

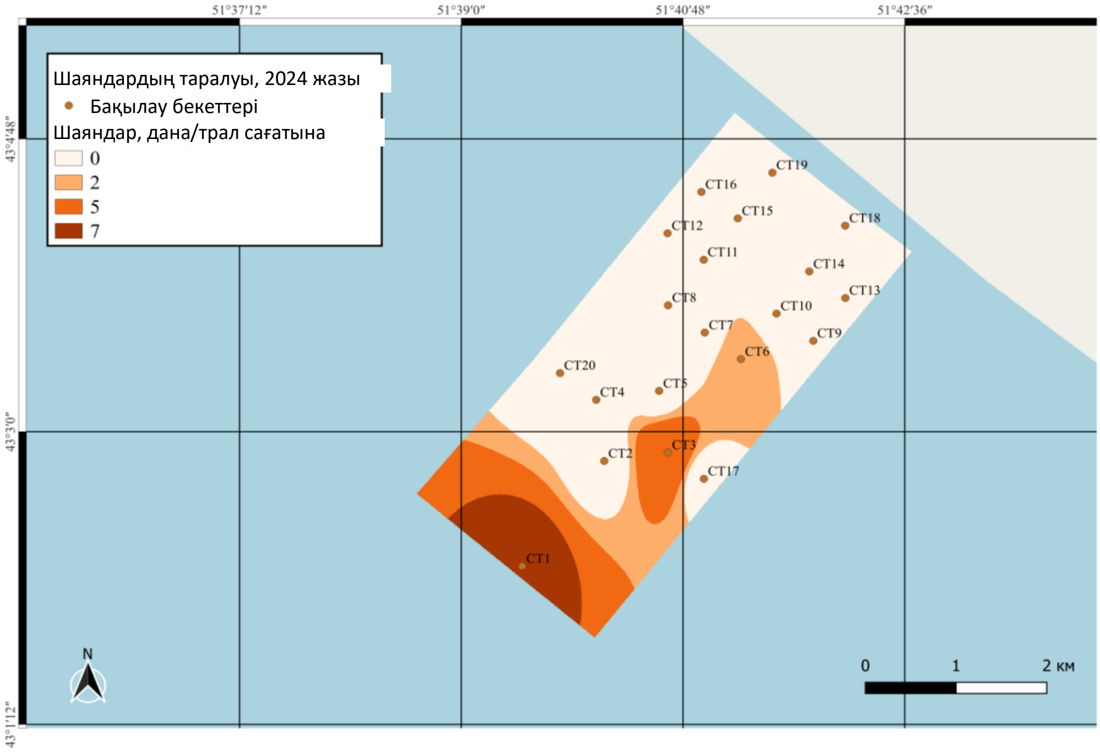
Теңіз шаяндарының ұзындығы 2,6–14,5 см, салмағы 1–60 г аралығында өзгерді. Жыныстық құрамда аталықтар басым болды (66,7 %). Шаяндардың орташа ұзындығы – 7,0 см, орташа салмағы – 14,9 г (2.2.2.4-2-кесте).

2.2.2.4-2-кесте – 2024 жылдың көктемінде зерттеу аймағындағы шаяндардың өлшемдік және салмақтық көрсеткіштері

Параметр	Өлшемі				Орташа
Ұзындығы, см	2-5	5-8	9	10-15	7.0
Салмағы, г	2.0	10.1	23.7	51	14.9
Саны, дана	4	15	6	2	
Саны, %	14.8	55.6	22.2	7.4	

Зерттеу аймағындағы шаяндардың шоғырлануы 5 700 дана/км², биомассасы – 0,679 т/км² құрады.

Жаз мезгілінде шаяндардың шоғырлануы зерттелген бүкіл аймақ бойынша байқалды. Ең жоғары шоғырлану 1, 3 және 6-бекеттерде тіркелді (2.2.2.4.4-сурет).



2.2.2.4.4-сурет – 2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы теңіз шаяндарының таралуы, бір трал тартуға шаққандағы дарақтар саны

Теңіз шаяндарының ұзындығы 3,1–13,8 см, салмағы 1–72 г аралығында өзгерді. Жыныстық құрамда аталықтар толық басым болды (100 %). Шаяндардың орташа ұзындығы – 8,9 см, орташа салмағы – 27,5 г (2.2.2.4-3-кесте).

2.2.2.4-3-кесте – 2024 жылдың жазында зерттеу аймағындағы шаяндардың өлшемдік және салмақтық көрсеткіштері

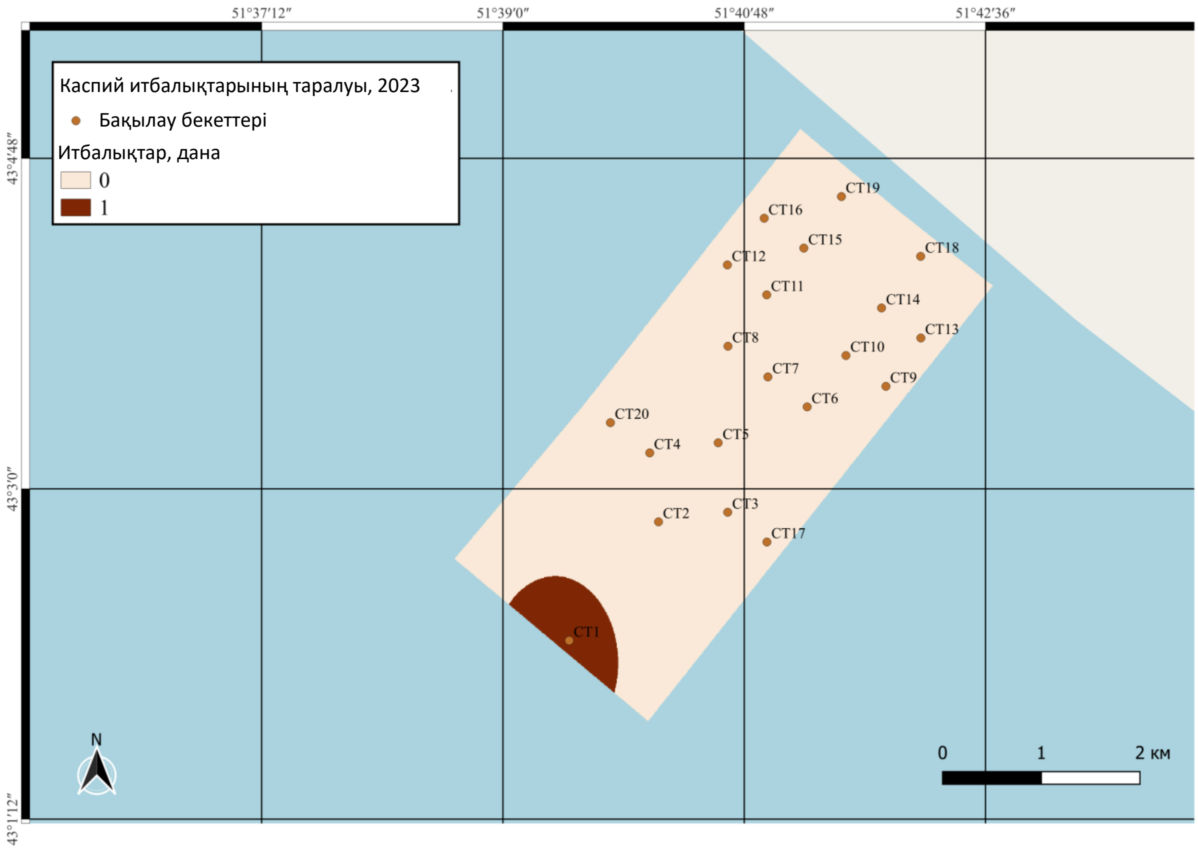
Параметр	Өлшемі				Орташа
Ұзындығы, см	3-5	5-8	8-9	9-15	8.9
Салмағы, г	1.5	16.6	23.6	34.3	27.5
Саны, дана	4	7	28	41	
Саны, %	5	8.7	35	51.3	

Зерттеу аймағындағы шаяндардың шоғырлануы – 53 600 дана/км², биомассасы – 2,521 т/км².

2.2.3 Каспий итбалығы

Каспий итбалығы – *Pusa caspica* (Gmelin, 1788) – Каспий теңізі фаунасындағы жалғыз сүтқоректі түрі. Каспий итбалығының популяциясы күйзелісті жағдайда және соңғы онжылдықта саны азайып келеді. Бұл жағдай Каспий теңізінің барлық бөліктерінде итбалық популяциясына тұрақты, маусымдық мониторинг жүргізуді қажет етеді.

Күз мезгілінде 26,6 км қашықтықты қамтитын маршруттық зерттеу жүргізілді. Жалпы зерттелген аймақ көлемі – 13,3 км², зерттеу маршрутының орташа ені – 500 метр. Бұл зерттеу барысында Каспий итбалығының тек бір өкілі ғана тіркелген, өлі жануарлар анықталмаған. Итбалық 1-бекетте кездескен (2.2.3.1-сурет).



2.2.3.1-сурет – 2023 жылдың күзінде зерттеу аймағындағы Каспий итбалығының таралуы, дарақ саны бойынша

Таралу жиілігі – әр 100 км маршрутқа 3,76 дарақ. Орташа таралу тығыздығы – 1 дарақ/км² деңгейінде болды (2.2.3-1-кесте).

2.2.3-1-кесте – 2023 жылдың күзіндегі тірі Каспий итбалығы дарақтарын санау нәтижелері

Маршрут ұзындығы, км	Маршрут ені, км	Есептеу аймағы, км²	Саны, дана	Популяция, дана/км²	Кездесу жиілігі, дана/100 км
26.6	0.5	13.3	2	0.1	3.76

Каспий итбалығы зерттеу аймағының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан 1-бекетте тіркелді. Бұл аймақтағы тірі Каспий итбалығы дарақтарының шамамен бағаланған саны – 1 дарақ.

2023 жылдың қысында, сондай-ақ 2024 жылдың көктемі мен жазында Каспий итбалығының өкілдері кездеспеген.

3. Қорытынды – Теңіз флорасы мен фаунасына жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша

Зерттеу аймағының гидробиологиясына қатысты айтқанда, күз мезгілінде фитопланктонның сапалық құрамы төрт бөліммен ұсынылды: Cyanophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta. Қысқы кезеңде ол үш бөліммен ұсынылды: Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta. Көктем және жаз мезгілдерінде бес бөлім анықталды: Cyanophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta және Chlorophyta.

Фитопланктонның таксономиялық құрылымында, беткі және түпкі қабаттарда да, диатомды балдырлар басым болды және олар сандық көрсеткіштердің негізін құрады. Бұл зерттеу аймағындағы альгоценозға тән жағдай. Фитопланктон биомассасының ең жоғары мәндері жаз мезгілінде тіркелді, бұл диатомды, динофитті, жасыл және көк-жасыл балдырлардың толық дамуымен байланысты.

Фитопланктонның түрлік әртүрлілігі 51 түрге дейін артты, бұл абиотикалық жағдайлармен, әсіресе температуралық режиммен түсіндіріледі. Ұсақ жасушалы көк-жасыл балдырлар, диатомдар және ішінара динофитті балдырлар қарқынды дамыды, бұл теңіздің осы бөлігінде жем базаның қалыптасуына оң әсер етті. Фитопланктон қауымдастығы барлық маусымда Каспий теңізіне тән экологиялық топтардың өкілдерімен ұсынылды.

Балдырлы флора биомассасының таралуы зерттеу аймағының беткі және түпкі қабаттарында біркелкі болған жоқ.

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, зерттеу аймағындағы зоопланктон барлық кезеңдерде түрлік әртүрліліктің төмендігімен сипатталды. Зоопланктон зооценозында Acartia tonsa басым болды. Зоопланктонның басқа топтарының рөлі елеусіз болған. Зоопланктон қауымдастығының саны мен биомассасы негізінен Acartia tonsa-ның дамуына байланысты болды. Қыста температураның төмендеуі зоопланктонның сан көрсеткіштеріне әсер етіп, ең төменгі мәндерді көрсетті.

Зерттеу аймағындағы планктонды омыртқасыздардың сан көрсеткіштерінің таралуы біркелкі болмады.

Барлық зерттеу кезеңдерінде фитопланктонның беткі және түпкі қабаттардағы ең төменгі концентрациялары мен дәл осы бекеттерде зоопланктонның ең жоғары концентрациялары тіркелді. Бұл құбылыс фитопланктон жасушаларына планктер тарапынан болатын трофикалық қысыммен түсіндіріледі.

Зерттеудің барлық маусымдарында бентостық фаунаның саны негізінен "жұмсақ" бентоспен, атап айтқанда шаянтәрізділермен қалыптасты, бұл зерттелген аймақтағы топырақтарға (қабық сынықтары бар құмды топырақтар) тән жағдай. Биомассаның негізгі бөлігін "қатты" бентос өкілдері – қосжақтаулы ұлулар құрады.

Зообентос саны екі кезеңде де шаянтәрізділердің даму деңгейіне байланысты өзгеріп отырды.

Зерттеу аймағындағы зообентос биомассасының таралуы барлық зерттеу кезеңдерінде жергілікті сипатта болды.

Күзгі және қысқы кезеңдерде су өсімдіктеріне жүргізілген зерттеу нәтижесінде екі балдыр түрі – Laurencia caspica және Polysiphona caspica анықталды. Макрофиттер қоныстанған тасты жоталар құм-қабықты топырақ бетінде жекелеген қосындылар түрінде көрінеді. Төмен температура мен толқын әсеріне байланысты су өсімдіктерінің биомассасы аз болды. Макрофиттердің оңтайлы дамуы үшін тұздылық 8–10 ‰ және тереңдігі 0,5–4,0 м аралығындағы жақсы жылынатын таяз су қажет екені белгілі.

Фитопланктон, зоопланктон, зообентос және су өсімдіктерінің шоғырлануы күзден қысқа қарай төмендеген, ал көктем мен жазда қайта артқан. Бұл құбылыс осы организмдердің табиғи даму циклымен сәйкес келеді.

Зерттеу аймағындағы балық шаруашылығы жағдайына қатысты айтқанда, бекіре тұқымдас балықтардың аулау көрсеткіштері миграциялық үдерістерге байланысты, бұл балық санына әсер етіп, сәйкесінше ықтимал аулауды анықтайды. Трал және желбезек торларымен ауланған балықтар арасында тек жас бекіре дарақтары ғана кездескен. Бекіре тұқымдас балықтардың негізгі биологиялық көрсеткіштері ұзақ мерзімді динамика деңгейінде болып, осы жас топтарына сәйкес келді. Қортпа мен сүйрік бекіренің кездеспеуі бұл түрлердің популяцияларының аз екенін көрсетеді. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының балық шаруашылығы ережелеріне сәйкес, бекіре тұқымдас балықтар кәсіптік және әуесқой аулауға тыйым салынған су биоресурстарының қатарына жатады.

Аймақтағы теңіз ихтиофаунасы барлық маусымда түрлік әртүрлілігімен ерекшеленді. Ауланған балықтардың қатарында каспийлік тұлқа, теңіздік көшпелі майшабақтар, гобийлер және кефальдер болды. Өсіп-өну маусымының соңына қарай гобий түрлерінің саны айтарлықтай артқан. Күзден қысқа қарай аймақта миграциялық үдерістер байқалды, бұл теңіз балықтарының санының күрт төмендеуімен және олардың зерттеу аймағында қайта таралуымен көрініс тапты. Сонымен қатар, көктем, жаз және күз мезгілдерінде шабақтардың қоректену кезеңінде қолайлы жағдайлар қалыптасқан, бұл балықтардың жоғары дене салмағының ұзындыққа қатынасысалмағымен, түрлік популяциялардың жасы мен жыныстық құрылымының тұрақтылығымен дәлелденді.

Зерттеу аймағындағы жартылай анадромды балықтар Каспий вимбасы мен эстуарлық алабұғамен ұсынылған, алайда бұл түрлердің популяциясы аз болғандықтан, олардың саны елеусіз деңгейде тіркелді.

Теңіз шаяндары зерттеу аймағының барлық бөліктерінде және барлық маусымдарда белсенді қоректенумен ерекшеленді.

Каспий итбалығының жалғыз дарағы зерттеу аймағында күз мезгілінде кездесті.

Зерттеу нәтижелері күзден қысқа өту кезеңінде зерттеу аймағында тіршілік ететін гидробионттардың саны мен биомассасының азайғанын көрсетті. Су биологиялық ресурстарының ең көп шоғырлануы жаз мезгілінде тіркелді, бұл қоректенуге пайдаланылатын су алаптарының ең жоғары дамуымен түсіндіріледі.

Қыста гидробионттардың шоғырлануының төмен болуы және ихтиофаунаның көп түрлерінің кездеспеуі – қысқы миграцияның нәтижесі. Зерттеу аулары кезінде ихтиофаунаның болмауы балықтардың қыста белсенділігінің төмендеуімен де байланысты.

Осылайша, зерттеу аймағы жыл бойы су биоресурстары үшін қоректену, уылдырық шашу, қыстап шығу және қыстың алдындағы көші-қон аймағы ретінде қолданылады.

4. Қолайсыз әсерлердің алдын алу және азайту, табиғи ортаны қалпына келтіру және жақсарту бойынша ұсыныстар

4.1. Ұлттық және халықаралық құқықтық база

Су сапасының стандарттары, ластанудың алдын алу шаралары, сондай-ақ Қазақстандағы су ресурстары мен су объектілерін қорғауға арналған ұлттық стратегиялар келесі ұлттық және халықаралық құқықтық актілерге негізделген. Бұл құжаттарда зерттеу, мониторинг (ластаушы заттарды, оның ішінде физикалық, химиялық және биологиялық факторларды өлшеуге бағытталған бастапқы және тұрақты мониторингтік зерттеулер, су сапасының стандарттарына сәйкестікті бақылау), зерттеулер (су объектілерінің сапасын бағалауға және ластану көздерін анықтауға бағытталған бастапқы және тұрақты зерттеулер, оның ішінде Қоршаған ортаға әсерді бағалау (ҚОӘБ/ҚӘОӘБ) үдерісі арқылы), сондай-ақ модельдеу (ластанудың су экожүйелері мен адам денсаулығына әсерін болжау үшін су сапасы модельдерін пайдалану) талаптары мен су ресурстары мен су объектілеріне қатысты негізгі ережелер айқындалған.

a. **Қазақстан Республикасының Су кодексі** (2003 ж., 2021 ж. өзгерістерімен)
   - **Мониторинг және зерттеулер**: Су кодексі жер үсті және жерасты суларының сапасын бақылау үшін су мониторингінің жүйесін құруды міндеттейді. Бұл өзендер, көлдер, су қоймалары мен Каспий теңізі сияқты су объектілеріндегі судың сапасын тұрақты зерттеуді және талдауды қамтиды.
   - **Ластанудың алдын алу**: Кодекс су объектілеріндегі ластануды бақылау және азайту стратегияларын әзірлеуді қарастырады. Ол сондай-ақ, су сапасына әсер етуі мүмкін жобалар үшін қоршаған ортаға әсерді бағалау (ҚОӘБ) жүргізуді талап етеді.
   - **Су сапасының стандарттары**: Кодекс су сапасына қойылатын стандарттарды белгілейді және оларды өндіріс орындары мен басқа да мүдделі тараптар сақтауға міндетті. Сондай-ақ су объектілеріне ластанудың әсерін болжау үшін модельдеу жүйелерін әзірлеуді талап етеді.
   - **Ластағаны үшін төлемақы**: Кодексте су объектілеріне ластаушы заттарды төгуге байланысты алымдар мен айыппұлдар жүйесі белгіленген, бұл ластанудың алдын алуға ынталандыру тетігі ретінде қарастырылады.

b. **Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі** (2021 ж.)
   - **Қоршаған ортаға әсерді бағалау (ҚОӘБ):** Экологиялық кодекс су объектілеріне ықтимал әсер ететін ірі жобалар үшін ҚОӘБ жүргізуді міндеттейді. Бұл бағалау су ластану қаупін зерттеуді және ұзақ мерзімді экологиялық әсерлерді болжауға арналған модельдеуді қамтуы тиіс.
   - **Мониторинг және есеп беру:** Кодекс су объектілеріне қатысты, әсіресе ластану тұрғысынан, тұрақты экологиялық мониторинг пен есептілікті жүргізуді талап етеді. Бұл ластаушы заттардың көздері, шоғырлануы және су объектілерінің экологиялық жағдайы бойынша зерттеулерді қамтиды.
   - **Ластануды шектеу:** Экологиялық кодекс су объектілерін ластайтын шығарындылар мен төгінділерді шектеудің құқықтық негізін белгілейді. Ол судағы ластаушы заттардың деңгейін бағалауға арналған мониторинг жүйелерін орнату талаптарын айқындайды.
   - **Суды ластануға мониторинг жүргізу:** Заң су объектілеріндегі ластану деңгейін анықтау үшін мониторинг жүргізуді көздейді. Сонымен қатар, ластануды азайтуға бағытталған алдын алу шараларының маңыздылығын атап көрсетеді.
   - **Қалдықтарды жоюды реттеу:** Кодексте су сапасына әсер етуі мүмкін өндірістік және тұрмыстық қалдықтарды басқару ережелері бар. Мұндай қалдықтардың су объектілеріне әсерін бағалау үшін ластануды модельдеу әдістері қолданылуы тиіс.
   - **Зерттеулер және есептер:** Заң су объектілерін тұрақты зерттеуді, ластану деректерін анықтауды және судың экологиялық сапасы бойынша егжей-тегжейлі есеп беруді талап етеді.

c. **Қазақстан Республикасының 2020 жылғы 7 шілдедегі № 360-VI «Халық денсаулығы және денсаулық сақтау жүйесі туралы» кодексі** (2025 жылғы 16 наурыздағы өзгерістерімен және толықтыруларымен) **және 2022 жылғы 21 мамырдағы № 122-VII «Қазақстан Республикасындағы биологиялық қауіпсіздік туралы» заңы (**2024 жылғы 8 маусымдағы өзгерістерімен және толықтыруларымен)
   - **Су сапасына зерттеулер:** Заң су объектілерін зерттеп, су көздері мен төгінді суларының қауіпсіздігі мен сапасын бағалауды талап етеді. **Ластануды бақылау шаралары:** Су көздерін ластауды бақылауға арналған нұсқаулықтар белгіленіп, судың сапасын тұрақты түрде сынақтан өткізу мен есеп беруді міндеттейді.

d. **Үкіметтің қаулылары мен бұйрықтары (әртүрлі)**
   Бұл қаулылар мен бұйрықтар Қазақстанда су ластануын мониторингтеу, зерттеу және модельдеу бойынша нақты техникалық регламенттер мен әдістемелерді белгілейді, мысалы:
   - «Қоршаған ортаның мемлекеттік мониторингі туралы» № 250 бұйрық (2021 ж.) – ауыр металдар, нитраттар және пестицидтер сияқты ластаушы заттарды қоса алғанда, су сапасына қатысты деректерді жинау, талдау және есеп беру бойынша нақты талаптарды белгілейді.
   - Су қорғау аймақтары туралы № 19-1/446 бұйрық (2015 ж.) – су объектілері айналасында ластанудың алдын алу шаралары міндетті түрде қолданылуы тиіс буферлік аймақтарды анықтайды.
   - Су тарту және төгу құрылғыларына арналған балықтарды қорғау құрылғыларына қойылатын талаптарды бекіту туралы № 221 бұйрық (2019 ж.) – осындай құрылғыларға қойылатын техникалық талаптарды белгілейді.
   - Шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау, мәдени-тұрмыстық мақсаттағы су пайдалану орындары мен су объектілерінің қауіпсіздігіне, сондай-ақ су көздеріне, су тарту орындарына қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптарды бекіту туралы № 26 бұйрық (2023 ж.) –
     4-параграф: Су объектілеріне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар;
     5-параграф: Су пайдаланылатын орындарда су қоймаларының жағалауын ластанудан қорғау талаптары;
     6-параграф: Санитариялық қорғау аймағы мен санитариялық қорғау белдеулеріне қойылатын талаптар.

e. **Су сапасының стандарттары мен ластануды бақылау жөніндегі нормативтер**
   - **Су сапасының стандарттары (санитариялық және гигиеналық нормативтер):** Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрлігі әзірлеген бұл стандарттар су объектілеріндегі ластаушы заттардың шекті жол берілетін концентрацияларын (ШЖК) белгілейді. Олар ластану бойынша зерттеулер мен модельдеулер жүргізу үшін негіз ретінде қолданылады.
     Ластану жүктемесін есептеу: Нормативтер су объектілеріндегі "ластану жүктемесін" модельдеуді де талап етеді. Бұл әртүрлі жағдайларда және уақыт өте келе ластаушы заттардың су сапасына қалай әсер ететінін болжауға мүмкіндік береді.

f. **Каспий теңізінің экологиялық басқаруы мен ластануды бақылау (аймақтық келісімдер)**
   - **Тегеран конвенциясы (Каспий теңізі):** Қазақстан Каспий теңізінің жағалауы бар мемлекет ретінде Тегеран конвенциясы мен оның хаттамаларына сәйкес ластануға қатысты зерттеулер мен модельдеулер жүргізуге міндетті: (i) Мұнай төгінділерін жою бойынша аймақтық дайындық, әрекет ету және ынтымақтастық хаттамасы («Ақтау хаттамасы»); (ii) Құрлықтағы көздер мен қызмет түрлерінен туындайтын ластанудан Каспий теңізін қорғау туралы хаттама («Мәскеу хаттамасы»); (iii) Биологиялық әртүрлілікті сақтау туралы хаттама («Ашғабат хаттамасы»); (iv) Трансшекаралық контексте қоршаған ортаға әсерді бағалау

туралы хаттама. Бұл міндеттемелер Каспий теңізіндегі ластану көздерін зерттеуді, ластаушы заттардың таралуын анықтауды және ластану деңгейін төмендетуге бағытталған іс-қимыл жоспарларын әзірлеуді қамтиды.

g. **Халықаралық ынтымақтастық және есеп беру міндеттемелері**

Қазақстан су ластануын мониторингтеу және модельдеу бойынша нұсқаулықтар беретін бірнеше халықаралық экологиялық келісімдердің қатысушысы болып табылады, атап айтқанда:

- **Биологиялық әртүрлілік туралы конвенция (CBD):** Бұл конвенция теңіз және тұщы су ресурстарын орнықты пайдалануды міндеттейді.
- **Сулы-батпақты алқаптар туралы Рамсар конвенциясы:** Негізінен сулы-батпақты жерлерге қатысты болғанымен, бұл конвенция су ортасында тіршілік ететін балықтарды қорғау тұрғысынан да маңызды.
- **Теңіз құқығы жөніндегі БҰҰ конвенциясы (UNCLOS):** Бұл конвенцияға сәйкес мемлекеттер теңіз ортасын қорғауға және сақтауға міндетті.
- **Жабайы фауна мен флораның жойылып кету қаупі төнген түрлерінің халықаралық саудасы туралы конвенция (CITES):** CITES теңіз жануарларының сирек түрлеріне зиян келтіруі мүмкін әрекеттерді реттеу арқылы су тарту инфрақұрылымына жанама әсер етуі мүмкін.
- **Кемелерден ластанудың алдын алу жөніндегі халықаралық конвенция (MARPOL):** MARPOL негізінен кемелерден болатын ластануға бағытталғанымен, қалдық төгінділері тұрғысынан су тарту құрылыстарына да әсер етуі мүмкін.
- **Құрлықтағы қызмет түрлерінен теңіз ортасын қорғауға арналған жаһандық іс-қимыл бағдарламасы (GPA):** Егер су тарту немесе төгу құрылғылары ластаушы заттардың таралуына немесе теңіз ортасына зиян келтіретін болса, олар тексеруге жатады.
- **Ғаламдық экологиялық қор (GEF)** және басқа да халықаралық ұйымдар су сапасын бақылау, ластану бойынша зерттеулер мен есептіліктер жүргізуге қатысты ұлттық нормативтерге ықпал етеді.

4.2. Құқықтық талаптарға негізделген ұсыныстар

Ұлттық және халықаралық нормативтік базаға (4.1-тарауды қараңыз), әдеби шолуға және осы зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, келесі ұсыныстар мен оларды іске асыру мерзімдері белгіленді.
Теңіз ортасына тазартылған өндірістік ағын суларды төгу олардың су сапасына, түбіндегі шөгінділерге және осы зерттеу барысында анықталған теңіз гидробиологиясының бастапқы жағдайына әсерін түсіну үшін FEED/жобалау және құрылысқа дейінгі кезеңдерде/ҚОӘБ кезеңдерінде мұқият бағалануы тиіс. Бұл су сапасына (теңіз суының гидрохимиялық, гидрофизикалық параметрлері), түбіндегі шөгінділерге және тиісінше теңіз гидробиологиясына тазартылған ағын сулардың ықтимал әсерін бағалау үшін **тұндыру және көппараметрлік модельдеуді жүргізуді** қамтиды.

Балықтарды қорғау құрылғылары ұлттық және халықаралық құқықтық стандарттарға сәйкес жобаланып, іске асырылуы тиіс су тарту құрылғыларына ерекше назар аудару қажет [2]. Балықтарды қорғау құрылғыларын жобалау кезінде **"су тарту құрылыстарына арналған балық өсіру-биологиялық негіздеме"** әзірлеу қажет. [3], онда таңдалған балық қорғау

2 (i) ҚР Ауыл шаруашылығы министрінің 2019 жылғы 31 мамырдағы № 221 бұйрығы «Су тарту және төгу құрылыстарының балықтарды қорғау құрылғыларына қойылатын талаптарды бекіту туралы», (ii) ҚР Экологиялық кодексінің 273-бабы (үздік тәжірибе ретінде қолданылады), (iii) халықаралық конвенциялар талаптары (жоғарыдағы 4.1-тарауды қараңыз).
3 СП 3.04-110-2014 «Тіреу қабырғалары, кеме шлюздері, балық сатылары (өткізу) және балықтарды қорғау құрылыстары».

құрылғысының түрі, олардың орналасуы (балықтардың негізгі миграциялық жолдарына байланысты), құрылғылардың жұмыс тәртібі және басқа да аспектілер негізделуі тиіс. Аталған "негіздеме" балықтарды қорғау құрылғыларын таңдау сатысында дайындалып, кейін жеке тәртіппен Қазақстан Республикасының Балық шаруашылығы комитетіне қарау және бекіту үшін ұсынылуы тиіс. "Негіздеме" әдеби деректерге шолу, осы зерттеудің бастапқы нәтижелері және жоғарыда сипатталғандай модельдеу негізінде әзірленуі керек. Құрылғылардың жұмыс істеу кезеңінде олардың тиімділігіне мониторинг жүргізу және қажет болған жағдайда зиянды әсерді азайту шараларын қайта қарау талап етіледі. Атап өту керек, теңіздегі бастапқы тіршілік ортасына жүргізілген зерттеу шеңберінде (20 сынама алу нүктесімен ықтимал Жоба әсер ету аймағы, 2-суретті қараңыз) балықтардың негізгі көшу жолдары анықталмаған.

Осы бастапқы зерттеу нәтижелеріне сәйкес, зерттеу учаскесіндегі теңіз түбі негізінен тасты, бұл су тарту және төгу құрылыстарын салу кезеңінде белгілі бір қиындықтар туындатуы мүмкін. Каспий теңізінің су қорғау аймақтарында құрылыс, түбін тереңдету және жару жұмыстарына тыйым салынатынын және **кез келген түбін тереңдету немесе жару жұмыстарын бастамас бұрын уәкілетті органдардан[4] арнайы рұқсат алу қажет екенін ескеру қажет.** Құрылыс жұмыстары барысында тиісті залалды азайту шаралары (уәкілетті орган рұқсат құжатында айқындап, ұсынатын) іске асырылуы тиіс.

Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексіне (186-бап және 280-бап – үздік тәжірибе ретінде) сәйкес, Қазақстанда, әсіресе Каспий теңізінде жұмыс істейтін компаниялар нысандардың құрылыс және пайдалану кезеңдерінде шығарындының әсерін, сондай-ақ теңіз ортасы мен биологиялық ресурстардың жай-күйін мониторингтеуге міндетті.

Пайдалану кезеңінде қоршаған орта параметрлеріне кемінде бір жыл көлемінде тұрақты мониторинг жүргізу міндетті. Операциялық мониторинг шеңберінде тазартылған өндірістік ағын сулардың фитопланктонға, зоопланктонға және балық түрлеріне тигізетін әсерін бағалау[5] ұсынылады. Бұл балық ресурстарына келетін залалдың шекті деңгейін (мысалы, өлімге әкелетін шоғырлану) неғұрлым нақты анықтауға мүмкіндік береді. Айта кету керек, залалды есептеу, негізінен, кәсіптік, әуесқойлық маңызы бар, сондай-ақ сирек және Қызыл кітапқа енгізілген балық түрлері үшін жүзеге асырылады. Алайда, зерттеу аймағында Қызыл кітапқа енген немесе жойылып кету қаупі бар балық түрлері анықталмағандықтан, ҚОӘБ кезеңінде[6] бастапқы залал есебі негізінен кәсіптік маңызы бар балық түрлеріне қатысты жүргізіледі.

Пайдалану кезеңінде қоршаған орта мониторингінің одан әрі қажеттілігі мен орындылығы кемінде бір жылдық мониторинг нәтижелерін талдау және бағалау негізінде ғана айқындалады және ол ұлттық және халықаралық талаптарға (жоғарыдағы 4.1-тарауды қараңыз) сүйенуі тиіс.

4 ҚР Экологиялық кодексінің 223-бабы, 1-тармағы, 3-тармақшасы
5 ҚР Экологиялық кодексінің 72-бабы, 4-тармағы, 1-тармақшасына сәйкес, әсерді бағалау және келтірілген залалды есептеу жүргізілуі тиіс. Балық ресурстарына келтірілген залалды бағалау қажеттілігі 2004 жылғы 9 шілдедегі № 593-II «Жабайы жануарлар дүниесін қорғау, көбейту және пайдалану туралы» ҚР Заңының 17-бабымен де реттеледі.
6 Бастапқы залалды есептеу ҚОӘБ деңгейінде 2017 жылғы 21 тамыздағы № 341 «Шаруашылық қызмет нәтижесінде, оның ішінде болдырмауға болмайтын жағдайда, балық ресурстары мен басқа да су жануарларына келтірілген залалды өтеу мөлшерін есептеу әдістемесін бекіту туралы» бұйрыққа сәйкес жүргізілуі тиіс.

Төмендегі 4.2.1-кестеде ұсынылған іс-шаралар мен оларды іске асыру кезеңдері көрсетілген. Бұл кесте жоба кезеңдерінің әрқайсысында қандай шаралар қабылдануы қажет екенін нақты көрсетеді және тазартылған ағын сулардың төгілуінен болатын экологиялық әсерді азайту мен заң талаптарына сәйкестікті қамтамасыз етуге бағытталған.

4.2.1-кесте. Ұсынылған іс-шаралардың жиынтық кестесі

Іске асыру кезеңі	Іс-шаралар/Ұсынымдар
Құрылысқа дейінгі кезең	Тазартылған өндірістік ағын суларды (ТӨАС) төгудің түбіндегі шөгінділер мен теңіз гидробиологиясына әсерін бағалау мақсатында, осы зерттеу барысында алынған бастапқы деректер мен ТӨАС-тың гидрохимиялық және гидрофизикалық параметрлерін пайдалана отырып, олардың **шөгу процесін модельдеу.**
Құрылысқа дейінгі кезең	Тазартылған өндірістік ағын сулардың төгілуінің бастапқы гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық параметрлерге ықтимал әсерін бағалау үшін судың температурасы, мөлдірлігі, тұздылығы, лайлылығы және химиялық заттардың таралу динамикасы бойынша **көппараметрлі модельдеу** жүргізу қажет. Су сапасына, фитопланктонға, зоопланктонға және балық түрлеріне әсерін бағалау үшін ТӨАС-тың гидрохимиялық және гидрофизикалық сипаттамаларын осы зерттеу барысында алынған бастапқы деректермен бірге пайдалану керек.
Құрылысқа дейінгі кезең	**Су тарту құрылыстарына арналған балықтарды қорғау** құрылғыларын ұлттық және халықаралық құқықтық талаптарға сәйкес жобалау және "су тарту құрылыстарына арналған балық өсіру-биологиялық негіздеме"дайындау қажет.
Құрылысқа дейінгі кезең	Тазартылған өндірістік ағын сулардың төгілуінің су сапасына, фитопланктонға, зоопланктонға және балық түрлеріне **экологиялық әсерін бағалау қажет.** Құрылыс және пайдалану кезеңдерінде ықтимал әсерлердің алдын алу немесе оларды барынша азайту үшін залалды болдырмау және азайту **шараларын ұсыну керек.**
Құрылысқа дейінгі кезең	Каспий теңізінің су қорғау аймақтарында кез келген **түбін тереңдету және/немесе жару жұмыстарын** бастамас бұрын тиісті уәкілетті органдардан **арнайы рұқсат алу** қажет.
Құрылыс кезеңі	Гидрофизикалық, гидрохимиялық және гидробиологиялық параметрлер бойынша **тұрақты мониторинг жүргізу қажет.** Құрылыс жұмыстары, соның ішінде түбін тереңдету немесе жару

Іске асыру кезеңі	Іс-шаралар/Ұсынымдар
	жұмыстары, су қорғау аймақтарында тек рұқсат/лицензияда көрсетілген шектеулерге сәйкес жүзеге асырылуы тиіс[7].
Пайдалану кезеңі	**Балықтарды қорғау құрылғыларының тиімділігіне тұрақты мониторинг жүргізу** және қажет болған жағдайда **балық ресурстарына келтірілген залалды қайта бағалап**, өтемақы мөлшерін қайта есептеу қажет.
Пайдалану кезеңі	Теңіз биологиялық ресурстарының жай-күйі мен экологиялық әсерді бағалау мақсатында **тұрақты экологиялық мониторинг** жүргізу қажет. Алғашқы мониторинг нәтижелерін талдағаннан кейін, бақылау жиілігіне түзетулер енгізілуі тиіс.

[7] Бұл Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 14 шілдедегі № 250 бұйрығында, «I және II санаттағы объектілер үшін өндірістік экологиялық бақылау бағдарламасын әзірлеу қағидаларын, ішкі есеп жүргізуді, өндірістік экологиялық бақылау нәтижелері бойынша мерзімді есептерді қалыптастыру мен ұсыну тәртібін бекіту туралы» (2025 жылғы 25 наурыздағы өзгерістерімен) белгіленген.
Есептер тоқсан сайын ұсынылуы тиіс.

5. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1	Каспий теңізі омыртқасыздарының атласы, ред. Я.А. Бирштейн, Л.Г. Виноградов, Н.Н. Кондаков, М.С. Кун, Т.В. Астахова, Н.Н. Романова. М.: Тамақ өнеркәсібі, 1968, 414 б.
2	Дементьева Т.Ф. (1939). Теңіздегі таралуы мен табан балығының көші-қон қозғалысы // Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография институтының материалдары, Т.10, 83–128 б.
3	Журавлева Г.Ф., Магзанова Д.К. (2013). Каспий гобийлерінің (Neogobios fluviatilus) морфофизиологиялық сипаттамасы балық популяциясының бейімделу мүмкіндіктерінің көрінісі ретінде // Табиғи ғылымдар, №2 (43), 120–123 б.
4	Журавлева О.Л., Иванова Л.А. (2001). Уылдырық шашу жағдайлары мен кәсіптік аулаудың әсерінен Еділ өзені бекіресінің уылдырық шашатын популяциясының жас және жыныстық құрылымындағы өзгерістер // Каспий теңізіндегі балық шаруашылығы зерттеулері. 2000 жылғы зерттеу нәтижелері. Астрахань: Каспий ғылыми-зерттеу балық шаруашылығы институтының баспасы, 172–179 б.
5	Иванов В.П. (2000). Каспий теңізінің биологиялық ресурстары. Астрахань: Каспий ғылыми-зерттеу балық шаруашылығы институтының баспасы, 100 б.
6	Иванов В.П., Комарова Г.В. (2012). Каспий теңізінің балықтары (жүйелеу, биология, балық шаруашылығы). Астрахань: Астрахань мемлекеттік техникалық университетінің баспасы, 256 б.
7	Казаньчеев Ю.Н. (1981). Каспий теңізінің балықтары. М.: Наука, 168 б.
8	Канатиев С.В., Асейнова А.А. (2014). Каспий тұлқасы Clupeonella cultriventris caspia (Svetovidov, 1941) популяциясының қазіргі жағдайы және оны Каспий теңізінде шаруашылықта пайдаланудың перспективалары // Ішкі су қоймаларының биоресурстарының қазіргі жағдайы. Халықаралық қатысумен өткен II Бүкілресейлік конференция материалдары, 2014 ж. 6–9 қараша, Борак, Ресей. Екі томдық. POLYGRAPH-PLUS. 2-том, 232–236 б.
9	Камелов А.К. (2023). Жайық–Каспий бассейнінің бекіре тұқымдас балықтары. Монография, Атырау, NCOC баспасы, 268 б.
10	Камелов А.К., Морузи И.В. (2019). Каспий теңізінің қазақстандық секторындағы биоресурстар мен балық шаруашылығының жағдайы // Балық шаруашылығы, №2, 44–49 б.
11	Камелов А.К., Сокольский А.Ф., Алпейсов С.А. (2005). Орыс бекіресі популяциясының қазіргі жағдайы және оны Жайық–Каспий бассейнінде қалпына келтіру жолдары. Алматы: "Бастау" баспасы, 208 б.
12	Карпинский М.Г. (2002). Орта және Оңтүстік Каспий теңізінің бентостарының экологиясы. Биология ғылымдарының докторы ғылыми дәрежесін алу үшін диссертация. Мамандығы: 03.00.18. Мәскеу.
13	Киселевич К.К. (1927). 1927 жылғы көктемгі балық аулау маусымының нәтижелері туралы // Наш край [Астрахань губерниялық жоспарлау комитетінің басылымы], №3, 9–28 б.
14	Лепилина И.Н., Власенко А.Д., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А., Чаплыгин В.А. (2020). Каспий теңізі алабындағы бекіре тұқымдас балықтардың таралуы, саны, қоры және аулауы // Астрахань мемлекеттік техникалық университетінің 90 жылдығына арналған 64-ші халықаралық ғылыми конференция. 2020 ж. 20–25 сәуір. Астрахань мемлекеттік техникалық университетінің баспасы. http://astu.org/Content/Page/5833
15	Ловецкая А.А. (1951). Каспий тұлқасы және оны аулау. М.: Пищепромиздат, 45 б.

16	Лозинов А.Б. (1953). Көміртек тотығының жас бекіре балықтарының тыныс алуына және өсуіне әсері. Зоологиялық журнал, №32, 16 б.
17	Мейен В.А. (1940). Солтүстік Каспий теңізі табандары аналықтарының аналық бездеріндегі өзгерістердің жылдық циклі // Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография ғылыми-зерттеу институтының материалдары. 11-том: Солтүстік Каспийдің табандары. 2-бөлім, 99–114 б.
18	Полянинова А.А. (1979). Солтүстік Каспий теңізіндегі бекіре және қарабекіре балықтарының тәуліктік қоректену мөлшері мен рационы // КСРО су айдындарында бекіре шаруашылығын дамытудың биологиялық негіздері. М.: Наука, 170–180 б.
19	Приходько Б.И. (1975). Каспий теңізіндегі шпроттар және олардың популяциясы // Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография ғылыми-зерттеу институтының материалдары. 108-том, 144–153 б.
20	Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. (1968). Каспий теңізінің балдырлары. М.: Наука баспасы, 292 б.
21	Парицкий Я.А., Асейнова А.А., Разинков В.П., Помогаева Т.В. (2018). Каспий тұлқасын аулаудың қазіргі жағдайы және дамуының перспективалары // Астрахань мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. Балық шаруашылығы сериясы, №1, 69–75 б.
22	Световидов А.Н. (1952). Майшабақтар. КСРО фаунасы, 2-том, 1-басылым, 331 б.
23	Смирнов А.Н. (1952). Каспий теңізінің Бражников майшабағы. Баку: Әзербайжан КСР Ғылым академиясының баспасы, 246 б.
24	Чугунов Н.Л., Чугунова В.И. (1964). Азов теңізі бекірелерінің салыстырмалы балық шаруашылығы-биологиялық сипаттамасы // Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография ғылыми-зерттеу институтының материалдары. 52-том, 87–182 б.
25	Чугунова Н.И. (1959). Балықтардың жасын және өсуін зерттеу жөніндегі нұсқаулық. М.: КСРО Ғылым академиясы, 164 б.
26	Чугунова Н.И. (1940). Табан балығының жасын қабыршақ арқылы анықтау әдістемесі туралы (белгіленген балықтардың қабыршақтарын зерттеу негізінде) // Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография ғылыми-зерттеу институтының материалдары. 11-том: Солтүстік Каспийдің табан балығы. 2-бөлім, 75–98 б.
27	Яблонская Ю.А. (2007). Каспий теңізінің биологиясы. М.: Бүкілресейлік балық шаруашылығы және океанография ғылыми-зерттеу институты, 142 б.

Қосымша 1

Жабайы жануарлар ресурстарын пайдалану рұқсаты (кәсіптік балық аулау, әуесқойлық балық аулау, ғылыми-зерттеу мақсатындағы балық аулау, мелиорациялық балық аулау, өсімін молайтуға арналған балық аулау)

Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігі

"Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігінің Балық шаруашылығы комитеті" республикалық мемлекеттік мекемесі

Астана қ., Мәңгілік Ел Даңғылы, № 8 үй

Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан

Республиканское государственное учреждение "Комитет рыбного хозяйства Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан"

г.Астана, Проспект Мангилик Ел, дом № 8

Номер: KZ24VEP00163146

Дата выдачи: 16.10.2023 г.

РАЗРЕШЕНИЕ
на пользование животным миром
(промысловый лов, любительский (спортивный) лов,
научно-исследовательский лов, мелиоративный
лов, лов в воспроизводственных целях)

Выдано: Товарищество с ограниченной ответственностью "Казэкопроект"

Вид пользования: научно-исследовательский лов

Цель изъятия: проведение научных исследований по оценке состояния животного мира

Наименование водоема и (или) участка Каспийское море, Мангистауская область, участок "Курык"

Способы изъятия: Отлов

Ответственные лица за использование разрешения:

1. КАЛДЫБАЕВ САЛАУАТ КУАТОВИЧ
2. АЛТУРЕЕВ БАХЫТ БИСЕНБАЕВИЧ

Количество объектов, планируемых для изъятия из среды обитания:

№ п/п	Наименование объектов	Количество (килограмм, тонн, особей)
1	Вобла	100
2	Лещ	100
3	Судак	40
4	Кутум	40
5	сельди (пузанок, бражниковская, черноспинка)	60
6	Килька	20
7	Кефаль	30

Сроки изъятия с 20.10.2023 г. по 30.06.2024 г.

Район (территория) и границы участка предполагаемого изъятия: Мангистауская область

Орудия изъятия:

Наименование орудия изъятия	Количество штук
Объячеивающие орудия лова: сети ставные и плавные	24
Тралящие орудия лова: тралы и волокуши	4

Плавательные средства:

Название судна	Количество штук
Научно-исследовательское судно "Зайсан"	1
Научно-исследовательское судно "Акку"	1

Плавательные средства:

Название судна	**Количество штук**

Уполномоченное лицо: Бахиянов Аян Кайратович

Заместитель председателя

Қосымша 2

Кефаль балығы мысалында балық популяциясын есептеу әдісі

Бір уақыт бірлігіне шаққандағы бір аулауға тиесілі түрдің орташа шоғырлануының салыстырмалы көрсеткіші (мысалы, тралдау сағатына шаққандағы дарақ саны) теңіздегі жас және ересек балықтар популяциясын сипаттайтын мән ретінде қолданылады. Балық қорының заманауи есептеу әдістері олардың абсолютті саны туралы мәліметті қажет етеді. Қоректену аймақтарындағы балықтардың абсолютті популяция мөлшері **тікелей санау әдісі**не негізделіп есептеледі (Месятцев және т.б., 1935; Аксютина, 1968; Русс, 1938; Строганов, 1979; Белоголова, 2008).

Осылайша, теңіздегі балықтардың абсолютті популяция мөлшері (*N*) жылжытылған аудан әдісімен бағаланады. Бұл әдісте 1 сағат тралдау кезіндегі орташа аулау мөлшері (n_i), балықтардың таралу аймағы (S_i), тралмен қамтылған аудан (*s*) және тралдың аулау тиімділік коэффициенті (*K*) ескеріледі (Аксютина, 1968; Кушнаренко, 2003):

$$N = \sum n_i S_i / sK.$$

Жалпы биомасса келесі формула бойынша есептеледі:

$$\mathbf{B = N\hat{w},}$$

мұндағы: N – есептелген популяция мөлшері (млн дана),
ŵ – дарақтардың орташа салмағы (г).

Каспий тұлқасы, теңіз майшабақтары, құм шөжігі (sand smelt) сияқты теңіз балықтарының популяциясы мен биомассасын есептеу жоғарыда көрсетілген формулаларға сәйкес жүргізіледі. Бұл ретте пелагикалық түрлерге (Каспий тұлқасы, теңіз майшабақтары, құм шөжігі) арналған аулау тиімділік коэффициенттері (Sudakova ред., 2011 ж. «Қорларды бағалау әдістері...») және гобийлерге арналған коэффициенттер (Stepanova, 1998) пайдаланылады.

Бекіре тұқымдас балықтардың теңіздегі популяциясы маусымдық теңіздік желбезек торы және трал зерттеулері нәтижелері бойынша есептеледі.

Балық популяциясын сандық бағалау келесі формуламен жүзеге асырылады:

$$\mathbf{N = Sx/Kg,}$$

мұндағы:
N – популяцияның сандық бағасы (млн дана),
S – балықтардың таралу аймағы (м²),
g – бір аулау кезінде қамтылған аудан (м²),
K – аулау құралдарының тиімділік коэффициенті,
x – бір тралдау немесе бір желбезек торын тастау кезіндегі орташа аулау (дарақ саны).

Каспий теңізіндегі бекіре тұқымдас балықтардың биомассасы есептелген популяция мөлшері мен дарақтардың орташа салмағының көбейтіндісі ретінде есептеледі (Қорларды бағалау әдістері... Sudakova ред., 2011):

$$\mathbf{B = N\hat{w},}$$

мұндағы: N – есептелген популяция мөлшері (млн дана),

ŵ –дарақтардың орташа салмағы (кг).

Осылайша, кефаль балығы үшін:

Ауланған балық саны: 1 дана
Тралмен қамтылған аудан: 8,15 км²
Аулау тиімділік коэффициенті (K): 0,25
Желбезек торын тастау саны: 5
Кефальдің дарақ салмағы: 560 г

Салыстырмалы популяция мына формула бойынша есептеледі:

$N_{relative}$ = (8.15*(1/5))/0.25*1000 = 6,520 дарақ.

Салыстырмалы популяция келесідей болады:

$N_{absolute.}$ = 6,520/8.15 = 800 дарақ/км²

Биомасса келесідей есептеледі:

B = 800 дарақ/км² × 0,00056 т = 0,448 т/км²

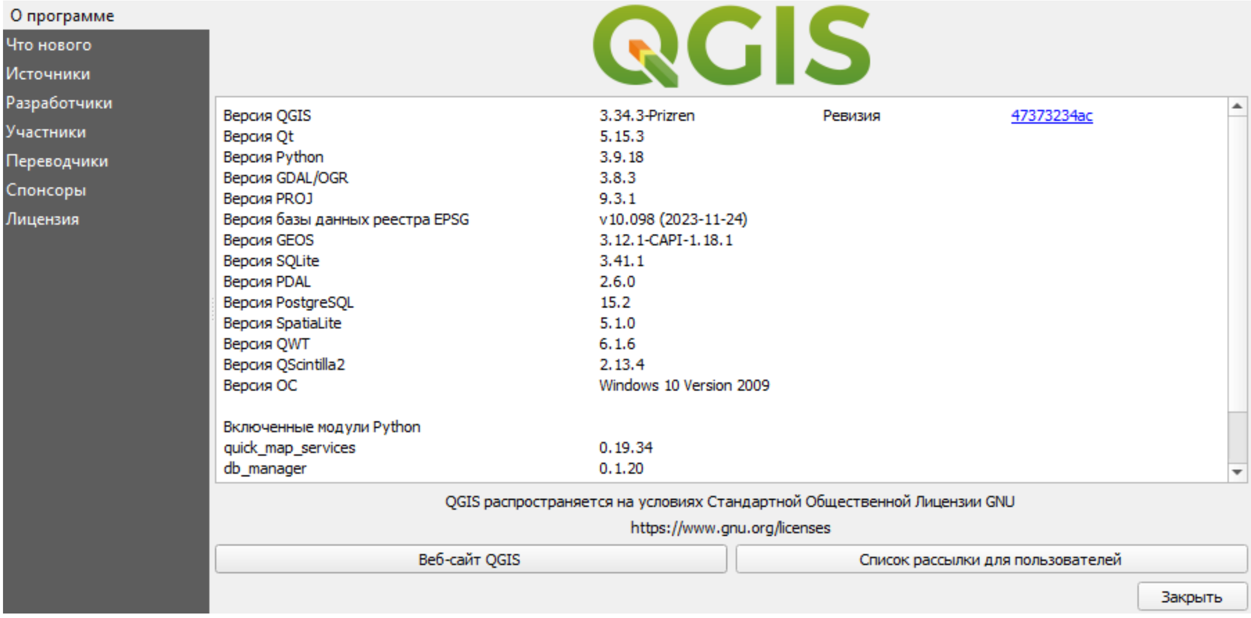
Пайдаланылған әдебиеттер

1. З.М. Аксютина (1968). Биологиялық және балық шаруашылығы зерттеулеріндегі байқау нәтижелерін математикалық бағалау элементтері. М.: Пищевая промышленность, 288 б.
2. Л.А. Белоголова (2008). Солтүстік Каспий теңізіндегі жартылай анадромды балықтардың шабақ өнімділігін анықтау әдістері. Каспий теңізі алабының биоресурстарын сақтау мен қалпына келтіру мәселелеріне кешенді көзқарас. Астрахань, 41–46 б.
3. А.И. Кушнаренко (2003). Солтүстік Каспий балықтарын сандық есепке алудың экологиялық және этологиялық негіздері. Астрахань, 180 б.
4. И.И. Месятцев, С.Г. Зуссер, Ю.В. Мартинсен, А.К. Резник (1935). Балық қоры және аулау қарқындылығы. Балық шаруашылығы журналы №3, 5–19 б.
5. Каспий теңізі алабының су биоресурстарын басқару мақсатында олардың қорын бағалау, жалпы рұқсат етілген аулау және ықтимал аулау көлемдерін анықтау әдістері // ред. Г.А. Судакова (2011). Астрахань, Каспий ғылыми-зерттеу балық шаруашылығы институты, 119 б.
6. Т.С. Русс (1938). 1934 жылы Каспий теңізінің солтүстік бөлігінде балық шабақтарының сандық таралуын зерттеу. Зоологиялық журнал, 17-том, 4-басылым, 687–694 б.
7. Т.Г. Степанова (1998). Солтүстік Каспий экожүйесінің элементі ретінде гобийлер, олардың биологиясы және маңызы. Биология ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияның авторефераты, Астрахань, 23 б.
8. А.А. Строганов (1979). Балықтардың таралу карталарын жасау әдісі. КСРО ішкі су айдындарында жұмыс істейтін бекіре шаруашылықтарының Бүкілодақтық конференциясы. Баяндамалар, 244–245 б.

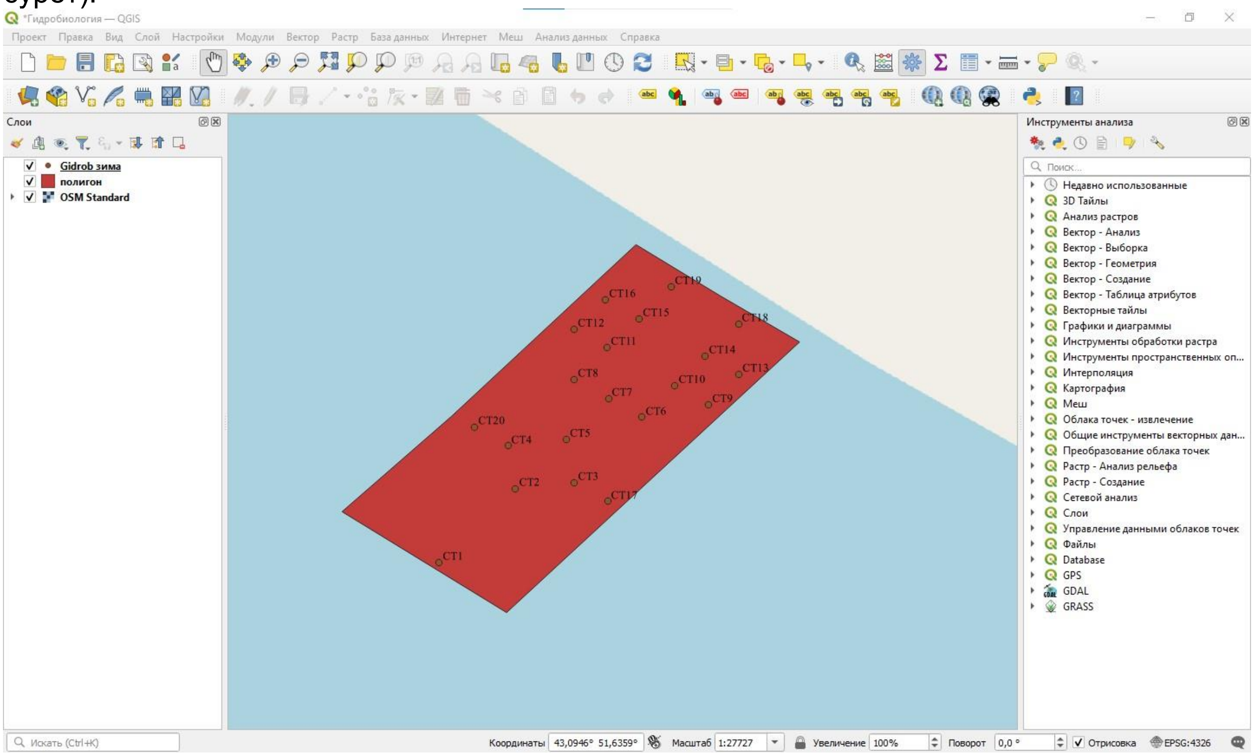
Қосымша 3

Орта Каспий теңізіндегі жоспарланған құрылыс аймағында қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының таралу карталарын дайындау кезінде QGIS 3.34 бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып кеңістіктік интерполяция әдісі

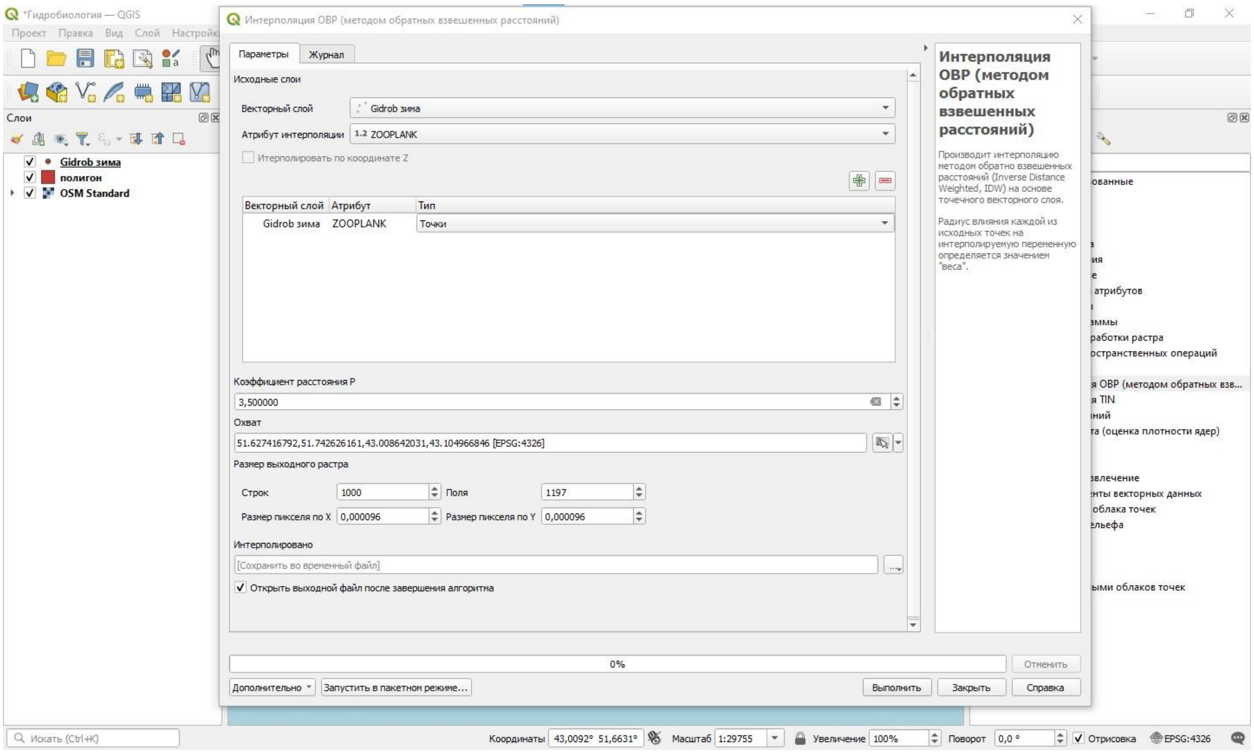
Орта Каспий теңізіндегі жоспарланған құрылыс аймағында қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының таралу карталарын дайындау кезінде QGIS 3.34 бағдарламалық жасақтамасы қолданылды (1-сурет).



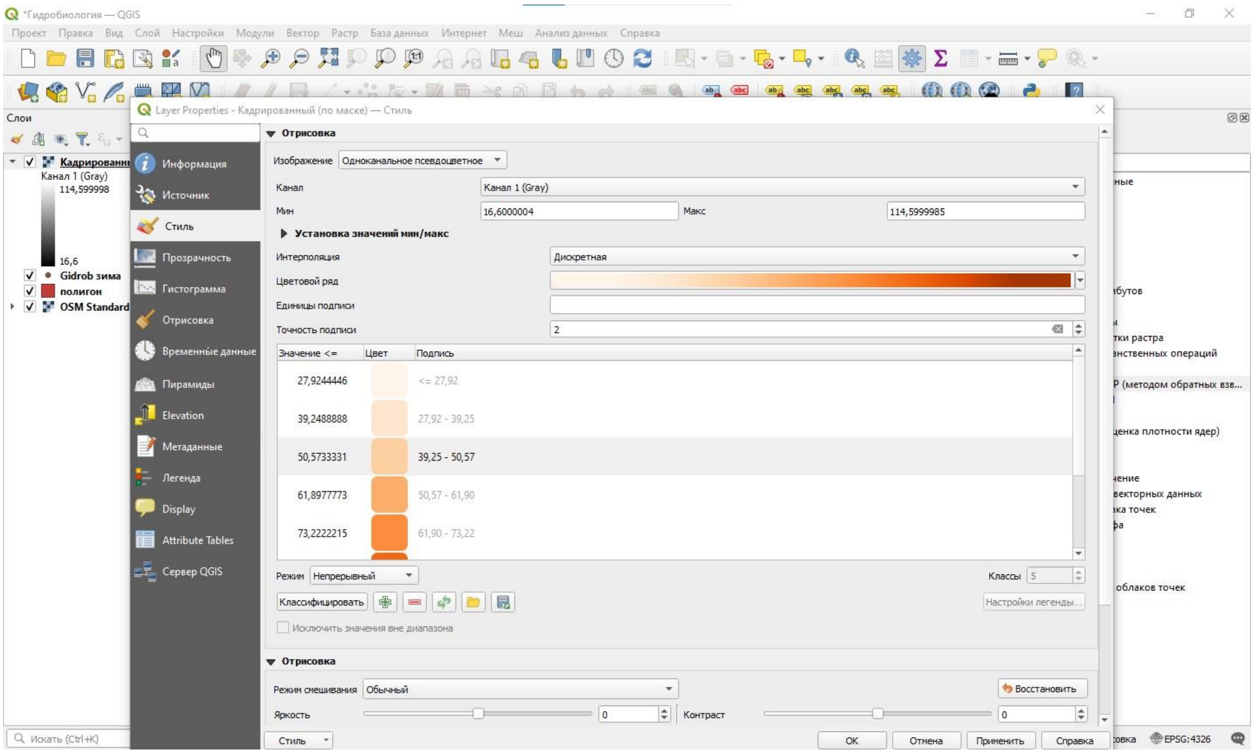
Жоспарланған құрылыс аймағының полигонын құру үшін барлық бекеттердің координаттары бағдарламаға енгізіліп, одан әрі полигонның шекаралары сызылды (2-сурет).



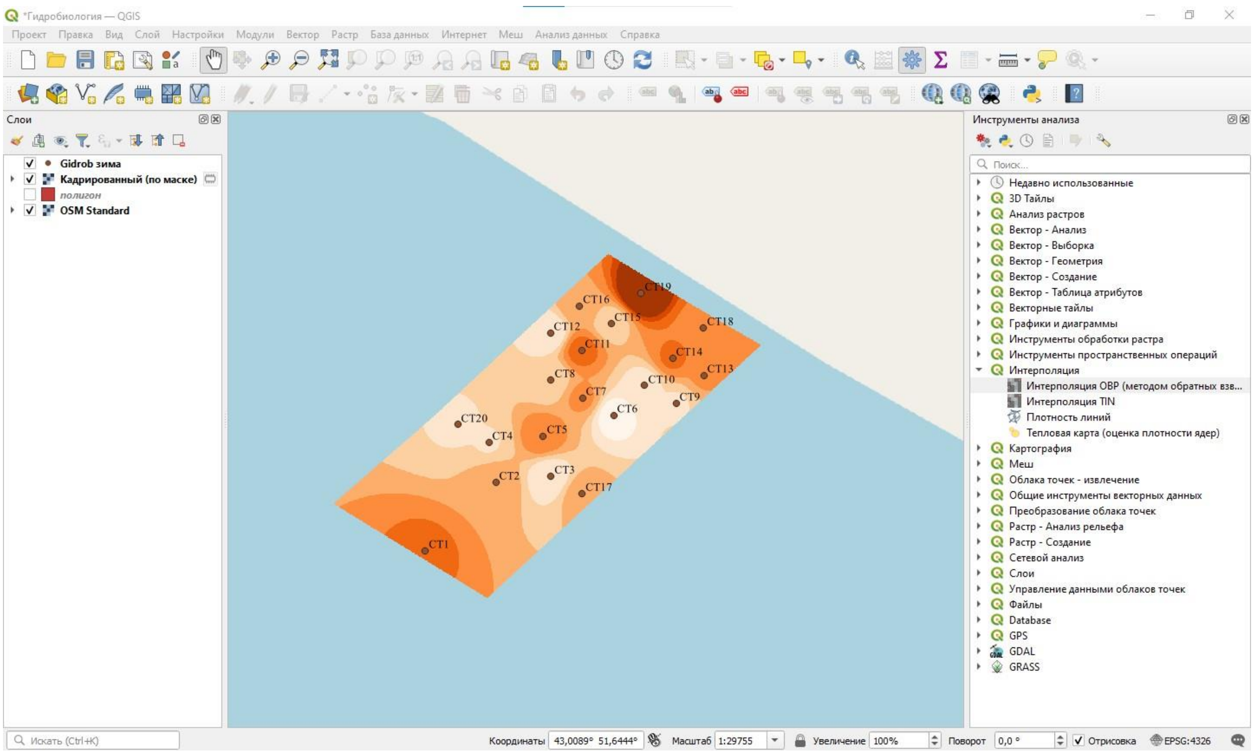
Қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының таралуын салыстырмалы бағалау үшін олардың биологиялық ерекшеліктері мен биологиялық материалдарды жинау әдістеріне байланысты келесі көрсеткіштер қолданылды: фитопланктон мен зоопланктон үшін – мг/м³; зообентос үшін – г/м²; бекіре тұқымдастар үшін – бір тор лақтырудағы дарақ саны; гобийлер үшін – бір сағат тралдаудағы дарақ саны және т.б. Әрбір бекеттен зерттеу барысында алынған қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының әрбір түрі бойынша деректер бағдарламадағы арнайы қабаттарға енгізілді. Келесі кезеңде деректер көрсетілген параметрлермен (қашықтық коэффициенті мен шығыс растр өлшемі) кері қашықтыққа негізделген интерполяция (inverse distance weighted interpolation) әдісі арқылы интерполяцияланды (3-сурет).



Кеңістіктік интерполяциядан кейін бағдарламада таралу картасының стилі (түстік схема, қаріп және мәндер ауқымы) жасалды (4-сурет).



Интерполяция аяқталғаннан кейін бағдарлама белгіленген параметрлер мен таңдалған стиль бойынша қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының салыстырмалы таралуының интерполяцияланған картасын жасайды (5-сурет).



Алынған интерполяцияланған таралу картасы жоспарланған құрылыс учаскесінің ендігі мен бойлығын көрсететін географиялық координаталар торымен жабдықталған макетке орналастырылады және қорек организмдері мен су биологиялық ресурстарының таралу ауқымын көрсететін, түстік сызбаға сәйкес аңызбен (легендамен) толықтырылады (6-сурет).