



საქართველოს გარემოსა დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო  
სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო

# შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ბიომრავალფეროვნება

## ანგარიში

მეთევზეობის, აკვაკულტურისა და წყლის  
ბიომრავალფეროვნების დეპარტამენტი

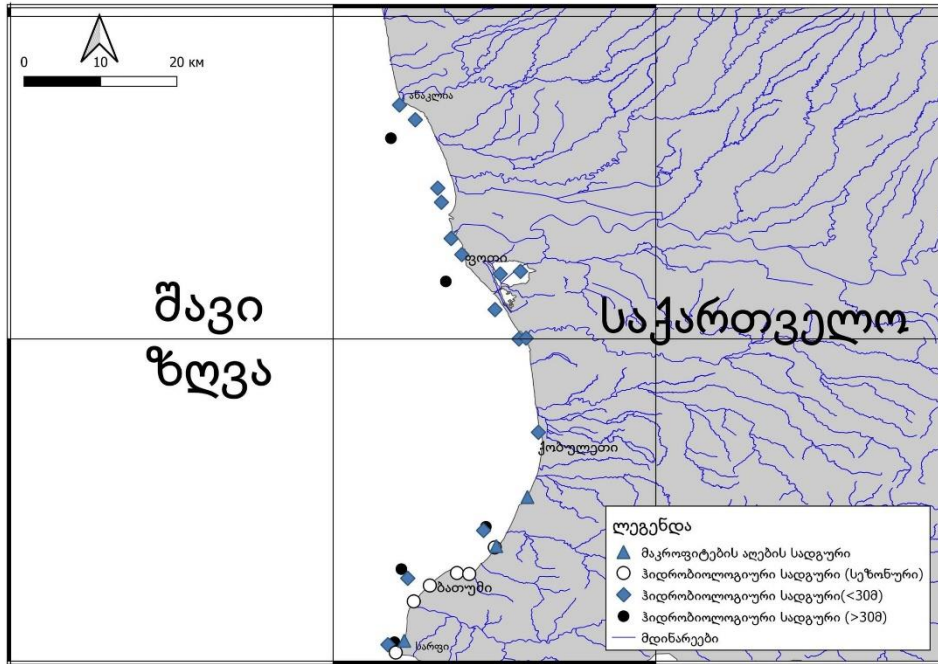
ბათუმი, 2023

# შინაარსი

შესავალი.....	2
ფიტოპლანქტონი.....	2
მასალა და მეთოდი.....	3
ფიტოპლანქტონის ბიომრავალფეროვნება .....	4
ზოოპლანქტონი .....	10
მასალა და მეთოდი.....	10
ზოოპლანქტონის ბიომრავალფეროვნება .....	10
მაკროფიტობენტოსი.....	12
მასალა და მეთოდი.....	13
მაკროფიტების ბიომრავალფეროვნება .....	13
მაკროფიტების მორფოფუნქციონალური პარამეტრები. ....	14
მაკროზოობენტოსი .....	16
მასალა და მეთოდები.....	17
მაკროზოობენტოსის ბიომრავალფეროვნება .....	18
მაკროზოობენტოსის რაოდენობრივი მაჩვენებლების დინამიკა .....	21
ბენტოსური ჰაბიტატების განაწილება შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო აკვატორიაში.....	22
შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს საკვლევე აკვატორიის ეკოლოგიური სტატუსის შეფასება .....	24
ლიტერატურა.....	26

# შესავალი

შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და კონტინენტური შეღვის ბიომრავალფეროვნების შესწავლისა და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების მიზნით სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს მეთევზეობის, აკვაკულტურისა და წყლის ბიორავალფეროვნების დეპარტამენტის მიერ 2022 წელს განხორციელდა ბიოლოგიური მონიტორინგი ყოველთვიური და სეზონური დაკვირვების სადგურებზე. კვლევები ასევე განხორციელდა გონიო-ანაკლიის აკვატორიის 6 არეალის 12 საზღვაო სადგურზე და კლდოვანი სანაპიროს სამ სადგურზე (სურ.1).



სურ. 1. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს მონიტორინგის სადგურები

შესწავლილი იქნა წყლის პლანქტონური და ფსკერული თანასაზოგადოება, განისაზღვრა ფიტოპლანქტონის, ზოოპლანქტონის, მაკროფიტების, მაკროზოოპლანქტონის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. სხვადასხვა ინდიკატორების გამოყენებით განხორციელდა საკვლევო აკვატორიის ეკოლოგიური სტატუს კლასის შეფასება.

## ფიტოპლანქტონი

ფიტოპლანქტონი (მიკროწყალმცენარეები) წარმოადგენს პლანქტონური ბიოცენოზის კვებითი ჯაჭვის საფუძველს, აქტიურად მონაწილეობს წყლის ხარისხის ფორმირებაში და მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ზღვის ეკოლოგიურ მდგომარეობას. ფიტოპლანქტონის ცალკეული ჯგუფები და სახეობები ბიოლოგიურ ინდიკატორებს წარმოადგენენ როგორც წყლის ჩარჩო, ასევე საზღვაო სტრატეგიის ჩარჩო დირექტივების შესაბამისად, მათი რაოდენობრივი თუ ხარისხობრივი მახასიათებლების შესწავლით შესაძლებელია წყალსატევის მდგომარეობის შეფასება.

შავი ზღვის პლანქტონური ალგოფლორა (წყალმცენარეებია) დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. მასში გაერთიანებულია, როგორც მარილიანი და მომლამო წყლებისათვის დამახასიათებელი, ასევე ბენტო-პლანქტონური ფორმები. ყოველწლიურად, რეგიონული მასშტაბით, შავი ზღვის ფიტოპლანქტონის სახეობრივი ნუსხა ივსება ახალი წარმომადგენლებით, რაც განპირობებულია კვლევების გაფართოებით და მსოფლიო ოკეანის სხვადასხვა აუზებიდან უცხო სახეობების შემოსვლით.

ფიტოპლანქტონის რაოდენობრივი და თვისებრივი მაჩვენებლები ძალიან დიდ ფლუქტუაციას განიცდის, რაც გარემო ფაქტორების ცვლილებებით და ცალკეული სახეობების ბიოლოგიური თავისებურებებით არის განპირობებული.

**მასალა და მეთოდი**

ფიტოპლანქტონის სინჯები შეგროვდა 2022 წლის აგვისტოს თვეში შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს გონიო-ანაკლიის აკვატორიის 12 სადგურზე. თითოეულ სადგურზე წყლის ნიმუშების აღება განხორციელდა 3 ჰორიზონტზე 0,5 მ-დან 50 მ სირღმემდე, სპეციალური ხელსაწყოთა ბათომეტრის (1ლ) გამოყენებით. წყლის ნიმუშები თავსდება ეთიკეტირებულ პოლიეთილენის ბოთლებში (1ლ) და ადგილზევე ფიქსირდებოდა 4% ფორმალინით. სინჯების შემდგომი დამუშავება და სახეობრივი იდენტიფიკაცია მიმდინარეობდა ლაბორატორიაში, უკუფილტრაციის მეთოდით, ნეილონის ფილტრების (ბირთვული ფილტრები-ფორების ზომა 1,09 მკმ) გამოყენებით მიღებული დანალექის მიკროსკოპირების გზით. წყალმცენარეების რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისთვის გამოიყენებოდა სპეციალური სათვლელი ნაჟოტას კამერა (V=0,1 მლ), ბიომასის გამოთვლა ხდებოდა ფიტოპლანქტონის უჯრედების მოცულობის სტანდარტული ცხრილების საშუალებით. სულ აღებული და გაანალიზებულია ფიტოპლანქტონის 26 ნიმუში (ცხრ.1).

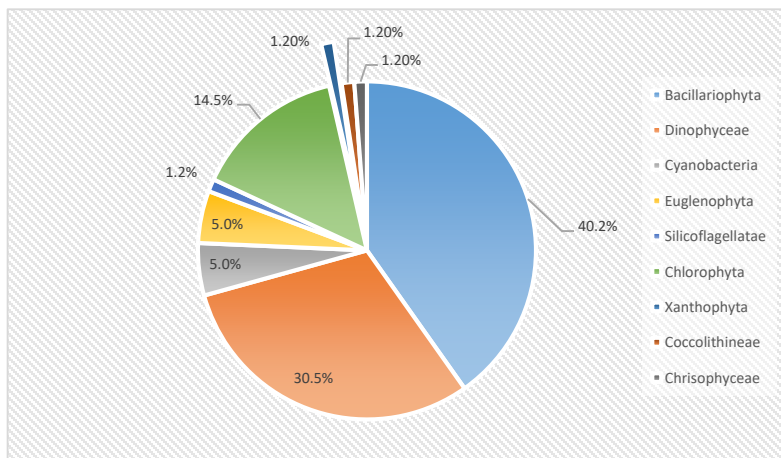
*ცხრილი 1. ფიტოპლანქტონის ნიმუშების აღების სადგურები.*

N	ნიმუშის აღების თარიღი	სადგურის დასახელება	სიღრმე
1	25/08/2022	გონიო - NM-01-22	0,5 მ
2	25/08/2022	გონიო-NM-01-22	10 მ
3	25/08/2022	გონიო -NM-01-22	16 მ
4	25/08/2022	გონიო -NM-03-22	0,5 მ
5	25/08/2022	გონიო -NM-03-22	20 მ
6	25/08/2022	გონიო -NM-03-22	51 მ
7	25/08/2022	ბათუმი -NM-04-22	0,5 მ
8	25/08/2022	ბათუმი -NM-04-22	10 მ
9	25/08/2022	ბათუმი -NM-04-22	21 მ
10	25/08/2022	ბათუმი -NM-06-22	0,5 მ
11	25/08/2022	ბათუმი -NM-06-22	20 მ
12	25/08/2022	ბათუმი -NM-06-22	51 მ

13	24/08/2022	ქობულეთი -NM-08-22	0,5 მ
14	24/08/2022	ქობულეთი -NM-08-22	20 მ
15	24/08/2022	ქობულეთი -NM-08-22	49 მ
16	22/08/2022	ფოთი -NM-12-22	0,5 მ
17	22/08/2022	ფოთი -NM-12-22	20 მ
18	22/08/2022	ფოთი -NM-12-22	49 მ
19	23/08/2022	ანაკლია -NM-15-22	0,5 მ
20	23/08/2022	ანაკლია -NM-15-22	20 მ
21	23/08/2022	ანაკლია -NM-15-22	50 მ
22	24/08/2022	ჩაქვი -NM-16-22	0,5 მ
23	24/08/2022	ჩაქვი -NM-16-22	15 მ
24	24/08/2022	ჩაქვი -NM-17-22	0,5 მ
25	24/08/2022	ჩაქვი -NM-17-22	20 მ
26	24/08/2022	ჩაქვი -NM-17-22	50 მ

## ფიტოპლანქტონის ბიომრავალფეროვნება

შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო წყლებში 2022 წლის აგვისტოს თვეში ფიტოპლანქტონი წარმოდგენილი იყო 9 ტაქსონომიურ ჯგუფში გაერთიანებული 82 სახეობით, ძირითადად ზაფხულის სეზონისთვის დამახასიათებელი ფორმებით: დიატომეები (*Bacillariophyceae*), დინოფლაგელატები (*Dinophyta*), მწვანეები (*Chlorophyta*), ევგლენასებრნი (*Euglenophyta*), ციანობაქტერიები (*Cyanobacteria*), კოკოლიტოფორიდები (*Coccolithineae*), ყვითელ-მწვანეები (*Xanthophyta*), სილიკოფლაგელატები (*Silicoflagellatae*) და ოქროსფერი (*Chrysophyceae*) წყალმცენარეები (სურ.2).



სურ.2. ფიტოპლანქტონის ძირითადი ჯგუფების პროცენტული თანაფარდობა 2022.08

სახეობათა რიცხვით ყველაზე მრავალფეროვანი იყო დიატომეების (*Bacillariophyceae*) ჯგუფი - 40,2%, რაც განპირობებულია აღნიშნული ჯგუფის წყალმცენარეების ევრიპალინური და ევრიტერმული თვისებებით. მრავალფეროვნებით შემდეგია დინოფლაგელატები (*Dinophyta*) და 30,5% შეადგენენ, ყველაზე მწირი სახეობრივი შემადგენლობით გამოირჩეოდა *Silicoflagellatae*, *Chrysophyceae Coccolithineae* და *Xanthophyta* ჯგუფები – თითოეული 1,2 %-ით (სურ.1)

ყველაზე მაღალი გავრცელების სიხშირე ახასიათებდა დიატომეებიდან *Pseudosolenia calcar-avis* (*Bacillariophyceae*) (95%), ხოლო დინოფიტებიდან - *Scropsiella Trochoidea*, *Prorocentrum micans* *Protopteridinium divergence* და *Tripos furca* (*Dinophyceae*) (ცხრ. 2).

ცხრილი 2 . შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ფიტოპლანქტონის დომინანტი სახეობები 2022 წლის ზაფხულში.

სახეობა	სადგურების რაოდენობა	გავრცელების სიხშირე (%)
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> ( <i>Bacillariophyceae</i> )	25	95
<i>Scropsiella Trochoidea</i> ( <i>Dinophyceae</i> )	23	88.5
<i>Prorocentrum micans</i> ( <i>Dinophyceae</i> )	23	88.5
<i>Protopteridinium divergence</i> ( <i>Dinophyceae</i> )	21	80.8
<i>Tripos furca</i> ( <i>Dinophyceae</i> )	21	80.8

***Pseudosolenia calcar-avis* (*Bacillariophyceae*)** -ევრიპალინური, მსხვილუჯრედიანი დიატომოვანი წყალმცენარეა, შავ ზღვაში პირველად დაფიქსირდა 1926-27 წწ., ხოლო საქართველოს სანაპირო წყელში აღწერილია 1993 წლიდან ბათუმის აქვატორიაში. შავი ზღვის ფიტოპლანქტონში *Pseudosolenia calcar-avis*-მა ინტენსიური გავრცელება და დომინირება მოიპოვა. კვლევის პერიოდში მაქსიმალურ რიცხოვნობას მიაღწია NM-06-22 სადგურის ზედაპირულ ფენებში - 110 653 უჯ/ლ, ხოლო მისი მაქსიმალური ბიომასა NM-03-22 სადგურზე თერმოკლინის ქვემოთ 51მ სიღრმეზე დაფიქსირდა და 780 მგ/მ<sup>3</sup> შეადგინა. აღსანიშნავია, რომ სიღრმისეულ ფენებში, სადაც ტემპერატურა გაცილებით დაბალია, ვიდრე ზედაპირზე, *P. calcar-avis* მსხვილი ფორმები გვხვდება.

***Protopteridinium divergence* (*Dinophyceae*)** დინოფლაგელატების ჯგუფს მიეკუთვნება, ნერეტიული ფორმა, ფართოდაა გავრცელებული მთელს მსოფლიოში. ხშირია მისი დომინირება შავ ზღვაში. ჩვენი კვლევის მიმდინარეობისას 26 სადგურიდან დაფიქსირდა 21 სადგურზე. *Protopteridinium divergence* მაქსიმალური რიცხოვნობა NM-15-22 სადგურის 20მ იყო - 3478.3 უჯ/ლ, მაქსიმალური ბიომასა 42.73 მგ/მ<sup>3</sup>.

***Scropsiella Trochoidea* (*Dinophyceae*)** დინოფლაგელატების ჯგუფს მიეკუთვნება, ნერეტიული ფორმა და შავი ზღვისთვის ინვაზიური სახეობაა. კვლევის მიმდინარეობისას აღინიშნა 23 სადგურზე. NM-04-22 სადგურის 0.5მ სიღრმეზე მისი მაქსიმალური რაოდენობა დაფიქსირდა 8276.4 უჯ/ლ და მაქსიმალური ბიომასა 20.5 მგ/მ<sup>3</sup>

***Tripos furca* (*Dinophyceae*)** - დინოფლაგელატების ჯგუფის განსაკუთრებული ფორმის სახეობაა. შეგვხვდა 21 სადგურზე. მაქსიმალური რაოდენობა - 6123.4 უჯ/ლ - NM-17-22 სადგურის 51მ სიღრმეზე, ხოლო მაქსიმალური ბიომასა - 90.3 მგ/მ<sup>3</sup> - NM-12-22-სადგურის 49მ სიღრმეზე, თერმოკლინის ქვემოთ, შედარებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში .

***Prorocentrum micans* (*Dinophyceae*)** - დინოფლაგელატების ჯგუფს მიეკუთვნება. ფართოდ გავრცელებული ნერეტიული სახეობაა, გვხვდება ღია ზღვაშიც. ძალიან მნიშვნელოვანია მისი ხვედრითი წილი თევზებისა და უხეხებლობის კვებით რაციონში. კვლევის მიმდინარეობისას გავრცელებული იყო 23 სადგურზე. NM-12-22 სადგურის 0.5მ სიღრმეზე დაფიქსირდა მისი მაქსიმალური რაოდენობა 17501.4 უჯ/ლ, იმავე წერტილზე მაქსიმალური ბიომასა - 188.5 მგ/მ<sup>3</sup>

ცხრილი 3. ფიტოპლანქტონის სახეობების ჩამონათვალი სადგურების მიხედვით, 08.2022.

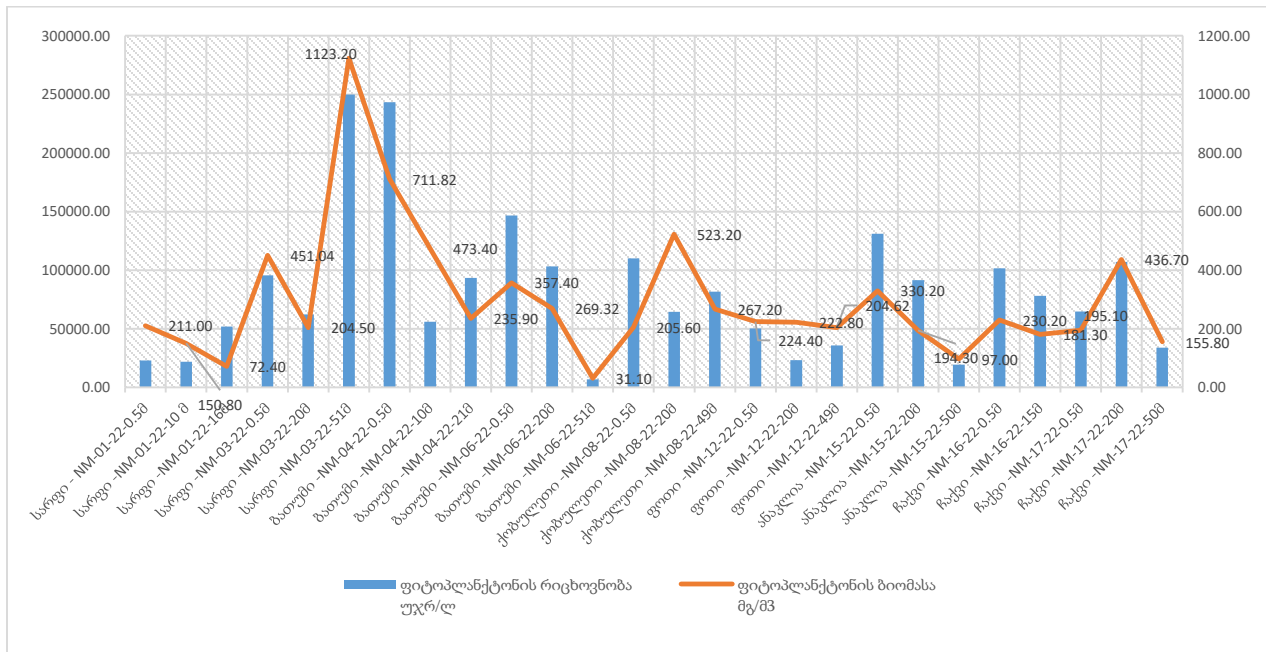
ფიტოპლანქტონის სახეობა	NM-01-22-0.5m	NM-01-22-10m	NM-01-22-16m	NM-03-22-0.5m	NM-03-22-20m	NM-03-22-51m	NM-04-22-0.5m	NM-04-22-10m	NM-04-22-21m	NM-06-22-0.5m	NM-06-22-22m	NM-06-22-51m	NM-08-22-0.5m	NM-08-22-20m	NM-08-22-49m	NM-12-22-0.5m	NM-12-22-20m	NM-12-22-49m	NM-15-22-0.5m	NM-15-22-20m	NM-15-22-50m	NM-16-22-0.5m	NM-16-22-15m	NM-17-22-0.5m	NM-17-22-20m	NM-17-22-51m
<i>Bacillariophyceae</i>																										
<i>Achnanthes longipes</i>				+		+																				
<i>Bacillaria paradoxa</i>															+								+			
<i>Chaetoceros affinis</i>													+						+						+	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>					+														+						+	
<i>Chaetoceros debilis</i>			+																							
<i>Chaetoceros lorensianus</i>						+													+							
<i>Chaetoceros</i> sp.																									+	
<i>Coscinodiscus</i> sp.		+				+	+					+				+			+	+		+			+	+
<i>Cyclotella caspia</i>	+		+		+	+			+	+	+	+				+		+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Cylindrotheca closterium</i>			+		+	+					+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Cymbella ovalis</i>																								+		
<i>Cymbella</i> sp.															+								+		+	
<i>Didymoshenia</i> sp.															+											
<i>Fragillaria crotonensis</i>				+		+			+						+	+										
<i>Gramatophora marina</i>						+																				
<i>Hemiaulus hauckii</i>				+	+	+				+			+	+		+		+	+	+					+	
<i>Licmophora ehenbergii</i>						+																				
<i>Leptocilindrus danicus</i>						+																				
<i>Leptocilindrus minimus</i>		+																								
<i>Melosira granulata</i>																							+	+		
<i>Melosira moniliformis</i>						+																			+	+
<i>Navicula cancellata</i>																							+			
<i>Navicula</i> sp.															+				+		+			+		
<i>Nitzschia</i> sp.				+	+	+	+	+			+	+			+	+			+	+			+	+	+	+
<i>Pleurosigma elongatum</i>															+			+								
<i>Proboscia alata</i>				+	+	+	+	+		+			+	+		+	+	+	+	+		+	+			
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>			+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+

Pseudosolenia calcar-avis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Skeletonema costatum				+									+											
Striatella sp.						+																		
Tabularia fasciculata														+										
Talassiosira parva									+						+									+
Thalassionema nitzschioides	+	+		+	+	+				+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dinophyceae</i>																								
Dinophysis caudata				+		+								+			+					+	+	
Dinophysis meunieru				+		+																	+	+
Dinophysis ovum	+			+		+	+		+	+	+	+	+								+			+
Dinophysis sp.							+																+	
Gambierdiscus caribaeus												+												
Goniaulax scripsea				+	+	+					+											+	+	+
Gymnodinium fuscum																						+		
Gymnodinium sp.				+		+					+		+					+	+	+		+		+
Gyrodinium sp.	+			+	+	+				+				+					+					+
Ornithocercus sp.				+		+	+	+							+		+					+	+	+
Phalacroma oxytoxoides								+																
Protoperidinium divergence		+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Protoperidinium globulus				+																				
Protoperidinium minuscula						+																		
Protoperidinium steinii	+			+						+														
Protoperidinium sp.							+																+	+
Proocentrum compressum		+																						
Proocentrum lima						+																		
Proocentrum micans	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Proocentrum sigmoidea				+		+	+	+	+				+		+	+			+	+				+
Pyrophacus steinii																			+		+			
Scripsiella trochoidea	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
Tripos declinatum				+	+			+	+	+				+								+		
Tripos fusus				+		+			+												+			+
Tripos furca	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Euglenophyta</i>																								
Euglena Viridis		+																						+
Euglena sp				+	+		+				+	+	+						+					+
Trachelomonas volvocina	+	+		+	+	+	+		+				+	+	+	+			+	+	+	+		+



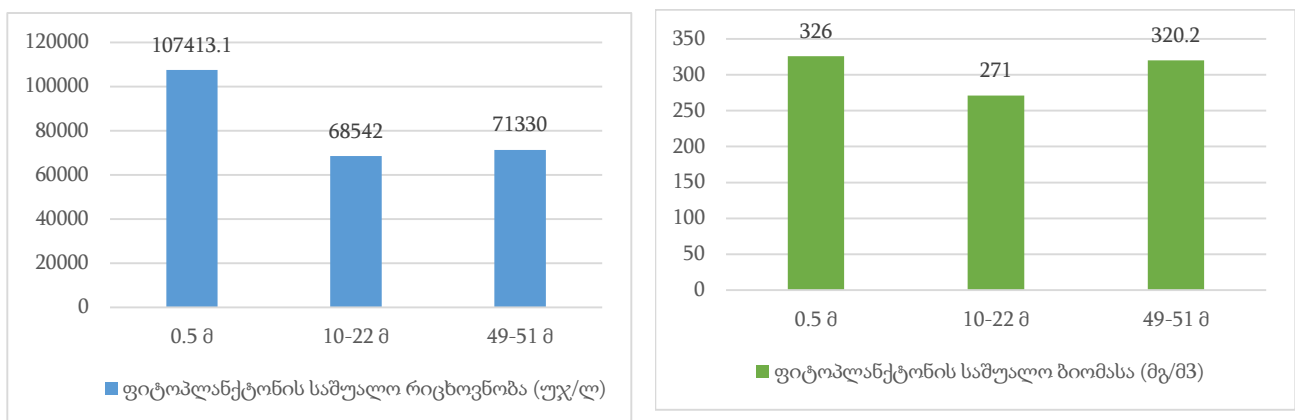
Trachaelomonas sp.				+	+															+	+		+		+	+							
Cyanobacteria																																	
Anabaena sp.		+			+	+	+							+			+	+	+	+	+	+		+	+	+							
Cylindrospermopsis raciborskii	+																																
Microcystis sp.			+	+	+	+	+	+		+		+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+								
Phormidium sp.												+	+	+									+	+	+								
Chlorophyta																																	
Actinastrum hantzii			+	+		+	+	+		+		+	+	+						+	+		+	+	+	+	+						
Ankistrodesmus arcuatus														+																			
Ankistrodesmus longisimus														+																			
Ankistrodesmus sp.																												+					
Coelastrum microporum																																	
Crucigenia sp.										+	+																						
Didymocystis planctonica																																	
Oocystis lacustris	+		+	+	+		+	+	+					+	+		+	+					+	+		+		+					
Scenedesmus quadricauda															+																		
Scenedesmus sp.							+				+	+	+																				
Staurodesmus sp.																																	
Tetraedron sp.																																	
Coccolithophyceae																																	
Emiliana huxley																												+		+	+	+	
Silicoflagellatae																																	
Dyctiocha speculum																																	
Chrysophyceae																																	
Pseudokephyrion sp.																																	
Xantophyta																																	
Tribonema sp.																																	
სულ სახეობა	12	12	11	32	23	40	21	18	21	14	13	11	22	20	27	19	13	16	27	23	12	23	23	15	34								

სადგურებს შორის ფიტოპლანქტონის მაქსიმალური რიცხოვნობა და ბიომასა დაფიქსირდა NM-03-22 სადგურის 51 სიღრმეზე - 249874.8 უჯ/ლ და 1126.4 მგ/მ<sup>3</sup> . ხოლო მინიმალური - NM-06-22 სადგურზე, თერმოკლინის ქვედა ფენაში 7083.9 უჯ/ლ და 69 მგ/მ<sup>3</sup> შესაბამისად (სურ.3).



სურ.3. ფიტოპლანქტონის რიცხოვნობა და ბიომასა სადგურების მიხედვით, 08.2022.

წყალმცენარეების გავრცელების ყველაზე პროდუქტიული ზონა მზის სხივებით გამთბარი ზღვის ზედაპირული ფენაა, რაც ჩვენი კვლევებითაც დასტურდება. ფიტოპლანქტონის საშუალო რიცხოვნობა და ბიომასა 107413.1 უჯ/ლ და 326 მგ/მ<sup>3</sup> აღწევს. ფოტურ ზონასა და ღრმა წყლებში ფიტოპლანქტონის რიცხოვნობა თითქმის არ იცვლება, ხოლო თერმოკლინის ქვედა ფენაში წყალმცენარეების ბიომასა უახლოვდება ზედაპირულ წყლებში დაფიქსირებულ რაოდენობას. ფოტურ ზონაში ფიტოპლანქტონის რაოდენობისა და ბიომასის სიმცირე სავარაუდოდ ზოოპლანქტონისა და თევზების მიერ ფიტოპლანქტონის მოხმარების ინტენსივობით არის განპირობებული, ხოლო ღრმა წყლებში წყლამენარეების მაღალი ბიომასა მსხვილუჯრედიანი წყალმცენარეების სიჭარბით აიხსნება (სურ.4).



სურ.4. ფიტოპლანქტონის საშუალო რიცხოვნობა და ბიომასა ზღვის შრეების მიხედვით, 08.2022.

## ზოოპლანქტონი

ზოოპლანქტონი წარმოადგენს ზღვის ეკოსისტემის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს კვებით ჯაჭვში მაღალ ტროფულ დონეებთან მჭიდრო კავშირის გამო. მისი რიცხოვნობა გავლენას ახდენს პლანქტონით მკვებავი მრავალი თევზის მარაგზე და მთლიანად ზღვის პროდუქტიულობაზე, ხოლო ხარისხობრივი მაჩვენებლები წყლის გარემოს ეკოლოგიური ინდიკატორებია.

### მასალა და მეთოდი

2022 წლის გეგმიური მონიტორინგის ფარგლებში ზოოპლანქტონის სინჯების აღება განხორციელდა სეინერის ბორტიდან ჯედის ბადის (d= 36 სმ, ბადის თვალის ზომა 150 მკმ) გამოყენებით, ვერტიკალურ წყლის სვეტში, ფსკერიდან წყლის ზედაპირამდე საკვლევი აკვატორიის 12 სადგურზე, სხვადასხვა სიღრმით ჰორიზონტზე (ცხრ.4). 4% ფორმალინში დაფიქსირებული წყლის ნიმუშები ლაბორატორიაში გაიფილტრა და ბოგოროვის სათვლელი კამერისა და ინვერტირებული მიკროსკოპის საშუალებით განხორციელდა ნიმუშის ტაქსონომიური გამოკვლევა.

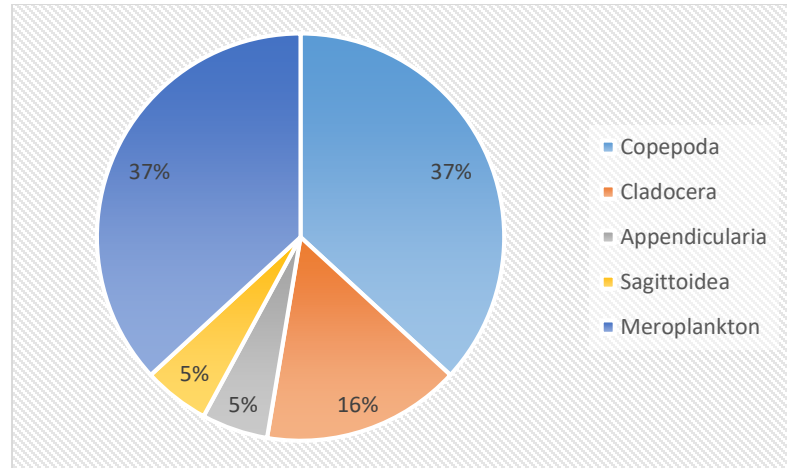
ცხრილი 4. ზოოპლანქტონის ნიმუშების აღების სადგურებიშავი ზღვის საქართველოს სანაპიროზე, აგვისტო 2022წ.

აკვატორია	სადგური	სიღრმე (მ)
გონიო	NPMS-GE-01-22	15
	NPMS-GE-03-22	50
ბათუმი	NPMS-GE-04-22	20
	NPMS-GE-06-22	50
ჩაქვი	NPMS-GE-16-22	15
	NPMS-GE-17-22	50
ქობულეთი	NPMS-GE-07-22	7
	NPMS-GE-08-22	50
ფოთი	NPMS-GE-10-22	8
	NPMS-GE-12-22	50
ანაკლია	NPMS-GE-13-22	9
	NPMS-GE-15-22	50

### ზოოპლანქტონის ბიომრავალფეროვნება

შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ზოოპლანქტონური თანასაზოგადოება 2022 წლის მონაცემები მიხედვით წარმოდგენილი იყო 19 სახეობით, მათ შორის ყველაზე მრავალფეროვანი კიბოსნაირების ჯგუფია (*Crustacea -10 სახეობა*), ის ზოოპლანქტონის სახეობათა ნახევარზე მეტს (53%) შეადგენს, აქედან 7 სახეობა ნიჩაბფეხიანი კიბოსნაირებია, ხოლო ულვაშტოტიანი (Cladocera) 3 სახეობაა იდენტიფიცირებული. ნიჩაბფეხიანი კიბოსნაირებიდან (Copepoda) ყველაზე მასიურებია საკვები ზოოპლანქტონის მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები - ევრიტერმული *Acartia clausi*, ხოლო ულვაშტოტიანებიდან სითბოსმოყვარული კლადოცერას წარმომადგენელი *Penilia avirostris*. შვიდი სახეობით არის წარმოდგენილი მეროპლანქტონის (ბენტოსური ორგანიზმების ლარვული ფორმები)

ჯგუფი, მისი წილი ზოოპლანქტონის საერთო სახეობათა რიცხვის 37% შეადგენს. დანარჩენი ჯგუფებიდან მხოლოდ ერთეული სახეობები გვხვდება (სურ. 5, ცხრ.5).



სურ. 5. ზოოპლანქტონის ძირითადი ჯგუფების პროცენტული თანაფარდობა 2022.08

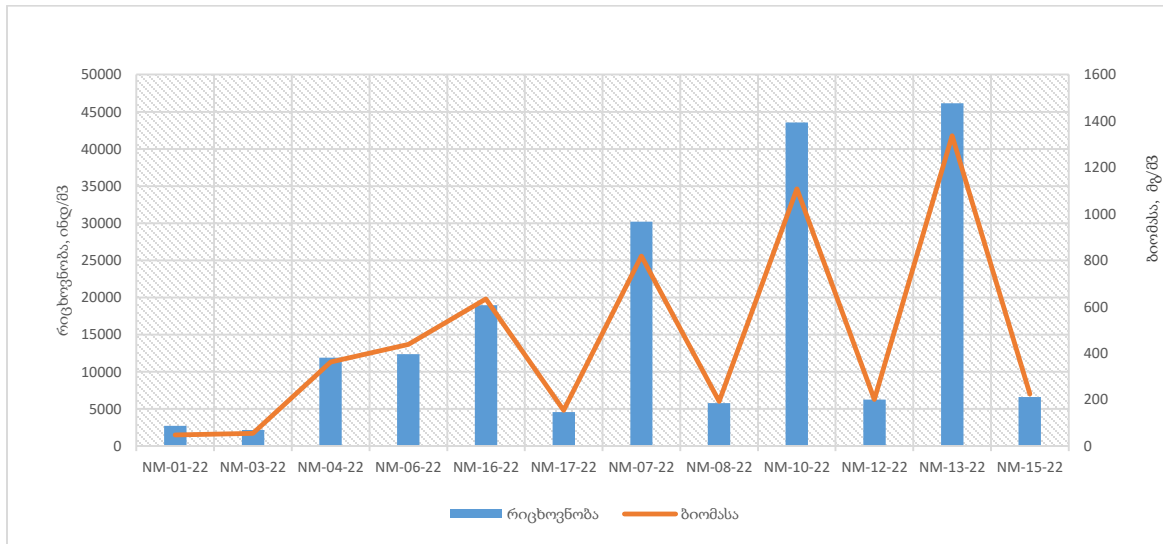
კვლევის პერიოდში ზოოპლანქტონის სახეობათა რიცხვი უმნიშვნელოდ მერყეობდა სადგურების მიხედვით, მაქსიმალური 15 სახეობა ფოთის აკვატორიაში დაფიქსირდა, ხოლო მინიმალური 9 სახეობა გონიოს 50 მ იზობათზე.

ცხრილი 5. შავი ზღვის სანაპიროზე იდენტიფიცირებული ზოოპლანქტონის სახეობები 2022 წლის აგვისტოში.

ზოოპლანქტონის სახეობები	
<b>Copepoda Calanoida</b>	<b>Appendicularia</b>
<i>Acartia clausi</i>	<i>Oikopleura dioica</i>
<i>Acartia tonsa</i>	<b>Sagittoidea</b>
<i>Centropages ponticus</i>	<i>Parasagitta setosa</i>
<i>Calanus euxinus</i>	<b>Meroplankton</b>
<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Bivalvia larvae</i>
<b>Copepoda Cyclopoidea</b>	<i>Bryozoa larvae</i>
<i>Oithona similis</i>	<i>Cirripedia larvae: Amphibalanus nauplius</i>
<i>Oithona davisae</i>	<i>Decapoda larvae</i>
<b>Copepoda nauplii</b>	<i>Gastropod larvae</i>
<i>Copepoda nauplii</i>	<i>Ostracoda larvae</i>
<b>Cladocera</b>	<i>Fish ova</i>
<i>Evadne spinifera</i>	
<i>Penilia avirostris</i>	
<i>Pseudoevadne tergestina</i>	

2022 წლის ზაფხულის პერიოდში შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ზოოპლანქტონის რიცხოვნობა საშუალოდ 15940.15 ინდ/მ<sup>3</sup> ხოლო ბიომასა 464.286მგ/მ<sup>3</sup> აღწევს. აღნიშნულ პერიოდში მეტად პროდუქტიული აღმოჩნდა ანაკლიის სანაპირო წყლები, სადაც ზოოპლანქტონის რიცხოვნობამ

46125 ინდ/მ<sup>3</sup>. ხოლო ბიომასამ 1336.0194მგ/მ<sup>3</sup> მიაღწია. მსგავსი სურათი ქობულეთის და ფოთის აკვატორიაშიც ფიქსირდება. ზოოპლანქტონის ყველაზე დაბალი რაოდენობრივი მაჩვენებლები გონიოს აკვატორიაშია, სადაც რიცხოვნობა საშუალოდ 2456,7 ინდ/მ<sup>3</sup> და ბიომასა 51,2 მგ/მ<sup>3</sup> აღწევს (სურ.6).



სურ. 6. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ზოოპლანქტონის რიცხოვნობა და ბიომასა , 2022 წლის აგვისტო.

მთელ სანაპიროზე დომინირებს ნიჩაბფეხიანი და ულვაშტოტიანი კიბოსნაირები, რომლებიც მცირე ზომის პელაგიური თევზების ძირითად საკვებს წარმოადგენენ, ყველა სადგურზე გვხვდება საკვები ზოოპლანქტონის ფართოდ გავრცელებული სახეობები ევრიტერმული *Acartia clausi*, ინვაზიური ციკლოპოიდა *Oithona davisae* და სითბოსმოყვარული ულვაშტოტიანი *Penilia avirostris*.

ამრიგად, 2022 წლის მონაცემებით მნიშვნელოვანია აღინიშნოს მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე ზოოპლანქტონური ორგანიზმების, ნიჩაბფეხიანი და ულვაშტოტიანი კიბოსნაირების, რიცხოვნობის მატება მთელ სანაპიროზე, ინდიკატორი -სახეობების გამოჩენა და მეროპლანქტონის სიჭარბე, რაც პლანქტონური თანასაზოგადოების მდგომარეობის სტაბილურობაზე და თევზის საკვებით უზრუნველყოფაზე მიუთითებს.

## მაკროფიტობენტოსი

მაკროფიტები (ფსკერული მაკროწყალმცენარეები) ზღვის ბიოცენოზების მნიშვნელოვანი კომპონენტებია, ისინი მონაწილეობენ სანაპირო ეკოსისტემების ფუნქციონირებაში და პირველადი ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნაში, საიდანაც იწყება კვებითი ჯაჭვის ციკლი. ასევე, მაკროფიტები წყლის ეკოლოგიური ხარისხის ბიოინდიკატორებია, მათი ტაქსონომიური შემადგენლობა, სახეობრივი მრავალფეროვნება, სიხშირე ასახავს გარემოს მდგომარეობას. ევროკავშირის წყლის ჩარჩო (WFD) და საზღვაო სტრატეგიის ჩარჩო (MSFD) დირექტივების მიხედვით მაკროფიტების მორფოფუნქციონალური მაჩვენებლები გამოიყენება შეფასების კრიტერიუმებად, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია წყლის ეკოსისტემისთვის ეკოლოგიური სტატუს კლასის მინიჭება.

## მასალა და მეთოდი

შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს კლდოვანი ჰაბიტატების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების მიზნით 2022 წლის ზაფხულის პერიოდში განხორციელდა მაკროფიტების თანასაზოგადოების შესწავლა. მასალა შეგროვებული იქნა სარფის, მწვანე კონცხი და ციხისძირია მონიტორინგის სადგურებზე, რომლებიც ხასიათდება ქვა-კლდოვანი ნაპირებით და გააჩნიათ სხვადასხვა ანთროპოგენური დატვირთვა. ჰიდრობიოლოგიური სინჯები აღებული იქნა 1-დან 3 მეტრის სიღრმის იზობათზე მყვინთავის საშუალებით, პერიფიტონის ჩარჩოს (10x10 სმ) გამოყენებით.

2022 წლის განმავლობაში სულ აღებული იქნა მაკროფიტობენტოსის 9 ჰიდრობიოლოგიური სინჯი (ცხრ.6), მათი დამუშავება, სახეობათა იდენტიფიკაცია, მორფოფუნქციონალური ინდექსების გამოთვლა მოხდა შავი ზღვის სახელმძღვანელოს (Black Sea Guidline 2015), ელექტრონული მონაცემთა ბაზის (<https://www.algaebase.org/>) შესაბამისად და საყოველთაოდ მიღებული ჰიდრობიოლოგიური მეთოდების გამოყენებით (Minicheva et al., 2003; Milchakova 2011).

ცხრ. 6. ჰიდრობიოლოგიური სინჯების რაოდენობა საქართველოს ეროვნული სანაპიროს მონიტორინგის სადგურებზე

თარიღი	მონიტორინგის სადგურები		
	სარფი	მწვანე კონცხი	ციხისძირი
08.06.2022	3	3	3
სულ:	9		

## მაკროფიტების ბიომრავალფეროვნება

2022 წელს შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს კლდოვანი ჰაბიტატების კვლევების შედეგად იდენტიფიცირებული იქნა მაკროფიტების 18 სახეობა, აქედან მწვანე წყლამცენარეები (*Chlorophyta*) 5 სახეობით, წაბლა წყლამცენარეები (*Ochrophyta*) – 4-ით, ხოლო წითელი წყლამცენარეები (*Rhodophyta*) – 9 სახეობით იყვნენ წარმოდგენილი. ყველა სადგურზე ფიქსირდებოდა სამივე ჯგუფის მაკროფიტი, განსხვავებული იყო მათი სახეობრივი შემადგენლობა. დომინირებდა სამივე სადგურზე *Rhodophyta*-ს ჯგუფი, წაბლა წყლამცენარეები გვხვდებოდა მხოლოდ სარფისა და ციხისძირის ნაპირებთან, მწვანეები მეტწილად მწვანე კონცხის კლდოვანი ჰაბიტატის ბინადრებია (ცხრ.7).

ცხრ. 7. მაკროფიტები ეკოლოგიური აქტივობის მახასიათებლების მიხედვით და მათი განაწილება მონიტორინგის სადგურებზე

№	სახეობრივი შემადგენლობა	ხვედრითი ზედაპირი	მონიტორინგის სადგურები		
		S/W <sub>p</sub> , m <sup>2</sup> ·kg <sup>-1</sup>	სარფი	მწვანე კონცხი	ციხისძირი
<b>CHLOROPHYTA</b>					
1	<i>Ulothrix implexa</i> (Kützinger) Kützinger 1849: 349	245.6±5.2	-	+	-

2	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus 1753: 1163	36.1±1.1	+	+	-
3	<i>Cladophora</i> sp.		-	-	+
4	<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kutzing 1843: 267	74.97±2.59	+	+	-
5	<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing 1843: 267	62.014±1.27	-	+	-
<b>OCHOROPHYTA</b>					
6	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye 1819: 131, pl. 43B, C	173.5±6.91	+	-	-
7	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh 1824: 164	114.07±2.45	+	-	-
8	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link, nom. cons. 1833: 232; pl. 28	7.48±0.35	+	-	-
9	<i>Gongolaria barbata</i> (Stackhouse) Kuntze.	7.9±0.6	+	-	+
<b>RHODOPHYTA</b>					
10	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M.Drew 1956: 72	212.7±4.75	+	+	-
11	<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngbye) Nägeli 1858: 532,	277.1±5.1	+	-	+
12	<i>Nemalion elminthoides</i> (Vellay) Batters 1902: 59	7.21±0.72		-	-
13	<i>Gelidium spinosum</i> (S.G.Gmelin) P.C.Silva 1996: 141	20.16±0.42	-	+	+
14	<i>Dermocorynus dichotomus</i> (J.Agardh) Gargiulo, Morabito & Manghisi 2013: 31	9.77±0.56	+	-	-
15	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth 1806: 154	39.31±2.37	+	+	+
16	<i>Ceramium virgatum</i> Roth 1797: 148, pl. VIII [8]: fig. 1	24.64±1.19	-	+	+
17	<i>Callithamnion corymbosum</i> (Smith) Lyngbye 1819: 125	188.79±20.18	-	+	+
18	<i>Vertebrata subulifera</i> (C.Agardh) Kuntze 1891: 929	21.2±1.9	+	-	-
სულ			<b>12</b>	<b>9</b>	<b>7</b>

მაკროფიტების სახეობრივი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა სარფისა და მწვანე კონცხის ჰიდრობიოლოგიური სადგურები. სარფის აკვატორიის ქვა-კლდოვან ნაპირებზე იდენტიფიცირებულია სულ 12 სახეობა, აქედან დომინირებს წყლის ხარისხის ერთ-ერთი ინდიკატორი სახეობა წაბლა წყალმცენარე *Gongolaria barbata*. ინდიკატორ სახეობებს შორის გვხვდება ასევე *Dermocorynus dichotomus*, *Scytosiphon lomentaria* და *Vertebrata subulifera*. შედარებით ნაკლები სახეობრივი მრავალფეროვნება ახასიათებს ციხისძირის სანაპიროს, სადაც 7 სახეობა იყო იდენტიფიცირებული, მაგრამ მათ შორის აღსანიშნავია ორი ინდიკატორი სახეობა *G. barbata* და *G. spinosum*, რომლებიც მაღალი ეკოლოგიური ხარისხის მაჩვენებელი მაკროფიტებია.

### მაკროფიტების მორფოფუნქციონალური პარამეტრები.

საქართველოს სანაპიროზე მაკროფიტების მორფოფუნქციონალური პარამეტრების მიხედვით სახეობრივი მრავალფეროვნება იყოფა ორ ჯგუფად: მგრძნობიარე (sensitive) ( $S/Wp = 5-25 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) და ტოლერანტული (tolerant) ( $S/Wp \geq 25 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ). მგრძნობიარე მაკროფიტების სახეობები ეკოლოგიური

ხარისხის ინდიკატორებს წარმოადგენენ და გავრცელებულნი არიან სუფთა წყლებში, ხოლო ტოლერანტული სახეობები უმეტესად გვხვდება ანთროპოგენულად დატვირთულ უბნებში.

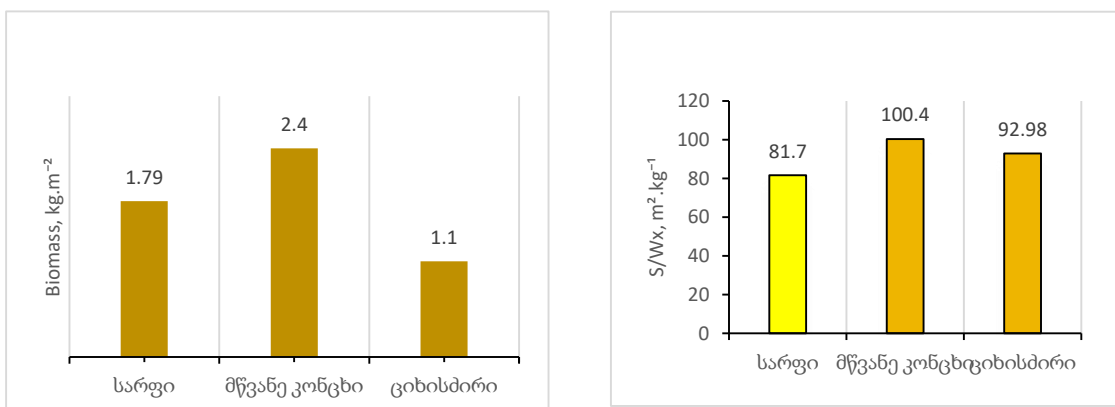
2022 წლის მონაცემებით შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს კლდოვან ჰაბიტატებზე იდენტიფიცირებული 18 სახეობიდან დაფიქსირდა 7 მგრძნობიარე და 11 ტოლერანტული სახეობა. სარფისა და ციხისძირის სადგურებზე მგრძნობიარე სახეობების პროცენტული წილი 42-43% აღწევდა, მწვანე კონცხის სადგურზე მხოლოდ 22% შეადგინა. ტოლერანტული სახეობები შესაბამისად დომინირებენ მწვანე კონცხის სანაპიროზე და წყალმცენარეების სახეობათა რიცხვის 78% შეადგენენ.



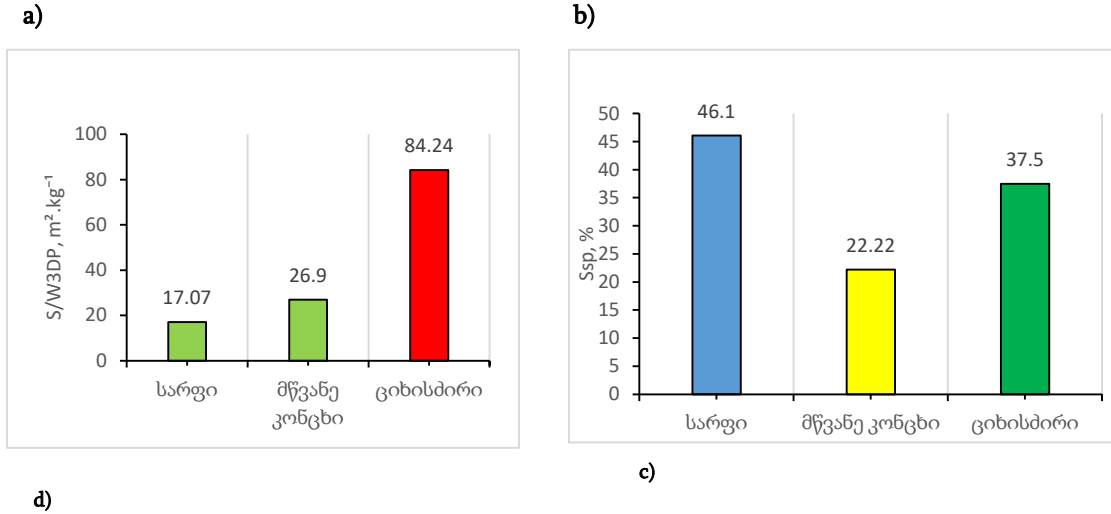
სურ. 7. საქართველოს ეროვნული სანაპიროს ჰიდრობიოლოგიურ სადგურებზე მგრძნობიარე და ტოლერანტული მაკროფიტების პროცენტული მაჩვენებელი

2022 წლის მონაცემების მიხედვით სარფისა და ციხისძირის აკვატორია შესაძლოა ჩაითვალოს ანთროპოგენულად ნაკლებად დატვირთულად, ვიდრე მწვანე კონცხის სანაპირო.

2022 წლის მონაცემების მიხედვით, ფიტონდიკატორები იცვლებოდა მონიტორინგის სადგურების მიხედვით. მაკროფიტების ბიომასის ინდექსის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა მწვანე კონცხის მონიტორინგის სადგურზე, სადაც 2,4 კგ/მ<sup>2</sup> მიაღწია, მათ შორის აღსანიშნავია *C. virgatum* და *G. spinosum* ცენოზები, რომელთა ზრდა გვიან გაზაფხულიდან იწყება. ბიომასის ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ციხისძირის მონიტორინგის სადგურზე და 1,1 კგ/მ<sup>2</sup> შეადგინა. აქ გავრცელებულია ისეთი სახეობები, რომლებიც დიდი ბიომასით არ გამოირჩევიან, თუმცა მაღალი პროდუქტიულობა ახასიათებთ, როგორცაა *Callithamnion corymbosum*, *A. secundatum* და ა.შ. 2022 წლის განმავლობაში ბიომასის საშუალო წონამ შეადგინა 1,7 კგ/მ<sup>2</sup> (სურ. 2 (a)), რაც გასული წლის მონაცემებთან შედარებით შემცირებულია.







სურ. 8. პოპულაციების პარამეტრების ცვლილებების შედარება: ბიომასა (a); პოპულაციის ეკოლოგიური აქტივობა (b); სამი დომინანტის ეკოლოგიური აქტივობა (c); მგრძნობიარე სახეობების პროცენტული მაჩვენებელი (d) საქართველოს ეროვნული მონიტორინგის სადგურებზე ორი სეზონის მანძილზე

ცხრ. 8 საქართველოს ეროვნული სანაპიროს შეფასება ეკოლოგიური სტატუსის მიხედვით

სეზონი	ინდიკატორების მნიშვნელობების შესაბამისი კატეგორიები					
	$(S/W)_x$ , $m^2.kg^{-1}$	ეკოლოგიური სტატუსის კლასი	$(S/W)_{3DP}$ , $m^2.kg^{-1}$	ეკოლოგიური სტატუსის კლასი	$S_{ap}$ , %	ეკოლოგიური სტატუსის კლასი
ზაფხული	90.3	Moderate	40.1	Moderate	35.2	Good

2022 წლის მაკროფიტობენტოსის მონაცემებზე დაყრდნობით საკვლევი აკვატორიის ეკოლოგიური სტატუსის კლასის წინასწარი შეფასების მიზნით გამოთვლილი იქნა სხვადასხვა მორფოფუნქციონალური ინდექსები, მათ შორის მაკროფიტების მგრძნობიარე სახეობების პროცენტული მაჩვენებლის ( $S_{ap}$ , %), სახეობრივი შემადგენლობის  $(S/W)_x$  და სამი დომინანტის ეკოლოგიური აქტივობის  $(S/W)_{3DP}$  ინდექსები, რომელთა მიხედვით ყველაზე მაღალი „კარგი“ კლასის სტატუსით შეფასდა ციხისძირის სადგური (ცხრ.8).

## მაკროზოობენტოსი

მაკროზოობენტოსი (ფსკერული უხერხემლოები) მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წყლის ეკოსისტემების ფუნქციონირებაში და უზრუნველყოფს სახეობათა შორის კვებით კავშირებს. შესაბამისად ბენტოსური თანასაზოგადოების სტრუქტურულმა ცვლილებებმა შესაძლოა გავლენა იქონიოს კვებითი ჯაჭვის უფრო მაღალ დონეებზე. ზოობენტოსური ორგანიზმები საკმაოდ

მგრძნობიარენი არიან გარემო ფაქტორების მიმართ და წარმოადგენენ შესანიშნავ ინდიკატორებს წყალსატევებში მიმდინარე ანთროპოგენური თუ ბუნებრივი ფაქტორებით გამოწვეულ პროცესებზე. ევროკავშირის წყლის ჩარჩო (WFD) და საზღვაო სტრატეგიის ჩარჩო დირექტივების (MSFD შესაბამისად ბენტოსური თანასაზოგადოების სტრუქტურა და ბენტოსური ჰაბიტატების მთლიანობა წყლის გარემოს შეფასების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ინდიკატორია.

## მასალა და მეთოდები

შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და კონტინენტური შელფის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების მიზნით 2022 წლის ზაფხულის პერიოდში განხორციელდა ბენტოფაუნის შესწავლა სარფის, ბათუმის, ქობულეთის, ფოთის, ჩაქვისა და ანაკლიის საკვლევ აკვატორიებში. ბენტოფაუნის შესწავლისათვის შელფის 12 ბიოლოგიურ სადგურზე (ცხრ.1) სულ შეგროვებული და დამუშავებული იქნა 36 ნიმუში (ცხრ.8).

*ცხრილი 8. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და კონტინენტური შელფის მაკროზოობენტოსის სინჯების რაოდენობა სადგურებისა და სიღრმეების მიხედვით, 2022 წ.*

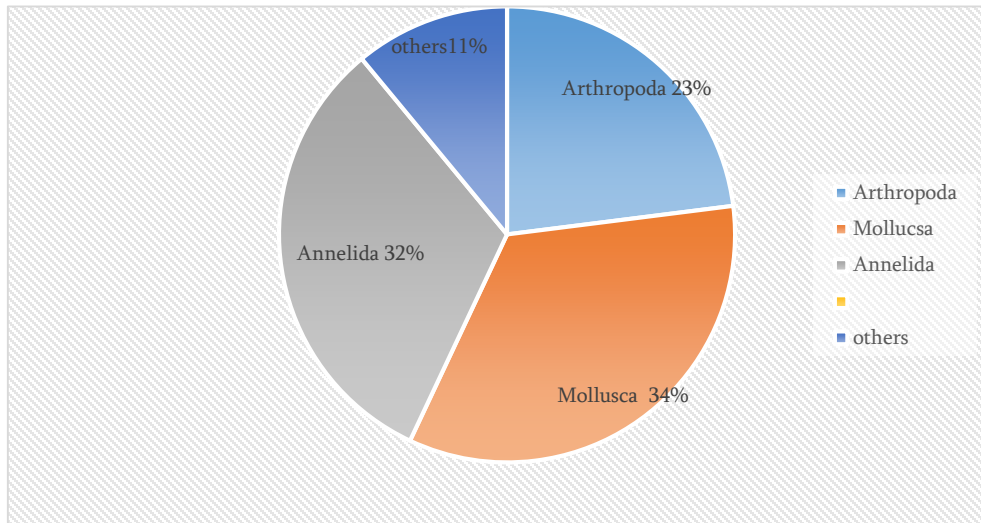
აუზი	შავი ზღვა											
	გონიო		ბათუმი		ჩაქვი		ქობულეთი		ფოთი		ანაკლია	
კვლევის არეალი												
კვლევის სადგური*	NM-01-22	NM-03-22	NM-04-22	NM-06-22	NM-16-22	NM-17-22	NM-7-22	NM-8-22	NM-10-22	NM-12-22	NM-13-22	NM-15-22
სიღრმე (მ)	8-8,5	53	23,4	53	17	52	8-8,5	51-51,5	9	51-51,5	9	52
მაკროზოობენტოსის ნიმუშების რაოდენობა	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ფსკერული სინჯების შეგროვება და დამუშავება ხორციელდებოდა სტანდარტული ჰიდრობიოლოგიური კვლევის მეთოდების შესაბამისად (Todorova & Konsulova, 2005). ბენტოსური ნიმუშების აღება ხდებოდა VanVeen-ის ტიპის ფსკერსახაპის (ხაპვის ფართობი 0,127 მ<sup>2</sup>), ხოლო მასალის პირველადი დამუშავება მიმდინარეობდა სხვადასხვა ზომის საცრების ნაკრების გამოყენებით. 4 %-იანი ფორმალდეჰიდით დაფიქსირებული და ეთიკეტირებული მასალა ინახებოდა სპეციალურ პლასტმასის ქილებში შემდგომი დამუშავებისათვის. ლაბორატორიაში მიმდინარეობდა ბენტოფაუნის სახეობრივი იდენტიფიკაცია “Leica” -ს ტიპის მიკროსკოპისა და ბინოკულარის გამოყენებით, შესაბამისი სარკვევების და საერთაშორისო ტაქსონომიური ნომენკლატურის WoRMS(World Register of Marine Species)-ის შესაბამისად. ფსკერული დასახლების ბიომასის (გ/მ<sup>2</sup>) განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ბორუცკის ზუსტი წონის მეთოდი, განისაზღვრა სახეობათა რიცხოვნობა ერთ კვადრატულ მეტრ ფართობზე.

საკვლევი სადგურების ეკოლოგიური მდგომარეობა შეფასებულ იქნა M-AMBI-ის, კომბინირებული ბიოტიკური ინდექსების (მრავალფეროვნების (H'), სახეობათა სიუხვის (S) და AMBI-ის( ოპორტუნისტ და მგრძნობიარე ტაქსონთა პროპორცია) გამოყენებით (Muxika et al., 2005). გრუნტის შემადგენლობისა და დომინანტი სახეობების გათვალისწინებით განისაზღვრა ფსკერული ჰაბიტატების ტიპი.

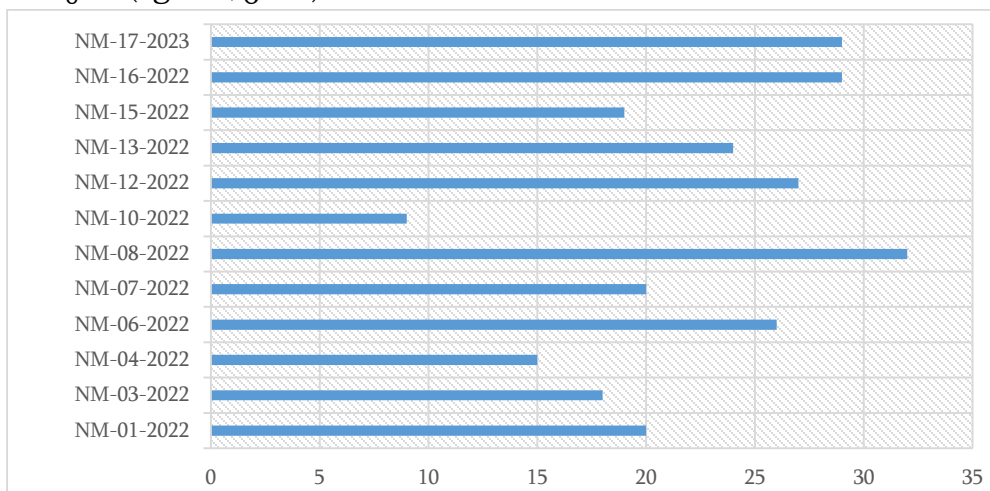
## მაკროზოოტონოსის ბიომრავალფეროვნება

საკვლევ აკვატორიაში სულ დაფიქსირდა ბენტოფაუნის 88 წარმომადგენელი. სახეობათა რაოდენობით დომინირებენ მოლუსკები - Mollusca და მრავალჯაგრიანი რგოლოვანი ჭიები - Annelida. იდენტიფიცირებულია მოლუსკების 30 სახეობა (34%) (აქედან მუცელფეხიანების (Gastropoda) 12 და ორსაგდულიანების (Bivalvia) 18 სახეობა), ანელიდების 28 სახეობა (32%), ფესხასრიანებიდან დაფიქსირდა კიბოების (Arthropoda) 20 სახეობა (23%), დარჩენილი 11 % წარმოდგენილია სხვადასხვა ჯგუფის ფსკერული უხერხემლოებით, ისეთი როგორცაა: *Nematoda*, *Nemertea*, *Tunicata*, *Echinodermata*, *Platyhelminthes*, *Phoronida*, *Cnidaria*, *Foraminifera* და *Bryozoa* (სურ. 9).



სურ.9. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ბენტოფაუნის სახეობრივი მრავალფეროვნება ძირითადი ტაქსონომიური ჯგუფების მიხედვით 2022 წელი.

ფსკერული უხერხემლოების განაწილება სადგურების მიხედვით არათანაბარია. მრავალფეროვნებით გამოირჩევა ქობულეთის NM-08-22 და ჩაქვის NM-16-22 და NM-17-22 სადგურები, ხოლო ყველაზე ღარიბი დასახლებაა ფოთის NM-10-22 სადგურზე. აღნიშნულ სადგურზე იდენტიფიცირებულია მხოლოდ 9 სახეობა (სურ.10., ცხრ.8).



სურ.10. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ბენტოფაუნის მრავალფეროვნება მონიტორინგის სადგურების მიხედვით 2022 წელი

ცხრილი 2.

ცხრილი 8. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და კონტინენტური შელფის მაკროზოოტონოსის მრავალფეროვნება, 2022 წ.

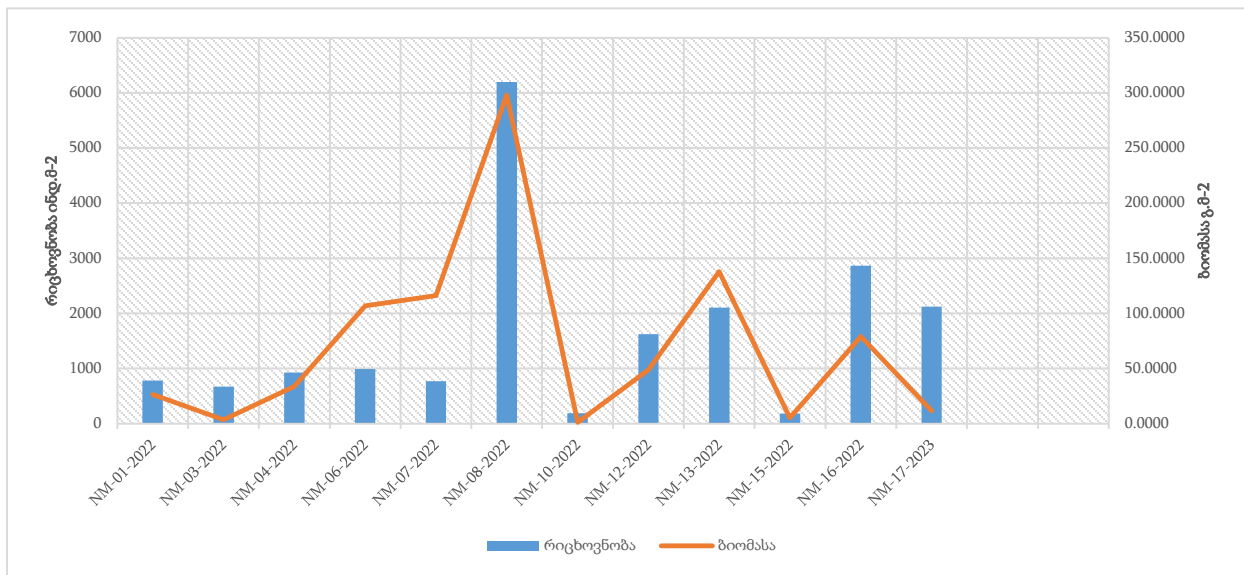
მაკროზოოტონოსი	NM-01-22	NM-03-22	NM-04-22	NM-06-22	NM-07-22	NM-08-22	NM-10-22	NM-12-22	NM-13-22	NM-15-22	NM-16-22	NM-17-22
<b>Polycheta</b>												
<i>Amphitritides gracilis</i>						+						
<i>Aricidea cerrutii</i>	+	+	+	+		+		+		+	+	+
<i>Eunereis longissima</i>				+		+						+
<i>Exogone naidina</i>				+		+		+				+
<i>Fabricia stellaris</i>												+
<i>Glycera tridactyla</i>	+				+						+	
<i>Harmothoe impar</i>								+				
<i>Harmothoe imbricata</i>				+				+				
<i>Harmothoe reticulata</i>								+				
<i>Hediste diversicolor</i>		+										
<i>Heteromastus filiformis</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+
<i>Magelona mirabilis</i>	+				+				+		+	
<i>Melinna palmata</i>	+				+		+	+	+		+	
<i>Micronephtys longicornis</i>					+							
<i>Microspio mecznikowianus</i>					+							
<i>Nephtys cirrosa</i>	+					+	+	+			+	
<i>Nephtys hombergii</i>		+		+			+			+		+
<i>Nereis persica</i>			+									
<i>Notomastus latericeus</i>			+									
<i>Pholoe inornata</i>								+				
<i>Phyllodoce mucosa</i>										+		+
<i>Polydora ciliata</i>									+			
<i>Prionospio cirrifera</i>			+	+		+		+				+
<i>Pseudomystides limbata</i>		+	+	+				+		+		
<i>Sigambra tentaculata</i>			+			+					+	
<i>Spirobranchus triqueter</i>								+				
<i>Terebellides stroemii</i>										+		+
<b>Annelida (Clitellata)</b>												
<i>Oligochaeta sp.</i>			+									+
<b>Gastropoda</b>												
<i>Bela nebula</i>	+				+						+	
<i>Calyptrea chinensis</i>						+			+		+	
<i>Cerithidium submammillatum</i>		+							+	+		+
<i>Epitonium clathrus</i>											+	
<i>Haminoea navicula</i>												+
<i>Hydrobia acuta</i>					+							
<i>Retusa variabilis</i>					+		+		+			

<i>Rapana venosa</i>									+		+	
<i>Retusa truncatula</i>						+						
<i>Trophonopsis breviata</i>												+
<i>Tritia neritea</i>	+				+	+			+		+	
<i>Tritia pellucida</i>					+	+						
<b>Bivalvia</b>												
<i>Abra nitida</i>			+		+		+					+
<i>Acanthocardia paucicosta</i>												+
<i>Acanthocardia tuberculata</i>			+		+		+		+		+	+
<i>Anadara kagoshimensis</i>	+		+		+	+	+	+	+		+	
<i>Chamelea gallina</i>	+		+		+	+			+		+	
<i>Donax semistriatus</i>	+				+				+		+	
<i>Fabulina fabula</i>												+
<i>Flexopecten glaber</i>							+					
<i>Gouldia minima</i>	+		+		+			+	+		+	
<i>Lentidium mediterraneum</i>						+	+		+	+	+	
<i>Lucinella divaricata</i>	+		+			+	+		+		+	+
<i>Modiolula phaseolina</i>					+		+			+		
<i>Moerella donacina</i>	+		+			+	+		+	+	+	+
<i>Mytilus galloprovincialis</i>					+	+			+			
<i>Papillicardium papillosum</i>												+
<i>Pitar rudis</i>	+						+		+		+	
<i>Politapes aureus</i>			+		+							
<i>Spisula subtruncata</i>					+			+			+	+
<b>Arthropoda</b>												
<i>Ampelisca diadema</i>	+		+		+							
<i>Ampelisca sarsi</i>						+	+	+	+	+	+	+
<i>Amphibalanus improvisus</i>						+	+		+	+	+	
<i>Athanas nitescens</i>							+					
<i>Brachynotus sexdentatus</i>					+				+			
<i>Diogenes pugilator</i>	+								+		+	
<i>Elaphognathia bacescoi</i>									+			
<i>Eudorella truncatula</i>			+		+		+			+		+
<i>Eurydice racovitzai</i>						+						
<i>Iphinoe maeotica</i>					+		+		+		+	+
<i>Marinogammarus marinus</i>					+							
<i>Medicorophium runcicorne</i>					+		+				+	
<i>Monocorophium sp</i>					+							
<i>Mysida larve</i>	+											
<i>Ostracoda sp.</i>												+
<i>Periculodes longimanus</i>												+
<i>Phtisica marina</i>					+							
<i>Synchelidium maculatum</i>			+									
<i>Tanais dulongii</i>									+			
<i>Upogebia pusilla</i>								+				
<b>Nematoda</b>												
<i>Nematoda sp.</i>												+
<i>Nemertea</i>												

<i>Cephalothrix linearis</i>								+						
<i>Nemertea sp.</i>	+	+		+		+		+		+	+	+		
<b>Tunicata</b>														
<i>Ascidiella aspersa</i>										+				
<b>Echinodermata</b>														
<i>Amphiura stepanovi</i>				+				+		+				
Platyhelminthes														
<i>Planaria sp.</i>										+				
<b>Phoronida</b>														
<i>Phoronis euxinicola</i>						+				+	+	+		
<b>Cnidaria</b>														
<i>Actinia sp.</i>				+		+		+				+		
<b>Foraminifora</b>														
<i>Ammonia beccarii</i>				+		+				+	+	+	+	+
<b>Bryozoans</b>														
<i>Cryptosula pallasiana (Moll, 1803)</i>	+									+				
სულ	20	18	15	26	20	32	9	27	24	19	29	29		

## მაკროზოობენტოსის რაოდენობრივი მაჩვენებლების დინამიკა

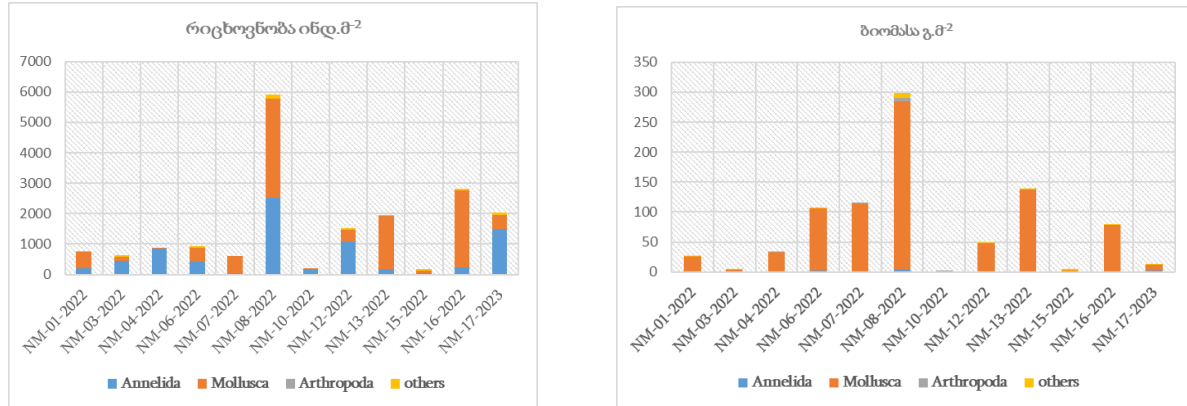
საკვლევ აკვატორიაში ბენტოსური ორგანიზმების რიცხოვნობა საშუალოდ 1618 ინდ.მ<sup>-2</sup> შეადგენს, ხოლო ბიომასა - 72.374 გ.მ<sup>-2</sup> (სურ.11).



სურ.11. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ბენტოფაუნის საშუალო რიცხოვნობა და ბიომასა, მონიტორინგის სადგურების მიხედვით, 2022.

თითქმის ყველა სადგურზე დომინირებენ ორსაგდულიანი მოლუსკები, ისინი შეადგენენ მთელი ბენტოფაუნის რიცხოვნობის 51 %. საკვლევ სადგურების ბენტოფაუნის ბიომასის 37%-ზე მეტი ასევე მოლუსკებზე მოდის (სურ.12). მოლუსკებს შორის მაღალი რიცხოვნობით გამოირჩევა ორსაგდულიანი

*Lucinella divaricata*, რომლის საშუალო რიცხოვნობა არის 282 ინდ.მ<sup>-2</sup>, ხოლო საშუალო ბიომასით გამოირჩევა - *Chamelea gallina* 26.964 გ.მ<sup>-2</sup>. საკვლევ რეგიონში რიცხოვნობით მომდევნო ადგილზეა მრავალჯაგრიანი *Aricidea (Acmira) cerrutii* (311 ინდ.მ<sup>-2</sup>) და *Heteromastus filiformis* (129 ინდ.მ<sup>-2</sup>).



სურ.12 შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ბენტოსური ორგანიზმების საშუალო რიცხოვნობა ინდ.მ<sup>-2</sup> და ბიომასა (გ.მ<sup>-2</sup>), 2022 წ.

### ბენტოსური ჰაბიტატების განაწილება შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო აკვატორიაში.

2022 წელს ჩატარებული კვლევების შედეგად შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს არეალი ფსკერული ორგანიზმების გავრცელების ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით დაიყო ორ, ინფრალიტორალურ და ცირკალიტორალურ ზონად. ხოლო საკვლევ რეგიონის ფსკერული სინჯების გრუნტის ტიპისა და დომინანტი სახეობების გათვალისწინებით იდენტიფიცირებული იქნა 5 ტიპის ბენტოსური ჰაბიტატი (ცხრ.9):

1. ინფრალიტორალური სილა *Lucinella divaricata*, და *Chamelea gallina*-თი;
2. ინფრალიტორალური შლამიანი სილა *Lucinella divaricata* და *Chamelea gallina* -თი;
3. ინფრალიტორალური შლამი *Heteromastus filiformis*-ით;
4. ცირკალიტორალური ნიჟაროვნები, *Prionospio cirrifera* და *Gouldia minima*-თი;
5. ცირკალიტორალური შლამი *Aricidea cerrutii*, *Heteromastus filiformis*, და *Gouldia minima*-თი.

ცხრილი 9. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და შელფის ფსკერული ჰაბიტატები, 2022 წ

ჰაბიტატი	სადგური	სიღრმე, მ
1. ინფრალიტორალური სილა. <i>Lucinella divaricata</i> და <i>Chamelea gallina</i>	NM-01; NM-07; NM-16 გონიო; ქობულეთი; ჩაქვი	8,5-18,7
2. ინფრალიტორალური შლამიანი სილა(mudy-sand). <i>Lucinella divaricata</i> და <i>Chamelea gallina</i> - თი.	NM-13 ანაკლია	9

3.	ინფრალიტორალური შლამი. <i>Heteromastus filiformis</i>	NM-04; NM-10; ბათუმი; ფოთი	9-23,4
4.	ცირკალიტორალური ნიქაროვნები. <i>Prionospio cirrifera, Gouldia minima</i>	NM-12; ფოთი	51,5
5.	ცირკალიტორალური შლამი <i>Aricidea cerrutii, Heteromastus filiformis</i> და <i>Gouldia minima</i>	NM-03; NM-06; NM-08; NM-15; NM-17 გონიო, ბათუმი, ჩაქვი, ქობულეთი, ანაკლია	51-53

1. ინფრალიტორალური სილა *Lucinella divaricata* და *Chamelea gallina* -თი.

დომინანტი სახეობები	საშუალო რიცხოვნობა (ინდ.მ <sup>-2</sup> )	საშუალო ბიომასა (გ.მ <sup>-2</sup> )
<i>Lucinella divaricata</i>	713	1.52
<i>Chamelea gallina</i>	278	60,58

წვრილმარცვლოვანი ინფრალიტორალური სილის ჰაბიტატი იდენიფიცირებული იქნა 8.5-18,7 მ სიღრმეზე, სარფის, ქობულეთის და ჩაქვის აკვატორიებში. დომინანტი სახეობების საშუალო რიცხოვნობა 991 ინდ.მ<sup>-2</sup> და ბიომასა 62.1 გ.მ<sup>-2</sup> შეადგენს. რიცხოვნობით აღნიშნულ ჰაბიტატზე დომინირებს *Lucinella divaricata* 33%, ხოლო ბიომასით *Chamelea gallina* 82%.

2. ინფრალიტორალური შლამიანი სილა *Lucinella divaricata* და *Chamelea gallina* -თი.

დომინანტი სახეობები	საშუალო რიცხოვნობა (ინდ.მ <sup>-2</sup> )	საშუალო ბიომასა (გ.მ <sup>-2</sup> )
<i>Lucinella divaricata</i>	871	3.824
<i>Chamelea gallina</i>	761	113.2

აღნიშნული ჰაბიტატი იდენიფიცირებულია ანაკლიის აკვატორიის 9 მ -იან იზობათზე. ინფრალიტორალური შლამიანი სილის სედიმენტის დომინანტი სახეობებია ორსაგდულიანი მოლუსკები *Ch.gallina* და *L.divaricata*, რომელთა საშუალო რიცხოვნობა 1622 ინდ.მ<sup>-2</sup> და ბიომასა 117,024 გ.მ<sup>-2</sup> შეადგენს. რიცხოვნობის მიხედვით აღნიშნული ჰაბიტატის 41% -ს წარმოადგენს *L.divaricata*, ხოლო ბიომასით პრევალირებს *Chamelea gallina* (82%), რაც გამოწვეულია უკანასკნელის მსხვილი ზომის გამო.

3. ინფრალიტორალური შლამი *Heteromastus filiformis* -ით.

დომინანტი სახეობები	საშუალო რიცხოვნობა (ინდ.მ <sup>-2</sup> )	საშუალო ბიომასა (გ.მ <sup>-2</sup> )
<i>Heteromastus filiformis</i>	390	0.617

იდენტიფიცირებულია სადგურ ბათუმის და ფოთის აკვატორიის, 9-23.4 მ სიღრმის ბენტალში. ინფრალიტორალური შლამიან ჰაბიტატში პრევალირებს ანელიდების ერთი სახეობა: *H. filiformis*, რომლის საშუალო რიცხოვნობა 390 ინდ.მ<sup>-2</sup> -ია. აღნიშნული ჰაბიტატის დასახლებაში *Heteromastus filiformis* წარმოადგენს მთელი ჰაბიტატის 77%-ს.



4. ცირკალიტორალური ნიჟაროვნები *Prionospio cirrifera*, *Gouldia minima* -თი.

დომინანტი სახეობები	საშუალო რიცხოვნობა (ინდ.მ <sup>-2</sup> )	საშუალო ბიომასა (გ.მ <sup>-2</sup> )
<i>Prionospio cirrifera</i>	681	0,391
<i>Gouldia minima</i>	315	21,854

ჰაბიტატი ცირკალიტორალური ნიჟაროვნები გვხვდება ფოთის აქვატორიის 51,5 მ სიღრმეზე. აღნიშნულ ჰაბიტატზე იდენტიფიცირებულია 27 სახეობა. დომინანტი სახეობების საშუალო რიცხოვნობა 996 ინდ.მ<sup>-2</sup> და ბიომასა 22,245 გ.მ<sup>-2</sup> შეადგენს, აღნიშნული ჰაბიტატის დომინანტი სახეობებიდან რიცხოვნობით დომინირებს *P.cirrifera*, ის წარმოადგენს მთელი ჰაბიტატის 42%, ხოლო ბიომასით დომინირებს ორსაგდულიანი მოლუსკი *G. minima*, რომლის ბიომასური წილი ბენტოსური დასახლების 44% შეადგენს.

5. ცირკალიტორალური შლამი . *Aricidea cerrutii*, *Heteromastus filiformis* და *Gouldia minima*-თი.

დომინანტი სახეობები	საშუალო რიცხოვნობა (ინდ.მ <sup>-2</sup> )	საშუალო ბიომასა (გ.მ <sup>-2</sup> )
<i>Aricidea cerrutii</i>	714	0.828
<i>Heteromastus filiformis</i>	120	0.189
<i>Gouldia minima</i>	479	13.761

ცირკალიტორალური შლამიანი ჰაბიტატი იდენტიფიცირებულია 51-53 მეტრიან იზობათზე გონიოს, ბათუმის, ქობულეთის, ჩაქვის და ანაკლიის საკვლევ აქვატორიებში . აღნიშნული ჰაბიტატი ხასიათდება პოლიქეტებისა (*A. cerrutii*-სა და *P. cirrifera*-ს) და ორსაგდულიანის (*G. Minima*-ს) დომინირებით, რომელთა საერთო საშუალო რიცხოვნობა 1313 ინდ.მ<sup>-2</sup>, ხოლო ბიომასა კი 14,77 გ.მ<sup>-2</sup> შეადგენს.

აღსანიშნავია, რომ ჰიდრობიონტების ფსკერულ დასახლებას ამა თუ იმ ჰაბიტატზე არ გააჩნია მკვეთრი საზღვარი. ერთი და იგივე სახეობა შესაძლებელია დაფიქსირდეს სხვადასხვა სიღრმესა და მონათესავე ჰაბიტატზე.

## შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს საკვლევ აქვატორიის ეკოლოგიური სტატუსის შეფასება

შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და კონტინენტური შელფის საკვლევ სადგურების (გონიო, ბათუმი, ჩაქვი, ქობულეთი, ფოთი და ანაკლია) ეკოლოგიური სტატუსის შეფასება მოხდა ბენტოფაუნის რაოდენობრივი მაჩვენებლებისა და Richness, Diversity, AMBI, M-AMBI ინდექსების გამოყენებით, რომლებიც განსაზღვრავენ ზღვის ბიოცენოზის ფსკერული უხერხემლოების მრავალფეროვნების დონეს, სენსიტიური და დაბინძურებისადმი მდგრადი სახეობების რაოდენობას და ა.შ. (ცხრ. 10).

AMBI-ინდექსის მიხედვით ბენტოსური სახეობები დიფერენცირებულია ხუთი ეკოლოგიური ჯგუფის მიხედვით (EG) :

- EG I ჯგუფს მიეკუთვნება სახეობები, რომლებიც მგრძნობიარენი არიან ჰაბიტატის დეგრადაციის/დაბინძურებისადმი (სუფთა/კარგ პირობებში მცხოვრები სახეობები: შერჩევითი მტაცებლები, ზოგიერთი პოლიქეტები);
- EG II - ჰაბიტატის დეგრადაციის/დაბინძურებისადმი ინდიფერენტული სახეობები (გვხვდებიან დაბალი სიხშირით, ნაკლებად შერჩევითი მტაცებლები, ლემისმჭამელი);
- EG III სახეობები არიან მდგრადი გარე ზემოქმედების მიმართ;
- EG IV - მეორე რიგის ოპორტუნისტული სახეობები;
- EG V - პირველი რიგის ოპორტუნისტული სახეობები.

ცხრილი 10. შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს საკვლევ სადგურების ეკოლოგიური სტატუსი

Index	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	3.86	3.95	3.79	0	Bad
High	0.19	3.73	31	-1.60	-1.87	-1.8	1	High
Stations								
NM-01-22	0.201	2.63	19	-0.69	-0.37	-0.26	0.76	Good
NM-03-22	1.066	2.66	17	-0.17	-0.14	0.13	0.70	Good
NM-04-22	3.929	1.55	15	1.66	1.51	1.33	0.42	Moderate
NM-06-22	1.612	3.57	24	-0.52	-1.17	-0.72	0.83	High
NM-07-22	0.841	2.52	19	-0.34	-0.15	-0.08	0.72	Good
NM-08-22	0.407	2.41	31	-1.09	-0.60	-1.35	0.87	High
NM-10-22	3.207	2.08	9	1.43	1.12	1.60	0.44	Moderate
NM-12-22	2.709	2.95	23	0.25	-0.34	-0.18	0.70	Good
NM-13-22	0.324	2.09	21	-0.56	0.08	-0.27	0.73	Good
NM-1522	1.043	3.73	18	-0.56	-1.19	-0.30	0.81	High
NM-16-22	0.188	1.94	27	-0.87	-0.05	-0.86	0.79	High
NM-17-22	0.991	2.86	28	-0.80	-0.78	-1.05	0.84	High

საკვლევ სადგურზე ბენტოფაუნის ეკოლოგიური ჯგუფების, ფუნქციური კომპოზიციების და მულტიპარამეტრული ანალიზის შედეგების მიხედვით (ცხრილები 10), სადგურების ეკოლოგიური მდგომარეობა შეიძლება შეფასდეს, როგორც „მალიან კარგი“, „კარგი“ და „საშუალო“ .

- ამრიგად, 2022 წლის მონიტორინგის შედეგად შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროზე იდენტიფიცირებულია მაკროზოობენტოსის 88 სახეობა: რგოლოვანი ჭიების (Annelida) 28 სახეობიდან 27 მიეკუთვნება მრავალჯაგრიან (Polychaeta), ხოლო ერთი სახეობა მცირეჯაგრიან ჭიებს (Olygochaeta); მოლუსკების 30 სახეობიდან 12 მუცელფეხიან მოლუსკებს (Gastropoda) მიეკუთვნება, ხოლო 12 - ორსაგდულიანებს (Bivalvia)-18; ფეხსახსრიანებს (Arthropoda) 20 სახეობა მიეკუთვნება, ხოლო დანარჩენი ჯგუფები - *Nematoda*, *Nemertea*, *Tunicata*, *Echinodermata*, *Platyhelminthes*, *Phoronida*, *Cnidaria*, *Foraminifera*, *Bryozoans* თითო სახეობით არიან წარმოდგენილი.

- საკვლევ აკვატორიაში გრუნტის ტიპისა და დომინანტი სახეობების გათვალისწინებით იდენტიფიცირებული იქნა 5 ტიპის ბენტოსური ჰაბიტატი: ინფრალიტორალური სილა, ინფრალიტორალური შლამი, ინფრალიტორალური შლამიანი სილა, ცირკალიტორალური ნიჟაროვნები, ცირკალიტორალური შლამი შესაბამისი დომინანტი სახეობებით.
- საქართველოს სანაპიროს გონიო-ანაკლიის აკვატორიაში 2022 წლის ბენტოფაუნის კვლევის შედეგების მიხედვით 12 სადგურიდან ხუთი (NM-06-22; NM-08-22; NM-15-22; NM-16-22 და NM-17-22) შესაძლოა შეფასდეს როგორც „მაღალი“ (High) ეკოლოგიური სტატუსის მქონე სადგური, 5 სადგურს შესაძლოა მიენიჭოს „კარგი“ (Good) ეკოლოგიური სტატუსი (NM-01-22; NM-03-22; NM-07-22; NM-12-22 და NM-13-22). ხოლო ბათუმის და ფოთის ინფრალიტორალურ სადგურებს (NM-04-22 და NM-10-22) მიენიჭათ საშუალო (Moderate) ეკოლოგიური სტატუსი.

## ლიტერატურა.

1. Aleksandrov B., Arashkevich E., Gubanova A., Korshenko A. Black Sea Monitoring Guidelines – Mesozooplankton // EU/UNDP Project: Improving Environmental Monitoring in the Black Sea – EMBLAS. Project Activity 3: Development of cost-effective and harmonized biological and chemical monitoring programmes in accordance with reporting obligations under multilateral environmental agreements, the WFD and the MSFD. - October 2014. – 31 pp.
2. Alexandrov, B., Arashkevich, E., Gubanova, A., Korshenko, A., 2015. Black Sea monitoring guidelines: Mesozooplankton.- Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution.–Istanbul.–31pp [http://emblasproject.org/wpcontent/uploads/2013/12/Manual\\_mesozooplankton\\_EMBLAS\\_ann.pdf](http://emblasproject.org/wpcontent/uploads/2013/12/Manual_mesozooplankton_EMBLAS_ann.pdf).
3. Borja, A., 2006. The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, **52**: 239-242.
4. Borja, Á., I. Galparsoro, X. Irigoien, A. Iriondo, I. Menchaca, I. Muxika, M. Pascual, I. Quincoces, M. Revilla, J. Germán Rodríguez, M. Santurtún, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, 2011. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, **62**: 889-904.
5. Borja, A., M. Elliott, J. H. Andersen, A. C. Cardoso, J. Carstensen, J. G. Ferreira, A.-S. Heiskanen, J. C. Marques, J.M. Neto, H. Teixeira, L. Uusitalo, M. C. Uyarra, N. Zampoukas, 2013. Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? *Marine Pollution Bulletin*, **76**: 16-27.
6. Borutsky E.V. 1954. On the question of the technique of quantitative accounting of bottom fauna. Proceedings of the Limnological Station in Kosine, v. XYII (in russian) .
7. Claudet, J., S. Fraschetti, 2010. Human-driven impacts on marine habitats: A regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, **143**: 2195-2206.
8. Cogan, C. B., B. J. Todd, P. Lawton, T. T. Noji, 2009. The role of marine habitat mapping in ecosystem-based management. *ICES Journal of Marine Science*, **66**: 2033-2042. [10.1093/icesjms/fsp214](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp214)
9. Kiseleva M. I. 2004. Polychaeta worms (Polychaeta) of the Black and Azov seas. Apatity.
10. Moncheva S., B. Parr, 2005. (updated 2010) Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea. Black Sea Commission. (Deliverable Project UP-GRADE Black Sea SCENE).

11. Mordukhay-Boltovskoy, F.D. (Ed.), 1968. The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna.- Kiev: Naukova Dumka Publ., T. 1 (Protozoa, Porifera, Coelenterata, Ctenophora, Nemertini, Nemathelminthes, Annelida, Tentaculata), 423 pp. (in Russian).
12. Mordukhay-Boltovskoy, F.D. (Ed.), 1969. The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna.- Kiev: Naukova Dumka Publ., T. 2 (Artropoda: Cladocera, Calanoida, Cyclopoida, Monstrilloida, Harpacticoida, Ostracoda, Cirripedia, Malacostraca, Decapoda), 536 pp. (in Russian).
13. Mordukhay-Boltovskoy, F.D. (Ed.), 1972. The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna.-Kiev: Naukova Dumka Publ., T. 3 (Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Chaetognatha, Chordata, Tunicata, Ascidiacea, Appendicularia), 340 pp. (in Russian).
14. Muxika, I., Borja, Á. & Bonne, W., 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*, 5(1), pp.19–31.
15. Standard Methods- For the Examination of Water and Wastewater . 20 th Edition.- 1998 Identifying Marine Phytoplankton - Editor - Carmelo R. Iomas - Academic Press.Harcourt Brace & Company . 1997 San Diego New York Boston London Sydney Tokyo Toronto.
16. Todorova, V., Konsulova, Ts., 2005. Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine soft-bottom macrozobenthos.
17. <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/11/1469>
18. [https://www.researchgate.net/publication/342482415\\_Aquatic\\_macrophytes\\_ecological\\_features\\_and\\_functions](https://www.researchgate.net/publication/342482415_Aquatic_macrophytes_ecological_features_and_functions)

