

ارزیابی اثر تغییرات عمودی ساختار فیزیکی، شیمیایی و فرایند اختلاط بر پراکنش و فراوانی زئوپلانکتونها در آبهای ساحلی منطقه سیسنگان تا چالوس

رضا رهنما^۱، سیامک جمشیدی^{۲*}، علی حمزه پور^۱

Jamshidi@inio.ac.ir

۱- کارشناس مرکز اقیانوس‌شناسی دریای خزر (نوشهر)

۲- دکتری اقیانوس‌شناسی فیزیکی، استادیار پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

چکیده

مطالعه ویژگی‌ها و ساختارهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی آبهای ساحلی می‌تواند یک اقدام مهم در ارزیابی و بهره‌برداری مستمر و پایدار از توده‌های آبی باشد. در این مقاله ضمن بررسی مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیستی ستون آب، اثر شاخصهای محیطی بر مشخصات زیستی در آبهای ساحلی منطقه سیسنگان تا چالوس مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد. این تحقیق به روش اندازه‌گیری با دستگاه CTD، Hach و نمونه‌برداری میدانی در نقاط مشخص با عمق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر انجام شده است. ساختار فیزیکی ستون آب نشان داد که، در فصل پاییز ستون آب در منطقه ساحلی عمدتاً در لایه اختلاط سطحی قرار گرفته است و تغییرات عمودی پارامترهای فیزیکی از سطح تا بستر کم است. ساختار فیزیکی آب دریا در اواخر فصل زمستان نشان دهنده شروع ایجاد لایه‌بندی ستون آب شامل لایه اختلاط سطحی، ترموکلاین و لایه عمقی در محدوده منطقه مورد مطالعه بود. براساس نتایج تحقیق، میانگین پارامترهای دما، شوری و چگالی در فصل پاییز، حدود ۲۷/۳ درجه سانتیگراد، ۱۲/۳ و ۱۰۰۶/۶ کیلوگرم برترمکعب و در اندازه‌گیری‌های فصل زمستان به ترتیب ۱۱/۴ درجه سانتیگراد، ۱۲/۲ و ۱۰۰۸/۲ کیلوگرم برترمکعب بوده است. عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند: دما، شوری، میزان اکسیژن محلول و نیز pH چون از عوامل مهم در پراکنش فیتوپلانکتونها می‌باشند، تا حد زیادی بر فراوانی و پراکنش زئوپلانکتونها تأثیرگذار می‌باشد. در مناطق ساحلی تراکم و زیتوده زئوپلانکتونها بیشتر بوده و این مناطق دارای اهمیت بیشتری در تغذیه ماهیان می‌باشند.

واژگان کلیدی: آبهای ساحلی، ساختار فیزیکی، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، اختلاط، مشخصات زیستی.

تاریخ دریافت مقاله : ۹۵/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۶/۰۲/۲۱

۱- مقدمه

دریای خزر بزرگترین توده آبی محصور در خشکی جهان است که مساحتی حدود ۳/۵ میلیون کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. این دریا بین عرضهای ۳۶ و ۶۲ درجه شمالی قرار دارد. دریای خزر براساس ویژگی‌های جغرافیایی و بررسی پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمی به سه بخش خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی قابل تقسیم می‌باشد. بخش خزر شمالی کم عمق بوده و بیشینه عمق دریای خزر در بخش جنوبی آن قرار دارد. حجم آب دریا در سه قسمت خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی به ترتیب ۰/۵، ۳۳/۹ و ۶۵/۶ درصد از حجم کل آب دریا را شامل می‌شود [۱]. حدود ۱۳۰ رودخانه بزرگ و کوچک به داخل دریای خزر می‌ریزد که اکثر رودخانه‌های مهم و اصلی در سواحل شمالی و غربی دریای خزر واقع شده و در بخش شرقی دریای خزر عملاً رودخانه دائمی وجود ندارد. رودخانه‌های ولگا، اورال، کورا، ترک، سمور و سولک بیشترین سهم آب ورودی به دریای خزر را تشکیل داده و درصد کمی از آب ورودی به دریای خزر توسط رودخانه‌های کوچکی در سواحل ایران تامین می‌شود [۲]. در قسمت جنوبی دریای خزر رودخانه سفیدرود مهمترین رود ورودی به دریای خزر است. دریای خزر تحت تاثیر نوسانات اکولوژیک گسترده ای طی ۳۰ سال اخیر بوده است که سبب ورود آلودگی منابع آبی ورودی در بخش جنوبی دریای خزر به سموم کشاورزی، ارگانوکلره، مواد زائد صنعتی و خانگی شده است.

ژئوپلانکتونها به عنوان یکی از بهترین معرف‌هایی هستند که جهت بررسی پیشینه و شرایط تغییرات زیست محیطی می‌توان استفاده نمود [۳]. اینها همچنین به عنوان غذای انتخابی بسیاری از ماهیان هستند و به این صورت نقش مهمی در ارتباط مراحل بالاتر زنجیره غذایی ایفا می‌نمایند [۴]. هرگونه تغییر در ترکیب جمعیتی این موجودات تاثیرات بالقوه‌ای بر روی جمعیت سایر آبزیان از جمله ماهیها که بخش عمده ای از سبد غذایی و چرخه اقتصادی جوامع ساکن در نواحی ساحلی را تشکیل می‌دهد، می‌گذارد. ژئوپلانکتون ها در چرخه غذایی پلاژیک نقش مهمی در انتقال انرژی بین تولید کنندگان اولیه و ماهیان پلاژیک ایفا می‌نمایند [۵]. مطالعات بر روی ژئوپلانکتونها، طی سالهای ۳۵-۱۹۳۴ برای نخستین بار روی ژئوپلانکتونهای خزر شمالی در اعماق مختلف دریا

در فصل تابستان انجام گرفت و از سال ۱۹۳۸ بررسی و مطالعه وضعیت پلانکتونها شروع شد و همه ساله در خزر شمالی و بطور نامنظم در خزر میانی و جنوبی انجام گرفت [۶].

سواحل جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) بطور پراکنده در سال ۱۳۵۷ توسط یک گروه از کشور شوروی سابق با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت [۷]. طرح هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر از سال ۱۳۷۰ با اهداف مختلف از جمله بر روی ژئوپلانکتونها در این حوضه آغاز گردید.

براین اساس مطالعه حاضر جهت بررسی پراکنش و فراوانی ژئوپلانکتون‌ها در بخش جنوبی دریای خزر در منطقه سیسنگان تا چالوس انجام گرفت. با توجه به وجود بندر نوشهر که یکی از بنادر مهم کشتیرانی در حوضه جنوبی دریای خزر می‌باشد و سالانه کشتیهای بسیاری از سایر مناطق شمالی دریا و نیز دریا‌های همجوار به این منطقه وارد می‌شوند، احتمال ورود گونه‌های جدید و مهاجم توسط آب توازن کشتیها بسیار محتمل است. با توجه به تاثیر ورود گونه‌های جدید و مهاجم بر روی زنجیره غذایی اکوسیستم، بررسی تنوع و فراوانی ژئوپلانکتونها در این ناحیه ضروری به نظر می‌رسید. هدف از این تحقیق بررسی و ارزیابی ساختار فیزیکی، زیستی و شیمیایی بخش میانی آبهای ساحلی جنوبی دریای خزر می‌باشد. همچنین اثر پارامترهای محیطی بر مشخصات زیستی آبهای ساحلی منطقه بررسی و ارزیابی می‌شود.

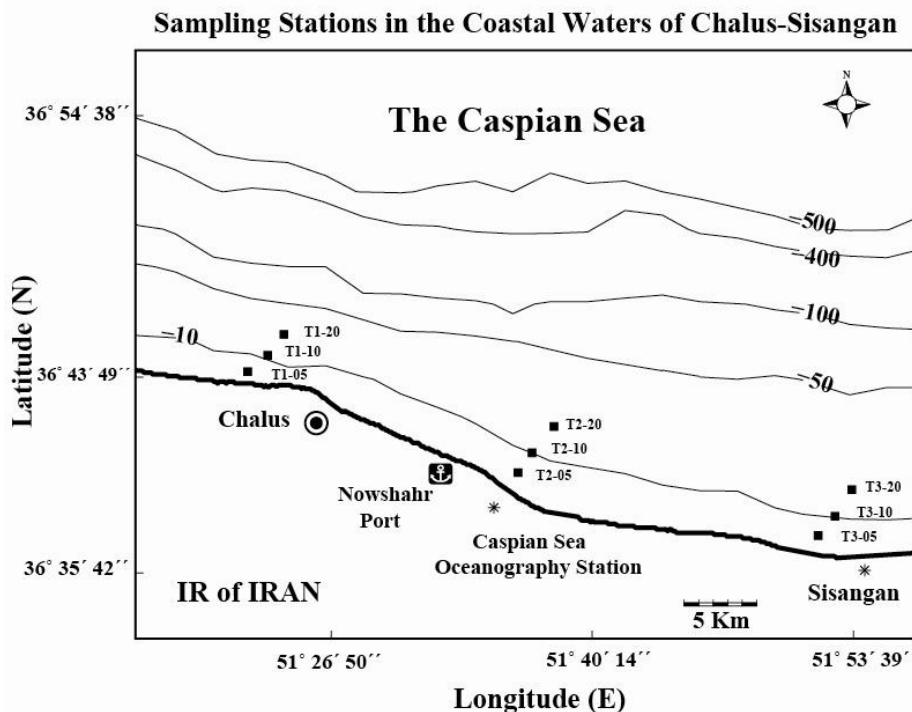
۲- روش انجام کار

۲-۱- اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری‌های میدانی:

اندازه‌گیری جهت ثبت پارامترهای فیزیکی آب دریا توسط دستگاه CTD در ایستگاههای اندازه‌گیری در راستای مقاطع عمود بر خط ساحلی انجام شد. شکل (۱) منطقه مورد مطالعه و ایستگاههای اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. داده‌های فیزیکی آب دریا به وسیله یک دستگاه CTD (Ocean Seven 316) که توسط شرکت IDRONAUT کشور ایتالیا ساخته شده است اندازه‌گیری گردید. دستگاه مذکور قبل از اجرای عملیات دریایی در آزمایشگاه مرکز دریای خزر وابسته به پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی واسنجی گردید. دستگاه CTD برای برداشت پارامترهای مذکور در مد داده‌برداری

بار انجام گرفت. پس از بالا آوردن تور، با پاشیدن آب از لایه بیرونی تور به سمت داخل، نمونه‌ها در انتهای تور جمع گردیدند. سپس نمونه‌های هر ایستگاه در ظروف شیشه‌ای با فرمالین ۴٪ تثبیت شدند [۸]. پس از انتقال به آزمایشگاه، نمونه‌ها جهت شمارش زئوپلانکتونها توسط بیپت روی ظرف شمارش بوگارف قرار گرفتند [۹] و در زیر میکروسکوپ شمارش و شناسایی شدند. تعداد هرگونه زئوپلانکتون بر حسب فرد در لیتر (ind.L^{-1}) محاسبه گردید.

زمانی (Timed Data Acquisition) تنظیم گردید. در حین انجام اندازه‌گیری میدانی در دریا، دستگاه CTD با سرعت ۱ متر بر ثانیه در ستون آب از سطح دریا تا نزدیکی بستر پایین فرستاده شد. مطالعه زئوپلانکتونهای حوضه جنوبی دریای خزر در محدوده (چالوس تا سیسنگان) طی دو فصل پاییز و زمستان (آبان‌ماه و اسفندماه ۱۳۹۲) در ۳ نیم خط عمود بر ساحل شامل عمقهای (۵- ۱۰ و ۲۰ متر) انجام گرفت (شکل ۱). نمونه برداری بصورت تورکشی عمودی، توسط تور پلانکتون‌گیر با چشمه ۱۰۰ میکرون انجام شد. تور کشی در اعماق ۵ و ۱۰ متر یک بار و در عمق ۲۰ متر، دو



شکل (۱) ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه چالوس و نوشهر)

جهت شناسایی نوع پراکنش گروه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده فرمول زیر مورد استفاده قرار گرفت [۱۱]:

$$A = \frac{\text{Var}}{\text{Ave}} \quad (1)$$

A = شاخص پراکنش.

var = واریانس گروه زئوپلانکتونی شناسایی شده.

ave = میانگین فراوانی گروه زئوپلانکتونی شناسایی شده.

جهت شناسایی گروه‌های زئوپلانکتونی از اطلس بی‌مهرگان دریای خزر و نیز اطلس زئوپلانکتونهای دریای بالتیک استفاده شد. پس از شمارش و شناسایی نمونه‌ها، شاخص تنوع گونه‌ای شانون و نیز شاخصهای یکنواختی گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون و همچنین شاخص غنای گونه‌ای مارگالف برای هر یک از ایستگاههای نمونه‌برداری محاسبه گردید. به منظور بررسی میزان تشابه ایستگاهها، از شاخصهای تشابه (Jaccard) و (Kulczynski) استفاده شد [۱۰]. همچنین جهت

از روابط (۱) و (۲) که دقیق تر از موارد قبلی بیان گردیده، استفاده شده است.

$$S_{Caspian} = 1.1017 S_{CTD} \quad (2)$$

$$\rho_{Solution}(T, S, p) = \rho_{Sea}(T, 0, p) + f(T, p)(\rho_{Sea}(T, S, p) - \rho_{Sea}(T, 0, p)) \quad (3)$$

که در آن $\rho_{Sea}(T, S, P)$ چگالی آب با استفاده از فرمول‌های یونسکو با جای‌گذاری دما، شوری و فشار اندازه‌گیری شده درجا (in situ) است و $f(T, p)$ ضریب تصحیح می‌باشد. $\rho_{Sea}(T, 0, P)$ چگالی آب با استفاده از فرمول‌های یونسکو و با استفاده از اندازه‌گیری‌های دما و فشار و با احتساب شوری صفر است.

۳- نتایج و بحث

به منظور بررسی ساختار تغییرات پارامترهای فیزیکی آب دریا از داده‌های برداشت شده توسط دستگاه CTD استفاده شد. نیمرخ‌های عمودی پارامترهای دما، شوری و چگالی در فصل پاییز نشان می‌دهد که تغییر پارامترهای مذکور از سطح تا نزدیکی بستر کم بوده است، که این حاکی از آن است که تمام ستون آب تا عمق مورد اندازه‌گیری در این ایستگاه‌ها در لایه اختلاط سطحی قرار داشته است. بنابراین می‌توان دریافت که در آب‌های ساحلی در آبان‌ماه می‌توان ضخامت لایه اختلاط سطحی بیش از ۲۰ متر بوده است. در حالی که نیمرخ‌های پارامترهای مذکور در ماه پایانی زمستان نشان از شروع یک لایه‌بندی در ستون آب و ایجاد تغییرات هرچند کم در هر سه پارامتر دارد. ساختار فیزیکی آب همچنین نشان می‌دهد که تقریباً شوری آب دریا در هردو زمان نزدیک به هم است و تفاوت در چگالی آب دریا بیشتر تحت اثر دمای آب دریا است. اندازه‌گیری‌های فصل پاییز زمانی انجام شده که رژیم آب و هوای منطقه روبه سردی می‌رود. تغییرات پارامترهای فیزیکی نظیر دما، شوری و چگالی در راستای مقاطع ترسیم شده کم است. آنچه که به وضوح مشاهده می‌شود آن است که دما با دور شدن از ساحل افزایش کمی دارد. مقادیر شوری هم در اغلب موارد تغییراتی حدود ۰/۲ واحد نشان می‌دهد. شوری کمتر آب دریا در نزدیکی خط ساحلی تحت تأثیر عوامل ساحلی نظیر ورودی رودخانه‌های محلی است.

اگر شاخص پراکنش بزرگتر از میانگین فراوانی باشد (پراکنش لکه‌ای)، اگر شاخص پراکنش کوچکتر از میانگین فراوانی باشد (پراکنش یکنواخت) و اگر شاخص پراکنش برابر میانگین فراوانی باشد (پراکنش تصادفی) می‌باشد. در خلال نمونه‌برداریها، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا شامل: دما- شوری- pH- اکسیژن محلول با استفاده از دستگاه CTD و (Hach, HQ 40d) اندازه‌گیری شدند.

۲-۲ محاسبات آماری

شاخصهای تنوع و تشابه در ایستگاههای نمونه‌برداری با استفاده از نرم‌افزار Past محاسبه گردیدند. مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون و غنای گونه‌ای مارگالف در بین ایستگاههای مختلف و نیز مقایسه فراوانی زئوپلانکتونها در هر یک از ایستگاههای نمونه‌برداری توسط نرم افزار (Spss ver 16) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون آماری (Tukey) استفاده گردید.

۲-۳ پارامترهای شوری و چگالی

با توجه به مشخصات و ترکیبات منحصر به فرد آب دریای خزر و تفاوت شوری و در نتیجه چگالی آن با دیگر دریاهای آزاد دنیا، نیاز است داده‌های شوری و چگالی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه CTD اصلاح شود که روند محاسبه آن در فرمول‌بندی ارایه شده توسط UNESCO به صورت فرمول ۱ و ۲ است. بنابراین لازم است به منظور دستیابی به اعداد دقیق، ضرایب تصحیح در روابط و نحوه محاسبه پارامترهای شوری و چگالی مورد استفاده قرار گیرند. چندین رابطه حاصل از مطالعات آزمایشگاهی، تجربی و شیمیایی برای محاسبه شوری و چگالی آب دریا وجود دارد. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی را با استفاده از چندین نمونه آب برداشت شده از سطح دریا در نزدیکی بندر نوشهر در بخش جنوبی دریای خزر انجام دادند و روابطی را ارایه نمودند. در راستای تکمیل و تدقیق روابط فوق، پیتر و همکارانش (۲۰۰۰) [۱۲] با استفاده از داده‌های برداشت شده از دریای خزر توسط سازمان بین‌المللی انرژی اتمی روابطی را برای کالیبراسیون مقادیر داده‌های شوری و چگالی آب دریای خزر را ارایه کردند که در روابط (۱) و (۲) آورده شده است. در تحقیق حاضر نیز

شناسایی شده در هر یک از ایستگاههای نمونه برداری در فصول پاییز و زمستان در (جدول ۲) نشان داده شده است. بر این اساس، ترکیب گروه‌های زئوپلانکتونی موجود از نظر حضور و یا عدم حضور برخی از گونه‌ها در هر یک از دو فصل مورد نظر متفاوت است. در فصل پاییز ۷ گروه زئوپلانکتونی و در زمستان ۵ گروه زئوپلانکتونی شناسایی شدند. در مطالعه انجام شده بر روی تنوع و فراوانی فصلی زئوپلانکتونها در جنوب دریای خزر که توسط Rowshantabari et al., 2014 [۱۳] انجام گرفت ۲۲ گونه زئوپلانکتون در بخش جنوبی دریای خزر مشاهده گردید که شامل ۴ گونه از کوبه پوداها، ۹ روتیفر، ۲ پروتوزوا و ۷ کلادوسرا بود.

جدول (۱) مقادیر اندازه‌گیری شده فاکتورهای فیزیکی و

شیمیایی آب دریای خزر

پاییز	شوری	اکسیژن	pH	دما
T ₁ S ₁ D ₅	12.34	7.85	8.59	20.43
T ₁ S ₂ D ₁₀	12.43	7.67	8.63	20.9
T ₁ S ₃ D ₂₀	12.61	7.93	8.69	21.04
T ₂ S ₁ D ₅	12.4	8.11	8.7	19.97
T ₂ S ₂ D ₁₀	12.35	8.27	8.64	20.09
T ₂ S ₃ D ₂₀	12.66	7.97	8.72	20.66
T ₃ S ₁ D ₅	12.73	8.29	8.79	19.9
T ₃ S ₂ D ₁₀	12.73	8.39	8.8	19.9
T ₃ S ₃ D ₂₀	12.68	8.33	8.81	20.2
زمستان				
T ₁ S ₁ D ₅	11.32	10.03	8.56	11.9
T ₁ S ₂ D ₁₀	11.58	9.3	8.57	11.5
T ₁ S ₃ D ₂₀	11.86	9.62	8.55	11.4
T ₂ S ₁ D ₅	11.93	10.05	8.6	11.3
T ₂ S ₂ D ₁₀	12.25	9.8	8.6	11.8
T ₂ S ₃ D ₂₀	12.37	9.39	8.55	11
T ₃ S ₁ D ₅	11.91	10.05	8.59	11.9
T ₃ S ₂ D ₁₀	12.04	9.97	8.58	11.7
T ₃ S ₃ D ₂₀	11.8	9.2	8.55	11.5

بیشترین تنوع مربوط به روتیفرها و پس از آن کلادوسرا بود. همچنین روشن طبری و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطالعه مشابهی را انجام دادند و تنها ۱۴ گونه را در این

مطالعات انجام شده بر روی ساختار فیزیکی آب دریای خزر با استفاده از داده‌های برداشت شده قبلی نشان می‌دهد، که از اوایل فصل بهار با گرم شدن تدریجی هوا لایه‌بندی آغاز شده، در تابستان به قویترین حالت خود رسیده و در میانه پاییز هم هنوز اثرات لایه‌بندی قوی در ستون آب وجود داشته است. انتظار می‌رود از اواخر فصل پاییز روند اضمحلال لایه‌بندی شروع و در ماه پایانی فصل زمستان به حالت حدی خود یعنی از بین رفتن لایه بندی برسد. در زمان اندازه‌گیری‌ها در ماه میانی فصل تابستان ساختار حرارتی آب منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده وجود یک لایه ترموکلاین به پهنای ۳۰ متر بین اعماق ۲۰ تا ۵۰ متری است. در فصل پاییز ضخامت لایه مخلوط سطحی حدود ۳۰ متر مشاهده گردید. با کاهش درجه حرارت لایه مخلوط سطحی، گرادیان درجه حرارت در عرض ترموکلاین کاهش یافته و در اواخر زمستان ترموکلاین تقریباً مستهلک شده است. داده‌های برداشت شده بخوبی نشان دهنده عمیق شدن لایه سطحی در طی فصل پاییز و زمستان و از بین رفتن کامل ترموکلاین فصلی در حدود نیمه زمستان می‌باشد. در فصل زمستان ساختار حرارتی نشان دهنده از بین رفتن ترموکلاین فصلی است. از اواخر زمستان و ابتدای بهار نوسانات درجه حرارت در لایه بالایی شروع می‌شود. در فصل بهار مجدداً با گرم شدن آب از سطح و تغییرات فصلی شکل‌گیری مجدد ترموکلاین فصلی رخ می‌دهد. آب دریا به صورت فصلی از سطح گرم شده و سپس با مخلوط شدن آب گرم شده از بالا با لایه‌های زیرین، درجه حرارت لایه مخلوط بالایی افزایش یافته و با تکرار این روند درجه حرارت لایه مخلوط بالایی به حدود ۲۹ درجه سانتی‌گراد و بیشتر در میانه فصل تابستان می‌رسد، و یک لایه ترموکلاین قوی و کاملاً توسعه یافته در زیر آن ایجاد گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر توسط دستگاه Hach در هریک از ایستگاه‌های مورد نظر در دو فصل پاییز و زمستان نیز در جدول ۱ نشان داده شده است.

براساس مطالعه صورت گرفته طی دو فصل پاییز و زمستان، در مجموع ۸ گروه زئوپلانکتونی در ایستگاههای نمونه برداری شده شناسایی شد. فراوانی زئوپلانکتونهای

توسط (Bagheri et al., 2010) بررسی گردید [۱۵] و بر این اساس ۲۶ گونه زئوپلانکتون شناسایی شد. با این حال، در مطالعه انجام شده توسط روشن طبری و

منطقه مشاهده نمودند. در مطالعه انجام شده توسط (Bagheri et al., 2013)، ۱۲ گونه از هولوپلانکتونها در بخش جنوب غربی دریای خزر مشاهده گردید [۱۴]. تنوع و ترکیب زئوپلانکتونها در بخش جنوب غربی دریای خزر

جدول (۲) فراوانی (\pm SD) زئوپلانکتونها (Ind.L^{-1}) در ایستگاههای نمونه برداری در فصول پاییز و زمستان

A.t	N.a	N.d	Bra	Asp	N.b	Cyp.B	Lam.l	پاییز
10267±666	4433±306	-	6033±115	-	467±153	333±58	9333±379	T ₁ S ₁ D ₅
5089±379	2911±342	-	3264±238	-	243±104	200±67	4911±473	T ₁ S ₂ D ₁₀
5667±291	1911±269	177±78	2067±176	-	199±69	221±103	3488±314	T ₁ S ₃ D ₂₀
14394±1036	7272±243	300±87	1539±151	-	1389±297	822±225	6755±108 4	T ₂ S ₁ D ₅
8600±300	2033±351	533±208	3933±611	-	367±58	733±230	11600±26 5	T ₂ S ₂ D ₁₀
6807±239	1861±173	250±83	2833±287	-	417±416	444±96	8000±221	T ₂ S ₃ D ₂₀
3633±208	5000±3466	-	5000±436	-	200±367	467±115	10733±46 2	T ₃ S ₁ D ₅
4722±1406	1156±407	203±5	5278±1579	-	200±322	227±64	9100±208 1	T ₃ S ₂ D ₁₀
3206±476	1522±197	350±60	4689±665	-	417±322	-	8622±991	T ₃ S ₃ D ₂₀
								زمستان
4700±450	3650±180	-	-	2667±369	500±180	250±100	-	T ₁ S ₁ D ₅
2489±454	2689±482	-	-	3600±400	1177±278	266±67	-	T ₁ S ₂ D ₁₀
2044±269	3000±467	-	-	5800±702	333±176	378±204	-	T ₁ S ₃ D ₂₀
8945±1209	7361±502	-	-	12639±293	1083±334	278±127	-	T ₂ S ₁ D ₅
3500±361	1250±265	-	-	2333±480	1000±400	283±76	-	T ₂ S ₂ D ₁₀
3000±406	2000±290	-	-	3245±367	1533±306	622±234	-	T ₂ S ₃ D ₂₀
11417±546	11945±115	-	-	14695±459	417±84	389±173	-	T ₃ S ₁ D ₅
6511±401	6689±492	-	-	9822±713	600±267	467±177	-	T ₃ S ₂ D ₁₀
5222±591	4194±316	-	-	7089±334	917±363	417±220	-	T ₃ S ₃ D ₂₀

A.t: *Acartia tonsa* - **N.a:** Nauplius of *A. tonsa* - **N.d:** *Nereis diversicolor* - **Bra:** *Brachionus* sp.

Asp: *Asplanchna* sp. - **N.b:** Nauplius of *Balanus* sp. - **Cyp.B:** Cypris of *Balanus* sp. - **Lam.l:** Lamellibranch larvae

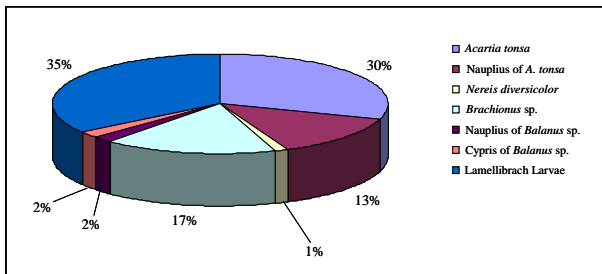
زئوپلانکتونها در اکوسیستم تاثیر گذار می‌باشند. بنابراین، حضور برخی از گونه‌ها بشدت تحت تاثیر نوسانات زیستوده و فراوانی این شانه‌دار مهاجم (*M. leidy*) قرار دارد [۲۰]. در فصل زمستان لارو دوکفه‌ای‌ها و کرم‌پرتار *N. diversicolor* مشاهده نشدند. همچنین گونه روتیفر (*Brachionus* sp.) جای خود را به دیگر عضو این شاخه (*Asplanchna* sp.) داد. در واقع تنوع زئوپلانکتونها با شروع فصل زمستان کاهش یافت.

در فصل پاییز، گونه پاروپای (*A. tonsa*) دارای بیشترین فراوانی در ایستگاه (T₂S₁D₅) بود (۱۰۳۶±۱۴۹۳۴). در حالیکه در فصل زمستان گونه (*Asplanchna* sp.) از شاخه گردان تنان (*Rotifera*) دارای بیشترین فراوانی بود (۱۴۶۹۵±۴۵۹). کمترین فراوانی در پاییز متعلق به کرم پرتار (*N. diversicolor*) در ایستگاه (T₁S₃D₂₀) بود (۷۸±۱۷۸). در زمستان مرحله لاروی بارناکل

همکاران در سال ۱۳۸۲ در بخش جنوبی دریای خزر ۵۵ گونه زئوپلانکتون شناسایی گردید [۶]. بنابراین به نظر می‌رسد که در مطالعه حاضر کمترین تنوع زئوپلانکتونها مشاهده شده است. به نظر می‌رسد که تنوع زئوپلانکتونها پس از هجوم شانه‌دار (*M. leidy*) کاهش یافته است و همچنان روند کاهشی آن ادامه دارد. مطالعات مشابهی به صورت مواردی که در مراجع [۱۶ و ۱۷] ذکر گردید، انجام شده است. آنها به روشنی بیان نمودند که تنوع زئوپلانکتونها پس از هجوم شانه‌دار در اواخر دهه ۸۰ میلادی به دریای خزر بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است. *M. leidy* یک شکارچی فعال بوده و از زئوپلانکتونها و لارو ماهیان تغذیه می‌نماید و اگر جمعیت آن بطور غیر معمول افزایش یابد باعث کاهش شدید در زیستوده زئوپلانکتونها می‌گردد [۱۶، ۱۸، ۱۹]. همچنین گونه‌های مهاجم بر روی حضور یا عدم حضور برخی از

لاروی این سخت پوستان (*Cypris of Balanus sp.*) در هیچ یک از ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P>0.05$).

در بین گروه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده در پاییز، لارو دوکفه ایها (*Lamellibranch larvae*) دارای بیشترین فراوانی در کل ایستگاهها بود (8060 ± 2627 فرد در لیتر) (۳۵ درصد کل زئوپلانکتون‌ها). پس از آن گونه (*A. tonsa*) قرار داشت با فراوانی (6932 ± 3610 فرد در لیتر) (۳۰ درصد کل زئوپلانکتون‌ها). کمترین فراوانی نیز متعلق به کرم پرتار (*N. diversicolor*) با فراوانی (299 ± 182 فرد در لیتر) (۱ درصد کل زئوپلانکتون‌ها) بود (شکل ۲). اما در فصل زمستان بیشترین فراوانی در بین گروه‌های زئوپلانکتونی متعلق به گونه روتیفر (*Asplanchna sp.*) (6877 ± 3154 فرد در لیتر) بود که ۳۸ درصد از فراوانی کل زئوپلانکتونهای شناسایی شده در این فصل را شامل می‌گردد. در مطالعه صورت گرفته بر روی پراکنش گروه‌های مختلف پلانکتونی در اعماق مختلف بخش جنوبی دریای خزر توسط فاطمی و همکاران، ۱۳۹۲ چنین روندی در فصل زمستان مشاهده گردید [۲۱]. رشد و تکثیر روتیفرها در درجه حرارت کم انجام می‌گیرد، به همین دلیل در فصل پاییز با کاهش دما جمعیت آنها افزایش می‌یابد که تا فصل بهار ادامه دارد، ولی در فصل زمستان به حداکثر میزان خود می‌رسد [۱۶و۶]. کمترین فراوانی نیز به مرحله لاروی بارناکل (*Cypris of Balanus sp.*) با فراوانی (372 ± 121 فرد در لیتر) (۲ درصد از کل زئوپلانکتونهای شناسایی شده) تعلق داشت (شکل ۳).



شکل ۲- درصد فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در فصل پاییز در بخش جنوبی دریای خزر منطقه مورد مطالعه

(*Cypris of Balanus sp.*) در ایستگاه ($T_1S_1D_5$) دارای کمترین فراوانی بود (250 ± 100).

بطور کلی در دو فصل پاییز و زمستان ایستگاه‌های ۵ متر دارای بیشترین تراکم زئوپلانکتون‌ها در تمامی ترانسکت‌های مورد مطالعه بودند. این روند در مطالعه انجام شده توسط روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲ تحت عنوان پراکنش گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷، نیز مشاهده گردید [۶].

مقایسه فراوانی هر یک از گروه‌های زئوپلانکتونی در فصل پاییز، در ایستگاه‌های مختلف با استفاده از آزمون آماری (Tukey) نشان داد که اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف وجود دارد. فراوانی (*Brachionus sp.* - *A. tonsa*) و (*Lamellibranch larvae*) اکثر ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0.05$). فراوانی *Nauplius of A. tonsa* در برخی ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با یک یا دو ایستگاه دیگر بود، اما در ایستگاه $T_2S_1D_5$ دارای اختلاف معنی‌دار با اکثر ایستگاه‌های نمونه برداری بود. فراوانی *N. diversicolor* نیز در تعدادی از ایستگاه‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بود. همچنین فراوانی مراحل لاروی (*Cypris* و *Nauplius*) *Balanus sp.* بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. با این وجود که بین برخی از ایستگاه‌ها نیز هیچ گونه اختلاف معنی‌داری از نظر فراوانی زئوپلانکتون‌ها مشاهده نگردید ($P>0.05$).

در فصل زمستان فراوانی پاروپای *A. tonsa* در دو ایستگاه ($T_2S_1D_5$ - $T_3S_1D_5$) دارای اختلاف معنی‌دار با همه ایستگاه‌های دیگر بود. همچنین، فراوانی مرحله لاروی آن (*Nauplius of A. tonsa*) نیز در ایستگاه ($T_3S_1D_5$) دارای اختلاف معنی‌دار با همه ایستگاه‌ها بود. فراوانی گونه گردانتن *Asplanchna sp.* در برخی از ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با سایر ایستگاه‌ها بود، اما فراوانی این گونه در چهار ایستگاه دارای اختلاف معنی‌دار با سایر ایستگاه‌های دیگر بود ($T_3S_1D_5$ - $T_2S_1D_5$ - $T_1S_3D_{20}$ - $T_3S_2D_{10}$). همچنین بین برخی از ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار از نظر فراوانی مرحله لاروی *Nauplius of Balanus sp.* مشاهده گردید. اما فراوانی دیگر مرحله

در فصل زمستان تغییرات شاخص تنوع شانون بین (۱/۱۸ تا ۱/۴۹) است. بیشترین مقدار آن در ایستگاه (T₂S₃D₂₀) و کمترین آن در ایستگاه (T₃S₁D₅) مشاهده گردید. مقادیر شاخص تنوع شانون در فصل پاییز در تمامی ایستگاهها به جز (T₂S₃D₂₀) از مقادیر محاسبه شده برای این شاخص در فصل زمستان بیشتر است.

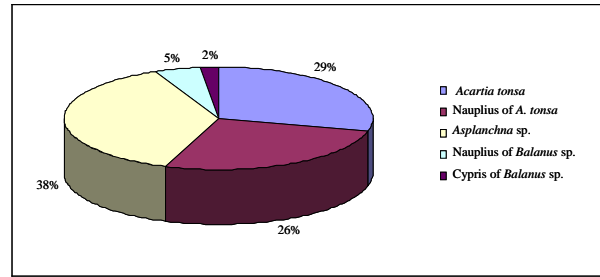
جدول (۴) میانگین شاخصهای تنوع زیستی زئوپلانکتونها در

فصول پاییز و زمستان در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	سیمپسون	یکنواختی غنای گونه ای	شانون- وینر	یکنواختی تنوع گونه ای	مارگالف
پاییز					
T ₁ S ₁ D ₅	0.26	0.83	1.43	0.98	0.48
T ₁ S ₂ D ₁₀	0.24	0.77	1.45	1	0.51
T ₁ S ₃ D ₂₀	0.27	0.87	1.45	1	0.62
T ₂ S ₁ D ₅	0.29	0.93	1.43	0.98	0.57
T ₂ S ₂ D ₁₀	0.29	0.93	1.41	0.97	0.58
T ₂ S ₃ D ₂₀	0.28	0.90	1.43	0.98	0.60
T ₃ S ₁ D ₅	0.29	0.93	1.39	0.95	0.48
T ₃ S ₂ D ₁₀	0.30	0.96	1.35	0.93	0.60
T ₃ S ₃ D ₂₀	0.31	1	1.35	0.93	0.50
زمستان					
T ₁ S ₁ D ₅	0.3	0.86	1.28	0.86	0.42
T ₁ S ₂ D ₁₀	0.26	0.74	1.40	0.94	0.43
T ₁ S ₃ D ₂₀	0.35	1	1.21	0.81	0.42
T ₂ S ₁ D ₅	0.32	0.91	1.23	0.82	0.38
T ₂ S ₂ D ₁₀	0.29	0.83	1.37	0.92	0.44
T ₂ S ₃ D ₂₀	0.24	0.68	1.49	1	0.43
T ₃ S ₁ D ₅	0.32	0.91	1.18	0.79	0.37
T ₃ S ₂ D ₁₀	0.31	0.88	1.24	0.83	0.39
T ₃ S ₃ D ₂₀	0.30	0.86	1.30	0.87	0.40

مقدار شاخص یکنواختی تنوع گونه‌ای (شانون-وینر) در فصل پاییز بین (۱ تا ۰/۹۳) و در فصل زمستان بین (۱ تا ۰/۷۹) متغیر بود.

در فصل پاییز بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در ایستگاه (T₁S₃D₂₀) (۰/۶۳) و کمترین آن در ایستگاههای (T₁S₁D₅) و (T₃S₁D₅) (۰/۴۸) مشاهده گردید. در فصل زمستان بیشترین مقدار این شاخص در ایستگاه (T₂S₂D₁₀) (۰/۴۴) و کمترین آن در ایستگاه (T₃S₁D₅) (۰/۳۷) مشاهده شد. همچنین مقادیر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در فصل پاییز در تمامی ایستگاهها از مقادیر این شاخص در فصل زمستان بیشتر بود.



شکل (۳) درصد فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در فصل زمستان در منطقه مورد مطالعه

نوع پراکنش هر یک از گروههای زئوپلانکتونی در ایستگاههای نمونه‌برداری در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، در هر دو فصل پاییز و زمستان، تمامی گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده دارای پراکنش یکنواخت می‌باشند.

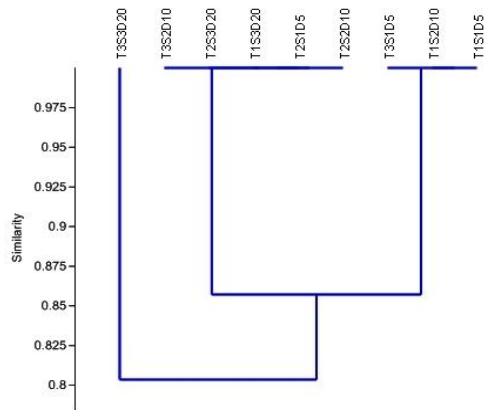
جدول (۳) نوع پراکنش گروه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده

در فصول پاییز و زمستان در منطقه مورد مطالعه

گروه زئوپلانکتونی	میانگین فراوانی	شاخص پراکنش	نوع پراکنش
پاییز			
<i>Acartia tonsa</i>	6932±3514	1781	یکنواخت
<i>Nauplius of A. tonsa</i>	3122±2192	1539	یکنواخت
<i>Nereis diversicolor</i>	299±152	76	یکنواخت
<i>Brachionus sp.</i>	3848±1564	636	یکنواخت
<i>Nauplius of Balanus sp.</i>	455±371	302	یکنواخت
<i>Cypris of Balanus sp.</i>	435±251	144	یکنواخت
<i>Lamellibranch larvae</i>	8060±2633	860	یکنواخت
زمستان			
<i>Acartia tonsa</i>	5314±3154	1872	یکنواخت
<i>Nauplius of A. tonsa</i>	4753±3372	2393	یکنواخت
<i>Asplanchna sp.</i>	6877±4562	3026	یکنواخت
<i>Nauplius of Balanus sp.</i>	840±379	192	یکنواخت
<i>Cypris of Balanus sp.</i>	372±121	39	یکنواخت

شاخصهای تنوع و غنای گونه‌ای محاسبه شده برای ایستگاههای مورد بررسی در فصول پاییز و زمستان در (جدول ۴) نشان داده شده‌اند.

در فصل پاییز مقدار شاخص تنوع شانون در ایستگاههای مختلف بین (۱/۴۵ تا ۱/۳۵) متغیر بود. بیشترین آن در ایستگاههای (T₁S₂D₁₀) و (T₁S₃D₂₀) و کمترین مقدار آن در ایستگاههای (T₃S₂D₁₀) و (T₃S₃D₂₀) مشاهده گردید.



شکل (۴) دندوگرام تشابه ایستگاههای نمونه برداری براساس شاخص تشابه جاگرد در فصل پاییز

میزان تشابه کمی براساس شاخص کولزینسکی در فصل پاییز بین ایستگاه های مختلف از (۱۰۰٪ تا ۸۳/۳) متغیر بود (جدول ۶). سه ایستگاه $T_3S_1D_5$ - $T_1S_2D_{10}$ و $T_1S_1D_5$ و نیز ایستگاه های $T_2S_1D_5$ - $T_1S_3D_{20}$ دارای تشابه کمی یکسان بودند. تنها ایستگاه $T_3S_3D_{20}$ دارای شاخص تشابه کولزینسکی متفاوت از سایر ایستگاهها بود (شکل ۵). اما در فصل زمستان، تمامی ایستگاهها از نظر شاخص تشابه کمی کولزینسکی یکسان بودند. میزان این شاخص برای تمامی ایستگاهها ۱۰۰٪ بود.

جدول (۶) درصد تشابه کمی کولزینسکی بین ایستگاههای مختلف از نظر گروه های زئوپلانکتونی شناسایی شده در فصل پاییز

پاییز									
$T_1S_2D_{10}$	$T_1S_3D_{20}$	$T_2S_1D_5$	$T_2S_2D_{10}$	$T_2S_3D_{20}$	$T_3S_1D_5$	$T_3S_2D_{10}$	$T_3S_3D_{20}$	Stat	ion
100	92.8	92.8	92.8	92.8	100	92.8	83.3	$T_1S_1D_5$	
	92.8	92.8	92.8	92.8	100	92.8	83.3	$T_1S_2D_{10}$	
		100	100	100	92.8	100	92.8	$T_1S_3D_{20}$	
			100	100	92.8	100	92.8	$T_2S_1D_5$	
				100	92.8	100	92.8	$T_2S_2D_{10}$	
					92.8	100	92.8	$T_2S_3D_{20}$	
						92.8	83.3	$T_3S_1D_5$	
							92.8	$T_3S_2D_{10}$	

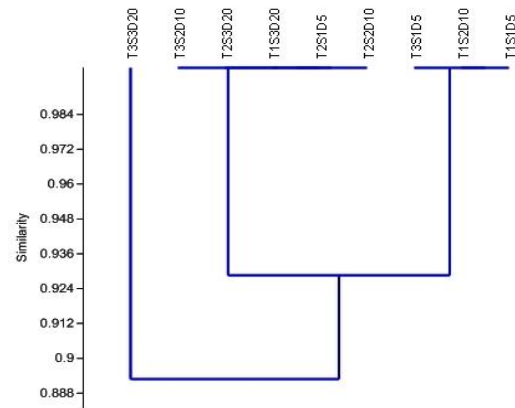
بیشترین مقدار شاخص تنوع گونه ای سیمپسون در فصل پاییز در ایستگاه $(T_3S_3D_{20})$ (۰/۳۱) و کمترین مقدار آن در ایستگاه $(T_1S_2D_{10})$ (۰/۲۴) مشاهده گردید. اما در فصل زمستان بیشترین مقدار این شاخص در ایستگاه $(T_1S_3D_{20})$ (۰/۳۵) و کمترین آن در ایستگاه $(T_2S_3D_{20})$ (۰/۲۴) مشاهده شد. مقایسه مقادیر این شاخص در فصول پاییز و زمستان نشان داد که، مقدار شاخص تنوع گونه ای سیمپسون در اکثر ایستگاهها در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز است. تنها در دو ایستگاه $(T_3S_3D_{20})$ و $(T_2S_3D_{20})$ مقادیر این شاخص در فصل پاییز بیشتر از زمستان بود.

همچنین شاخص یکنواختی غنای گونه ای سیمپسون در فصل پاییز بین (۱ تا ۰/۷۷) و در فصل زمستان بین (۱ تا ۰/۶۸) متغیر بود. در فصل پاییز میزان تشابه کیفی بر اساس شاخص جاگرد بین ایستگاههای مختلف از (۱۰۰٪ تا ۷۱/۴) متغیر بود (جدول ۵). سه ایستگاه $(T_1S_1D_5)$ و $(T_1S_2D_{10} - T_3S_1D_5)$ و همچنین ایستگاههای $(T_1S_1D_5 - T_1S_2D_{10} - T_2S_1D_5 - T_1S_3D_{20})$ و $(T_2S_3D_{20} - T_2S_2D_{10} - T_2S_1D_5 - T_1S_3D_{20})$ دارای تشابه کیفی یکسان بودند. تنها ایستگاه $T_3S_3D_{20}$ از نظر شاخص تشابه جاگرد از سایر ایستگاهها متفاوت بود (شکل ۴). اما در فصل زمستان تمامی ایستگاهها دارای تشابه کیفی یکسان بودند و میزان شاخص تشابه جاگرد در تمامی ایستگاهها ۱۰۰٪ بود.

جدول (۵) درصد تشابه کیفی جاگرد بین ایستگاههای مختلف از نظر گروه های زئوپلانکتونی شناسایی شده در فصل پاییز

$T_1S_2D_{10}$	$T_1S_3D_{20}$	$T_2S_1D_5$	$T_2S_2D_{10}$	$T_2S_3D_{20}$	$T_3S_1D_5$	$T_3S_2D_{10}$	$T_3S_3D_{20}$	Stati	ons
100	85.7	85.7	85.7	85.7	100	85.7	71.4	$T_1S_1D_5$	
	85.7	85.7	85.7	85.7	100	85.7	71.4	$T_1S_2D_{10}$	
		100	100	100	85.7	100	85.7	$T_1S_3D_{20}$	
			100	100	85.7	100	85.7	$T_2S_1D_5$	
				100	85.7	100	85.7	$T_2S_2D_{10}$	
					85.7	100	85.7	$T_2S_3D_{20}$	
						85.7	71.4	$T_3S_1D_5$	
							85.7	$T_3S_2D_{10}$	

معنی داری با pH، شوری و دما بود ($P < 0.05$). اما مراحل لاروی *A. tonsa* و *Brachionus sp.* فاقد ارتباط معنی دار با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بودند ($P > 0.05$). لز سوی دیگر گونه *N. diversicolor* تنها با شوری داری ارتباط معنی دار بود. مراحل لاروی *Balanus sp.* با دما دارای ارتباط معنی دار بودند ($P < 0.05$). همچنین لارو دوکفه‌ایها (*Lamellibranch larvae*) با دما و اکسیژن دارای ارتباط معنی دار بودند. در فصل زمستان نیز ارتباط معنی دار بین زئوپلانکتونها و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا مشاهده گردید. *A. tonsa*، مرحله لاروی آن (*Nauplius*) و نیز *Asplanchna sp.* دارای ارتباط معنی دار با اکسیژن بودند ($P < 0.05$). مرحله لاروی *Nauplius of Balanus sp.* دارای ارتباط معنی دار با اکسیژن محلول و دما بود. اما مرحله لاروی *Cypris of Balanus sp.* دارای ارتباط معنی دار با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای نبود ($P > 0.05$).



شکل (۵) دندوگرام تشابه ایستگاه‌های نمونه برداری بر اساس شاخص تشابه کولزبنسکی در فصل پاییز

نتایج حاصل از آنالیز پیرسون بین زئوپلانکتونها و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا در فصل پاییز در دو سطح ($P < 0.05$ و $P < 0.01$) در هر یک از ایستگاه‌های مورد نظر نشانگر وجود ارتباط معنی دار بین پراکنش زئوپلانکتونها و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا می‌باشد. در فصل پاییز *A. tonsa* دارای ارتباط

جدول (۷) ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و زئوپلانکتونهای شناسایی شده در هر یک از ترانسکت ها در فصل پاییز

pH	DO	Temperature	Salinity	گونه
-.532**	-.216	-.186	-.729**	<i>Acartia tonsa</i>
-.192	-.125	-.309	-.357	Nauplius of <i>A. tonsa</i>
-.373	.303	-.336	-.568*	<i>Nereis diversicolor</i>
.101	.298	-.368	.146	<i>Brachionus sp.</i>
-.057	.061	-.399*	-.351	Nauplius of <i>Balanus sp.</i>
-.069	.347	-.503*	-.374	Cypris of <i>Balanus sp.</i>
.142	.614**	-.735**	.005	Lamellibranch Lrvae
**. Correlation is significant at the 0.01 level				
*. Correlation is significant at the 0.05 level				

جدول (۸) ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و زئوپلانکتونهای شناسایی شده در هر یک از ترانسکت ها در فصل زمستان

pH	salinity	Temperature	DO	گونه
.049	.075	.345	.697**	<i>Acartia tonsa</i>
.071	.090	.341	.659**	Nauplius of <i>A. tonsa</i>
.011	.271	.130	.566**	<i>Asplanchna sp.</i>
.085	.304	-.577**	-.461*	Nauplius of <i>Balanus sp.</i>
-.278	.228	-.348	-.152	Cypris of <i>Balanus sp.</i>
**. Correlation is significant at the 0.01 level				
*. Correlation is significant at the 0.05 level				

تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و همچنین فرایند لایه‌بندی و اختلاط در زمانهای اندازه‌گیری و نمونه برداری

۴- نتیجه گیری

در عملیات میدانی و نمونه‌برداری شرکت و همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی میشود.

۶- منابع

- [1] Kostianoy, A.G., Kosarev, A.N. "The Caspian Sea Environment". The Handbook of Environmental Chemistry. Volume: 5p. 2005.
- [2] Leonov, A.V., Nazarov, N.A. "Nutrient Input into the Caspian Sea with River Runoff". Water Resources. Vol. 28, pp. 656-665. 2001
- [3] Sipkay, C.S., Kiss, K.T., Vadadi-Fulop, C.C., Hufnagel, L, "Trends in research on the possible effects of climate change concerning aquatic ecosystems with special emphasis on the modeling approach". Applied Ecology and Environmental Research. 7(2): 171-198. 2009.
- [4] Taylor, A.H., Allen, J.I., Clark, P.A. Extraction of a weak climatic signal by an ecosystem. Nature, 416: 629-632. 2002.
- [5] Gowen, N. O'Donovan, M. Casey, I. Rath, M. Delaby, L. Stakelum, G, "The effect of grass cultivars differing in heading date and ploidy on the performance and dry matter intake of spring calving dairy cows at pasture". Animal Research, 52 (4): 321-336. 2003.
- [۶] روشن طبری، مژگان؛ تکمیلیان، کبری؛ سبک آرا، جلیل؛ روحی، ابوالقاسم؛ رستمیان، محمدتقی، بررسی پراکنش زئوپلانکتونها در حوضه جنوبی دریای خزر، مجله علمی شیلات ایران. ۱۳۸۲. ۸۳-۹۶: (۳)۱۲.
- [۷] هوفپیان، هنریک.. تحقیق و مطالعه موجودات پلانکتون از طرف گروه کارشناسان اتحاد شوروی سابق در تالاب انزلی، رودخانه‌ها و قسمت جنوبی دریای خزر. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۵۷.
- [8] Wetzel, R.G. Likens, G.E, "Limnological analysis" 3 ed. Springer-Verlag, New York. 429 P. 1991.
- [9] Newell, G.E., Newell, R.C, "Marine plankton: a practical guide". Hutchinson London. 244 P. 1977.
- [۱۰] مشائی، نسرين، بررسی شاخص‌های تنوع و تشابه در اجتماعات زئوپلانکتونی خور باهوکلات، پژوهش و سازندگی در امور دام آبزیان. ۶۰: ۲۶-۲۲. ۱۳۸۲.
- [۱۱] محمدزاده، محسن؛ نظامی بلوچی، شعبانعلی؛ کیوان، امین؛ خارا، حسین، بررسی تنوع و تراکم مکانی و زمانی گروه‌های زئوپلانکتونی تالاب امیرکلاهی لاهیجان. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. ۳ (۲): ۶۹-۶۱. ۱۳۸۸.

مورد بحث و ارزیابی قرار گرفت. همچنین پراکنش فاکتورهای زیستی در ستون آب و اثر مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب دریا بر آن مورد مطالعه قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده و نیز سایر مطالعات انجام گرفته قبلی در این زمینه می‌توان اشاره نمود که طی سالهای اخیر تغییرات گسترده‌ای در شبکه غذایی اکوسیستم ساحلی بخش جنوبی دریای خزر ایجاد شده که ناشی از عوامل مختلف مانند ورود گونه‌های مهاجم، تغییرات در تراز آب دریا، افزایش میزان آلاینده‌ها و... می‌باشد. این عوامل سبب تغییر و کاهش در میزان زیتوده و فراوانی زئوپلانکتونها و تغییر در ترکیب گونه‌های موجود، تغییر در فراوانی و ترکیب گونه‌های فیتوپلانکتونها و نیز تغییر در سطوح بالاتر شبکه غذایی مانند کاهش ذخایر ماهیان کیلکا و ماهیان خاویاری شده است. با توجه به اینکه زئوپلانکتونها از گونه‌های مختلف فیتوپلانکتونی در فصول مختلف تغذیه می‌نمایند، پراکنش و فراوانی این موجودات وابسته به حضور گونه‌های فیتوپلانکتونی می‌باشد. بنابراین عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند: دما، شوری، میزان اکسیژن محلول و نیز pH چون از عوامل مهم و تاثیرگذار در پراکنش فیتوپلانکتونها می‌باشند، تا حد زیادی بر فراوانی و پراکنش زئوپلانکتونها تاثیرگذار می‌باشد. بر این اساس عوامل مختلف تاثیر گذار بر شرایط دریا مانند شرایط فیزیکی آب دریا، ورود آب شیرین از رودها، میزان آلاینده‌های موجود در آب و... موجب تغییر در پراکنش و فراوانی گونه‌های جانداران ساکن در اکوسیستم آبی می‌شوند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در مناطق ساحلی تراکم و زیتوده زئوپلانکتونها بیشتر بوده و این مناطق دارای اهمیت بیشتری در تغذیه ماهیان می‌باشند. از این رو با آگاهی از وضعیت پراکنش زئوپلانکتونها در مکان‌های مختلف و عوامل مؤثر بر افزایش و تجمع آنها در بخش جنوبی دریای خزر امکان برنامه‌ریزی‌های دقیقتری در ارتباط با سایر جنبه‌های بهره‌برداری از این دریا وجود خواهد داشت.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با کمک مالی و حمایت معنوی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی و در مرکز اقیانوس‌شناسی دریای خزر انجام شده است. بدینوسیله از کلیه افرادی که

- [17] Roohi, A. Kideys, A. E. Sajjadi, A. Hashemian, A. Pourgholam, R. Fazli, H. Khanari, A. G. Eker, E, "Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*". *Biological Invasions*, 12, 2343-2361. 2010.
- [18] Mayer, A.G, "Ctenophores of the Atlantic Coast of North America". *Carnegie Institution of Washington (publ. 162)*, 58 P. 1912.
- [19] Herman, S.S. Mihursky, J.A. McErlean, A.J, "Zooplankton and environmental characteristics of the Patuxent estuary". *Chesapeake Science*, 9: 67-82. 1968.
- [20] Shiganova T. Mirzoyan Z. Studenikina E. Volovik S. Siokou-Frangou I. Zervoudaki S. Christou E. Skirta A. Dumont H, "Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin". *Marine Biology*. 139, 431-445. 2001.
- [۲۱] فاطمی، محمدرضا؛ روشن طبری، مزگان؛ پورغلام، رضا؛ موسوی ندوشن، رضوان؛ وثوقی، غلامحسین؛ رحمتی، رحیمه؛ خداپرست، نوربخش، پراکنش گروه های مختلف زئوپلانکتون در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷. *اقیانوس شناسی*. ۴(۱۴): ۹۲-۸۵. ۱۳۹۲.
- [12] Peeters, F. Kipfer, R. et al, "Analysis of deep-water exchange in the Caspian Sea based on environmental tracers". *Journal of Deep-Sea Research*, I 47: 621-654, 2000.
- [13] Rowshantabari, M. Fatemi, S. M. R. Pourgholam, R. Mousavi- Nadoushan, R, "Latest Diversity Trend and Seasonal Abundance of Population of Zooplankton (Holoplankton) Communities in the South CaspianSea", Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 13(2), 437-448. 2014.
- [14] Bagheri, S. Sabkara, J. Mirzajani, A. Khodaparast, S.H. Yosefzad, E. Yeok, F.S, "List of Zooplankton Taxa in the Caspian Sea Waters of Iran". *Journal of Marine Biology*. Vol. 2013, Article ID: 134263, 7 pages. 2013.
- [15] Bagheri, S. Mashhor, M. Wan Maznah, W. O. Negarestan, H., "Distribution of *Mnemiopsis leidyi* and zooplankton in the south-western Caspian Sea". *International Offshore and polar engineering Conference*. 20-25 June 2010. Beijing, China. 2008.
- [۱۶] روشن طبری، مزگان؛ نجات خواه، پریسا؛ حسینی سیدعباس؛ خداپرست، نوربخش و رستمیان، محمدتقی، پراکنش زئوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر در زمستان ۱۳۸۴ و مقایسه آن با سالهای قبل. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*. (۴): ۱۳۷-۱۲۹. ۱۳۸۶.