بررسی تغییرات فصلی تراکم شانه‌دار دریای خزر (*Mnemiopsis leidyi*) با تجمع پلانکتونی و برخی پارامترهای محیطی و چگونگی ارتباط آن‌ها با استفاده از آزمون مولفه اصلی

حسن نصراله‌زاده ساروی[1*]
آسیه مخلوق[2]
مژگان روشن طبری[3]
علی مکرمی[4]

۱. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، دکترای علوم زیستی، استادیار، ساری، ایران
۲. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، کارشناس ارشد بیولوژی آبزیان، ساری، ایران
۳. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، کارشناس ارشد بیولوژی دریا، ساری، ایران
۴. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، کارشناس ارشد بیولوژی، ساری، ایران

[*]مسئول مکاتبات:
hnsaravi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۴

چکیده

این مطالعه به بررسی تغییرات فصلی پارامترهای زیستی شامل تراکم زئوپلانکتون و شانه‌دار (*Mnemiopsis leidyi*)، زی‌توده فیتوپلانکتون و غیر زیستی شامل دما، شوری و شفافیت پرداخته است. ضمن آنکه با انجام آزمون چند متغیره چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق در چهار فصل و در ۸ نیم خط مطالعاتی از سواحل دریای خزر در سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. نمونه‌برداری فیتوپلانکتون و پارامترهای غیرزیستی بوسیله نسکین، زئوپلانکتون و شانه‌دار بوسیله تور انجام پذیرفت. در مجموع تعداد ۳۸۴ نمونه از فیتوپلانکتون و پارامترهای غیرزیستی (دما، شوری و شفافیت) و ۱۶۰ نمونه زئوپلانکتون و شانه‌دار از لایه نوری در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که حداقل و حداکثر میزان زی‌توده فیتوپلانکتون به ترتیب در فصول تابستان و زمستان بوده است. تراکم زئوپلانکتون در فصول بهار و زمستان حداکثر و در فصول تابستان و پاییز یعنی در زمان تراکم بالای شانه‌دار حداقل گردید. حداکثر دما و شوری نیز به ترتیب در فصول تابستان و پاییز ثبت گردید. نتایج آزمون چند متغیره در فصل تابستان بیانگر آن است در بین پارامترهای محیطی فوق، کاهش شوری اثر مثبت بر تراکم شانه‌دار، زئوپلانکتون و دو گروه آن یعنی کوپه‌پودا و سیریپدیا داشت. در این فصل زی توده فیتو پلانکتون بیشتر تحت تاثیر شرایط محیطی یعنی درجه حرارت و شوری بوده است. در حالی که در پاییز، حضور زی‌توده فیتوپلانکتون در مولفه اول نشان می‌دهد که تراکم زئوپلانکتون بیش از پارامترهای محیطی بر آن تاثیر داشته است. تراکم شانه‌دار در پاییز ارتباط معنی‌داری را با شوری و دما دارا بود. در هر دو فصل تابستان و پاییز، شفافیت و تراکم شانه‌دار همبستگی معنی‌دار و منفی داشته‌اند که این نتیجه بیانگر افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب بدلیل حضور شانه‌دار و موکوس مترشحه از آن است. بطورکلی اگرچه دینامیک جمعیت *M. leidyi* بعنوان نخستین توضیح و فاکتور کلیدی برای تغییرات تراکم زئوپلانکتون در اکوسیستم خزر جلوه می‌نماید ولی در واقع برایند بین پارامترهای زیستی و محیطی موجود در هر فصل است که سبب تغییر در تراکم زئوپلانکتون و ترکیب گروه‌های آن می‌گردد.

واژگان کلیدی: پارامترهای محیطی، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، شانه‌دار، دریای خزر، ایران.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

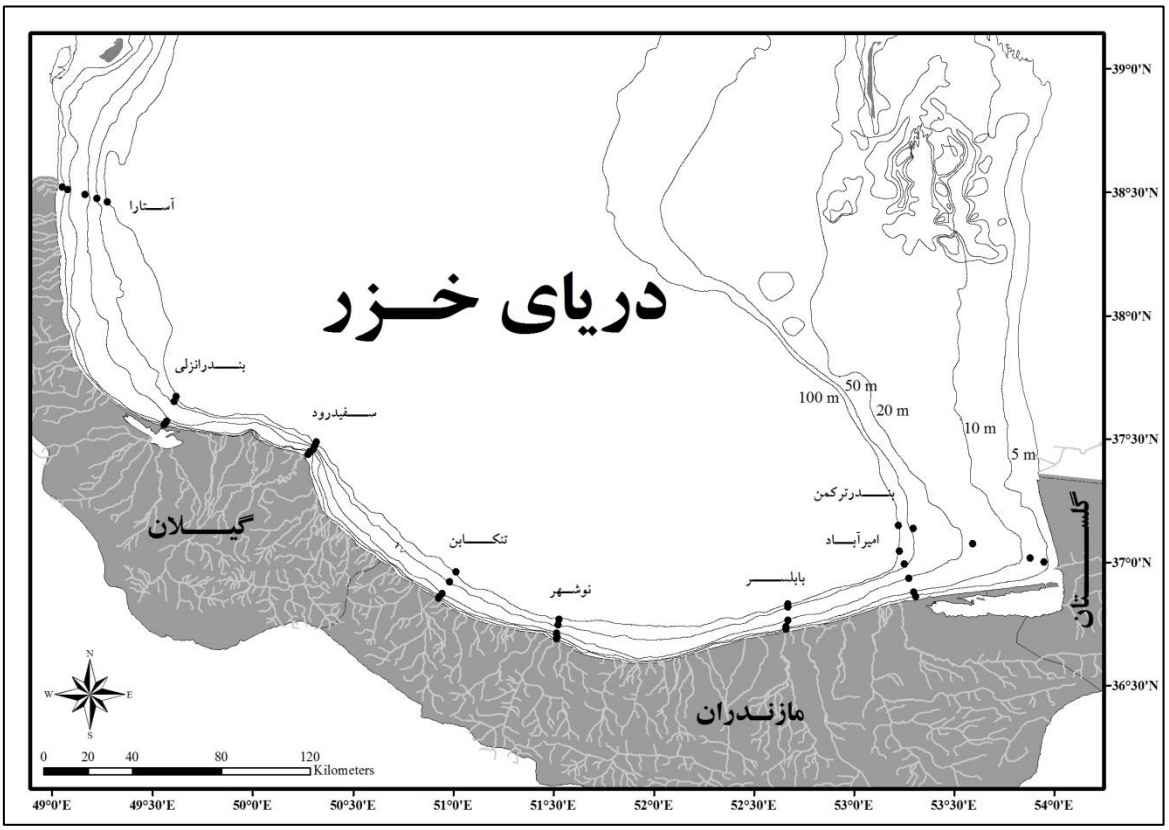
مقدمه

نحوه تشکیل منحصر بفرد دریای خزر و شرایط حاکم بر آن سبب گردیده که این دریاچه حاوی ذخایر با ارزشی از ماهیان مختلف از جمله ماهیان زئوپلانکتون‌خوار گردد (Zonn *et al.*, 2010). لذا کاهش میزان زئوپلانکتون اثرات نامناسبی را بر ذخایر این ماهیان خواهد گذاشت. دریای آزوف، سیاه و خزر (Ponto-Caspian) از نظر خصوصیات اجزا غیر زنده (شوری، دما و اکسیژن محلول) به هم شباهت دارند، لذا شباهت در اجزا غیر زنده و قرابت در اجزا زنده و نیز ساخت کانال‌های کشتیرانی سبب گردیده تا رویدادهای اکولوژیکی نظیر ورود گونه‌های مضر و یا تغییرات کیفی آب دریای سیاه و آزوف در دریای خزر (بخصوص دردهه اخیر) نیز جستجو و پیگیری گردد (Ozturk, 2002; Vershinin and Orlova, 2008). *M. leidyi* که از اواخر سال ۱۹۹۰ میلادی از طریق تخلیه آب موازنه کشتی‌ها از دریای سیاه وارد دریای خزرگردید، (Kideys *et al.*, 2003, 2005)، در اکتبر سال ۲۰۰۰ میلادی در بخش غربی خزر شمالی با حداقل شوری ۴/۳ گرم بر لیتر مشاهده گردید و در این سال در تمام نواحی دریای خزر پراکنده گردید. عمده غذای این موجود مهاجم در سواحل جنوبی دریای خزر همانند دریای سیاه Copepod بوده است (Kasimov, 2001). بر اساس مطالعات آزمایشگاهی تخمین زده شد که *M. leidyi* به تنهایی برای از بین بردن ذخایر زئوپلانکتون دریای خزر کفایت می‌کند (Finenko *et al.*, 2006). تحقیقات در دریای سیاه نشان داد که مهم‌ترین تغییرات پس از حضور *M. leidyi* در ترکیب گونه‌ای گروه‌های زئوپلانکتونی رخ داد. بطوری که بعضی از گونه‌ها ناپدید شدند در حالی که انواع ژلاتین‌دار (*Aurelia, Noctiluca*) فاقد ارزش تغذیه‌ای افزایش یافتند. گونه‌های زئوپلانکتونی فرصت طلب نظیر *Acartia clause* نیز جمعیت آن به میزان زیاد افزایش نشان داد. این تغییرات در بخش شمال غربی دریای سیاه در محل تخلیه‌ی آب‌های رودخانه‌ای غنی از مواد مغذی، عمومیت داشت. ضمن آنکه این موجود با اثر کاهشی بر شفافیت آب سبب تغییر در خواص فیزیکی آب نیز گردید. بر اساس مطالعات انجام شده در سال‌های مختلف در دریای سیاه اثرات منفی حضور این مهاجم بر تجمعات زئوپلانکتونی در سال‌های گرم بیش از سال‌های سرد بوده است. ضمن آنکه آسیب وارده بر تجمع زئوپلانکتونی در بعضی از مناطق از دریای سیاه به حدی بود که حتی پس از معرفی *Beroe ovata* بعنوان شکارگر *M. leidyi* نیز تنوع گونه‌ای و جمعیت زئوپلانکتون افزایش نیافت (BSC, 2008). مطالعه در قلمرو غیر ایرانی خزر میانی و جنوبی نشان داد که *Acartia clausi* بخصوص پس از حضور شانه‌دار بیش از ۹۹–۹۵ درصد از جمعیت کل زئوپلانکتون را تشکیل داد (Shiganova *et al.*, 2005; karpinsky, 2010). ضمنا بعضی از گونه‌های قابل خوراک زئوپلانکتونی نظیر*Eurytemora spp*. دیگر مشاهده نشدند (Roohi *et al.*, 2010). از سوی دیگر افزایش فشار تغذیه‌ای *M. leidyi* بر روی زئوپلانکتون، کاهش تراکم و فشار تغذیه‌ای زئوپلانکتون را بر روی فیتوپلانکتون و در نتیجه افزایش شدید تراکم فیتوپلانکتون را بدنبال داشته است. این افزایش تراکم در اکوسیستم‌های مختلف از جمله دریای سیاه و خزر به هنگام فراهم بودن شرایط مناسب محیطی به شکوفایی جلبکی نیز ختم گردیده است (Kostianoy and Kosaroev, 2005; Nasrolahzadeh *et al.*, 2011). در دریای خزر ماهی goby تنها شکارگر بومی *M. leidyi* می‌باشد اما این شکارگر نتواسته اثر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش *M. leidyi* داشته باشد (kideys *et al.*, 2008). لذا فقدان شکارگر طبیعی برای *M. leidyi* در دریای خزر و نیز اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن بر ساختار جوامع پلانکتونی (زئوپلانکتون و فیتوپلانکتون)، بررسی چگونگی روابط بین این گروه‌های زیستی و چگونگی تغییرات تراکم آن‌ها اهمیت زیادی در شناخت و حفاظت این اکوسیستم و بازسازی ذخایر آن دارد. تحقیقات بسیاری در حوزه ایرانی دریای خزر در مورد خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب، تراکم و زی‌توده موجودات زنده در سطوح مختلف (ماهیان، زئوپلانکتون، فیتوپلانکتون و *M. leidyi*) صورت گرفته است (فارابی و همکاران ۱۳۸۷؛ فضلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ مخلوق و همکاران، ۱۳۹۰؛ طبری و همکاران، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸، Nasrollahzadeh, 2008). در این تحقیقات بررسی روابط بین اجزا عمدتا از طریق آزمون‌های تک متغیره صورت گرفته است و اثرات متقابل بین فاکتورهای مختلف بررسی نشده است. از این رو این مقاله در نظر دارد که بعد از بررسی تغییرات درجه حرارت، شوری، شفافیت، تراکم زئوپلانکتون و *M. leidyi* و زی‌توده فیتوپلانکتون با انجام آزمون‌های چند متغیره به بررسی روابط بین پارامترهای فوق در این بخش از دریای خزر بپردازد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری جهت بررسی پارامترهای غیرزیستی (درجه حرارت، شوری و شفافیت)، زئوپلانکتون و شانه‌دار در سواحل ایرانی دریای خزر طی چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندرترکمن) در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر و در سال ۱۳۸۸ انجام گردید. نمونه‌های آب مربوط به شوری و فیتوپلانکتون در لایه‌های سطح، ۱۰ و ۲۰ متر جمع‌آوری شد. جمع‌آوری نمونه‌های زئوپلانکتون از طریق کششی در لایه‌های ۵-۰، ۱۰-۰ و ۲۰-۰ متر صورت گرفت. بطورکلی تعداد ۳۸۴ نمونه از فیتوپلانکتون و پارامترهای غیرزیستی (دما، شوری و شفافیت) و ۱۶۰ نمونه زئوپلانکتون، شانه‌دار جمع‌آوری گردید. مشخصات نیم خطها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱: موقعیت نیم‌خطها وایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸

دمای آب و شوری به ترتیب بوسیله ترمومتر برگردان (APHA, 2005) و دستگاه شوری‌سنج روسی مدل ГМ_65М تعیین گردیدند. عمق شفافیت نیز با کمک صفحه شی‌سی دیسک اندازه‌گیری شد، سپس لایه نوری با ۳ برابر نمودن عمق شفافیت محاسبه شد (Hayward, 1987; Sapozknikov *et al.*, 1988; Psarra *et al.*, 2000). در این تحقیق حداکثر عمق لایه نوری بر اساس حداکثر شفافیت بدست آمده حدود ۲۷ متر بوده است، اما بدلیل محدودیت در امکانات و شرایط فقط تا لایه ۲۰ متر نمونه‌برداری گردید. نمونه‌برداری آب برای شناسایی و شمارش فیتوپلانکتون بوسیله دستگاه نسکین انجام شد (Sourina, 1978; Vollenweider, 1974). نمونه‌ها پس از فیکس با فرمالین (تا حجم نهایی ۲ درصد) و تغلیظ سازی (سیفون و سانتریفوژ) با میکروسکوپ معمولی مورد بررسی کیفی و کمی با اسلاید قرار گرفتند (Wetzel and Likens, 2000; Kasimov, 2004; APHA, 2005). شناسایی گونه‌ای با کلید شناسایی Proshkina-Lavrenko and Makarova, 1968; Zabelina *et al.*, 1951 و تعیین زی‌توده بر اساس شکل و ابعاد هندسی صورت پذیرفت (APHA, 2005). نمونه‌برداری زئوپلانکتون با تور مخروطی با چشمه ۱۰۰ میکرون با دهانه ۳۶ سانتی‌متر

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

(Newell and Newell, 1977) انجام شد و نمونه‌ها با فرمالین تثبیت شدند (Wetzel and links, 2000). شناسایی و شمارش نمونه‌ها با کمک محفظه بوگاروف و با میکروسکوپ واژگون (Invert) انجام شد (Newell and Newell, 1977). نمونه‌برداری شانه‌دار (*M. leidyi*) با تورMETU باچشمه تور ۵۰۰ میکرون و قطر دهانه ۵۰ سانتی‌متر (Kideys *et al.*, 2001) انجام شد. نمونه‌های *M. leidyi* بلافاصله پس از نمونه‌برداری با چشم غیر مسلح، در یک پتری دیش و بوسیله خط‌کش (از لپ تا لپ جانور) با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری و شمارش شدند. تراکم *M. leidyi* (تعداد در متر مکعب) با استفاده از حجم آب فیلتر شده با محاسبه مساحت دهانه تور و عمق تورکشی محاسبه شد (Kideys *et al.*, 2001).

کلیه داده‌ها اعم از زیستی و پارامترهای محیطی را بر اساس یکی از فرایند لگاریتم پایه ۱۰ و یا رتبه‌بندی انتقال داده و سپس با رسم نمودار Q-Q و همچنین آزمون Shapiro-Wilk نرمال بودن آن تایید گردید (Siapatis *et al.*, 2008). برای تجزیه و تحلیل آماری از داده‌های نرمال شده و آزمون‌های پارامتریک (, Pearson corrolation ANOVA, T-test) در برنامه آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ استفاده گردید. طبقه‌بندی داده‌های اکولوژیکی با آزمون مولفه اصلی (PCA=Principal Component Analysis) که روش ریاضی برای تقلیل داده‌ها است صورت گرفت (Semenov *et al.*, 2001). در ابتدا آزمون شایستگی داده‌ها (کفایت نمونه‌برداری) تحت آزمون کیزرمایر (KMO= Kaiser-Meyer-Olkin test) انجام شد. ارزشیابی وضعیت ماتریس همبستگی بین متغیرها تحت آزمون بارتلت (Bartlett's test) صورت پذیرفت. در صورت مشخص نشدن دسته یا گروه عامل برای متغیرها، از طریق دوران عاملی (Factor Rotation) واریماکس استخراج جدید صورت گرفت (غیاثوند، ۱۳۸۷) . همچنین براساس تعداد نمونه‌ها و متغیرها بار عاملی بیش از ۰/۶۰ در نظر گرفته شد (Hair *et al.*, 1998). در این مطالعه لایه نوری به اعماق بالای ۲۰ متر (۵، ۱۰ ، ۲۰ متر و یا ۲۰ متر ≤) اطلاق می‌گردد و لایه پایین ۲۰ متر را زیر لایه نوری (اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر و یا ۲۰ متر>) اطلاق می‌گردد.

نتایج

بر اساس نتایج بدست آمده حداکثر و حداقل درجه حرارت، شوری و زی‌توده فیتوپلانکتون در لایه نوری (۲۰-۰ متر) به ترتیب در فصول تابستان و زمستان، پاییز و زمستان، زمستان و تابستان مشاهده گردید (جدول ۱). اختلاف معنی‌داری در میانگین‌های سه پارامتر فوق بین اعماق مختلف ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر دیده نشد ($p>0/05$).

جدول۱: تغییرات میانگین فصلی درجه حرارت (سانتی‌گراد)، شوری (گرم برلیتر= ppt) و زی‌توده فیتوپلانکتون (میلی‌گرم بر متر مکعب) به همراه خطای معیار (SE) در لایه ۰-۲۰ متر (سال ۱۳۸۸).

پارامتر	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار
درجه حرارت	۱۸/۲۲	۰/۴۵	۲۶/۰۸	۰/۱۳	۱۸/۱۱	۰/۱۶	۹/۵۴	۰/۲۹
شوری	۱۰/۸۹	۰/۲۷	۱۱/۵۰	۰/۲۴	۱۳/۱۰	۰/۰۹	۹/۷۳	۰/۲۳
زی‌توده فیتوپلانکتون	۳۲۵/۷۰	۵۴/۰۴	۲۰۱/۶۰	۲۷/۹۵	۳۷۵/۴۶	۴۷/۷۲	۱۳۵۲/۷۹	۱۷۸/۱۴

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

مقادیر فصلی شفافیت در هر عمق در جدول ۲ نشان داده شده است. حداکثر میزان شفافیت در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در بهار ثبت گردید و حداقل شفافیت در اعماق ۵ تا ۲۰ متر در پاییز بود و در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر به ترتیب در زمستان و تابستان ثبت گردید. به هر حال شفافیت در هر عمق (۵ تا ۱۰۰ متر) اختلاف معنی‌داری را بین فصول مختلف نشان داد ($P >$۰/۰۵).

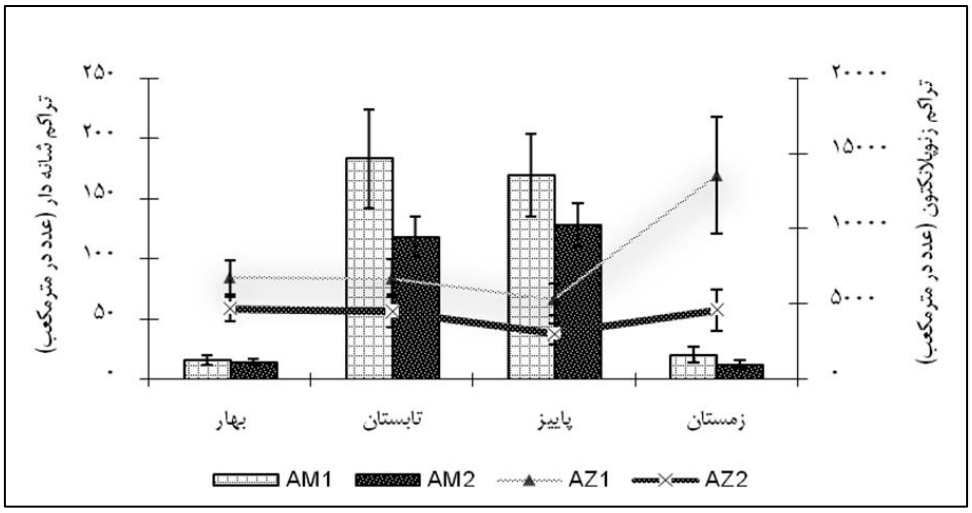
جدول۲: تغییرات میانگین فصلی شفافیت (متر) به همراه خطای معیار (SE) در اعماق مختلف (سال ۱۳۸۸).

عمق	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار	میانگین	خطای معیار
۵ متر	۱/۹	۰/۲	۱/۸	۰/۲	۰/۹	۰/۱	۱/۱	۰/۲
۱۰ متر	۲/۷	۰/۲	۲/۳	۰/۳	۱/۳	۰/۱	۱/۸	۰/۴
۲۰ متر	۶/۴	۰/۳	۳/۸	۰/۵	۲/۸	۰/۴	۳/۰	۰/۶
۵۰ متر	۷/۳	۰/۳	۵/۱	۰/۵	۴/۴	۰/۶	۴/۱	۰/۷
۱۰۰ متر	۷/۸	۰/۳	۴/۸	۰/۲	۶/۴	۰/۷	۵/۵	۱/۲

تغییرات تراکم زئوپلانکتون و شانه‌دار به نحوی بود که در لایه نوری (در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر) مقادیر فوق اختلاف معنی‌داری با اعماق ۵۰ و ۱۰۰ داشته‌اند ($P<$۰/۰۵). لذا در شکل ۲ تغییرات عمقی تراکم زئوپلانکتون و شانه‌دار در لایه نوری در دو گروه ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰، ۱۰۰ متر آورده شده است. در فصل زمستان همراه با کاهش درجه حرارت تراکم شانه‌دار بشدت کاهش یافت، در حالیکه تراکم زئوپلانکتون افزایش واضحی را نسبت به تابستان و پاییز بخصوص در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر نشان داد. افزایش تراکم زئوپلانکتون با افزایش همه گروه‌های زئوپلانکتونی شامل روتیفرا، کلادوسرا، مروپلانکتون (لاملی برانچیاتا و سیریپدیا) بجز کوپه‌پودا همراه بوده است (شکل ۳). در هر فصل بیش از ۹۴ درصد از تراکم گروه‌های کوپه‌پودا و کلادوسرا به ترتیب مربوط به گونه‌های *Acartia tonsa* و *Podon polyphemoides* بوده است. در فصل بهار تراکم *Asplanchna* sp. گونه *Keratella* sp. (۷۰ درصد) و در تابستان گونه *Syncheata* sp. (۸۸ درصد) را در تشکیل بیش از ۹۴ درصد از گروه روتیفرا همراهی نموده است. در حالی که در فصول پاییز و زمستان تراکم روتیفرا به ترتیب تنها تحت تاثیر گونه‌های *Brachionus* sp. و *Asplanchna* sp. شکل گرفت.

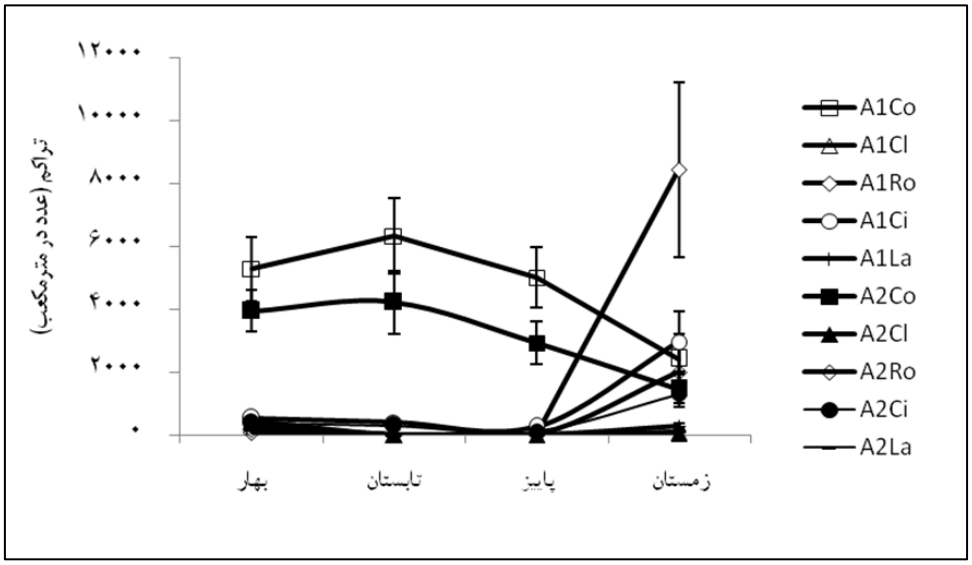
از آنجایی که تراکم و فراوانی حضور (frequency) شانه‌دار در فصول زمستان و بهار به منظور انجام آنالیز آماری و چگونگی ارتباطات بین زئوپلانکتون و شانه‌دار کافی نبود، آنالیز آماری تک و چند متغیره بین این دو گروه زیستی و نیز پارامترهای محیطی تنها برای فصول تابستان و پاییز انجام گرفت.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]



شکل ۲: تغییرات تراکم شانه‌دار و زئوپلانکتون به همراه خطای معیار (SE) در فصول و لایه‌های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۸).

AM1, AZ1= تراکم زئوپلانکتون و شانه‌دار در لایه ۲۰ متر≤، AM2, AZ2= تراکم زئوپلانکتون و شانه‌دار در لایه ۲۰ متر<



شکل ۳: تغییرات فصلی تراکم گروه‌های مختلف زئوپلانکتون به همراه خطای معیار (SE) در حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۸).

Co= کوپه‌پودا، Cl= کلادوسرا، Ro= روتیفرا، Ci= سیریپدیا، La= لامینا برانچیاتا، A1= تراکم در ۲۰ متر ≤، A2= تراکم در ۲۰ متر <

جدول ۳ ماتریکس همبستگی (آزمون پیرسون) پارامترهای زیستی و محیطی را در لایه نوری (۲۰ متر≤) دو فصل تابستان و پاییز در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸ را نشان داده است. این جدول نشان می‌دهد که ارتباط تراکم شانه‌دار (*M. leidyi*) با پارامترهای زیستی و محیطی اگرچه چندان قوی نیست اما همبستگی معنی‌داری دارند. تراکم شانه‌دار با تراکم زئوپلانکتون نیز همبستگی معنی‌دار و مثبت اما با شفافیت همبستگی معنی‌دار و منفی نشان داد (P >۰/۰۵).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

جدول ۳: ماتریکس همبستگی (آزمون پیرسون) پارامترهای زیستی (شانه‌دار، زئوپلانکتون و فیتوپلانکتون) و محیطی (دما، شوری و شفافیت) در دو فصل تابستان و پاییز حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۸۸.

Temp. = درجه حرارت آب، Salin. = شوری، SD=شفافیت آب، A M.leidyi = تراکم شانه دار، B phyto. = زی توده فیتوپلانکتون، A Zoo. = تراکم زئوپلانکتون، A Cope. = تراکم کوپه پودا، A Cirri. = تراکم سیریپدیا

	A M.leidyi	A Zoo.	A Cope.	A Cirri.	B Phyto.	Temp.	Salin.	SD
A M.leidyi								
A Zoo.	۰/۲۳(*)							
A Cope.	۰/۲۱	۰/۹۹ (**)						
A Cirri.	۰/۲۱	۰/۷۰ (**)	۰/۶۶ (**)					
B Phyto.	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۵				
Temp.	-۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۷	-۰/۲۸ (*)			
Salin.	-۰/۲۱	-۰/۳۰(**)	-۰/۲۷(*)	-۰/۲۸ (*)	-۰/۰۱	-۰/۴۱(**)		
SD	-۰/۲۷(*)	-۰/۳۵(**)	-۰/۳۳(**)	-۰/۴۳ (**)	-۰/۳۰ (**)	۰/۲۵(*)	۰/۰۹	

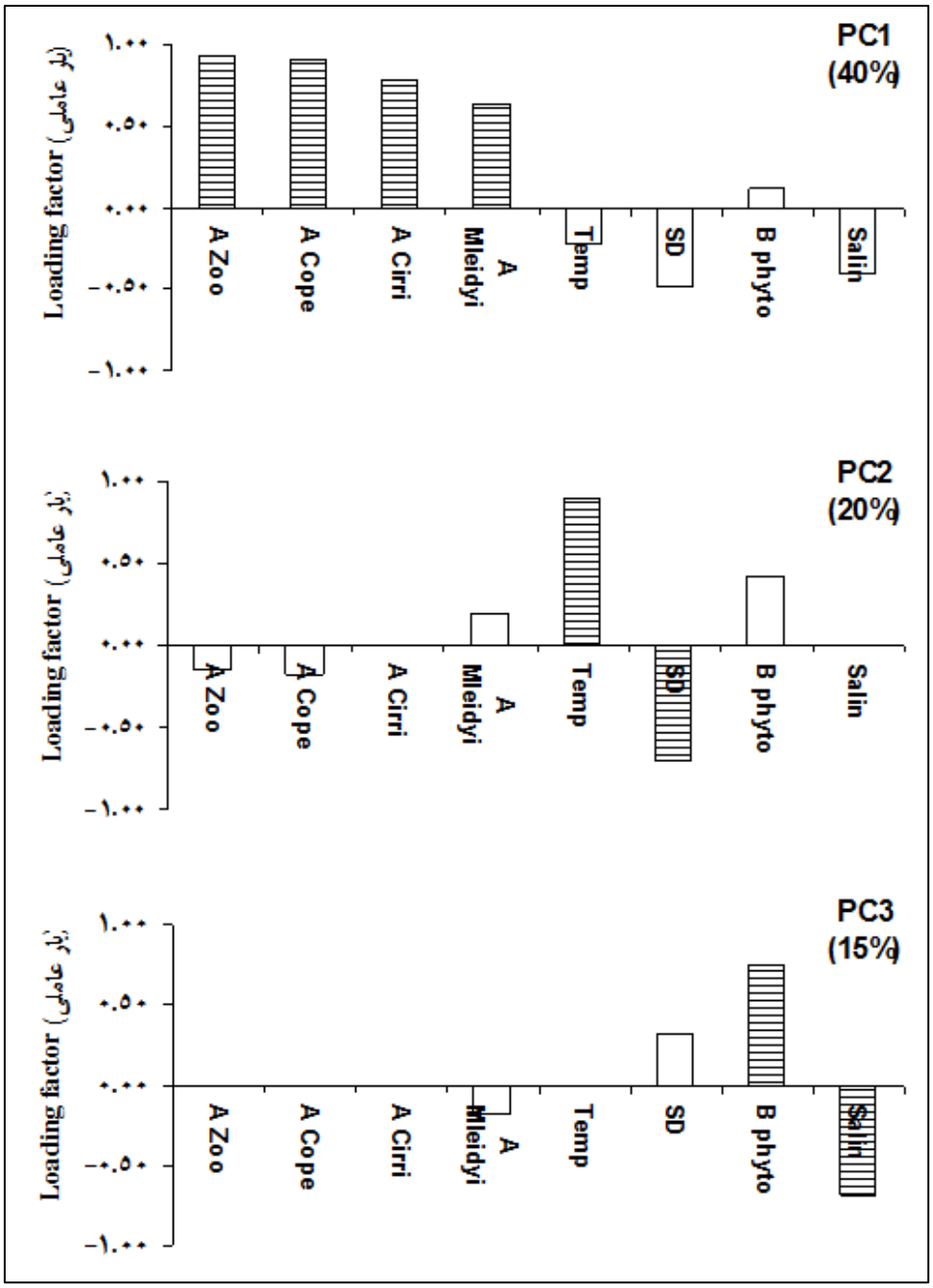
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

در بررسی فصل تابستان، متغیرهای زیستی (تراکم شانه‌دار، زئوپلانکتون، کوپه‌پودا و سیریپدیا و زی‌توده فیتوپلانکتون) و غیر زیستی (دما، شوری و شفافیت) در آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) دارای تغییرات شاخص KMO برابر ۰/۶۱ بوده است و آزمون Barttlet اختلاف معنی‌داری را دارا بود (جدول ۴). در آنالیز مولفه‌های اصلی ۸ متغیر مذکور بر اساس منحنی سنگریزه‌ای (Scree plot) و مقدار ویژه (Eigenvalue) بیشتر از واحد به سه مولفه (PC) با ۷۵ درصد ازکل واریانس کاهش یافته است. مولفه یک به تنهائی ۴۰ درصد از کل واریانس را شامل شده است. در این مولفه زئوپلانکتون و گروه‌های کوپه‌پودا و سیریپدیا و تراکم شانه‌دار بار عاملی قوی (>۰/۶۰) به همراه شوری و شفافیت (>۰/۴۰) مشارکت داشته است. مولفه‌های دو و سه به ترتیب با واریانس ۲۰ و ۱۵ از کل واریانس را شامل شده است. در این دو مولفه گروه‌های دما، شفافیت، شوری و زی‌توده فیتوپلانکتون با بار عاملی قوی مشارکت داشته‌اند (شکل ۴).

جدول ٤: آزمون‌های KMO و Barttlet در آنالیز آماری چند متغیره PCA برای پارامترهای زیستی و محیطی فصل تابستان در حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۸).

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		۰/۶۱
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۰۶
	df	۲۸
	Sig.	۰/۰۰

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]



شکل ٤: تغییرات بار عاملی سه مولفه اصلی در آزمون PCA در فصل تابستان حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۸) (بارعاملی بالاتر از ۰/٦۰ با ستون‌های راه راه نشان داده شد). علائم اختصاری نظیر جدول۳ می باشد.

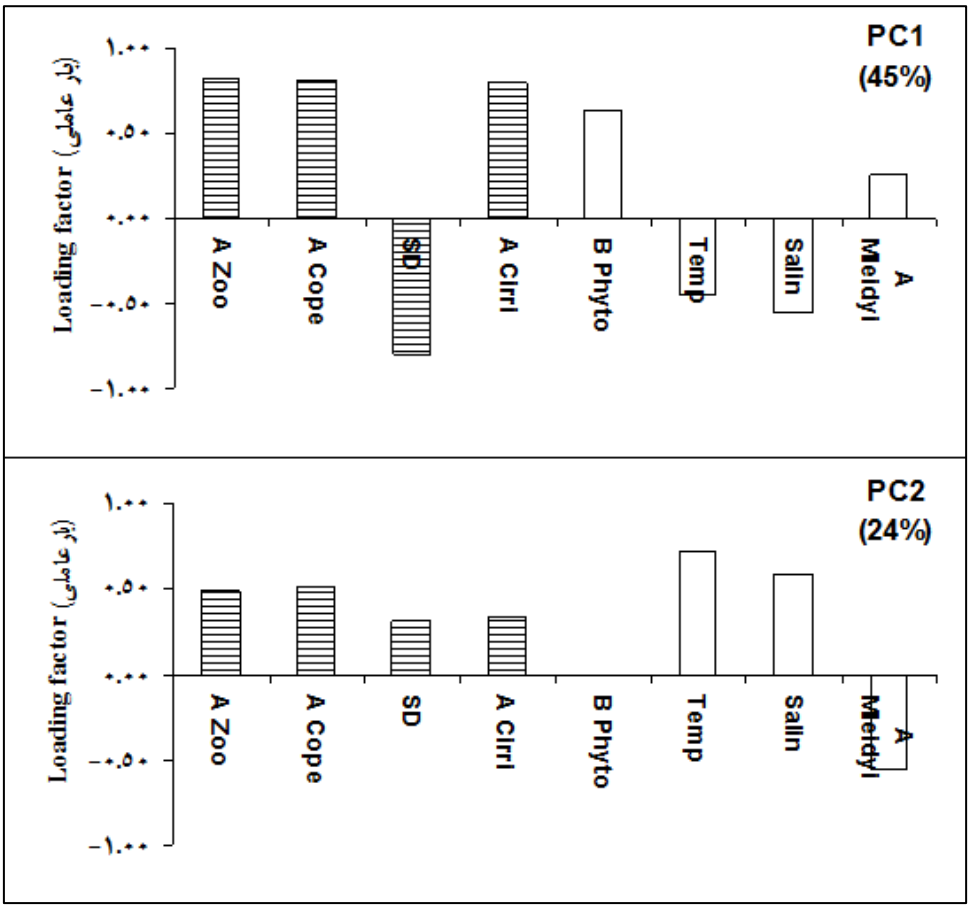
در بررسی فصل پاییز، متغیرهای زیستی (تراکم شانه‌دار، زئوپلانکتون، کوپه‌پودا، سیریپدیا و زی‌توده فیتوپلانکتون) و محیطی (دما، شوری و شفافیت) در آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) دارای تغییرات شاخص KMO برابر ۰/۷۱ بوده است و در ضمن آزمون Barttlet اختلاف معنی‌دار بوده است (جدول ۵). در آنالیز مولفه‌های اصلی ۸ متغیر مذکور بر اساس منحنی سنگریزه‌ای (Scree plot) و مقدار ویژه (Eigenvalue) بیشتر از واحد به دو مولفه (PC) با ۶۹ درصد از کل واریانس کاهش یافته است. مولفه یک (PC1) به تنهائی ۴۵ درصد از کل واریانس را شامل شده است. در این مولفه تراکم زئوپلانکتون، کوپه‌پودا، سیریپدیا، زی‌توده فیتوپلانکتون به همراه شفافیت با بار عاملی

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

قوی (۰/۶۰<) مشارکت داشته است. مولفه دو (PC2) ۲۴ درصد از کل واریانس را شامل شده است. در این مولفه، دما، شوری و تراکم شانه‌دار با بار عاملی نسبتا قوی مشارکت داشته‌اند (شکل ۵).

جدول ۵: آزمون های KMO و Barttlet در آنالیز آماری چند متغیره PCA برای پارامترهای زیستی و محیطی فصل پاییز در حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۸).

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		۰/۷۱
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۹۴
	df	۲۸
	Sig.	۰/۰۰



شکل ۵: تغییرات بار عاملی دو مولفه اصلی در آزمون PCA در فصل پاییز حوزه جنوبی دریای خزر سال (سال ۱۳۸۸) (بارعاملی بالاتر از ۰/۶۰ با ستون‌های راه راه نشان داده شد).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

بحث و نتیجه‌گیری

نصراله‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه سال ۱۳۸۸ نشان دادند که ارتباط بین تراکم شانه‌دار و تراکم گروه‌های مختلف زئوپلانکتون معنی‌دار بوده است. این رابطه با کوپه‌پودا مثبت و با سایر گروه‌های زئوپلانکتونی (کلادوسرا، روتیفرا، سیرپیدیا و لارو لاملی برانچیتا) منفی بوده است. بطوریکه در زمستان کاهش تراکم شانه‌دار با کاهش معنی‌دار از تراکم کوپه‌پودا و افزایش معنی‌دار از سایر گروه‌های زئوپلانکتونی بیان شده همراه بوده است. در نتایج Kideys و همکاران (۲۰۰۵) و Roohi و همکاران (۲۰۰۸) در حوزه جنوبی دریای خزر (از سال ۱۳۸۵-۱۳۷۴) نیز چنین روابطی مشاهده شد. آن‌ها نیز نشان دادند که تراکم زئوپلانکتون در تابستان و اوایل پاییز همراه با افزایش شدید تراکم شانه‌دار به شدت کاهش یافت و پس از آن در فصل زمستان با سرد شدن هوا و کاهش شدید تراکم شکارگر زئوپلانکتون (شانه‌دار) افزایش یافت. آن‌ها بیان نمودند که افزایش تراکم زئوپلانکتون بخصوص با همراهی گروه‌های زئوپلانکتونی سازگار با شرایط زمستان یعنی سیرپیدیا و روتیفرا صورت پذیرفت. همبستگی منفی گروه‌های تشکیل دهنده مروپلانکتون با تراکم *M. leidyi* در مطالعات Zaitsev and Ozturk (۲۰۰۱) و Roohi و همکاران (۲۰۱۰) نیز در دریای سیاه و خزر نیز بیان شده است.

نتایج PCA در فصل تابستان (PC1 در شکل ۴) بیانگر آن است در بین پارامترهای محیطی بررسی شده، کاهش شوری اثر مثبتی را بر تراکم شانه‌دار، زئوپلانکتون، کوپه‌پودا و سیرپیدیا گذاشت در حالی که تراکم زئوپلانکتون و گروه‌های بیان شده‌ی آن اثر معنی‌داری بر زی‌توده فیتوپلانکتون نداشته‌اند. در این فصل زی‌توده فیتوپلانکتون بیشتر تحت تاثیر شرایط محیطی یعنی درجه حرارت (PC2 در شکل ۴) و شوری (PC3 در شکل ۴) بوده است. احتمالا افزایش کنترل بالا به پایین (Top-down) از شانه‌دار به زئوپلانکتون در تابستان سبب کاهش فشار چرا بر فیتوپلانکتون گردید. در حالی که در فصل پاییز زی‌توده فیتوپلانکتون از پارامتر زیستی یعنی تراکم زئوپلانکتون بیش از فصل تابستان تاثیر نشان داد (PC1 در شکل ۵) و تراکم شانه‌دار در این فصل دارای ارتباط معنی‌دار با شوری و دما بوده است (PC2 در شکل ۵). در هر دو فصل تابستان و پاییز علامت بار عاملی شفافیت و تراکم شانه‌دار مخالف هم بوده است که این نتیجه بیانگر افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب بدلیل حضور شانه‌دار و موکوس مترشحه از آن است.

بر اساس مطالعه Bagheri و همکاران (۲۰۰۴) در دریای خزر، گونه‌ی *Acartia tonsa* از گروه کوپه‌پودا، *Podon polyphemoides*، از کلادوسرا، لارو دوکفه‌ای‌ها و لارو بالانوس از مروپلانکتون‌ها از غذاهای اصلی *M. leidyi* می‌باشند. *Acartia tonsa* توان تکثیر بالایی دارد، چنانکه جمعیت آن بعد از ورود شانه‌دار افزایش قابل توجهی را بخصوص پس از کاهش شدید Eurytemora نشان داده است (Zaitsev and Ozturk, 2001 ;Roohi *et al*., 2010). بنابراین با وجود آنکه توسط *M. leidyi* به مصرف می‌رسد، افزایش معنی‌داری را با افزایش *M. leidyi* نشان داد ضمن آنکه کاهش شدید تراکم را درطی فصول مختلف نشان نداده است. کم‌تر بودن فشار تغذیه ای *M. leidyi* بالغ بر کوپه‌پودا نیز ممکن است عاملی در حفظ ذخایر زئوپلانکتون در اکوسیستم باشد، چنانکه مطالعه Riisgard و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که میزان چرای *M. leidyi* بر گونه *Acartia tonsa* (ازکوپه‌پودا) کمتراز صدف دوکفه‌ای‌ها و گونه‌ای از کلادوسرا بوده است.

البته تغییرات تراکم زئوپلانکتون در اکوسیستم به غیر از شکارگر مهاجم عمده یعنی *M. leidyi* تحت تاثیر شکارگران دیگر نیز می‌باشد. طبری و همکاران (۱۳۸۸)؛ جانباز و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در فصل بهار همراه با افزایش جمعیت مروپلانکتون (به دلیل تکثیر بالانوس)، سهم این گروه در سفره غذایی کیلکا افزایش می‌یابد. در مطالعات آن‌ها بیش از ۹۰ درصد از محتویات معده کیلکای معمولی را در تابستان نوزاد و لارو بالانوس تشکیل داده بود. در حالی که با سرد شدن هوا کوپه‌پودا در معده آن‌ها افزایش یافت و از این طریق بر کاهش کوپه‌پودا و سیرپیدیا به ترتیب در فصول زمستان و تابستان تاثیرگذار بوده است.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

با وجود آنکه تغذیه شدید *M. leidyi* از زئوپلانکتون بر روابط معمول در افزایش و کاهش گونه‌ها و دینامیک تراکم زئوپلانکتون بشدت تاثیر گذارده است و چهره‌ی تجمعات پلانکتونی را متفاوت نموده است، ولی اثر آب و هوا و درجه حرارت بر افزایش و کاهش تراکم گونه‌ها و جایگزینی فصلی گونه‌ها نباید در توضیح تغییرات تراکم نادیده گرفته شود. به عنوان مثال آزاد شدن لارو مروپلانکتون‌ها عموما همزمان با شکوفایی فیتوپلانکتون (هنگامی که حداکثر میزان منابع غذایی در دسترس است) صورت می‌گیرد. این همزمانی سبب می‌شود که لارو مروپلانکتون در تجمعات زئوپلانکتون غالب گردند (Andreu and duarte, 1996) یا آنکه افزایش تراکم سیریپدیا (Cirripedia) در اوایل بهار همزمان با افزایش دمای سطحی آب و کاهش آن در اواخر بهار در بالتیک نیز بیانگر نقش درجه حرارت بر تغییرات جمعیتی مروپلانکتون است (Pollupuu *et al.*, 2010). اثر درجه حرارت حتی در مورد *Acartia tonsa* که در سراسر سال تراکم قابل ملاحظه‌ای را در تجمعات زئوپلانکتونی تشکیل می‌دهد نیز مشاهده می‌گردد. چنانکه در سال ۱۳۸۸ بیشترین تراکم آن در بهار و تابستان ثبت گردید (نصراله‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱) زیرا مشخص گردیده است که بهترین رشد و تکثیر آن در بهار و تابستان (درجه حرارت ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد) صورت می‌گیرد (Sazhina,1971). به همین ترتیب همانطور که در نتایج ارائه گردید در فصل پاییز همراه با کاهش دما از تراکم آن کاسته شد و این روند با افزایش سرما (کاهش دما) در زمستان نیز ادامه پیدا کرد، بطوریکه در زمستان کم‌ترین جمعیت را دارا گردید.

وجود گونه‌های مختلف در تجمع زئوپلانکتونی با سیکل‌های زندگی و خصوصیات بیولوژیکی متفاوت سبب می‌گردد که تغییرات جمعیتی زئوپلانکتونی (حتی بدون در نظر گرفتن حضور شکارگر سیری ناپذیری همچون *M. leidyi* دارای پیچیدگی‌ها و الگوهای متفاوتی وابسته به فصل و گونه‌های موجود گردد (Sigee, 2005). در حالی که شانه‌دار در دریای خزر تاکنون شامل یک گونه بوده که در صورت وجود غذا، دینامیک فصلی واضحی را نشان داده است. لذا این نکته باید به هنگام بررسی روابط بین شانه‌دار و زئوپلانکتون مورد توجه قرار گیرد. بعنوان مثال همان طور که گفته شد در بهار به دلیل سیکل زندگی و شرایط محیطی هنوز رشد و تکثیر زئوپلانکتون‌های گرما دوست و نیز شانه‌دار شدت نگرفته بود. در واقع در بهار گونه‌های سرمادوست سیر کاهشی داشتند و گونه‌های گرمادوست هنوز رشد جمعیتی نداشته اند. در تابستان هر چند که گونه‌های مختلف گرمادوست تحت شکارگری شانه‌دار (که خود نیز با گرم شدن هوا افزایش یافت) کاهش یافتند، اما*Acartia tonsa* با رشد و تکثیر زیاد موجب ترمیم جمعیت زئوپلانکتون در این فصل گردید و از نقصان آن نسبت به بهار جلوگیری نمود (شکل ۲). در زمستان همزمان با کاهش شانه‌دار (تحت تاثیر کاهش درجه حرارت) شرایط مناسب‌تری برای رشد و تکثیر گروه‌های سرمادوست فراهم گردید. به این ترتیب به نظر می‌رسد که اثر شانه‌دار بر حضور و جمعیت گروه‌های مختلف زئوپلانکتون عمدتا بر گونه‌های گرمادوست بود و فرصت رشد و تکثیر گروه‌های سرمادوست زئوپلانکتون در این مرحله از زندگی از سوی شانه‌دار کم نشده است. ولی باید به خاطر داشته باشیم که اثرات منفی آن غیر مستقیم از طریق تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی محیط، تغییر ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون و مصرف لارو گونه‌های مختلف بخصوص در فصول پیشین (تابستان و پاییز) بر جمعیت و ترکیب گونه‌های زئوپلانکتونی سرمادوست نیز تحمیل گردیده است. بر اساس مطالعه (Zaittzev and Mamaev, 1997) اثرات مضر *M. leidyi* در دریای سیاه بطور شدیدی مستقیما در تابستان با کاهش ذخایر مزوزئوپلانکتون ظاهر گردید. بطوری که ۴۵ درصد از ذخایر کلادوسرا را کاهش داد و کوپه‌پودا نیز ۴/۵ برابر کاهش یافت. در حالی که مروپلانکتون را ۳۰ درصد (بخاطر شکار شدن لارو) کاهش داد. در این راستا بررسی اطلاعات بدست آمده از مطالعه فضلی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که نسبت تراکم فصلی زئوپلانکتون در سال‌های قبل از ورود شانه‌دار (۷۹-۱۳۷۰) به سال‌های بعد از ورود شانه‌دار (۸۵-۱۳۸۰) در بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۰/۷، ۱۷/۲، ۷/۵ و ۱/۸ بوده است. نسبت‌های تراکم فصلی زئوپلانکتون در سال‌های قبل از ورود شانه دار (۷۹-۱۳۷۰) به سال ۱۳۸۸ نیز نشان داد که این مقادیر در بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱/۷، ۱۲/۴، ۱۳/۳ و ۱/۲ بوده است. این بررسی نشان داد که در دریای خزر نیز اثرات منفی شانه‌دار بر جمعیت زئوپلانکتون عمدتا در فصول تابستان و پاییز بوده است.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

گفته شده است که میزان شکار این جانور به وفور مواد غذایی و شرایط مناسب زیست محیطی بستگی دارد (Reeve *et al.*, 1978) و نرخ هضم آن با میزان غذای موجود در محیط متناسب است. چنانکه برآورد Finenko and Romanova (۲۰۰۶) در تابستان ۱۹۹۵ در منطقه مورد مطالعه (Sevastopol Bay) نشان داد که در طول یک روز حدود ۲۰ درصد کل زئوپلانکتون بوسیله شانه‌دار به مصرف رسید. این مقدار بالا در دریای خزر نیز گزارش شده است (Finenko *et al.*, 2006). مطالعه Sergeeva و همکاران (۱۹۹۰) نیز بیانگر توانایی شانه‌دار بالغ در بلع همزمان ۱۰۰ عدد آکارتیا بوده است. بر اساس نتایج بدست آمده در این مطالعه میانگین جمعیت شانه‌دار در فصول تابستان و پاییز (حدود ۱۶۰ عدد در مترمکعب) نسبت به سال‌های اولیه ورود آن یعنی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۲ (از ۷۶۰ تا ۸۰۰ عدد در مترمکعب) (Roohi and Sajjadi, 2011) کاهش یافته است. اما با توجه به مطالب بیان شده، کاهش تراکم شانه‌دار مهاجم که احتمالا به دلیل کاهش میزان مواد غذایی قابل مصرف (زئوپلانکتون) در محیط (روحی و همکاران، ۱۳۸۸) روی داده است، از اهمیت اثرات آن بر نوسانات جمعیت زئوپلانکتون بخصوص در فصول پاییز و زمستان نمی‌کاهد. نتیجه‌گیری کلی آنکه در شرایط کنونی، هر چند برایند بین کلیه پارامترهای زیستی و محیطی موجود در هر فصل است که سبب تغییر در تراکم زئوپلانکتون و ترکیب گروه‌های آن می‌گردد (Atienza *et al.*, 2008) ولی دینامیک جمعیت M.leidyi را بعنوان نخستین توضیح و فاکتور کلیدی برای تغییرات تراکم زئوپلانکتون در اکوسیستم خزر باید به خاطر داشت.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و وزارت جهاد کشاورزی اجرا گردید. بر خود لازم می‌دانیم که از پرسنل بخش اکولوژی در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر برای آنالیز نمونه‌ها، کاپیتان و خدمه کشتی تحقیقاتی گیلان جهت همکاری در نمونه‌برداری و نیز سرکارخانم علوی برای تنظیم این مقاله سپاسگزاری نماییم.

منابع

جانباز، ع.ا.، کر، د.، مقیم، م.، افرایی، م. ع.، عبدالملکی، ش.، دریانبرد، غ. ر.، خذمتی، ک.، شعبانی، خ.، باقری، س.، نهرو، م. ر.، راستین، ر. و رستمیان، م. ت.، ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات زیستی کیلکا ماهیان (سن، رشد، تغذیه و تولید مثل) در حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۹۲ ص.

روحی، ا.، نظران، م.، خداپرست، ن.، واحدی، ف.، رستمیان، م. ت.، واردی، ا.، یونسی پور، ح.، علومی، ی.، کیهان ثانی، ع. ر.، نصراله تبار، ع.، تهامی، ف. س. و پورمند، ت. م.، ۱۳۸۸. بررسی پراکنش شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آب‌های جنوبی دریای خزر (سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۳)، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ۶۷ ص.

روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، رستمیان، م. ت.، باقری، س.، کیهان‌ثانی، ع. ر.، نصراله‌تبار، ع.، حسن‌زاده کیابی، ب. و فیننکو، جی.، ۱۳۸۸. بررسی محتویات معده کیلکا ماهیان و مقایسه آن با محتویات معده شانه‌دار *Menemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۴۵ ص.

روشن طبری، م.، رحمتی، ر.، خداپرست، ن.، رستمیان، م. ت.، رضوانی، غ. ر.، اسلامی، ف.، سلیمانی رودی، ع.، کیهان ثانی، ع. ر.، کنعانی، م. ر و امانی. ق. ع.، ۱۳۸۷. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۱۵ ص.

غیاثوند، ا.، ۱۳۸۷. کاربرد آمارو نرم‌افزار SPSS در تحلیل داده‌ها. تهران : نشر لویه. ۳۱۳ ص.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

فارابی، م. و.، فضلی، ح.، واردی، ا.، واحدی، ف.، روشن طبری، م.، هاشمیان، ع.، گل آقائی، م. و رستمیان، م. ت.، ۱۳۹۰. طرح هیدرولوژی، هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست محیطی حوزه جنوبی دریا ی خزر (سال ۱۳۸۷). موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۹۳ ص.

فضلی، ح.، فارابی، م. و.، دریانبرد، غ. ر.، گنجیان، ع.، واحدی، ف.، واردی، ا.، هاشمیان، ع.، روشن‌طبری، م. و روحی، ا.، ۱۳۸۹. پروژه تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای. ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۹۸ ص.

مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، فارابی، م. و.، روشن طبری، م.، اسلامی، ف.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.، کیهان‌ثانی، ع. ر.، دوستدار، م.، خداپرست، ن.، گنجیان، ع. و مکرمی، ع.، ۱۳۹۰. پروژه بررسی تنوع و بیومس و فراوانی فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸)، موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۴۷ ص.

نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، مخلوق، آ.، سلیمانی رودی، ع. و روشن طبری، م.، ۱۳۹۱. طرح هیدرولوژی، هیدروبیولوژی و آلاینده‌های زیست محیطی در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸)، موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۲۰۱ ص.

Andreu, P. and Duarte, C. M., 1996. Zooplankton Seasonality in Blanes Bay (northwest Mediterranean). Publicaciones Especiales. Instituto Espanol de Oceanografia;. p. 47-54. Art. #291, 13 pages. DOI: 10.4102/sajs.v107i3/4.29.

APHA (American Public Health Association). 2005. Standard method for examination of water and wastewater. 18thedition. American public health association publisher,Washington. USA.

Atienza, D., Saiz., E. and Skovgaard, A., 2008. Life history and population dynamics of the marine cladoceran Penilia avirostris (Branchiopoda: Cladocera) in the Catalan Sea (NW Mediterranean). Journal of Plankton Research. 30:345-357 .

Bagheri, S., Kideys, A., Sabkara, D. and Anzali, B., 2004. Studying Ctenophora (*Mnemiopsis leidyi*) at the Iranian seashore of the Caspian Sea: In material of the first international scientific and practical conference of young scientists ‘‘complex research of the biological resources of the south seas and rivers’’, Astrakhan, pp.28–31.

BSC, 2008. State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7). Edited by Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, Istanbul, Turkey.

Finenko, G. A. and Romanova, Z. A., 2000. The population dynamics and energetics of ctenophore Mnemiopsis leidyi in Sevastopol Bay. Oceanology 40: 677-685.

Finenko, G. A., Kideys, A. E., Anninsky, B. E., Shiganova, T. A., Roohi, A., Tabari, M. R., Rostami, H. and Bagheri, S., 2006. Invasive ctenophore Mnemiopsis leidyi in the Caspian Sea: feeding, respiration, reproduction and predatory impact on the zooplankton community. Marine Ecology Progress Series. 314: 171-185.

Hair J. F., Anderson R .E. and Tatham R. L., 1998, Multivariate Data Analysis, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., USA.

Hayward, T. L., 1987. The nutrient distribution and primary production in the central North Pacific. Deep-Sea Research I. 34:1593–1627.

Karpinsky, M. G., 2010. On Peculiarities of Introduction of Marine Species into the Caspian Sea. Russian Journal of Biological Invasion. 1(1):7–10.

Kasimov, A. G., 2001. New introduced species in the Caspian Sea— *Mnemiopsis leidyi*, in Proceedings of the 1st International Workshop on The Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jelly Mnemiopsis-Problems, Perspectives, Need for Action, A. Agassiz, Ed., p. 5, Baku, Azerbaijan.

Kasimov, A., 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton. Exxon Azerbaijan Operating Company. Baku, Azerbaijan: Publisher Adiloglu printing House.

Kideys, A. E. and Moghim M., 2003. Distribution of the alien ctenophore Mnemiopsis leidyi in the Caspian Sea in august 2001, Marine Biology. 142(1): 163–171.

Kideys, A. E., Ghasemi, S., Ghninejad, D., Roohi, A. and Bagheri, S., 2001. Strategy for combating Mnemiopsis in the Caspian waters of Iran. A report prepared for the Caspian Environment Programme, Baku, Azerbaijan, Final Report, July 2001.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

Kideys, A. E., Roohi, A., Bagheri S., Finenko, G. and Kamburska, L., 2005. Impacts of invasive ctenophores on the fisheries of the Black Sea and Caspian Sea, Oceanography. 18(2):76–85.

Kideys, A. E., Roohi, A., Eker-Develi, E., Melin, E. and Doug Beare, D., 2008. Increased Chlorophyll Levels in the Southern Caspian Sea Following an Invasion of Jellyfish Hindawi Publishing Corporation Research Letters in Ecology, Article ID 185642, 4 pages.

Kostianoy, G. and Kosaroev, A. N., 2005. The Caspian Sea Environment, Springer-Verlag Heidelberg, Germany.

Nasrollahzadeh, H. S, Makhlough, A, Pourgholam, R, Vahedi, F, Qanqermeh, A. and Foong, S. Y., 2011. The study of Nodularia spumigena bloom event in the southern Caspian Sea, Applied Ecology and Environmental Research. 9(2):141-155.

Nasrollahzadeh, H.S. 2008. Ecological modeling on nutrient distribution and phytoplankton diversity in the southern of the Caspian Sea. Doctroal dissertaion, University Science Malaysia.

Newel. C. E., 1977. Marine plankton. Hutchinsson of London.

Ozturk, B., 2002. The Ponto-Caspian region: predicting the identity of potential invaders, In CIESM Workshop Monographs, Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas. 6-9November, 2002, Istanbul, Turkey.

Pollupuu, M., Simm, M. and Ojaveer, H., 2010. Life history and population dynamics of the marine cladoceran Pleopis polyphemoides (Leuckart) (Cladocera, Crustacea) in a shallow temperate Pärnu Bay (Baltic Sea), Journal of Plankton Research. 32(10):1459-1469.

Proshkina-Lavrenko, A. I. and Makarova, I. V., 1968. Plankton Algae of the Caspian Sea. Leningrad, Nauka: L. Science. Russia.

Psarra, S., Tselepides, A. and Ignatiades, L., 2000. Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. Progress Oceanography. 46:187-204.

Reeve, M. R., walter, A. and Keda, T. J., 1978. Laboratory studies of ingestion and food utilization in lobate and tentaculate ctenophores. Limnology and Oceanography. 23(4):740-751.

Riisgard, H. U., Madsen, C. V., Barth-Jensen, C. and Purcell, J. E., 2012. Population dynamics and zooplankton-predation impact of the indigene scyphozoan Aurelia aurita and the invasive ctenophore Mnemiopsis leidyi. Aquatic Invasions. 7(2):147-162.

Roohi, A. and Sajjadi, A. 2011. *Mnemiopsis leidyi* Invasion and Biodiversity Changes in the Caspian Sea, Ecosystems Biodiversity, PhD. Oscar Grillo (Ed.), ISBN: 978-953-307-417-7, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/ecosystems-biodiversity/mnemiopsis-leidyi-invasion-and-biodiversity-changes-in-the-Caspian-Sea.

Roohi, A., Kideys A. E., Sajjadi,A. Hashemian A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore Mnemiopsis Leidyi. Biology Invasions. 12:2343-2361.

Roohi, A., Zulfigar, Y., Kideys, A., Aileen, T., Eker-Develi, E. and Ganjian, A., 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the southern Caspian Sea, Marine Ecology: an evolutionary perspective. 29:421–434.

Sapozhnikov, V. N., Agativa, A. E., Arjanova, N. V., Nalitova, E. A., Mardosova, N. V., Zobarowij, V. L. and Bandarikov, E. A., 1988. Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients. VNIRO publisher: Moscow, Russia.

Sazhina, L. I., 1971. Fecundity of mass pelagic Copepoda of the Black Sea, Zoological Journal. 4:586-589 (in Russia).

Semenov, Y., 1984. DIN/DIP and DSi/DIP ratios in the central and southern Caspian Sea, Hydrobiologia, 3:71-73.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]

Sergeeva, N. G., Zaika, V. E. and Mikhailova, T. V., 1990. Nutrition of *Ctennophora Mnemiopsis maccradyi* (*Ctonnophora*, *lobata*) in the Black Sea (in Russian), Zool Jurnal Ecologia Morya. 35: 8-22.

Shiganova, T. A., Musaeva E. I., Pautova L. A. and Bulgakova Yu, V., 2005. The Problem of Invaders in the Caspian Sea in the Context of the Findings of New Zoo- and Phytoplankton Species from the Black Sea. Biology Bulletin, 32(1): 65–74. Translated from Izvestiya Akademii Nauk, Seriya Biologicheskaya, No. 1, pp. 78–87.

Siapatis, A., Giannoulaki, M., Valavanis, V. D., Palialexis, A., Schismenou, E., Machias, A. and Somarakis, S., 2008. Modelling potential habitat of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Aegean Sea, Hydrobiologia. 612:281–295.

Sigee, D. C., 2005. Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the freshwater Environment. UK: University of Manchester, John Wiley & Sons Inc.

Sourina. A., 1978. Phytoplanktone Manual UNESCO. Paris .

Vershinin, A. O. and Orlova, Tu., 2008. Toxic and Harmful Algae in the Coastal Waters of Russia, Oceanology. 48(4): 524–537.

Vollenweider, A. R., 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environmental.Blackwell scientific publication Oxford. UK.

Wetzel, R. G. and Likens, G. E., 2000. Limnological Analyses. New York: Springer-Verlag. Workshop Clean Black Sea Working Group, 2nd – 5th June,Varna, Bulgaria.

Zabelina, M. M., Kisselev, I. A., Proshkina-Lavrenko, A. I. and Sheshukova, V. S., 1951. Diatoms. In: Inventory of freshwater algae of the USSR. Sov. Nauka Moscow, Russia.

Zaitsev, Y. and Ozturk, B., 2001. Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. Published by Turkish Marine Research Foundation Istanbul Turkey: Turkey.

Zaitzev, Yu, P. and Mamaev, V., 1997. Biological diversity in the Black Sea-a study of change and decline, GEF, Black Sea Environmental Series.

Zonn, I., Kostianoy, A., Kosarev A. and Glantz, M., 2010. The Caspian Sea encyclopedia, e- book, ISBN 978-3-642-11523-3 e-ISBN 978-3-642-11524-0, DOI 10.1007/978-3-642-11524-0, Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-23]