

تأثیر عوامل محیطی بر الگوی توزیع و پراکنش دوکفه‌ای (*Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1789) در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر

حر ترابی جفرودی^۱، محمد رضا رحیمی بشر^{۲*}، حسن تقوی^۳

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
۳. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۷

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2016.14762](https://doi.org/10.22113/jmst.2016.14762)

چکیده

یکی از گونه‌های غیر بومی که در دهه اخیر در سواحل جنوبی دریای خزر در حال افزایش است، دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* است. هدف از این تحقیق، تعیین تعداد، زی توده، درصد پوشش و بررسی عوامل محیطی موثر بر توزیع و پراکنش این دوکفه‌ای در سواحل سنگی مناطق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر بوده است. ده ایستگاه در سواحل سنگی طبیعی و مصنوعی (از آستارا تا بابلسر) انتخاب و در طول یک سال به طور ماهانه از فروردین تا اسفند ۱۳۹۲ توسط کوادرات ۱۵×۱۵ به صورت تصادفی و با ۳ تکرار مورد نمونه برداری قرار گرفتند. میانگین تعداد افراد در کوادرت‌ها ۳۸۱/۹ عدد، درصد پوشش ۳۲/۶ درصد و زی توده ۳۲/۰ گرم در واحد سطح کوادرات‌ها تعیین شد. میانگین دمای آب ۱۶/۴۸ سانتی گراد، شوری ۹/۸۷ قسمت در هزار، اسیدیته ۸/۲۷، اکسیژن محلول ۹/۸۹ میلی گرم بر لیتر، قابلیت رسانای آب ۱۶/۵۲ متر در ثانیه، میزان کلروفیل $96a \pm 2/5$ میکروگرم بر لیتر، درصد پوشش جلبکی $17/232 \pm 37/76$ اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که تعداد، زی توده و درصد پوشش دوکفه‌ای در ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ نسبت به سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی دار داشته، ایستگاه ۴ با میانگین ۱۳۷۳/۷ عدد، پوشش ۹۰/۰۰ درصد و ۱۳۳ گرم زی توده در واحد سطح بالاترین مقدار سالیانه حضور جمعیتی این دوکفه‌ای را دارا بوده است. بر اساس آزمون PCA مهم‌ترین عوامل موثر بر تعداد، درصد پوشش و زی توده این گونه به ترتیب شوری و دمای آب، میزان کلروفیل a و پوشش جلبکی تعیین شد.

واژگان کلیدی: دریای خزر، سواحل سنگی، عوامل محیطی، گونه‌های مهاجم، *Mytilaster lineatus*

۱. مقدمه

یکی از مشکلات اصلی دریای خزر، آلودگی زیستی و ورود گونه‌های مهاجم و پراکنش آنها در این اکوسیستم است. در ابتدای قرن بیستم، ۴۴ درصد نقل و انتقالات کالا به وسیله کشتی بوده که موجب ورود بسیاری از گونه‌های غیر بومی^۱ (NIS) به دریای خزر شده است (Grigorovitch *et al.*, 2003) و ورود گونه‌های مهاجم ناشی از دخالت انسان هم اکنون غالب‌ترین مکانیسم تغییرات زیستی دریای خزر محسوب می‌شود (Ivanov *et al.*, 2000). این موضوع نیز قابل ذکر است که گونه‌های مهاجم در یک محیط ناشی از دخالت انسانی با راحتی بیشتری استقرار می‌یابد (Cohen & Carlton, 1998) و این مساله در حوضه جنوبی دریای خزر در ارتباط با دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* به خوبی مشهود است و یکی از زیستگاه‌های مورد تهاجم خزر جنوبی سواحل سنگی طبیعی و مصنوعی این ناحیه بوده، که سواحل مصنوعی توسط انسان با اهدافی همچون جلوگیری از بالا آمدن سطح آب دریا، ساخت بندرگاه و سایر سازه‌های مختلف دریایی ساخته شده‌اند (Jafari, 2010; Pourjomeh, 2014) و این سواحل به زیستگاه بسیاری از جمعیت‌های مختلف نرم تنان، دوکفه‌ها، بارناکل‌ها، علف‌های دریایی، جلبک‌ها و سایر گروه‌های زیستی با توانایی چسبندگی تبدیل شده‌اند (Denny & Gains, 2007).

دوکفه‌های *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1789) یکی از گونه‌های مهاجم بوده که توانسته موقعیت خود را پس از ورود در خزر تثبیت و فراوانی خود را از گونه‌های رقیب بومی نظیر *Dreissena caspia* و *Dreissena elata* بیشتر نماید (Karpinsky *et al.*, 2005). براساس اولین گزارش‌های موجود *M. lineatus* بین سال‌های ۱۹۱۷ تا ۱۹۱۹ به صورت تصادفی از دریای مدیترانه به دریای خزر وارد شده،

این گونه مدیترانه‌ای احتمالاً به وسیله شناورهای کوچک در طول جنگ‌های داخلی از باتومی به خلیج باکو آورده شده و یا اینکه براساس نظریه‌ای دیگر این نرم تن از طریق دریای سیاه-آزوف به دریای خزر منتقل شده است (Malinovskaya, 2010). البته حضور *Mytilaster* در بررسی‌های فسیل‌شناسی رسوبات دوره‌های اولیه زمین‌شناسی دریای خزر ثبت شده است که با تغییرات زمین‌شناسی در دوره‌های بعدی گزارشی از آن وجود ندارد (Grigorovitch *et al.*, 2003).

دوکفه‌ای *M. lineatus* از خانواده Mytilidae با تولید رشته‌های ابریشم مانند^۲ به تخته سنگ‌ها و بسترهای مناسب می‌چسبد، بر طبق تحقیقات Winter (1978) دوکفه‌های *Mytilaster* صافی‌خوار است که تغذیه اصلی آن بقایای فیتوپلانکتونی و خصوصاً از جنس غالب "Exuviella" است. طبق یافته‌های Padila (1998) و Malinovskaya (2010) این گونه برای بهتر زیستن نیاز به بسترهای سخت داشته و توانایی زندگی در شرایط کمبود اکسیژن تا مرز بی‌هوازی و زنده ماندن بدون آب تا ۲ هفته در دمای ۲۰-۲۴ سانتی‌گراد را نیز دارد. بر اساس مطالعات گذشته در حوضه جنوب شرقی دریای خزر که توسط Zeinalipour (2010) بر روی دینامیک جمعیت این گونه در انجام گرفت، مشخص شد فراوانی این گونه در مناطق شرقی کاهش یافته است. همچنین بر اساس مطالعات Malinovskaya (2010) که با استفاده از اطلاعات بلند مدت وضعیت پراکنش و دینامیک توزیع *M. lineatus* از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۶ انجام گردیده، مشخص شد در خزر شمالی این گونه از توزیع و پراکنش زیادی برخوردار است به طوری که در اعماق بالای ۱۰ متر زیتوده دوکفه‌ای بین ۲-۵ کیلو گرم در مترمربع گزارش شده و علت اصلی نفوذ دوکفه‌ای در منطقه غربی خزر شمالی شوری و میزان تولیدات اولیه منطقه اعلام شده،

^۲. bysus

^۱. Nonindigenous species

فاصله‌ای نه چندان دور از روخانه‌ها و ایستگاه ۳ در همجواری تالاب بین‌المللی انزلی در منطقه‌ای که دارای شوری مناسب برای رشد و متاثر از ورودی تالاب بین‌المللی انزلی قرار دارد و ایستگاه ۴ در فاصله‌ای دورتر که اثرگذاری ورودی‌های تالاب کمتر بوده و در ساحلی کاملاً متاثر از شوری دریا واقع گردیده‌است، ایستگاه ۶ نیز در همجواری با رودخانه و در محیطی با حداقل شوری قرار دارد. در بین ایستگاه‌های شرقی ایستگاه ۹ متاثر از شوری دریا و اثرات تولیدات اولیه رودخانه‌ای در سواحل قرار داشته و سایر ایستگاه‌ها نیز دارای شرایط متفاوت با یکدیگر هستند. نمونه برداری‌ها با تکرار منظم به طور ماهانه از فرودین تا اسفند ۹۲ از روی صخرها و سنگ‌های سواحل طبیعی و مصنوعی حوضه جنوبی دریای خزر به کمک کوادرت با مساحت ۲۲۵ (۱۵×۱۵) سانتی متر مربع به صورت کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. نمونه‌ها به کمک کاردک جدا شد و در فرمالین ۴ درصد فیکس و سپس در آزمایشگاه پس از شستشو و خشک شدن شمارش و با ترازوی دیجیتالی دقیق توزین می‌شد، همچنین برای دقت بیشتر در تعیین درصد پوشش دوکفه‌ای از کودرات‌ها با استفاده از روش Sousa (2013) عکس برداری انجام گردید. درصد پوشش ماکرو جلبک‌ها در به کمک کوادرات ۵۰×۵۰ سانتی متر و با سه تکرار در فواصل معین از نوار ساحلی بسترهای سنگی هر ایستگاه به صورت بصری برآورد و عدد نهایی به صورت میانگین تکرارها در هر ایستگاه گزارش شد (Prathep, 2005). جهت تعیین میزان کلروفیل a یک لیتر آب از لایه‌های سطحی برداشته شد و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و بر روی کاغذ GFF به وسیله پمپ خلاء فیلتر و عصاره کلروفیل a به وسیله استون ۹۰ درصدی هضم و استخراج گردید و با استفاده از روش اسپکتوفتومتری و بر حسب میکروگرم بر لیتر اندازه‌گیری شد (Wetzel and Likens, 1991). در این مطالعه برای اندازه‌گیری فاکتورهای محیطی نظیر دما، شوری،

همچنین زی توده در اعماق کمتر از ۱۰ متر ۱۰۳/۲ گرم بر متر مربع گزارش شده که علت کمتر بودن مقدار وزنی در اعماق کمتر شوری پایین تر ذکر گردید و بر طبق همین تحقیق شوری مناسب رشد دوکفه‌ای ۱۱-۱۳ قسمت در هزار عنوان شده‌است. از عوامل موثر دیگر بر پراکنش دوکفه‌ای‌ها می‌توان به رشد جلبک‌های دریایی (Bégin et al., 2004) و تولید اولیه پلاژیک فیتوپلانکتونی، تروفی آب با شاخص میزان کلروفیل a اشاره نمود (Malinovskaya, 2010). همچنین در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر دو جنس *Cladophora* و *Enteromorpha* از جلبک‌های سبز و جنس *Laurencia* از ماکرو جلبک‌های قرمز وجود دارد که نقش بسزایی در غنای گونه‌ای سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر دارند (Pourjomeh, 2012). با توجه به رشد و فراوانی زیاد، اشغال بالای زیستگاه‌های سنگی و خطر حذف گونه‌های بومی توسط این گونه، این تحقیق به بررسی الگوی پراکنندگی و توزیع این دوکفه‌ای و تعیین عوامل موثر بر روی توزیع و پراکنندگی گونه حاضر و تعیین بیشترین حضور حضور جمعیتی آن در سواحل سنگی مختلف حوضه جنوبی دریای خزر پرداخته‌است. همچنین بر اساس مطالعات گذشته، فاکتورهای زیستی و غیرزیستی که بیشترین اهمیت را در پراکنندگی و توزیع این گونه را داشته مد نظر این تحقیق بوده‌اند.

۲. مواد و روش‌ها

در طول ساحل حوضه جنوبی دریای خزر از غرب به شرق ۱۰ ایستگاه (۱: آستارا، ۲: هشیپ، ۳: بندرانزلی، ۴: جفرود، ۵: کیاشهر، ۶: چمخاله، ۷: رامسر، ۸: چالوس، ۹: محمود آباد، ۱۰: بابلسر) بر اساس وجود سواحل سنگی انتخاب شدند (شکل ۱). هریک از ایستگاه‌ها غیر از داشتن سواحل سنگی شاخص‌های زیستی مهمی دارند و شاخصی از شرایط بوم‌شناسی محل نیز بوده‌اند. به طور مثال ایستگاه ۱، ۲ در

رسانایی آب (ms/cm) $1/388 \pm 16/51$ و اکسیژن محلول (mg/l) $10/149 \pm 9/86$ بوده است. در بین ایستگاه‌های مختلف، بیشترین شوری سالیانه مربوط به ایستگاه ۴ (جفرود) با $12/83 \pm 0/408$ و کمترین مربوط به ایستگاه ۶ با $4/67 \pm 1/033$ (چمخاله) بوده است. بر اساس آنالیز واریانس یک‌طرفه در بین فاکتورهای محیطی تنها شوری در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنا داری برخوردار بوده است ($P < 0/05$) و زوج‌های معنی دار در آزمون توکی به صورت a و b در جدول ۱ مشخص شده‌اند.

میانگین سالیانه تعداد این گونه $381/9$ ، زی توده ۳۲ گرم و درصد پوشش $32/6$ در ایستگاه‌های مختلف در واحد سطح بوده و ایستگاه ۳ با دارا بودن تعداد $1373/75$ ، بیوماس $133/02$ گرم و پوشش ۹۰ درصد بیشترین مقدار جمعیتی را در بین ایستگاه‌های مختلف را به خود اختصاص داده است و بر اساس آنالیز واریانس یک‌طرفه ایستگاه‌های ۳، ۴، ۶ تفاوت معنا داری را نسبت به سایر ایستگاه دارند. همچنین میانگین درصد پوشش ماکرو جلبک‌ها در ایستگاه‌های دهگانه تفاوت معناداری نداشت. در ادامه بررسی مشخص شد میانگین‌های کرو فیل a در ایستگاه‌های ۳، ۴، ۶ و ۱۰ دارای تفاوت معناداری نسبت به سایر ایستگاه‌ها هستند (جدول ۲).

دی‌گرام جدایی زیستگاه‌ها که با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی به دست آمده است دو ۲ تیپ گروهی مشخص نمود، ایستگاه‌های ۳، ۴، ۶ در گروهی مجزا از سایر ایستگاه‌ها هستند (شکل ۳).

در آزمون تاثیر مولفه‌های اصلی ماتریکس همبستگی PCA مشخص گردید که از بین فاکتورهای غیر زیستی شوری، دانسیته آب، دمای آب، کلروفیل a، قابلیت رسانایی آب اثر مثبتی بر روی تعداد، زی توده و درصد پوشش دوکفه ای داشته و اکسیژن، pH در جهت عکس عامل‌های نام برده قرار دارند، همچنین درصد پوشش جلبکی مناطق با افزایش فاکتورهای رشد دو کفه‌ای هم راستا بوده است (شکل ۴). در این مطالعه سه جنس از

اکسیژن محلول، قابلیت رسانایی، pH آب از دستگاه Multi 340/SETi و شوری سنج چشمی MT-110 استفاده شد. اطلاعات مربوط به نمونه‌ها پس از طی مراحل آزمایشگاهی در هر دوره نمونه برداری به صورت منظم ابتدا وارد نرم افزار Excel شده، سپس به کمک نرم افزار SPSS و نرم افزار PAST مورد تحلیل‌های مختلف آماری قرار گرفتند. در تحلیل آماری ابتدا بررسی میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و توکی انجام شده، جداول مرتبط تنظیم گردید. سپس برای تشخیص تشابهات زیستگاهی ایستگاه‌های ده‌گانه از آزمون One-way ANOSIM استفاده شد. این آزمون سعی دارد، تفاوت سطح معنی دار بودن واریانس‌ها را با حدود اطمینان بالاتری طبق معادله $R = \frac{rb-rw}{N(N-1)/4}$ گزارش کند (Clarke, 1993). در مقایسه با آزمون ANOVA این تست فاصله بین گروه‌ها را با فاصله درون گروهی تعیین می‌کند و در این معادله t_b : میانگین رسته طبقه بندی شده بین همه گروه‌ها و t_w : میانگین رسته طبقه بندی شده درونی همه گروه‌ها است. اگر R، به اندازه کافی بزرگ و مثبت (نزدیک به ۱) باشد اشاره به غیرهمگن‌بین گروه‌ها دارد ($0/05 < P$). در ادامه جهت درک بهتر اثر گذاری عوامل و سنجه‌های مورد مطالعه از آزمون مولفه‌های اصلی^۱ (PCA) استفاده شد و سپس دی‌گرام جدایی^۲ (PCA) نیز ترسیم گردید. این آزمون‌ها با استفاده از نرم افزار PAST انجام شدند.

۳. نتایج

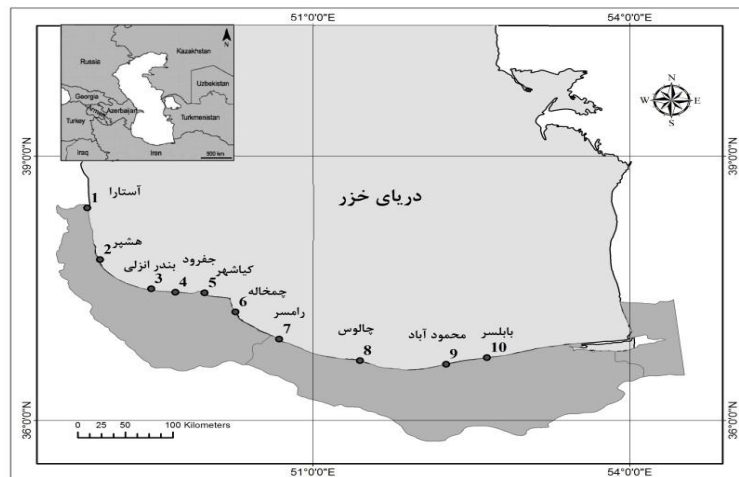
بر اساس نتایج حاصله از فاکتورهای محیطی اندازه گیری شده در ایستگاه‌های ده گانه مشخص شد که میانگین و انحراف معیار سالیانه: دمای آب ($16/48 \pm 4/911$ (C°)، شوری آب ($9/87 \pm 3/357$ (‰)، pH ($8/27 \pm 0/197$) قابلیت

^۱. Principal component analysis

^۲. PCA convex hulls

ایستگاه ۱ (محمود آباد) با میانگین و انحراف معیار $47/50 \pm 24/648$ درصد و کمترین پوشش جلبکی در ایستگاه ۱ (آستارا) با میانگین و انحراف معیار $28/33 \pm 14/024$ درصد بوده است. همچنین میانگین و انحراف معیار سالیانه آن در حوضه مطالعاتی $37/75 \pm 21/202$ می باشد.

ماکرو جلبک‌های اپی بنتیک مشاهده شده که دو جنس *Entromorpha* و *Cladophora* از گروه جلبک‌های سبز و یک جنس به نام *Laurencia* از جلبک‌های قرمز می باشد. نتایج حاصله در طول یک سال نمونه برداری در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بیشترین پوشش جلبکی مربوط به



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه برداری سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر

جدول ۱: (میانگین \pm انحراف معیار) سالیانه فاکتورهای محیطی اندازه گیری شده در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر.

ایستگاه	دمای آب (C°)	اکسیژن محلول (mg/l)	شوری (‰)	pH	قابلیت رسانایی آب (ms/cm)
۱	$16/33 \pm 6/186$	$8/50 \pm 0/612$	$10/67 \pm 1/506^a$	$8/19 \pm 0/182$	$16/55 \pm 2/301$
۲	$16/33 \pm 6/250$	$8/50 \pm 0/654$	$10/83 \pm 1/941^a$	$8/41 \pm 0/143$	$16/13 \pm 0/602$
۳	$16/50 \pm 5/050$	$8/35 \pm 0/707$	$11/83 \pm 1/602^a$	$8/21 \pm 0/054$	$17/47 \pm 0/566$
۴	$17/50 \pm 5/244$	$8/22 \pm 0/080$	$12/83 \pm 0/408^a$	$8/23 \pm 0/092$	$16/96 \pm 0/570$
۵	$15/50 \pm 4/324$	$8/58 \pm 0/578$	$7/50 \pm 2/072^b$	$8/38 \pm 0/281$	$16/77 \pm 0/563$
۶	$15/50 \pm 4/764$	$8/45 \pm 0/670$	$4/67 \pm 1/033^b$	$8/19 \pm 0/206$	$16/94 \pm 0/581$
۷	$16/33 \pm 5/428$	$8/58 \pm 0/827$	$12/83 \pm 0/408^a$	$8/25 \pm 0/196$	$16/58 \pm 0/674$
۸	$16/83 \pm 5/115$	$8/71 \pm 0/794$	$12/67 \pm 0/516^a$	$8/36 \pm 0/120$	$16/99 \pm 0/547$
۹	$16/50 \pm 5/089$	$8/73 \pm 0/826$	$8/50 \pm 2/950^a$	$8/13 \pm 0/185$	$16/73 \pm 0/551$
۱۰	$17/50 \pm 5/128$	$9/49 \pm 0/989$	$6/00 \pm 2/000^b$	$8/31 \pm 0/313$	$17/06 \pm 0/423$
کل منطقه	$16/48 \pm 4/911$	$9/89 \pm 1/184$	$9/83 \pm 3/237$	$8/27 \pm 0/197$	$16/52 \pm 0/339$

a و b نشان دهنده زوج‌های معنی دار در آزمون توکی هستند.

جدول ۲- میانگین (\pm انحراف معیار) سالیانه تعداد، درصد پوشش، وزن دوکفه ای *M. lineatus*، درصد پوشش ماکرو جلبکی و کلروفیل a در مناطق مختلف نمونه برداری.

ایستگاه	تعداد	درصد پوشش	وزن (گرم)	کلروفیل a میلی گرم / لیتر	درصد پوشش جلبکی
۱	۱۴/۹±۱۶/۸۹ ^a	۲/۵±۲/۸۸ ^a	۰/۸۰±۰/۹۸ ^a	۴/۱±۰/۰۳ ^a	۲۸/۳۳±۸/۵۵۷
۲	۶۳/۰±۲۰/۲۸ ^a	۱۱/۲±۴/۷۸ ^a	۲/۵±۰/۶۷ ^a	۳/۵±۰/۶۳ ^a	۳۰/۸۳±۱۴/۶۳۴
۳	۱۳۷۳/۷±۷۱۳/۲۰ ^b	۹۰/۰±۴/۰۸ ^b	۱۳۳/۰±۶۹/۷ ^b	۱۲/۵±۰/۳۵ ^b	۳۴/۱۶±۱۹/۰۸۳
۴	۱۰۲۵/۵±۲۹۳/۷۹ ^b	۹۰/۰±۴/۰۸ ^b	۹۶/۱±۳۹/۴۷ ^b	۷/۶±۰/۷۷ ^b	۴۱/۶۶±۲۵/۴۲۹
۵	۱۴۹/۷±۱۶۲/۹۵ ^a	۳۷/۵±۲۵/۳۳ ^a	۱/۷±۱/۰۶ ^a	۴/۶±۰/۰۷ ^a	۳۴/۱۶±۱۷/۴۴۰
۶	۹۲۷/۲±۵۲/۵۵ ^b	۵۸/۷±۱۱/۰۸ ^b	۵۸/۱±۵/۸۳ ^b	۶/۵±۰/۴۲ ^b	۳۱/۶۶±۱۰/۳۲۷
۷	۲۴/۰±۹/۳۴ ^a	۸/۷±۵/۷۸ ^a	۱/۶±۰/۳۷ ^a	۳/۸±۰/۱۴ ^a	۴۵/۸۳±۱۸/۸۱۹
۸	۴۷/۰±۱۴/۲۵ ^a	۸/۷۸±۴/۷۸ ^a	۴/۰±۰/۰۲ ^a	۳/۳±۰/۰۴ ^a	۴۰/۰۰±۱۲/۲۴۷
۹	۱۸۲/۰±۸۹/۵۵ ^b	۱۶/۲±۲/۵۰ ^b	۱۱/۹±۸/۰۷ ^b	۵/۱±۰/۰۹ ^a	۴۷/۵۰±۱۹/۱۷۰
۱۰	۱۲/۷±۱۰/۶۸ ^a	۲/۵±۲/۸۸ ^a	۰/۸±۰/۷۹ ^a	۶/۵±۰/۴۲ ^b	۴۳/۳۳±۲۰/۶۵۵
کل منطقه	۳۸۱/۹±۵۴۳/۲۹	۳۲/۶±۳۴/۵۴	۳۱/۰±۵۱/۳۶	۵/۷±۲/۹۶	۳۷/۷۶±۱۷/۲۳۲

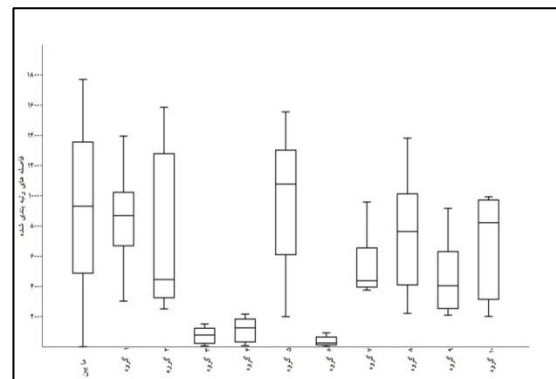
a و b نشان دهنده زوج های معنی دار در آزمون توکی هستند.

در گروه بندی ده گانه آزمون تشابه زیستگاهی One-way ANOSIM با روش همبستگی گروه های ۳، ۴، ۶ مجزا نسبت به سایر گروه ها قرار گرفتند (شکل ۲). در این آزمون میانگین درونی رتبه ها ۴۱۶/۸، میانگین بین رتبه ها ۹۲۸/۹، مقدار R: ۰/۵۷ و P(same): ۰/۰۰۰۱ است.

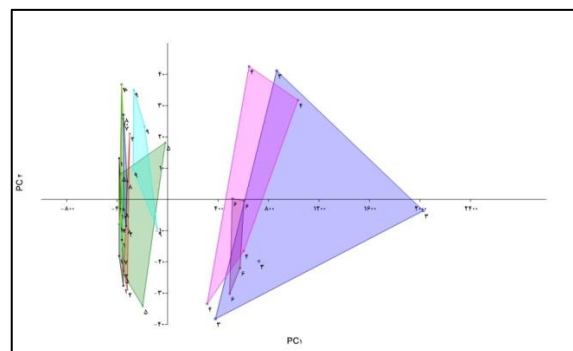
های اصلی که بیان گر مجزا بودن ایستگاه های ۳، ۴، ۶ از سایر زیستگاه ها است

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعات اکولوژیک خانواده Mytilidae نشان داد پراکنندگی و رشد آن ها تحت تاثیر شرایط محیطی از جمله غذا، دمای محیط، شوری و گونه های رقیب مانند جلبک ها است و تغییرات جمعیت در آن ها نوعی پاسخ فیزیولوژیک به شرایط محیطی است (Zeinalipour, 2010). گروه بندی ایستگاه ها با استفاده از آزمون One-way ANOSIM و همچنین تحلیل مولفه های اصلی (جدایی زیستگاهی) مشخص کردند بیشترین حضور دوکفه ای مهاجم در ایستگاه های ۳، ۴، ۶ دیده شده است که نشان از تشابه شرایط زیست محیطی و حضور گونه مد نظر در این ایستگاه ها دارد. از بین ایستگاه های پر جمعیت ایستگاه های ۳ و ۴ از شوری بالاتری نسبت به سایرین برخوردارند که تحت تاثیر ورودی آب تالاب بین المللی انزلی و چرخش مواد مغذی حاصل از آن



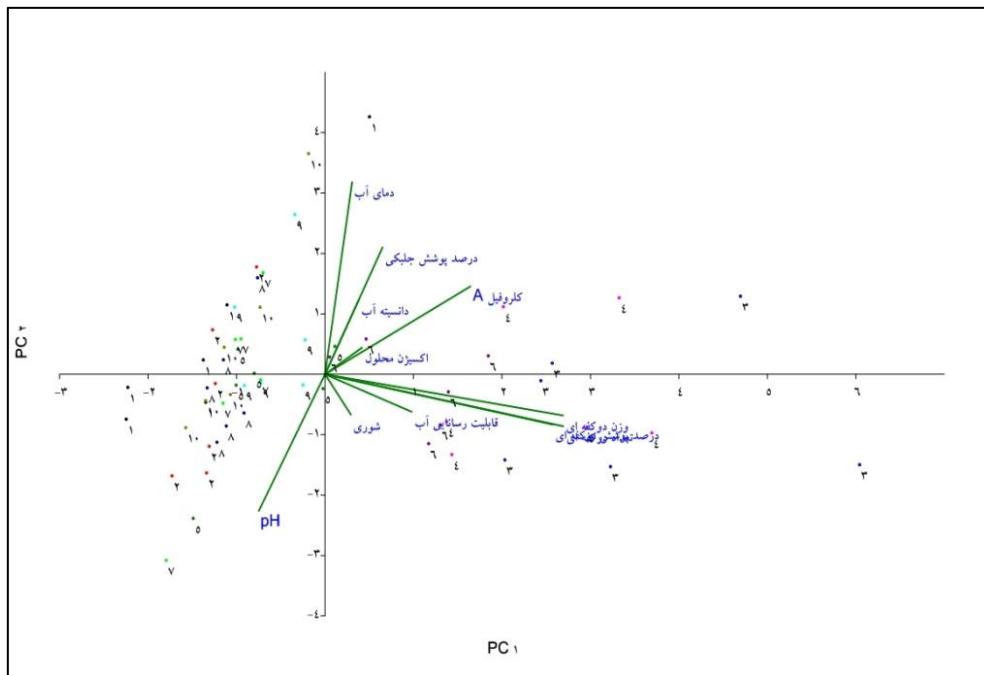
شکل ۲- نمودار جعبه ای در تصویر شماره ۲ نشان می دهد روند مشخصی در شرایط زیستگاهی ایستگاه های ده گانه وجود دارد و بیشترین تغییرات شرایط زیستگاهی در ایستگاه ۳، ۴ و ۶ رخ داده است.



شکل ۳- دیاگرام جدایی زیستگاهی با استفاده از تحلیل مولفه

تالاب بر افزایش تولیدات اولیه منطقه باشد (Mirzajani, 2010). همچنین ایستگاه ۶ با شوری ۴/۶۷ قسمت در هزار از جمعیت بالای برخوردار است، علت این برخورداری می‌تواند وجود رودخانه و ایجاد وضعیت مشابه ایستگاه های ۳، ۴ باشد.

در سواحل قرار دارند، با این وجود ایستگاه ۳ بیشترین مقدار کلروفیل a را به خود اختصاص داده و دارای شوری ۱۱/۸۳ قسمت در هزار است که به نسبت ایستگاه ۴ با شوری ۱۲/۸۳ قسمت در هزار از رشد جمعیت دوکفه‌ای بیشتری برخوردار است و دلیل این تراکم بالاتر می‌تواند همجواری ایستگاه ۳ به ورودی تالاب بین المللی انزلی و اثر گذاری مستقیم



شکل ۴: آزمون تاثیر مولفه های اصلی PCA بر روی تعداد، زیتوده، درصد پوشش که بیان گر اثر مثبت دما، شوری، دانسیته آب، قابلیت رسانایی آب و پوشش جلبکی و کلروفیل a با رشد جمعیتی دو کفه ای است.

همچنین Pechenik (1990) که عنوان کرده افزایش دما همبستگی مثبتی با تعداد افراد دوکفه ای *M. edulis* دارد مطابقت دارد. آزمون تاثیر مولفه های اصلی (PCA) نیز از همسویی تعداد و تراکم این گونه با دما و کلروفیل را نشان می دهند. البته مقادیر کلروفیل a در مناطق مختلف نمونه برداری نشان از همبستگی قویتری بین تروفیوتراکم افراد داشته و ایستگاه های پرجمعیت *M. lineatus* در سواحل غربی با مقادیر بالاتری از کلروفیل a حضور بیشتری داشته اند. بر اساس مطالعات Nasrollahzadeh و همکاران (2008) تولیدات اولیه در جنوب دریای خزر با توجه به میزان کلروفیل a در

بر اساس مطالعات انجام شده در خزر شمالی، Malinovskaya (2010) مهمترین عوامل موثر بر رشد این دوکفه ای راشوری و دمای آب، مقادیر و باز چرخه مواد مغذی عنوان کرد و تاثیر همزمان شوری و مواد مغذی را موثر دانست که با نتایج تحقیق ما همخوانی دارد. نتایج ما نشان دادند که تعداد افراد این گونه در سواحل سنگی شرقی (ایستگاه ۹) با میانگین ۱۸۲ عدد در واحد سطح بوده که با نتایج Zeinalipour (2010) در منطقه نور که فراوانی افراد را در واحد سطح کوادرات ۱۳۸ بدست آورده بود نزدیکی دارد. دمای آب نیز با تاثیر بر روی فیزیولوژی دوکفه ها رشد جمعیت آنها را افزایش می دهد و دما از عوامل تاثیر گذار بر رشد دوکفه ای مهاجم است

عمق به مقادیر زیتوده افزوده می گردد و اعداد اعلام شده میانگینی از نوار ساحلی و اعماق بوده در حالی که مقادیر زیتوده این تحقیق تنها به نوار ساحلی معطوف است.

نتایج در مورد توزیع و پراکنش گونه *M. lineatus* در تحقیق حاضر نشان داد، سواحل سنگی مناطق غربی حوضه جنوبی دریای خزر به خصوص ایستگاه های ۳، ۴ و ۶ به علت شرایط زیستی مناسب از جمعیت بیشتری نسبت به سواحل شرقی حوضه جنوبی دریای خزر برخوردار است. به طوری که مقایسه حداکثر جمعیت گونه مدنظر در سواحل سنگی مناطق شرقی این تحقیق و مطالعات Zeinalipour (2010) نشان از پایین تر بودن فراوانی آن در این ناحیه دارد. مهمترین عامل اثر گذار در پراکنش این گونه در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر تاثیر توأمان شوری و تروفی بوده و دما و مواد غذایی همبستگی مثبت و مستقیمی با افزایش تعداد، زیتوده و درصد پوشش دوکفه ای مهاجم دارند.

تشکر و قدردانی: از زحمات بی پایان جناب مهندس علی نیا مسئول محترم آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان و همچنین جناب آقای دکتر قاسم پوری استاد محترم دانشگاه تربیت مدرس نور به جهت راهنمایی های ارزشمند برای تحلیل های آماری و دوست گرمی مهندس شهریار تقی پور کوه بنه و مرتضی فرشچی به خاطر همکاری در نمونه برداری کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

Bégin, C., Johnson, L.E. and Himmelman, J.H. 2004. Macroalgal canopies: distribution and diversity of associated invertebrates and effects on the recruitment and growth of mussels. *Marine Ecology Progress Series*. 271: 121-132.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.

مناطق غربی بالاتری بوده و این موضوع با تحقیق حاضر مطابقت دارد.

مطالعات گذشته Bégin و همکاران (2004) مشخص کرد پوشش جلبکی به صورت پیچیده ای بر روی فراوانی و تنوع جمعیت بی مهرگان سواحل سنگی اثر گذار است. بررسی حاضر و آزمون PCA نشان داد رشد جلبکی مناطق جزء عامل های تاثیر گذار بر تعداد، زیتوده، درصد پوشش دوکفه ای است. بر اساس مطالعات Westerbom (2008) افزایش رشد جلبکی با کم کردن موقتی حرکت آب سبب افزایش رسوب گذاری در سواحل سنگی می شود و این افزایش رسوب گذاری تاثیر مثبتی بر افزایش زیتوده دوکفه ای *M. edulis* دارد.

میانگین زیتوده این دو کفه ای در سواحل جنوبی دریای خزر ۳۱ گرم در واحد سطح تعیین گردید در حالی که نتایج مطالعه بلند مدت Malinovskaya (2010) نشان داد که در مناطق غربی خزر مقادیر آن ۶۲/۳ گرم در متر مربع و در مناطق کم عمق شمالی زیتوده آن ۱۰۳/۲ گرم در متر مربع بوده که با افزایش عمق به ۲-۵ کیلو گرم بر متر مربع نیز رسیده است. بنابراین می توان بیان کرد که زیتوده حوضه جنوبی نصف حوضه غربی و کمتر از یک سوم حوضه شمالی می باشد. مهم ترین دلیل این تفاوت را می توان به میزان بالای تروفی آن نواحی با توجه به ورودی های رود ولگا دانست که میزان بالاتری از مواد غذایی را در اختیار این گونه فیلتر کننده قرار داده است. البته تحقیق ذکر شده به غیر نواحی ساحلی به اعماق نیز توجه داشته اند و بیان کردند که با افزایش

Cohen, A.N. and Carlton, J.T. 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science*. 279: 555-558.

Denny, M.W. and Gaines, S.D. 2007. *Encyclopedia of tidepools and rocky shores*, University of California Press, p: 739.

Grigorovich, I.A., Therriault, T.W. and MacIsaac, H.J. 2003. *History of aquatic*

- invertebrate invasions in the Caspian Sea, *Biological Invasions*. 5: 103-115.pp
- Ivanov, V.P., Kamakin, A.M., Ushivtzev, V.B., Shiganova, T., Zhukova, O., Aladin, N., Wilson, S.I., Harbison, G.R. and Dumont, H.J. 2000. Invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological invasions*. 2: 255-258.
- Jafari, N. 2010. Review of pollution sources and controls in Caspian Sea region. *Journal of Ecology and the Natural Environment*. 2: 025-029.
- Karpinsky, M.G., Shiganova, T.A. and Katunin, D.N. 2005. Introduced species, *The Caspian Sea Environment.*, Springer Berlin Heidelberg, p:268.
- Malinovskaya, L. and Zinchenko, T. 2010. *Mytilaster lineatus* (Gmelin): Long-term dynamics, distribution of invasive mollusk in the Northern Caspian Sea. *Russian Journal of Biological Invasions*. 1: 288-295.
- Mirzajani, A.R., KhodaparastSharifi, H., Babaei, H., Abedini, A., and DadaiGhandi, A. 2010. Eutrophication trend of Anzali wetland based on 1992-2002 data, *Journal of Environmental Studies*. 35(52):19-21.
- Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B., Foong, S.Y. and Makhloogh, A. 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Research*. 28: 1153-1165.
- Padila, D.K. 1998. physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorfa*(pall). *Journal of Shellfish Research*. 17: 1219-1235.
- Pourjomeh, F., Shokri, M.R. and Kiabi, B. 2014. Do Cement Boulders Mimic Natural Boulders for Macro-Invertebrates in the Southern Caspian Sea? *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 14: 155-164.
- Pechenik, J. A., Eyster, L. S., Widdows, J. and Bayne, B. L. 1990. The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilusedulis* L. larvae. *Journal of experimental marine biology and ecology*. 136(1): 47-64.
- Prathep, A., 2005. Spatial and temporal variations in diversity and percentage cover of macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. *Sci Asia*, 31, 225-233.
- Sousa, A., Jacinto, D., Penteado, N., Martins, P., Fernandes, J., Silva, T., Castro, J.J. and Cruz, T. 2013. Patterns of distribution and abundance of the stalked barnacle (*Pollicipes pollicipes*) in the central and southwest coast of continental Portugal. *Journal of Sea Research*. 83: 187-194.
- Westerbom, M., Mustonen, O. and Kilpi, M. 2008. Distribution of a marginal population of *Mytilus edulis*: responses to biotic and abiotic processes at different spatial scales. *Marine biology*. 153: 1153-1164.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 1991. *Limnological analyses*. Springer Verlag, New York, p: 391
- Winter, J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture*. 13: 1-33.
- Zeinalipour, M. 2010. The study of growth, population dynamic and larval recruitment of bivalve, *Mytilaster lineatus*, in tree coastal regions (Amirabad, Khazarabad and Noor) in southern shores of Caspian sea. *Iranian Journal of biology*. 23(4) : 584-594.

The Effect of Environmental Factors on the Distribution Pattern of *Mytilaster Lineatus*(Gmelin,1789)Bivalves in the Rocky Shores of the Southern Caspian Sea Basin

Hor torabi jafroudi¹, Mohammad Reza Rahimibashar^{2*}, Hassan Taghavi³

1.Young Researchers and Elite Club, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

2. Department of Marine Biology, Faculty of Sciences, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran.

3. Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Oceanic Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Abstract:

One of the alien species in the southern coast of the Caspian Sea which is growing in the recent decade is *Mytilaster lineatus* bivalve. The aim of this study was to determine the number of the biomasses, cover percentage, and evaluating the environmental factors affecting the distribution of this bivalve in different regions of the rocky shores of southern Caspian Sea basin. 10 stations on the natural and artificial rocky shores were selected (from Astara to Babolsar), and using a Quadrat 15×15 , the sampling was implemented randomly with 3 replications, within a year, monthly from March 2013 to February 2014. The average number of people in the quadrates was determined as 381.9, cover percentage 32.6, and biomass per quadrat area unit 32 g. Average water temperature was measured as 16.48°C , salinity 9.87 ppm, pH 8.27, dissolved oxygen 9.89 mg/L, the water conductivity 16.52 m/s, chlorophyll a 5.7 ± 2.96 , and algal cover percentage 37.76 ± 17.232 . The results showed that the number of biomasses, and the cover percentage of bivalves in the stations 3, 4 and 5 had a significant difference in comparison with the other stations, moreover, the station 4 had achieved the highest annual crowd of bivalves with an average number of 1373.7, cover percentage of 90.00 %, and 133 grams of biomass per unit area. According to the PCA test, the most important factors influencing the number, cover percentage and biomass of these species were determined as salinity, water temperature, the amount of chlorophyll a, and algal cover, respectively.

Keywords: Caspian Sea, rocky shores, environmental factors, invasive species, *Mytilaster lineatus*

Figure 1: Sampling stations Rocky shores of southern Caspian Sea

Figure 2: The box diagram shown in Figure 2 shows that there is a clear trend in the habitat conditions of the ten stations, and most changes in the habitat conditions occurred at stations 3, 4, 6

Figure 3: The separation diagram of the habitat using principal component analysis that indicates the separation of stations 3, 4, 6 from other habitats.

Figure 4: Principal component analysis PCA impact on the number, biomass, canopy cover, which reflects the positive effect of temperature, salinity, water density, conductivity water and algae and chlorophyll a cover population growth is a bivalves.

Table 1: (mean \pm SD) annual environmental factors measured rocky shores of Caspian Sea basin.

Table 2: Mean (\pm SD) annual, number, cover percentage, *M. lineatus* bivalve weight, macroalgae coverage and chlorophyll a in different sampling areas.

*Corresponding author E-mail: Rahimibashar@yahoo.com