13(4) 337-344, Winter 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Population dynamics, morphometric characteristics and length-weight relationship of *Mytilaster lineatus* on the southwest coast of the Caspian Sea (Gilan province)

Milad Sharifi, Mohammad Reza Rahimibashar *

Department of Marine Biology, Faculty of Science, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Key Words

Growth pattern
Biometrics
Coverage percentage
Mytilaster lineatus
Caspian Sea

Abstract

Introduction: One of the main problems of the Caspian Sea is its biological pollution due to the entry of invasive species and their distribution. The bivalve Mytilaster lineatus is an invasive species that has been able to stabilize its position after entering the Caspian Sea. The objectives of this study were to investigate population dynamics, dispersion, morphometric characteristics, coverage percentage, frequency and longitudinal weight relationship of this species in the coasts of Gilan province.

Materials & Methods: Seven stations along the coastal strip of Gilan province were selected and sampling from rocky, natural, and man-made beaches on a monthly basis during a year (April2019 to March 2020) was carried out by 15×15 cadres.

Result: The results showed that the average annual salinity of water is 9.85 ± 2.97 per thousand, water temperature is 16.44±5.01° C, oxygen آب water solution is 9.88±9.75 mg / L have been. The mean and standard deviation of the number of samples in the squares were 324.05 ± 49.86 and the mean weight was 25.65±44.59 and the mean shell length was 11.35± 0.68 mm and there were significant differences between different stations. The principal components test also showed that the salinity and oxygen of the water solution had the highest correlation with the frequency of this species. The maximum longitudinal frequency at 11 mm was also determined. The length-weight relationship of this species had a high correlation (r^2=95).

Conclusion: Comparison of different longitudinal groups showed that the larvae were more present from July to November and the adult group from April to September and a mixture of the two groups was seen from September to March.This longitudinal pattern indicates the reproduction of this species in summer and early autumn months in the southern Caspian basin.

* Corresponding Author's email: rahimibashar@yahoo.com

Received: 26 August 2020; Reviewed: 29 September 2020; Revised: 30 November 2020; Accepted: 2 January 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.249551.2361

مقاله پژوهشی

دینامیک جمعیت،خصوصیات مرفومتریک و رابطه طولی وزنی دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در سواحل جنوب‌غربی دریای خزر (استان گیلان)

*میلاد شریفی، محمدرضا رحیمی‌بشر**

گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

کلمات کلیدی

الگوی رشد
زیست‌سنجی
درصدپوشش
Mytilaster lineatus
دریای خزر

چکیده

مقدمه: یکی از مشکلات اصلی دریای خزر، آلودگی زیستی آن تحت تاثیر ورود گونه‌های مهاجم و پراکنش آن‌ها است. دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* گونه‌ای مهاجم است که توانسته موقعیت خود را پس از ورود در خزر تثبت کند. اهداف این تحقیق بررسی دینامیک جمعیت، پراکندگی، خصوصیات مرفومتریک، درصدپوشش، فراوانی و رابطه‌طولی وزنی این گونه درسواحل استان گیلان بوده است.

مواد و روش‌ها: تعداد ۷ ایستگاه در طول نوارساحلی استان گیلان انتخاب، فاکتورهای محیطی در آن‌ها اندازه‌گیری و نمونه‌برداری‌ها از سواحل سنگی طبیعی و انسان‌ساز به‌صورت ماهانه درطول یک‌سال(فروردین تا اسفند ۹۸)توسط کوادرات۱۵×۱۵ سانتی‌مترانجام پذیرفت.

نتایج: نتایج نشان دادند که میانگین سالانه شوری‌آب ۲/۹۷±۹/۸۵ در هزار، دمای آب ۰/۰۱±۱۶/٤٤ سانتی‌گراد، اکسیژن‌محلول آب ۸۸/۷۵±۹/۹ میلی‌گرم‌بر لیتر بوده است. میانگین تعداد نمونه‌ها در کوادرات‌ها ٤۹/۸٦±۳۲٤/۰۵ عدد و میانگین وزن ٤٤/۵۹±۲۵/٦۵ گرم و میانگین طول پوسته ۰/٦۸±۱۱/۳۵ میلی‌متر و بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری آماری وجود داشته است. آزمون مولفه‌های اصلی نیز نشان دادکه شوری و اکسیژن محلول آب بیش‌ترین همبستگی را با فراوانی این گونه داشته‌اند. میانگین میزان پوشش دوکفه‌ای در ایستگاه‌های مختلف ۳۱/۸۳۰±۲۸/۵۰ درصد که بیش‌ترین آن در بندر انزلی و در شهریور تعیین گردید. بیش‌ترین میزان فراوانی طولی مربوط به کفه‌های ۱۱ میلی‌متر و رابطه طولی وزنی این گونه نیز دارای همبستگی بالا (r^2=۹۵) بوده است.

نتیجه‌گیری و بحث: مقایسه گروه‌های طولی مختلف نشان داد که لاروها از تیر تا آبان و گروه بالغین فروردین تا شهریور بیش‌تر غالب بوده و مخلوط دو گروه از شهریور تا اسفند دیده شدند. الگو طولی نیزنشان از زادآوری این گونه در تابستان و ماه‌های اویل پاییز در حوضه جنوب‌غربی دریایی خزر داشته است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rahimibashar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۵ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۸ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۰ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ دی ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.249551.2361

مقدمه

دریای خزر با دارا بودن ۷۳۳ گونه و زیرگونه گیاهی، ۱۸۱۴ گونه و زیرگونه جانوری، ۱۰۶۹ بی‌مهره آزادزی، ۳۲۵ پارازایت و ۴۱۵ مهره‌دار جزو اکوسیستم‌های متنوع دریایی محسوب می‌شود (۱) و از نکات منحصر به فرد آن، درجه بالای بومی‌گرایی آن می‌باشد (۲). یکی از اثرات عمده انسان بر زیست‌کره امکان ورود گونه‌های جدید به اکوسیستم‌ها می‌باشد و هم‌اکنون این مکانیسم تغییرات زیادی در دریای خزر ایجاد کرده است (۳). گونه‌های مهاجم ناشی از دخالت انسان عمدتاً با توسعه دالان تهاجم دریای خزر، یعنی کانال ولگا- دن، از دریای آزوف و سیاه به دریای خزر وارد شدند (۴). از موقعی که این کانال در سال ۱۹۵۲ افتتاح گردید، مسیر کشتیرانی در آن مهم‌ترین راه انتقال گونه‌های غیربومی به دریای خزر شد (۵). اگرچه راه‌های طبیعی پراکنش ممکن است موجب انتقال بعضی از این گونه‌های اخیر باشد، اما انتقال از طریق دخالت انسان عمدتاً به‌واسطه فعالیت‌های کشتیرانی غالب بوده است (۶). اکثر مهاجمین دریایی چسبنده طی اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ از طریق بدنه کشتی‌ها به دریای خزر رسیده‌اند درحالی‌که برای بی‌مهرگان آزادزی به‌نظر مهم‌ترین و تنها راه ورود، آب توازن کشتی‌ها بوده و از دهه ۱۹۸۰ شروع شده‌است (۵). بعد از حضور ناموفق چندین گونه در دریای خزر، ماسل (*Mytilaster lineatus*) اولین مهاجمی بود که توانست به‌خوبی با شرایط این اکوسیستم سازش یابد و موقعیت خود را پس از ورود در خزر تثبت کند و فراوانی آن از گونه‌های دوکفه‌ای رقیب بومی نظیر *Dressena caspia* و *D. elata* بیش‌تر شود (۷). *M. lineatus* بین سال‌های ۱۹۱۷ تا ۱۹۱۹ به‌صورت تصادفی از دریای مدیترانه به دریای خزر وارد و احتمالاً توسط شناورهای کوچک از منطقه باتومی به خلیج باکو آورده شده و هم‌چنین نظریه‌ای دیگر حکایت از آمدن این نرم‌تن از طریق دریای سیاه -آزوف به دریای خزر می‌کند (۸). این دوکفه‌ای از خانواده Mytilidae بوده که با تولید رشته‌های بایسوس به تخته‌سنگ‌ها و بسترهای مناسب می‌چسبد و رژیم غذایی صافی‌خواری داشته و تغذیه اصلی آن از فیتوپلانکتون‌ها و خصوصاً Exuviella می‌باشد (۹) و 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 ۲۴-۲۰ سانتی‌گراد را نیز دارد (۱۰، ۸). براساس مطالعات انجام شده درحوضه جنوب‌شرقی دریای خزر بر روی دینامیک جمعیت این گونه، مشخص شد که فراوانی آن در مناطق شرقی کاهش می‌یابد (۱۱، ۱۲). هم‌چنین براساس مطالعاتی که با استفاده از اطلاعات بلند مدت از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۶ بر روی دینامیک توزیع *M. lineatus* انجام گردید، مشخص شد در خزرشمالی این گونه از توزیع و پراکنش زیادی برخودار است به‌طوری‌که در اعماق بالای ۱۰ متر زی‌توده آن بین ۵-۲ کیلوگرم در مترمربع و علت اصلی نفوذ آن در منطقه غربی خزرشمالی، شوری و وضعیت تروپی منطقه اعلام شده‌است (۸). امروزه احداث و استقرار ساختارهای مصنوعی سنگی در سواحل جنوبی دریای خزر به‌منظور اهداف مختلف رو به گسترش بوده و تلفیق این سواحل با بسترهای سنگی طبیعی دریا گستره وسیعی را به خود اختصاص داده‌است که اهمیت‌های اکولوژیکی مخصوص به‌خود را به‌وجود آورده که نیاز به بررسی و مطالعه بیش‌تر جهت تعیین اثرات زیست‌محیطی مثبت و منفی را دارد. این اکوسیستم‌های جدید بسترهای مناسب و قابل دسترسی و کم هزینه برای بررسی و تخمین درست جمعیت موجودات چسبنده و کفزی در آب‌های کم‌عمق سواحل و دریا محسوب می‌شوند که در ارتباط با فراوانی، پراکندگی و دینامیک جمعیت این گونه تحقیقات محدودی انجام گرفته‌است. به‌عنوان مثال Zainalipour مقایسه رشد و احیای دوکفه‌ای *M.lineatus* در ۳ منطقه نور، امیرآباد و خزرآباد در مازندران نشان داد که ایستگاه نور از تراکم بالاتری نسبت به امیرآباد و خزر آباد برخوردار بوده و رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن با طول صدف وجود داشته است (۱۲). Torabi Jafroudi و همکاران با مطالعه رقابت مکانی دو گونه کشتی‌چسب *Amphibalanus* و *M. lineatus* در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر نشان دادند که میانگین سالیانه تعداد *Amphibalanus* برابر با ۴۰۴/۵ عدد، درصد پوشش ۳۶/۸۳ و وزن ۱۷/۸۱ گرم و میانگین سالیانه تعداد *M. lineatus* برابر با ۳۲۷/۳۳ عدد درصد پوشش ۲۹/۹۷ و وزن ۲۶/۴۷ گرم بود (۱۳). Golinia و Nasrollahi بررسی تغییرات سطح بستر بر نشست دوکفه‌ای *M. lineatus* در سواحل ایرانی دریای خزر بررسی و بیش‌ترین تراکم و زی‌توده دوکفه‌ای‌ها در ماه‌های مرداد تا آبان مشاهده و افزایش دما را مهم‌ترین عامل افزایش تراکم و زی‌توده *M. lineatus* دانسته‌اند (۱۴). Torabi Jafroudi و همکاران با مطالعه تاثیر عوامل محیطی بر الگوی توزیع و پراکنش دوکفه‌ای *M. lineatus* در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر نشان دادند که میانگین تعداد افراد در کوادرت‌ها ۳۸۱/۹ عدد، درصد پوشش ۳۲/۶ درصد و زی‌توده ۳۲/۰ گرم در واحد سطح کوادرات‌ها تعیین شده است (۱۵). McGrorty و Coss-Custard پویایی جمعیت *Mytilus edulis*، تغییرات فضایی در تراکم‌های سنی جمعیت درون رودخانه‌ای در امتداد شیب محیطی به این نتیجه رسیدند که مدت زمان قرار گرفتن در آب تاثیر قابل توجه‌ای در رشد این موجودات دارد (۱۶). تحقیقات O'Riordan و همکاران در بررسی اثر تغییرات مکانی *Chthamalus montagui* و *Chthamalus stellatus* لانه‌گزینی در بخشی از سواحل اروپا نشان دادند که دما اثر مستقیم بر روی مراحل متامورفیس و سیپریس‌ها داشته و هم‌چنین مشخص گردید فصول بهار و تابستان افزایش لانه

گزینی و افزایش جمعیت بالغین را به‌همراه دارد(۱۷). Malinovskaya و Zinchenko با عنوان پویایی طولانی مدت، توزیع و تهاجم *M. lineatus* در دریای خزر به این نتیجه رسیدند که داده‌های مربوط به مطالعات طولانی‌مدت (۲۰۰۶-۱۹۴۸) در مورد توسعه و توزیع کمی از *M. lineatus* را در بخش شمالی دریای خزر در دوره‌های مختلف تشکیل اکوسیستم دریایی ارائه کردند(۸). Ghorbanzadeh Zaferani و همکاران الگوهای مکانی و زمانی ماکروفون بنتیک در خلیج گرگستان، دریای خزر جنوبی، ایران به این نتیجه رسیدند که پارامترهای آب با تغییرات موقت بیش‌تر از اهمیت بیش‌تری در توضیح تغییرات در فراوانی کفزیان داشتند(۱۸). اهداف این تحقیق بررسی پراکندگی و رشد *M. lineatus* در ۷ ایستگاه شهرهای آستارا، تالش، انزلی، کیاشهر، چمخاله، رودسر و چابکسر در سواحل استان گیلان بر روی صخره‌ها و سنگ‌های سواحل طبیعی و مصنوعی، بررسی تاثیر فاکتورهای محیطی بر رشد این گونه در این ناحیه و بررسی وزن و دینامیک جمعیت آن بوده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در طول سواحل استان گیلان با توجه به وجود ساحل سنگی طبیعی از ۷ ایستگاه در شهرهای آستارا، تالش، انزلی، کیاشهر، چمخاله، رودسر و چابکسر (شکل ۱) به‌طور ماهانه از روی صخره‌ها و سنگ‌های سواحل طبیعی و مصنوعی به‌کمک کوادرات با مساحت ۲۲۵ سانتی‌مترمربع (۱۵×۱۵) به‌صورت کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار به‌صورت ماهانه و به‌مدت یک‌سال (فروردین تا اسفند ۹۸) مطابق استاندارد انجام شد (۱۹). مطالعه اولیه جهت شناسایی زیستگاه‌های صخره‌ای و اکوسیستم‌های سنگی در طول ساحل دریای خزر از غرب به شرق استان گیلان انجام و ۷ ایستگاه براساس وجود سواحل سنگی تعیین شد و موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه ثبت گردید (جدول ۱). نمونه‌برداری‌ها با کمک کوادرات انجام و دوکفه‌ای‌ها از بستر جدا و سپس با فرمالین ۴٪ فیکس و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. درصد پوشش دوکفه‌ای در محل نمونه‌برداری با کوادرات تخمین دقیق زده و برای دقت بیش‌تر عکس‌برداری از کوادرات‌ها نیز انجام و عکس‌ها برای شمارش مجدد نیز استفاده قرار گرفت (۲۰). برای اندازه‌گیری فاکتورهای محیطی نظیر دما، شوری، اکسیژن محلول، pH آب از دستگاه Multi 340/SETi و شوری‌سنج چشمی MT-110 استفاده شد. نمونه‌ها پس از شستشو در آزمایشگاه با چشمه ۰/۵ مورد تفکیک قرار می‌گیرند. با توجه به تعداد بالای نمونه‌ها به‌صورت تصادفی، یکی از نمونه‌ها تفکیک شده و طول آن‌ها با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن اندازه‌گیری شد (۲۱). داده‌های طولی وارد نرم‌افزار PSS و فراوانی طولی در فاصله‌های طولی یک میلی‌متری محاسبه گردید.

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ۷ ایستگاه نمونه‌برداری در طول سواحل حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

جدول۱: مختصات جغرافیایی ۷ ایستگاه نمونه‌برداری در طول سواحل حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

مناطق نمونه‌برداری		طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱)	آستارا	۵۵° ،۴۸´ ،۹۰۹″	۲۴° ،۳۸´ ،۹۸۶″
۲)	تالش	۵۷° ،۴۸´ ،۶۳۹″	۱۰° ،۳۸´ ،۶۳۲″
۳)	بندر انزلی	۲۹° ،۴۹´ ،۵۱″	۲۹° ،۳۷´،۲۲۳ ″
۴)	کیاشهر	۵۵° ،۴۹´ ،۵۲۲″	۲۹° ،۳۷´ ،۲۷۳″
۵)	چمخاله	۱۳° ،۵۰´ ،۶۱۹″	۲۳° ،۲۷´ ،۶۹۷″
۶)	رودسر	۱۳° ،۵۰´ ،۲۹۴″	۲۳° ،۳۷´ ،۴۸″
۷)	چابکسر	۲۹° ،۵۰´ ،۹۷۰″	۲۳° ،۳۷´ ،۱۶۹″

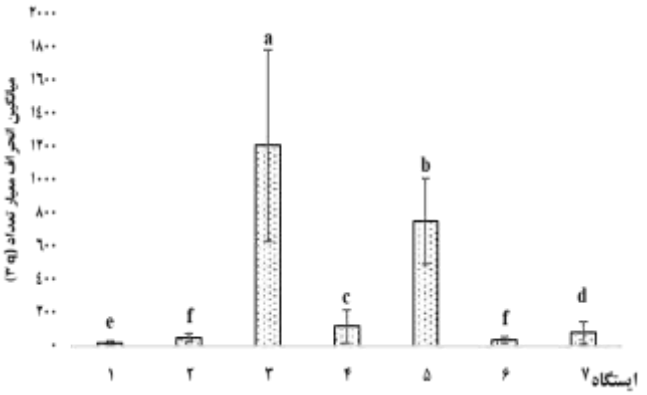
نتایج

نتایج حاصله از فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده در ۷ ایستگاه مشخص کرد که میانگین و انحراف معیار سالیانه: دمای آب ۱۶/۴۴۹±۵/۰۱۱ (درجه سانتی‌گراد)، شوری آب ۹/۸۸±۹/۷۵۶ (درصد)، pH ۸/۲۹±۰/۳۴۱، قابلیت رسانایی آب ۱۶/۷۳±۰/۱۲۹ (زیمنس بر سانتی‌متر) و اکسیژن محلول ۹/۸۸±۹/۷۵۶ (میلی‌گرم بر لیتر) بوده است و در بین ایستگاه‌ها، بیش‌ترین شوری سالیانه مربوط به ایستگاه ۷ با ۱۲/۶۸±۰/۷۱۹ و کم‌ترین مربوط به ایستگاه ۵ با ۴/۶۶±۲/۱۲۳ بوده است. براساس آزمون میانگین‌های یک‌طرفه در بین فاکتورهای محیطی تنها شوری در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بوده است ($P<0/05$) و هم‌چنین مقایسه جفت-جفت (آزمون توکی) نشان داد که بیش‌تر این اختلاف‌ها مربوط به ایستگاه‌های ۱، ۶ و ۷ بوده است ($P< 0/05$) (جدول ۲).

جدول۲: میانگین و انحراف معیار سالیانه فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده در هفت ایستگاه درسواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر

ایستگاه	شوری (درصد)	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)	رسانایی آب (زیمنس/ سانتی‌متر)	pH
۱	۱۰/۷۳±۱/۳۰۶	۱۶/۱۴±۵/۹۷۶	۸/۵۴±۰/۷۵۲	۱۶/۴۵±۳/۲۱۵	۸/۲۳±۰/۱۱۲
۲	۱۰/۸۲±۱/۲۷۳	۱۶/۰۳±۵/۸۰۰	۸/۵۳±۱/۶۵۴	۱۶/۱۰±۰/۸۰۶	۸/۴۵±۰/۲۴۱
۳	۱۱/۸۵±۱/۲۷۹	۱۶/۴۱±۴/۹۵۰	۸/۳۸±۰/۹۲۶	۱۸/۰۵±۰/۱۲۵	۸/۲۲±۰/۱۲۱
۴	۷/۵۱±۲/۰۱۹	۱۵/۴۷±۴/۲۵۴	۸/۵۷±۰/۹۷۸	۱۶/۸۵±۰/۷۵۶	۸/۴۰±۰/۱۷۱
۵	۴/۶۶±۲/۱۲۳	۱۵/۵۱±۳/۹۸۱	۸/۴۷±۰/۸۳۰	۱۷/۰۱±۰/۲۱۰	۸/۲۲±۰/۲۳۳
۶	۱۲/۸۵±۰/۴۳۱	۱۶/۳۰±۵/۳۰۱	۸/۵۷±۰/۹۰۳	۱۶/۷۳±۰/۴۱۳	۸/۲۷±۰/۲۲۱
۷	۱۲/۶۸±۰/۷۱۹	۱۶/۸۵±۴/۸۵۵	۸/۷۳±۰/۴۵۹	۱۷/۰۳±۰/۲۴۶	۸/۳۹±۰/۲۱۹
Mean± SD	۹/۸۵±۲/۹۷۴	۱۶/۴۴۹±۵/۰۱۱	۹/۸۸±۹/۷۵۶	۱۶/۷۳±۰/۱۲۹	۸/۲۹±۰/۳۴۱

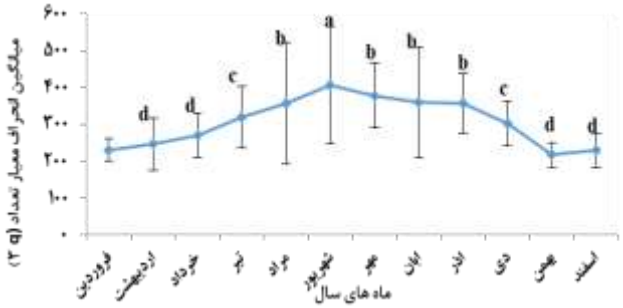
تعداد دوکفه‌ای در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ایستگاه‌ها ۳۲۴/۰۵±۴۹۹/۸۶ می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین‌و انحراف معیار تعداد در ایستگاه سوم ۶۷۷/۰۹±۷۴۹/۳۶مشاهده شد(شکل۲). براساس آزمون میانگین با واریانس یک سویه تعداد صدف‌ها در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵، Sig=۰/۰) در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در ایستگاه‌های ۳، ۵نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود (P<۰/۰۵).



شکل ۲: میانگین و انحراف تعداد *M. lineatus* در ایستگاه‌های مختلف حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)

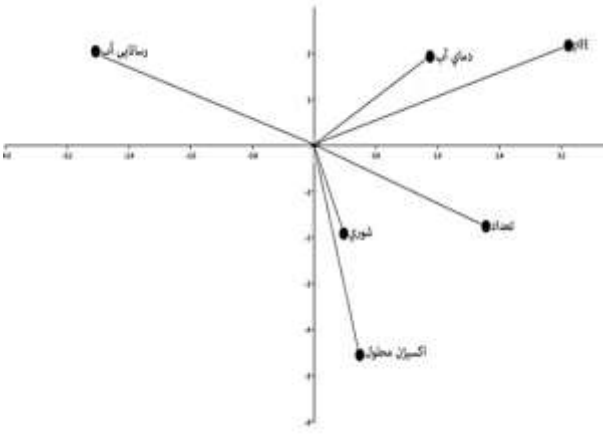
نتایج حاصل از تعداد دوکفه‌ای در ماه‌های مختلف‌نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ماه‌ها ۳۰۵/۹±۷۵/۸۵ می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار تعداد در شهریور ماه ۴۰۶±۱۶۰ مشاهده شد(شکل ۳). براساس آزمون میانگین با واریانس یک سویه تعداد صدف‌ها در ماه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود.در آزمون توکی تعداد جفت‌مولفه‌های معنی‌دار در اواخر بهار تا اواخر پاییز نسبت به سایر بیش‌تر بود (P<۰/۰۵).



شکل ۳: میانگین و انحراف معیارتعداد *M. lineatus* در ماه‌های مختلف

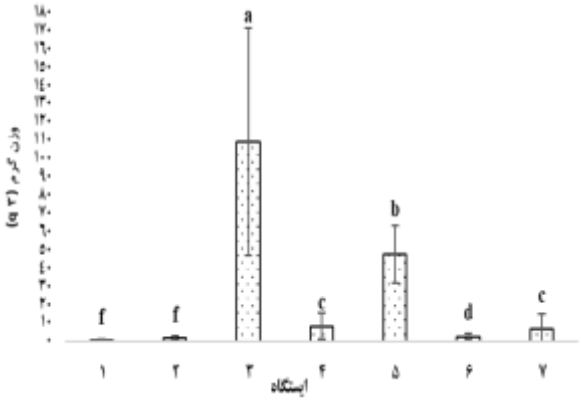
(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)

براساس آزمون مولفه‌های اصلی ارتباط بین تعداد افراد دوکفه‌ای و فاکتورهای محیطی در ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داد که (شکل ۴) شوری و اکسیژن محلول آب بیش‌ترین هم‌خوانی را با فراوانی این گونه در حوضه جنوب‌غربی خزر داشته‌اند. نتایج حاصل از وزن دوکفه‌ای در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که میانگین و انحراف معیار در کل ایستگاه‌ها ۴۴/۵۹۹±۲۵/۶۵ گرم می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین وانحراف‌معیار وزن‌در ایستگاه سوم ۶۲/۰۲۴±۱۰۹/۶۷۸ گرم مشاهده شد(شکل۵). براساس آزمون میانگین باواریانس یک سویه‌وزن صدف‌ها در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵، Sig=۰/۰)در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در ایستگاه‌های ۳ و ۵ نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از وزن دوکفه‌ای در ماه‌های مختلف سال نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ماه‌های سال ۷/۰۹±۵۵/۷۴۹ گرم می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار وزن در شهریور ۲۱/۲۳±۸۰/۲۶۸ گرم مشاهده شد (شکل۶). براساس آزمون میانگین با واریانس یک سویه‌وزن‌صدف‌ها در ماه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵).



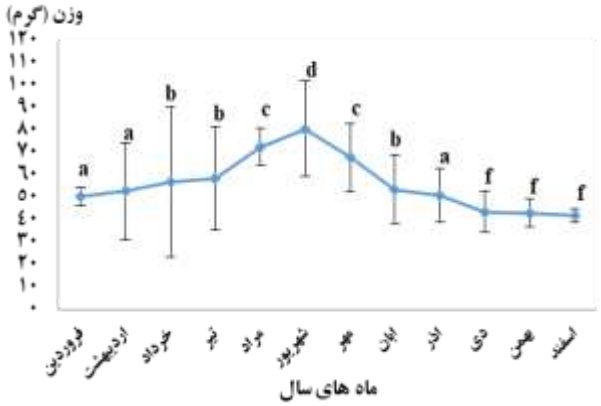
شکل ۴: آزمون مولفه‌های اصلی رابطه تعداد *M. lineatus* و فاکتورهای محیطی در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در اواخر بهار تا اواخر پاییز نسبت به سایر بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از طول دوکفه‌ای در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ایستگاه‌ها ۱۱/۳۵±۰/۶۸ می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار طول در ایستگاه سوم ۱۷/۴±۳/۱ میلی‌متر مشاهده شد (شکل۷). براساس آزمون میانگین با واریانس یک‌سویه طول صدف‌ها در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵، Sig=۰/۰۲۲) در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در ایستگاه‌های ۳ و ۵ نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود(P<۰/۰۵).نتایج حاصل از طول دوکفه‌ای در ماه‌های مختلف سال نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در ماه‌های مختلف سال ۹/۴۳±۰/۶۳۷ می‌باشد، هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار طول در شهریور ماه ۱۲±۳/۱ میلی‌متر مشاهده شد (شکل۸).



شکل ۵: میانگین و انحراف معیار وزن دوکفه‌ای *M. lineatus* در ایستگاه‌های مختلف در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

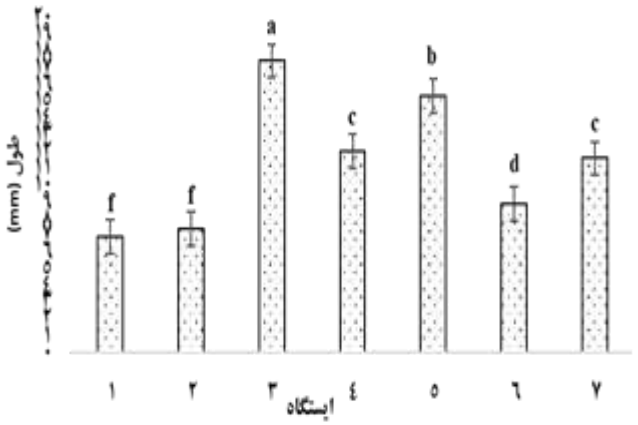
(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)



شکل ۶: میانگین و انحراف معیار وزن دوکفه‌ای *M. lineatus* در ماه‌های مختلف درحوضه جنوب‌غرب دریای خزر

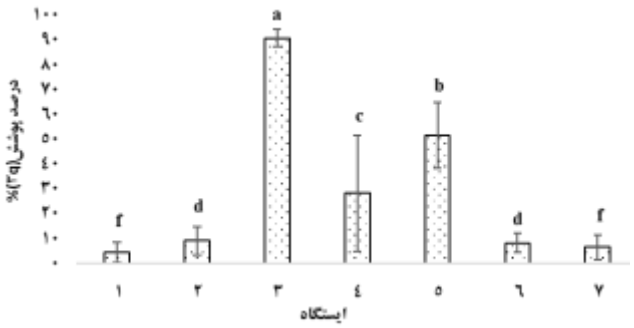
(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)

براساس آزمون میانگین با واریانس یک‌سویه طول صدف‌ها در ماه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵). در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در اواخر بهار نسبت به سایر بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از درصد پوشش دوکفه‌ای در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ایستگاه‌ها ۲۸/۵۰±۳۱/۸۳۰ می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار درصد پوشش در ایستگاه سوم ۹۰/۸۳±۳/۵۸ مشاهده شد. براساس آزمون میانگین با واریانس یک سویه درصد پوشش صدف‌ها در ایستگاه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵، Sig=۰/۰). در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در ایستگاه‌های ۳، ۴، ۵ نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیش‌تر بود (P<۰/۰۵).



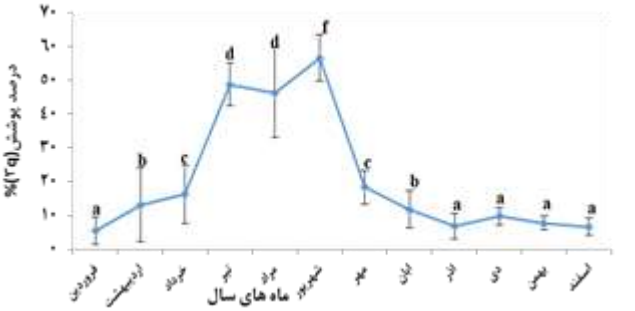
شکل ۷: میانگین و انحراف معیار طول پوسته دوکفه‌ای *M. lineatus* در ایستگاه‌های مختلف در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)



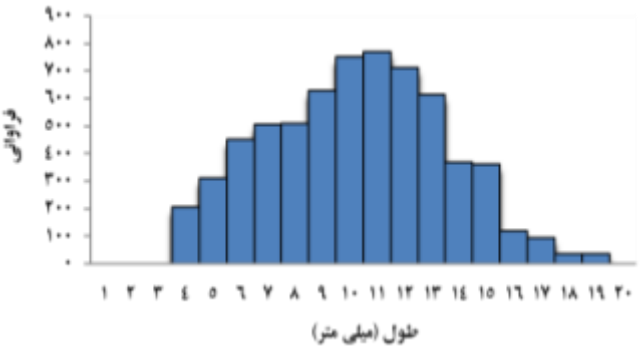
شکل ۸: میانگین و انحراف معیار درصدپوشش دوکفه‌ای *M. lineatus* در ایستگاه‌های مختلف در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)



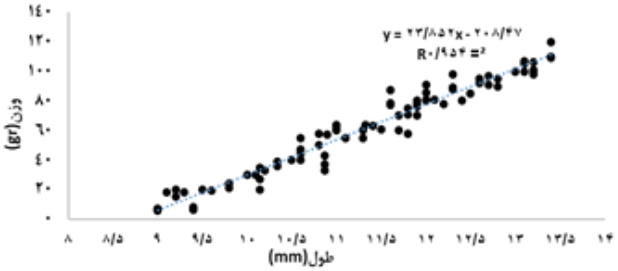
شکل ۹: میانگین و انحراف معیار درصدپوشش دوکفه‌ای *M. lineatus* در ماه‌های مختلف در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)

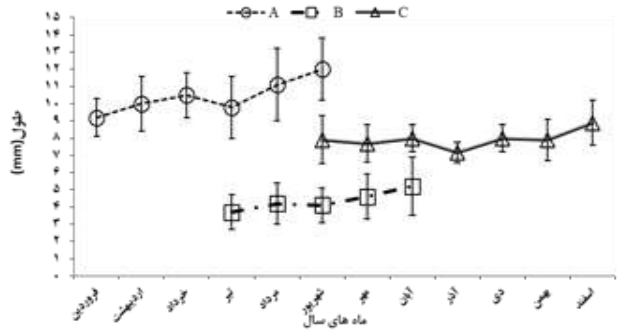


شکل ۱۰: فراوانی *M. lineatus* در گروه‌های طولی در حوضه جنوب‌غرب دریایی خزر

نتایج حاصل از درصد پوشش دوکفه‌ای در ماه‌های مختلف سال نشان داد که مجموع میانگین و انحراف معیار در کل ماه‌ها ۳۰/۴۹±۲۰/۶۹ می‌باشد هم‌چنین بیش‌ترین میانگین و انحراف معیار درصد پوشش در شهریور ماه ۵۶/۶±۶/۹ مشاهده شد (شکل ۹). بر اساس آزمون میانگین با واریانس یک سویه درصد پوشش صدف‌ها در ماه‌های مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود (P<۰/۰۵، Sig=۰/۰۰۱). در آزمون توکی تعداد جفت مولفه‌های معنی‌دار در فصل تابستان نسبت به سایر بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). دوکفه‌ای‌های مورد سنجش با توجه با طول‌شان، فراوانی آن‌ها در طبقات طولی مورد بررسی قرار گرفت و تمامی نمونه‌ها با توجه طول‌شان در یک طبقه طولی برحسب میلی‌متر قرار گرفتند و نتایج نشان داد که در مکان‌های مورد بررسی این تحقیق بیش‌ترین فراوانی متعلق به اندازه ۱۱ میلی‌متر بوده است (شکل ۱۰). براساس آزمون رگرسیون ارتباط مثبت و معنی‌داری بین طول (میلی‌متر) با وزن صدف (گرم) نمونه‌های اخذ شده وجود داشته (R^2=۰/۹۵۴، Sig=۰/۰) که نشان از رشد دوکفه‌ای مورد بررسی از نوع ایزومتریک دارد (شکل ۱۱). با توجه به نتایج حاصل از بررسی طول دوکفه‌ای‌های مورد سنجش مشخص گردید که جمعیت این گونه در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر دارای دو دسته طولی، یکی گروه بالغین (A) و گروه دوم گروه لاروی (B) می‌باشند که گروه اول بیش‌ترین فراوانی خود را در شش ماه اول سال دارا بودند و دسته دوم بیش‌ترین فراوانی را در تابستان و اوایل پاییز دارا بوده‌اند، و از اواسط پاییز تا اسفندماه جمعیت مورد بررسی مخلوطی از دو دسته فوق (C) را شامل می‌شده است (شکل ۱۲). این نتیجه این مساله را آشکار می‌کند که در حوضه جنوب‌غرب دریای خزر گونه *M. linatus* زادآوری را در اواخر بهار شروع کرده و لاروهای چسبنده (اسپات) از ابتدایی تابستان شروع به لاته‌گزینی و استقرار در بسترهای سنگی می‌نمایند.



شکل ۱۱: رابطه طولی وزنی دوکفه‌ای *M.lineatus* در حوضه جنوب‌غرب دریایی خزر



شکل ۱۲: مقایسه حضور گروه‌های طولی مختلف دوکفه‌ای *M. lineatus* در حوضه جنوب‌غرب دریایی خزر، بالغین(A) لاروی(B) حضور مشترک هردو گروه(C)

بحث

در مطالعات مختلف به وجود مواد آلی، باکتری و فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان غذای اصلی دوکفه‌ای‌ها اشاره شده‌است (۲۲، ۲۳). ورود حجم زیادی از مواد آلی توسط رودخانه‌ها به دریا و حاصل‌خیزی مصب (۲۴)، می‌تواند تاثیر مثبتی بر رشد دوکفه‌ای‌ها داشته باشد. نتایج این پژوهش بیانگر این بود که بیش‌ترین فراوانی تعداد دوکفه‌ای‌ها در انزلی (ایستگاه ۳) با ۶۷۷/۰۹۷۴۹±۳۶/۴۶۲ و چمخاله (ایستگاه ۵) با ۴۶۲/۳±۴۰۸/۷۳ مشاهده شد که این خود بیانگر ورود مواد آلی و مغذی بیش‌تر به این دو ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد. نتایج این پژوهش با نتایج Aubery (۲۲)، Aladin و Clare (۲۴) و Zainalipour (۱۲) نیز هم‌خوانی دارد که آن‌ها به‌غیر از مواد غذایی ورودی، انتقال آلاینده‌های مختلفی از جمله سموم کشاورزی مورد استفاده در حوضه آبریز، پس از استفاده به‌داخل رودخانه زه‌کشی می‌تواند بر جمعیت بستر زیان موثر باشد. با توجه به حساسیت لاروهای دوکفه‌ای *Mytilaster* به آلاینده‌های مختلف (۲۵) مرگ و میر تعداد زیادی از لاروها توسط آلاینده‌های مختلف و براساس تفاوت‌های فردی ممکن می‌گردد امکان استفاده بیش‌تر افراد باقی‌مانده از منابع و در نتیجه رشد بیش‌تر آن‌ها را متحمل می‌گرداند (۱۲). رشد دوکفه‌ای‌ها در زمستان دارای کاهش محسوسی است که از اواخر زمستان و در بهار حالت صعودی به خود می‌گیرد. کاهش دما و به‌دنبال آن کاهش تولیدات اولیه در زمستان از عواملی است که می‌تواند این کاهش رشد را توجیه کند. هم‌چنین که در بررسی‌های گذشته بر روی رشد دوکفه‌ای *Mcoma balitica* بر تاثیر کاهش دما و کاهش غذا در زمستان بر کاهش نرخ رشد دوکفه‌ای تاکید شده است (۲۲، ۲۶) از بین ایستگاه‌های پر جمعیت، ایستگاه سوم و پنجم از شوری بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردارند که تحت تاثیر ورود آب تالاب انزلی و چرخش مواد مغذی در ساحل دریای خزر قرار دارند، با این وجود این ایستگاه‌ها، با توجه به رنگ سبز آب، احتمالاً کلروفیل a بیش‌تری به‌خود اختصاص داده که با رشد با رشد جمعیت دوکفه‌ای بیش‌تر نسبت به سایر مناطق به‌دلیل تاثیرگذاری تالاب انزلی و ورودی رودخانه چمخاله به مصب و تاثیرگذاری مستقیم مواد مغذی و کلروفیل آ و افزایش تولیدات اولیه منطقه می‌باشد (۲۷). نتایج این پژوهش با Torabi Jafroudi و همکاران (۱۵)، هم‌خوانی دارد. براساس مطالعات انجام شده در خزر شمالی (۸)، مهم‌ترین عوامل موثر بر رشد این دوکفه‌ای را شوری، دمای آب، مقادیر و باز چرخه مواد غذایی عنوان کرد و تاثیر هم‌زمان شوری و مواد مغذی را موثر دانست که با نتایج تحقیق ما هم‌خوانی دارد. دمای آب با تاثیر بر روی فیزیولوژی دوکفه‌ای‌ها، رشد جمعیت آن‌ها را افزایش می‌دهد و دما از عوامل تاثیرگذار بر رشد این دوکفه‌ای مهاجم است. هم‌چنین Pechenik و همکاران که عنوان کرده افزایش دما همبستگی مثبتی با تعداد دوکفه‌ای (*Mytilaster edulis*) دارد (۲۸) که با نتایج تحقیق ما هم‌خوانی دارد. البته مقادیر کلروفیل a در مناطق مختلف نمونه‌برداری نشان از همبستگی قوی‌تری بین تروفی و تراکم افراد داشته و ایستگاه‌های پر جمعیت (*Mytilaster*) در سواحل غربی با مقادیر بالاتری از کلروفیل آ حضور بیش‌تری داشته‌اند. براساس مطالعات Nasrollahzadeh Saravi و همکاران (۲۹) تولیدات اولیه در جنوب دریای خزر با توجه به‌میزان کلروفیل a در مناطق غربی بالاتر بوده و این موضوع با نتایج حاضر و پژوهش Torabi Jafroudi و همکاران (۱۵) هم‌خوانی دارد. بنابراین می‌توان بیان نمود که مهم‌ترین عامل اثرگذار در پراکنش این گونه در حوضه جنوبی دریای خزر تاثیر توامان شوری و تروفی بوده و دما و مواد غذایی همبستگی مثبت و مستقیمی با افزایش تعداد، زی‌توده و درصد پوشش این دوکفه‌ای مهاجم دارند و این گونه در سواحل استان گیلان مستقر شده و دارای زادآوری مناسبی در فصل تابستان بوده که باید توجه خاصی به این گونه مهاجم در این ناحیه نمود.

منابع

1. **Kasymov, A.G., 1982.** The role of Azov–Black Sea invaders in the Productivity of the Caspian Sea benthos. Internationale Revue der gesamtenHydrobiologie. 67: 533-541.
2. **Dumont, H.J., 2000.** Endemism in the Ponto-Caspian Fauna, with special emphasis on the Onychopoda (Crustacea). Advances in Ecological Research. 31: 181-196.
3. **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.
4. **MacIsaac, H.J., Grigorovich, I.A. and Ricciardi, A,.2001.** Ressessment of species invasion concepts: The GretLaks basin as a model. Biological Invasions. 3: 405-416.
5. **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.
6. **Carlton, J.T., 1993.** Patterns, Process, and Prediction in Marine invadion ecology. Biological Conservation. 78: 97-106.
7. **Karpinsky, G.M., Shiganova, T.A. and Katunin, D.N., 2005.** Introduced Species in: The Caspian Sea Environment, Kostianoy, A.G. and Kosarey, A.N., (Eds.). Springer, ISBN: 9783540282815. 175-191.
8. **Malinovskaya, L. and Zinchenko, T., 2010.** *M. lineatus* (Gmelin): Long-term dynamics, distribution of invasive mollusk in the Northern Caspian Sea. Russian Journal of Biological Invasions. 1: 288-295.
9. **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.

10. **Padila, D.K., 1998.** physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorfa* (pall). Journal of Shellfish Research. 17: 1219-1235.

11. **Zaker, N.H., Ghaffari, P. and Jamshidi, S., 2007.** Physical Study of the Southern Coastal Waters of the Caspian Sea, of Babolsar, Mazandaran, in Iran. Journal of Coastal Research. 50 :564-569.

12. **Zainalipour, M., 2018.** Study of population dynamics, growth and larval recovery in the bivalve *Mytilaster lineatus* in three coastal areas of Noor, Amirabad and Khazarabad from the southern shores of the Caspian Sea. Iranian Journal of Biology. 23(4): 595-584. (In Persian)

13. **Torabi Jafroudi, H., Taghavi, H. and Rahimibashr, M., 2014.** Spatial competition of two invasive species, *Amphibalanus improvises* (Darwin1854) and bivalve *Mytilaster lineatus* (Gmelin1789) on the rocky shores of the southern basin of the Caspian Sea. Animal Researches (Iranian Journal of Biology). 28(4): 407-418. (In Persian)

14. **Golinia, P. and Nasrollahi, A., 2017.** Effect of substrate surface on biofouling communities on the southwest coast of the Caspian Sea. Environmental Sciences. 15(1): 127-140. (In Persian)

15. **Torabi Jafroudi, H., Rahimibashar, M.R. and Taghavi, H., 2017.** 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. Journal of Marine Science and Technology. 16(2): 93-102. (In Persian)

16. **McGrorty, S. and Goss-Custard, J.D., 1991.** Population dynamics of the mussel *Mytilus edulis*: spatial variations in age-class densities of an intertidal estuarine population along environmental gradients. Mar Ecol Prog Ser. 73: 191-202.

17. **O'Riordan, R.M., Arenas, F., Arrontes, J., Castro, J.J., Cruz, T., Delany, J. and Silva, T., 2004.** Spatial variation in the recruitment of the intertidal barnacles (*Chthamalus montagui*) Southward and (*Chthamalus stellatus*)(Poli) (Crustacea: Cirripedia) over an European scale. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 304(2): 243-264.

18. **Ghorbanzadeh Zaferani, S.Gh., Machinchian Moradi, A., Mousavi Nadushan, R., Sari, A.R. and Fatemi, S.M.R., 2017.** Spatial and temporal patterns of benthic macrofauna in Gorgan Bay, south Caspian Sea. Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 16(1): 252-274.

19. **Prathep, A., 2005.** Spatial and temporal variations in diversity and percentage cover of macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. Science Asia. 31: 225-233.

20. **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.

21. **Ross, T.K. and Lima, G.M., 1994.** Measures of allometric growth: the relationships of shell length, shell height, and volume to ash-free dry weight in the zebra mussel, Dreissena polymorpha Pallas and the quagga mussel, Dreissena bugensis Andrusov. In Proc. The Fourth Inter. Zebra Mussel Conf. Madison, Wisconsin.

22. **Aubery, D.G., 1994.** Conservation of biological diversity of the Caspian Sea and its coastal zone. A proposal to the Global Environment Facility. Report to GEF. 250 p.

23. **Aladin, N. and Plotnikov, I., 2004.** The Caspian Sea. Lake Basin Management Initiative. 29 p.

24. **Aldred, N. and Clare, A.S., 2009.** Mechanisms and principles underlying temporary adhesion, surface exploration and settlement site selection by barnacle cyprids: A short review. In Functional surfaces in biology Springer Netherlands. 43-65.

25. **Anil, A.C., Chiba, K., Okamoto, K. and Kurokura, H., 1995**. Influence of temperature and salinity on larval development of *Balanus amphitrite:* implications in fouling ecology. Oceanographic Literature Review. 42(11).

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

27. **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.

28. **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 *Mytilus edulis* L. larvae. Journal of experimental marine biology and ecology. 136(1): 47-64.

29. **Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourgholam, R., Vahedi, F., Makhlough, A. and Safavi, E., 2013.** Trend of Macronutrients Fluctuation of Waterin the Iranian Coasts of Southern Caspian Sea. joc. 3(11) :43-53. (In Persian)