مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

بررسی عوامل بوم‌شناختی در تغییرات زمانی و مکانی گونه کیتون (*Acanthopleura vaillantii*) در سواحل میانی دریای مکران، استان سیستان و بلوچستان

مصطفی بهره‌بر[۱]، محمد منصور توتونی[۱]، مهران لقمانی[۱*]

۱ - گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵

کلمات کلیدی:
مکران
چابهار
عوامل محیطی
Acanthopleura vaillantii
زیست‌سنجی

چکیده

مقدمه: کیتون‌ها از نرمتنانی دریایی، اکثراً چرنده، مقاوم به شرایط جزرومدی و غالباً ساکن در شکاف تخته سنگ‌ها هستند. دریای عمان در جنوب شرقی ایران و شمال‌غربی اقیانوس هند و به شدت تحت تأثیر بادهای موسمی اقیانوس هند (مانسون) قرار دارد. دریای مکران به علت وقوع فرایند مانسون دارای تنوع غنی از انواع گونه‌های دریازی از جمله، نرم‌تنان است. هدف تحقیق حاضر، بررسی تراکم و پراکنش کیتون *Acanthopleura vaillantii* در سواحل پزم، کنارک، تیس، کلبه غواصی، دریای بزرگ و رمین در زمستان ۱۳۹۸و تابستان ۱۳۹۹ بوده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، با استفاده از کوادرات یک در یک متر مربع، تراکم و پراکنش *A. vaillantii* در ترانسکت‌های عمود بر دریا و در منطقه جزرومدی شش ایستگاه در سواحل پزم، کنارک، تیس، کلبه غواصی، دریای بزرگ و رمین بررسی شد. تعدادی از نمونه‌ها در هر ایستگاه جهت اندازه گیری پارامترهای زیستی از قبیل طول، وزن‌تر کل، وزن‌تر بافت نرم، درصد رطوبت بافت و درصد وزن خشک جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. در هر ایستگاه فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب (دما،شوری و اسیدیته) به‌وسیله دستگاه مولتی متر WTW ثبت گردید.

نتایج: بررسی‌ها نشان‌داد که بیشترین میانگین تراکم در زمستان، در ایستگاه رمین و معادل ۱/۴۶ ± ۱۱/۲۷ فرد بر متر مربع بوده است. درمجموع، ایستگاه رمین در زمستان و تابستان دارای بیشترین میانگین تراکم با ۲/۶۷± ۱۹/۱۵ فرد بر مترمربع بود. همچنین، کمترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه کلبه غواصی در تابستان و ترانسکت اول بخش پایین جزر و مدی بوده که به دلیل وجود بستر ماسه‌ای نمونه‌ای ثبت نشد. درمجموع، در ایستگاه کلبه غواصی میانگین تراکم برای دو فصل، ۰/۲۶±۰/۸۵ فرد بر مترمربع کمترین میزان بود. آزمون آماری اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها نشان داد ($P<0/05$). بررسی پارامترهای زیستی نشان داد که در ایستگاه تیس، به ترتیب در زمستان و تابستان بیشترین میانگین طول ۴/۲۵±۵۳/۵۶ و ۴/۵۳± ۵۸/۲ میلی‌متر، وزن ۷/۴۳±۲۳/۱۹ و ۸/۵۱± ۲۸/۲۲ گرم و در ایستگاه کلبه غواصی برای زمستان کمترین میانگین طول ۲/۱۴± ۳۲ میلی‌متر و وزن ۰/۸۵±۲/۹۹ گرم بود. در ایستگاه دریای بزرگ، در تابستان کمترین میانگین طول و وزن به ترتیب ۴/۲۱±۴۳/۴۴ میلی‌متر و ۴/۸۹± ۱۶/۵۳ گرم بوده است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: loghmani.mehran@gmail.com

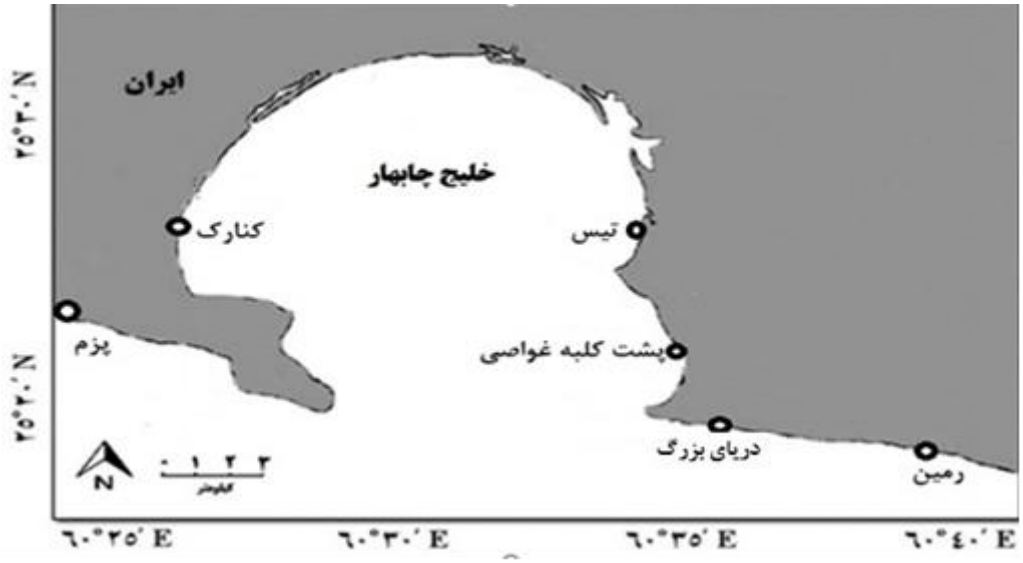
بحث: طبق نتایج سایر محققین ایستگاه تیس از تنوع‌زیستی بالایی برخوردار می باشد ولی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در این ایستگاه، نمونه‌های *A. vaillantii* علی رغم تراکم کمتر (احتمالا به دلیل رقابت) دارای وزن و طول بیشتری بودند. همچنین، در شکاف صخره‌ها و استخرهای جزرومدی با پوشش جلبکی و دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد، تراکم و پراکنش بیشتری وجود داشت.

مقدمه

پراکندگی سواحل منجر به تنوع در ویژگی‌های ژئومورفولوژی، رژیم آب و هوایی و زیست‌بوم شده است. انواع سواحل شامل سواحل گلی، سواحل صخره‌ای، دشت‌های ساحلی تپه‌ای یا هموار، نوار باریک یا عریض فلات قاره و طیف وسیعی از تالاب‌ها (مصب، شوره‌زار و دلتا) است. آب و هوای مناطق ساحلی نیز از گرمسیری خشک یا مرطوب تا معتدل و قطبی متغیر است (Martínez *et al*., 2007). اکوسیستم‌های ساحلی از دو سو تحت تأثیر دریا و خشکی قرار دارند. به همین دلیل، جزء اکوسیستم‌های حساس و شکننده با تنوع‌زیستی بسیار منحصر به فرد و ویژه‌ای هستند و اهمیت بسزایی در صنعت و زندگی انسان دارند (Yaqubzadeh *et al*., 2022). دریای عمان در جنوب شرقی ایران و شمال غربی اقیانوس هند و به شدت تحت تأثیر بادهای موسمی اقیانوس هند (مانسون) قرار دارد. این دریا در خطوط ساحلی خود دارای خورها و خلیج‌های متعدد است (Darianbard, 2015). کرانه‌های شمالی دریای‌عمان که سواحل مکران نامیده می‌شود، دارای پهنای وسیع همراه با تنوع‌زیستی بالا با جاذبه‌های گردشگری فراوانی است. همچنین وجود بندر ترانزیتی بزرگ چابهار اهمیت خاصی به سواحل مکران بخشیده است (Bahmani Konestani, 2016). دریای‌مکران به علت وقوع فرایند مانسون دارای تنوع غنی از انواع گونه‌های دریازی از جمله، نرم‌تنان است (Loghmani *et al*., 2018). به‌طورکلی نرمتنان ۷ درصد کل جانوران را تشکیل می‌دهند که متشکل از ۱۰۰،۰۰۰ تا ۲۰۰،۰۰۰ گونه هستند که ۵۲،۰۰۰ گونه آن‌ها شناسایی و رده‌بندی شده‌اند. در حقیقت، نرم‌تنان طیف متنوعی از جانوران را تشکیل داده‌اند. دارای ۸ رده هستند که یکی از آن‌ها بسپاره صدفان (Polyplacophora) بوده که کیتون‌ها در این رده جای دارند. کیتون‌ها تقریباً در تمام اقیانوس‌ها از نواحی قطبی تا گرمسیری و در مناطق جزر و مدی و زیر جزرومدی حضور دارند. حتی، برخی از گونه‌ها در بخش‌های عمیق دریا نیز یافت شده‌اند. کیتون‌ها نسبتاً قدیمی‌تر از سایر نرم‌تنان هستند و فسیل آن‌ها از اوایل کامبرین فوقانی یافت شده است. تعداد زیادی از گونه‌های نرم‌تنان در خلیج چابهار و سواحل ایرانی خلیج فارس نیز ثبت شده‌اند (Okusu *et al*., 2003; Sadeghi & Loghmani, 2010). کیتون‌ها از دیرباز به عنوان غذای اصلی بومیان مناطق ساحلی، به عنوان طعمه ماهی‌گیری یا دارو در طب سنتی، در چندین جزیره از دریای کارائیب، جنوب شرقی آسیا، سواحل اقیانوس آرام و قاره آمریکا مورد استفاده قرار گرفته است (Avila-Poveda, 2020). مطالعه حاضر، با هدف بررسی پراکنش و تراکم کیتون i(*Acanthopleura vaillanti*) و ارتباط آن‌ها با عوامل محیطی در خلیج چابهار و سواحل مکران انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در دو فصل زمستان و تابستان یعنی در ابتدای اسفند ماه سال ۱۳۹۸ و شهریور ماه سال ۱۳۹۹ انجام شد. در مجموع، ۶ ایستگاه نمونه برداری شامل: بندر پزم با پوشش سنگی - صخره‌ای، بندر کنارک با پوشش سنگی - صخره‌ای، بندر تیس با بستر قلوه سنگی - صخره‌ای، بندر چابهار (ساحل پشت کلبه غواصی) با پوشش صخره‌ای - مرجانی، دریابزرگ با پوشش سنگی- صخره‌ای همراه با جلبک‌های متراکم و ناحیه شنی- ماسه‌ای پراکنده و بندر رمین با پوشش شنی- ماسه‌ای و صخره‌ای انتخاب شد. مختصات جغرافیایی هر ایستگاه با دستگاه موقعیت‌یاب (GPS) با علامت تجاری Garmin تعیین و ثبت شد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری در سواحل دریای مکران (۱۳۹۹-۱۳۹۸)

در این تحقیق، مراحل اجرایی شامل دو بخش عملیات میدانی و عملیات آزمایشگاهی بود. جهت نمونه‌برداری از هر ایستگاه در زمان جزر کامل، دو ترانسکت به عرض ۱۰ متر و در راستای عمود بر ساحل دریا به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر انتخاب شد. در هر ایستگاه پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب شامل دما، شوری و اسیدیته به‌وسیله دستگاه WTW ساخت آلمان اندازه گیری و ثبت گردید. جهت بررسی تراکم و پراکنش کیتون *A. vaillantii* در هر ایستگاه ۲ ترانسکت و از هر ترانسکت ۲۰ تکرار که در مجموع، از هر ایستگاه ۴۰ تکرار با کوادرات (یک در یک مترمربع) انجام شد. از هر ایستگاه، ۱۵ عدد کیتون کیتون *A. vaillantii* جمع‌آوری و درون ظرف پلاستیکی در جعبه‌های حاوی پودر یخ به آزمایشگاه دانشگاه منتقل شد. سطوح خارجی بدن کیتون‌ها توسط آب دو بار تقطیر برای زدودن آلودگی‌های احتمالی شستشو و پس از خروج آب اضافه، تمام نمونه‌ها برحسب ایستگاه کدگذاری و بیومتری شدند. وزن تر کل و طول کل (نمونه‌ها) به ترتیب با استفاده از ترازوی دیجیتال، مدل HR-200 (با دقت ۰/۱ میلی‌گرم) و به وسیله خط‌کش (با دقت ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. برای وزن‌تر بافت نرم، بافت نرم نمونه‌های کیتون با استفاده از قاشقک خارج و وزن آن‌ها نیز با ترازوی فوق‌الذکر اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه درصد رطوبت و وزن ماده خشک، بافت‌های نرم درون پلیت‌ها در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد جهت خشک شدن تا هنگام رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند. سپس، برای جلوگیری از جذب رطوبت و رسیدن به وزن ثابت، درون دسیکاتور انتقال یافتند. در نهایت، بعد از خنک شدن، مجموع وزن بافت خشک شده به همراه پلیت یادداشت و برای محاسبه درصد رطوبت از رابطه ۱ و جهت به‌دست آوردن درصد وزن خشک از رابطه ۲ استفاده شد (Hedayati Fard *et al.*, 2015).

(۱)

$$\frac{\text{مجموع وزن نمونه و پلیت بعد از آون - مجموع وزن نمونه و پلیت قبل از آون}}{\text{وزن بافت خام نمونه}} \times ۱۰۰$$

(۲) میزان رطوبت -۱۰۰= مقدار ماده خشک

اطلاعات به‌دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS22 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. داده‌های نمونه‌برداری و آزمایشگاه در برنامه Microsoft Excel 2016 ذخیره و محاسبات اولیه و رسم نمودارها و جداول نیز در همین برنامه انجام شد. جهت بررسی نحوه توزیع داده‌ها (نرمال بودن) از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف، برای آنالیز ارتباط بین متغیرهای مختلف از همبستگی پیرسون و همچنین، برای بررسی تفاوت‌ها و اختلاف تراکم بین ایستگاه‌ها و فصل‌های مورد مطالعه، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی و آزمونی تی استیودنت مستقل استفاده شد.

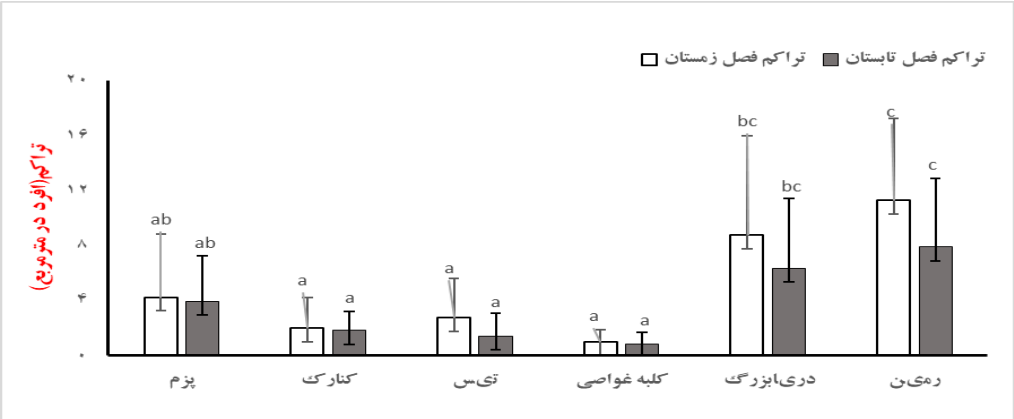
نتایج

بررسی فاکتورهای محیطی: فاکتورهای محیطی در دو فصل زمستان ۱۳۹۸ و تابستان ۱۳۹۹ در ۶ ایستگاه از مناطق نمونه برداری، اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۱). در فصل زمستان حداقل دمای آب در ایستگاه تیس، ۰/۸± ۲۳ درجه سانتی‌گراد و حداکثر، در فصل تابستان معادل ۰/۴۵±۳۰ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های کلبه غواصی و تیس بود. کمترین مقدار شوری، در فصل زمستان و در ایستگاه تیس ppt ۰/۷۸±۳۴/۷ و بیشترین مقدار در فصل تابستان و در ایستگاه رمین با مقدار ppt ۰/۳۳± ۳۹/۳ ثبت شد. به علاوه، کمترین مقدار pH در تابستان در ایستگاه تیس، با مقدار ۰/۴۴ ± ۷/۷ و بیشترین مقدار در زمستان در ایستگاه‌های پزم، رمین و کنارک با مقدار ۰/۱۸± ۸/۷ به ثبت رسید. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها در هر فصل نشان نداد و همچنین با کمک آزمون تی استیودنت بین دو فصل نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۱- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) فاکتورهای محیطی (pH، شوری و دما) در دو فصل زمستان و تابستان در ۶ ایستگاه

فصل	ایستگاه	pH	شوری(ppt)	دما (درجه سانتی‌گراد)
زمستان ۹۸	پزم	۸/۷ ± ۰/۱۸	۳۶/۶ ± ۰/۷۸	۲۴ ۰±/۸
	کنارک	۸/۷ ± ۰/۱۸	۳۶/۶ ± ۰/۷۸	۲۵ ۰±/۸
	تیس	۸/۴ ± ۰/۱۸	۳۴/۷ ± ۰/۷۸	۲۳ ۰±/۸
	کلبه غواصی	۸/۳ ± ۰/۱۸	۳۶/۸ ± ۰/۷۸	۲۳/۵ ۰±/۸
	دریای بزرگ	۸/۶ ± ۰/۱۸	۳۶/۵ ± ۰/۷۸	۲۴ ۰±/۸
	رمین	۸/۷ ± ۰/۱۸	۳۶/۵ ± ۰/۷۸	۲۵ ۰±/۸
تابستان ۹۹	پزم	۸/۶ ± ۰/۴۴	۳۸/۸ ± ۰/۳۳	۲۹ ± ۰/۴۵
	کنارک	۷/۸ ± ۰/۴۴	۳۸/۷ ± ۰/۳۳	۲۹/۵ ± ۰/۴۵
	تیس	۷/۷ ± ۰/۴۴	۳۸/۵ ± ۰/۳۳	۳۰ ± ۰/۴۵
	کلبه غواصی	۷/۸ ± ۰/۴۴	۳۸/۶ ± ۰/۳۳	۳۰ ± ۰/۴۵
	دریای بزرگ	۸/۵ ± ۰/۴۴	۳۹/۲ ± ۰/۳۳	۲۹ ± ۰/۴۵
	رمین	۸/۶ ± ۰/۴۴	۳۹/۳ ± ۰/۳۳	۲۹/۵ ± ۰/۴۵

بررسی پارامتر تراکم کیتون *A. vaillantii*: نتایج بررسی میانگین تراکم (فرد بر مترمربع) در زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ برای ایستگاه‌های منطقه جزر و مدی در شکل ۲ نشان داده شده است. مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میانگین تراکم *A. vaillantii* در فصل زمستان ۹۸، ۲/۱± ۱۱/۲۸، متعلق به ایستگاه رمین و کمترین میانگین تراکم در زمستان ۹۸، ۰/۰۷± ۰/۹۵ فرد بر مترمربع، متعلق به کلبه غواصی بوده است. در فصل تابستان هم ایستگاه‌های رمین و کلبه غواصی به ترتیب با ۲/۵± ۷/۸۸ و ۰/۵± ۰/۸۸ بیشترین و کمترین میزان را دارا بوده‌اند. به علاوه، آزمون تی مستقل اختلاف معنی‌دار میانگین تراکم *A. vaillantii* را بین زمستان و تابستان نشان داد. آزمون انالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را در هر دو فصل میان برخی از ایستگاه‌ها نشان داد (P<۰/۰۵) که در شکل ۲ با حروف مشخص گردیده‌اند. در هر دو فصل از نظر تراکم ایستگاه‌های رمین و دریابزرگ دارای بالاترین میزان بوده که اختلاف معنی‌داری را با سایر ایستگاه‌ها نشان می‌دهند.



شکل ۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) تراکم *A. vaillantii* در منطقه جزر و مدی و در دو فصل زمستان و تابستان (حروف همنام: عدم اختلاف معنی‌دار)

نتایج زیست سنجی

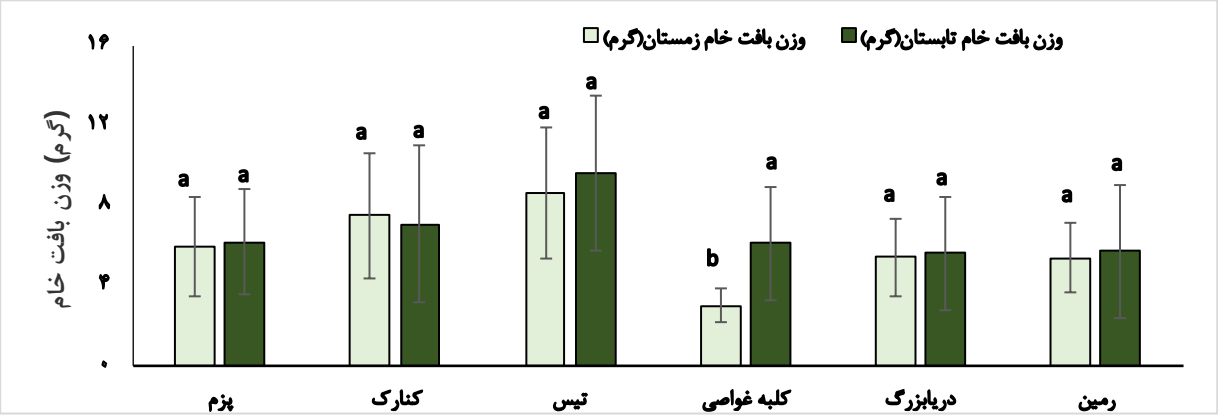
طول *A. vaillantii*: نتایج اندازه‌گیری طول (میلی‌متر) در شش ایستگاه، در دو فصل زمستان و تابستان در جدول ۲ نشان داده شده است. بر این اساس در تابستان بیشینه طول در نمونه‌های کیتون در ایستگاه تیس و کمترین در دریابزرگ بوده در حالی‌که در زمستان در ایستگاه کلبه غواصی کمترین طول ثبت گردید. در این فصل در تیس مانند تابستان بیشیته طول ثبت شد. آنالیز واریانس یک طرفه در هر دو فصل عدم اختلاف معنی‌دار میانگین طول را در ۶ ایستگاه نشان داد ($p>0/05$). آزمون تی مستقل برای مقایسه دو فصل زمستان و تابستان نیز نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بود ($p>0/05$).

جدول۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) طول (میلی‌متر) *A. vaillantii* در دو فصل زمستان و تابستان در ۶ ایستگاه

ایستگاه	فصل تابستان	فصل زمستان
پزم	۴۵/۷ ± ۲/۴۱	۴۴/۹۳ ± ۲/۳۵
کنارک	۴۹/۷ ± ۳/۱	۴۹/۷۷ ± ۲/۸
تیس	۵۸/۲ ± ۴/۵۳	۵۳/۵۶ ± ۴/۲۵
کلبه غواصی	۴۶/۹ ± ۴/۳	۳۲ ± ۲/۱۴
دریای بزرگ	۴۳/۴۳ ± ۴/۲۱	۴۳/۵۶ ± ۳/۶۹
رمین	۴۴/۶ ± ۲/۱۴	۴۱/۸ ± ۲/۳۵

وزن تر کل: میانگین وزن تر کل *A. vaillantii* در دو فصل زمستان و تابستان برای ۶ ایستگاه در جدول ۳ نشان داده شده است. بر این اساس در تابستان بیشینه وزن‌تر کل در نمونه‌های کیتون در ایستگاه تیس و کمترین در دریابزرگ بوده در حالی‌که در زمستان در ایستگاه کلبه غواصی کمترین وزن‌تر کل و در تیس مانند تابستان بیشیته وزن‌تر بدست آمد. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و پس‌آزمون توکی نشان‌داد که در زمستان میانگین داده‌های کلبه غواصی با بقیه ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بوده است ($p<0/05$). میانگین داده‌های رمین، دریای بزرگ، پزم، تیس و کنارک نیز اختلاف معنی داری نداشتند ($p>0/05$). میانگین وزن‌تر کل در تابستان نیز، برای ایستگاه‌های دریای بزرگ، رمین، پزم، کلبه غواصی و کنارک اختلاف معنی‌داری نداشت ($p> 0/05$). آزمون تی مستقل برای مقایسه میانگین وزن‌تر کل بین دو فصل اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p>0/05$).

وزن تر توده نرم (خام): وزن تر توده نرم در سنجش پارامترهای رطوبت و ماده خشک دارای اهمیت است. شکل ۳ میانگین وزن تر توده نرم را در دو فصل زمستان و تابستان در ۶ ایستگاه نشان می‌دهد. ایستگاه تیس در هر دو فصل بالاترین میزان این پارامتر ثبت گردید.



شکل ۴- میانگین (± انحراف معیار: میله‌های خطا) وزن تر توده نرم (گرم) *A. vaillantii* در دو فصل زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ در ۶ ایستگاه (حروف هم نام: عدم اختلاف معنی‌دار)

آزمون آماری میان میانگین وزن تر توده نرم در دو فصل و در ۶ ایستگاه مشخص کرد که در فصل زمستان میانگین وزن تر توده نرم کلبه غواصی با همه ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بوده است (P<۰/۰۵). اما، سایر ایستگاه‌ها در هر دو فصل فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). همچنین، در آزمون تی مستقل برای میانگین وزن تر توده نرم *A. vaillantii* در دو فصل نیز، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

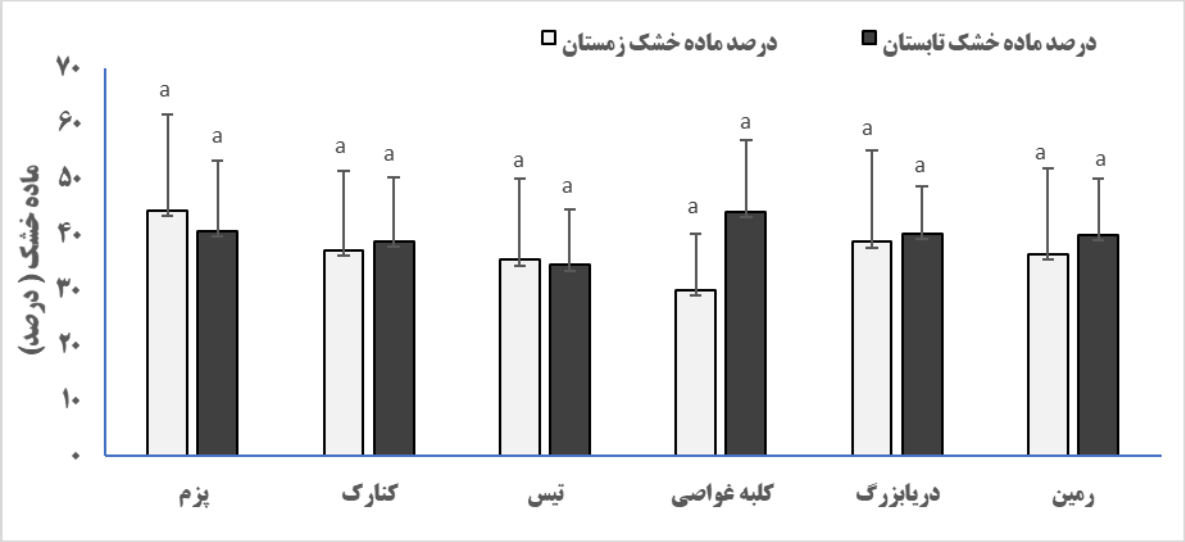
درصد رطوبت بدن: برای تعیین درصد رطوبت وزن تر و وزن بافت خشک تعیین شد که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. بر طبق آن در زمستان ایستگاه‌های کلبه غواصی و پزم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان درصد رطوبت را داشته و در تابستان در تیس و کلبه غواصی به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر درصد رطوبت بافتی ثبت گردید. آزمون آماری یک طرفه، پس‌آزمون توکی و تی مستقل برای میانگین درصد رطوبت در دو فصل زمستان و تابستان، نشان داد که هیچ یک از ایستگاه‌ها و فصول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) درصد رطوبت بافت نرم *A. vaillantii* در دو فصل زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ در ۶ ایستگاه

ایستگاه	زمستان	تابستان
پزم	۵۶/۱۵±۱۰/۹۶	۵۹/۱۲±۴۵/۶۲
کنارک	۶۲/۱۴±۹۰/۳۶	۶۱/۱۱±۲۵/۵۶
تیس	۶۴/۱۴±۶۶/۶۰	۶۵/۹±۶۲/۹۶
کلبه غواصی	۷۰/۱۰±۱۰/۰۳	۵۸/۱۲±۰۲/۲۳
دریای بزرگ	۶۱/۱۶±۴۱/۳۸	۵۹/۸±۷۰/۶۰
رمین	۶۳/۱۵±۵۸/۳۷	۶۰/۱۰±۱۱/۰۵

درصد وزن خشک: نتایج اندازه‌گیری درصد وزن خشک بدن گونه مورد مطالعه در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان می‌دهد (شکل ۵) بیشترین و کمترین میزان در فصل زمستان به ترتیب مربوط به پزم و کلبه غواصی و در فصل تابستان بیشترین و کمترین میزان به ترتیب مربوط به کلبه غواصی و تیس بوده است. نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه برای میانگین درصد وزن خشک نشان داد که در فصل زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ هیچ یک از ایستگاه‌ها با دیگری دارای اختلاف معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵). به علاوه، در نتایج آزمون تی مستقل نیز برای

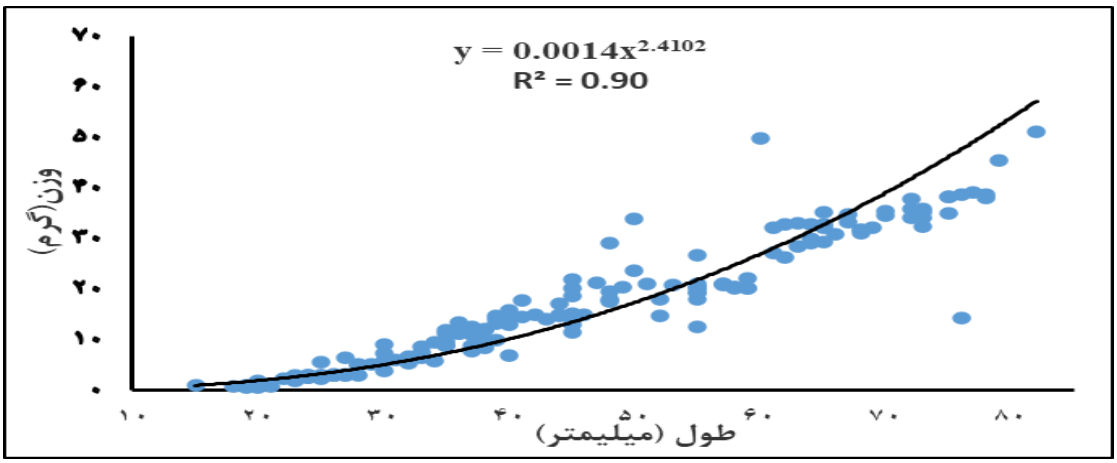
میانگین درصد وزن خشک *A. vaillantii* بین دو فصل اختلاف معنی داری مشاهده نشد.



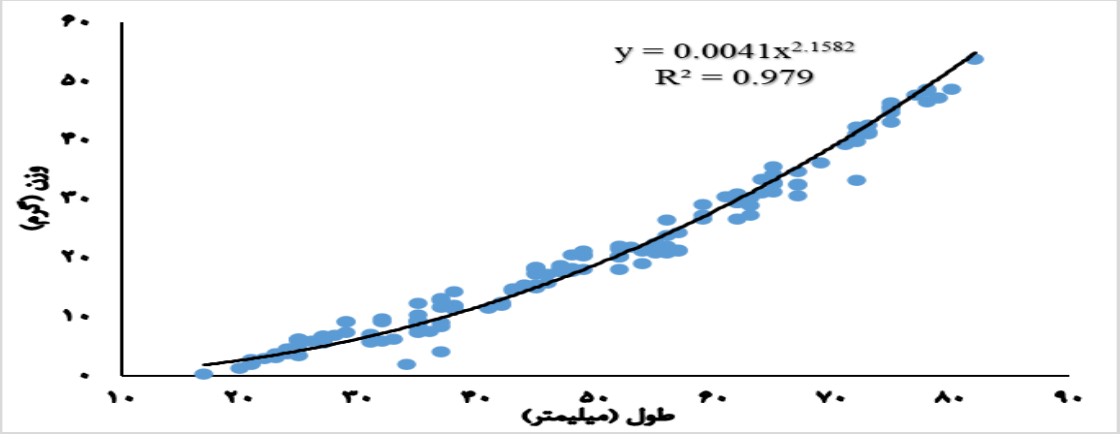
شکل ۵- میانگین (±انحراف معیار) درصد وزن خشک *A. vaillantii* در دو فصل زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ در ۶ ایستگاه (حروف هم نام: عدم اختلاف معنی‌دار)

آنالیز رابطه طول و وزن: با توجه به میانگین داده‌های طول و وزن تر کل *A. vaillantii* در دو فصل، نوع و میزان همبستگی داده‌های طول و وزن تر کل، نمودار پراکنش داده‌ها برای زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹ رسم شد (شکل ۶ و ۷).

با توجه به شکل ۶ در فصل زمستان، بین طول و وزن تر کل *A. vaillantii* همبستگی مثبت بالا به میزان ۰/۹۰۷ وجود داشت. به‌طوری که، با افزایش طول که متغیر مستقل است، وزن تر کل نیز افزایش می یابد.



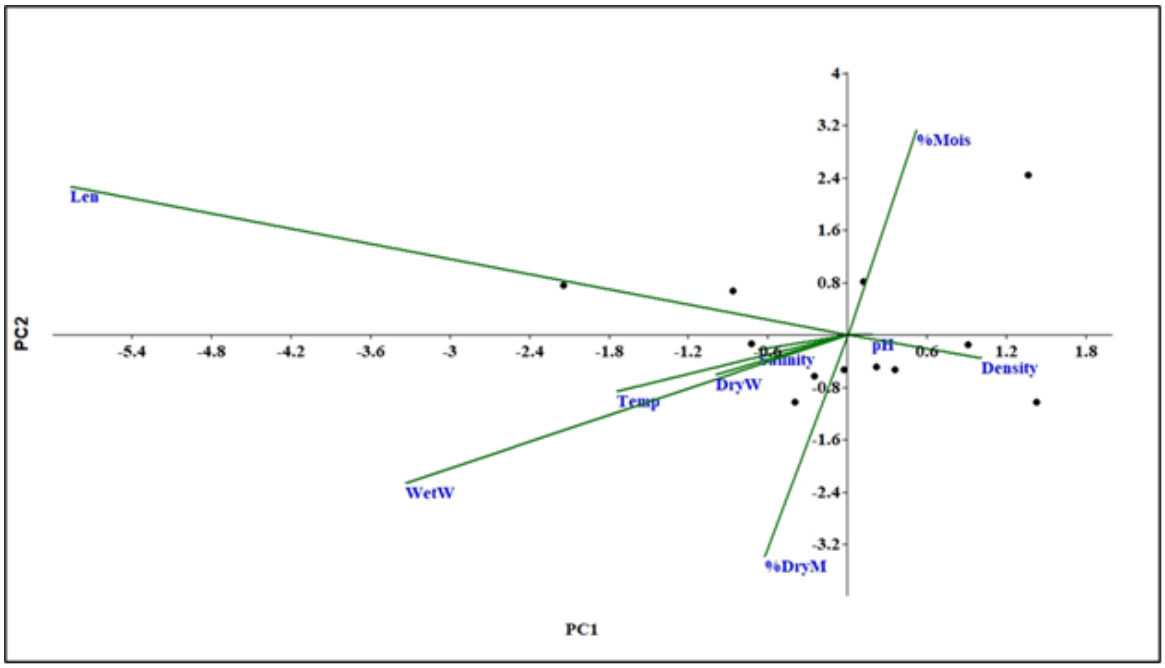
شکل ۶- نمودار همبستگی طول و وزن کیتون *A. vaillantii* در فصل زمستان ۹۸. معادله خطی رگرسیون و ضریب تعیین آن در نمودار نشان داده شده است.



شکل ۷- نمودار همبستگی طول و وزن تر کل کیتون *A. vaillantii* در فصل تابستان ۹۹. معادله خطی رگرسیون و ضریب تعیین آن در نمودار نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، پراکنش داده‌های طول و وزن تر کل *A. vaillantii* در فصل تابستان ۹۹ دارای همبستگی بالاتری نسبت به فصل زمستان ۹۸ بوده است. به‌طوری‌که با افزایش طول که یک متغیر مستقل بوده است، داده‌های وزن به میزان ۰/۹۱۵ (ضریب تعیین داده‌ها) افزایش یافته است.

برای بررسی تأثیر پارامترهای مختلف محیطی بر تراکم و سایر خصوصیات زیستی کیتون و تعیین مهم‌ترین فاکتورها از آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد (شکل ۸) که براین اساس تغییرات شاخص KMO برابر ۰/۶۷ بوده و آزمون برتلت نیز دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. طبق نتایج منحنی سنگریزه‌ای و مقدار ویژه بالای یک، چهار مولفه (PC) برابر با ۸۶/۱۴ درصد از کل واریانس بدست آمد که مؤلفه اول به تنهایی ۴۱/۹۱ درصد از کل واریانس را شامل شده است. طبق نمودار فاکتور pH بیشترین همبستگی مثبت را با تراکم داشته و در حالی‌که برای دو فاکتور دما و شوری این همبستگی منفی می‌باشد.



شکل ۸- دیاگرام حاصل از رسته‌بندی پارامترهای محیطی و گونه کیتون *A. vaillantii* در کل دوره نمونه‌برداری به روش PCA

بحث

Grayson و Chapman (۲۰۰۴) به بررسی الگوی پراکنش و فراوانی کیتون‌های جنس *Ischnochiton* در میان صخره‌های منطقه جزر و مدیِ به طول حدود ۲۰۰ کیلومتر از سواحلِ نیو ساوت ولزِ استرالیا پرداختند. مطالعه آن‌ها نشان داد که هفت گونه مورد بررسی، در میان صخره‌های هر یک از این سه منطقه جزر و مدی پراکنده شده‌اند. در اکثر صخره‌ها کیتون وجود نداشت. اما در تعداد بسیار کمی از صخره‌ها فراوانی زیاد بود. کیتون‌ها در میان تخته‌سنگ‌ها بسیار پراکنده بودند. الگوهای فراوانی در بین گونه‌های مختلف بسیار متفاوت بود. بنابراین چنین به نظر رسید که گونه‌های متفاوت، در هر مکان فقط از بخش کوچکی از زیستگاه (تخته‌سنگ‌ها) استفاده می‌کنند. تنوع الگوهای پراکندگی می‌تواند ناشی از تغییر در الگوهای تجمع، مرگ و میر یا واکنش رفتاری به تفاوت زیستگاه و حضور گونه‌های دیگر باشد. در این مطالعه، اندازه تخته‌سنگ‌ها (صخره‌ها) و ثابت و غیرثابت بودن جوامع به عنوان عواملی پیشنهاد شده که می‌تواند بر پراکندگی کیتون‌ها در میان تخته سنگ‌ها تأثیر گذارد.

در مطالعه حاضر، ایستگاه تیس وسیع‌ترین قلمروی جزر و مدی را داشت. ولی، تعداد تخته سنگ‌ها کم، میانگین تراکم در دو فصل، ۴/۱۲ فرد بر متر مربع بود. اما، در ایستگاه کلبه غواصی علی‌رغم وجود تخته سنگ فراوان، میانگین تراکم به میزان ۱/۷۵ فرد بر متر مربع رسیده بود. به نظر می‌رسد که این تراکم ضعیف به دلیل کمبود پوشش جلبکی، کیفیت نامطلوب آب منطقه و جنس بستر به وقوع پیوسته باشد.

Harper و Williams (۲۰۰۱) به بررسی توزیع زمانی[1] و مکانی[2] *Acanthopleura japonica* و نرم‌تنان[3] مرتبط با آن‌ها در طول بیش از ۲۴ ماه در یک ساحل صخره‌ای نیمه گرمسیری[4] در هنگ‌کنگ پرداختند. بیشتر نرم‌تنان الگوی توزیع عمودی واضحی را نشان دادند که در هر فصل متفاوت بود. بسیاری از شکم‌پایان[5] جا به جا شونده، مانند *Monodonta labio*، *Cellana toreuma*، *Nerita albicilla* و *Thais clavigera*، در گرمای تابستان (ژوئن- سپتامبر) در مناطق پایین‌تر ساحل یافت شدند. اما، دامنه قلمروی آن‌ها در زمستان (دسامبر- مارس) افزایش داشت. کیتون‌های حاضر در شکاف‌های افقی در مقایسه با آن‌هایی که در شکاف‌های عمودی ساکن بودند، آب بدن بیشتری را در طی دوره‌های غوطه‌وری ازدست داده بودند و در تابستان، تمام شکم پایان سطوح افقی تلف شده بودند. آب منطقه و جنس بستر به وقوع پیوسته باشد. در این مطالعه، چنین نتیجه‌گیری شد که *A. japonica* در هنگام جزر، برای فرار از گرما و خشکی بدن، از ترک‌ها و شکاف‌هایی که در دسترس نرم‌تنان صدف‌دار نیست، استفاده می‌کند (بر اساس مشاهدات محیطی محقق). این توانایی به علاوه رژیم غذایی گیاه‌خواری، تغییرات فصلی جزئی در تراکم *Acanthopleura* و تسلط آن‌ها را در سواحل نواحی حاره توضیح می‌دهد.

در مطالعه حاضر و در ایستگاه‌های کنارک و پزم، *A. vaillantii* به دلیل توانایی در استفاده از پناهگاه‌های گسترده و به‌ویژه شکاف تخته سنگ‌ها و پراکنده شدن در ترک‌های افقی منطقه جزر و مدی، تبدیل به گونه‌ای پرتراکم در این دو ایستگاه شده است.

در این پژوهش، بیشترین مقدار تراکم *A. vaillantii* در فصل زمستان در ایستگاه رمین و در منطقه جزر و مدی با میانگین و انحراف معیار ۱/۴۶±۱۱/۲۷ فرد بر متر مربع و در مجموع، بیشترین میانگین و انحراف معیار تراکم در ایستگاه رمین در فصل زمستان ۹۸ و تابستان ۹۹، ۲/۶۷±۱۹/۱۵ فرد بر متر مربع بود. همچنین، کمترین مقدار تراکم *A. vaillantii* در ایستگاه کلبه غواصی، در فصل تابستان و بخش پایین جزر و مدی بود که می‌تواند به عنوان پاسخی به گرما و خشکی محیط و جنس بستر تلقی شود. در مطالعه حاضر، در ایستگاه‌های دریای بزرگ و رمین تعداد، بیشتر و اندازه نیز بزرگتر بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که این موضوع به وجود حوضچه‌های کوچک جزر و مدی دارای پوشش جلبکی اندک که باعث دوام و بقای گونه مورد نظر شده مرتبط باشد. ولی، در منطقه پایین جزر و مدی با پوشش جلبکی فراوان، تنوع کیتون با بقیه ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود. در این منطقه، تعداد، کمتر از منطقه جزر و مدی، اندازه، کوچک‌تر و پراکنش عمودی بیشتر بود که به نظر می‌رسد بر اثر ضربه

[1] Temporal
[2] Spatial
[3] Molluscs
[4] Semi-exposed tropical
[5] Gastropods

مکانیکی امواج، الگوی پراکنش این کیتون‌ها تحت تأثیر قرار گرفته است.

Liversage و Benkendorff (۲۰۱۳) به بررسی ارتباط نوع پوشش بستر صخره‌ای با فراوانی کیتون‌ها در دو منطقه در جنوب استرالیا پرداختند. در مناطقی که آن‌ها بررسی کردند بیشترین فراوانی کیتون در مناطقی بود که تخته‌سنگ‌های مستحکم و ثابت داشتند. این الگو در تخته‌سنگ‌ها و مناطق مختلف متغیر بود. این نتایج نشان داد که هنگام بررسی الگوهای محیط‌زیستی و فرایندهای مربوط به نرم‌تنان و برنامه‌ریزی برای ذخایر دریایی برای محافظت از بی‌مهرگان نادر در صخره‌های منطقه جزر و مدی، باید نوع سنگ بستر مورد توجه قرار گیرد.

در ایستگاه‌های رمین و دریای بزرگ، پراکنش و فراوانی کیتون‌ها در سواحل صخره‌ای سخت و یکپارچه، زیاد و الگوی پراکنش در دو فصل در این مناطق مشابه هم بود. تعداد و توزیع پراکندگی با افزایش دما و شدت امواج کاهش می‌یابند (Benkendorff & Liversage, 2013). ولی کیتون‌های بزرگتر به دلیل ذخیره آب بیشتر و قدرت چسبندگی بالاتر، دارای مقاومت و پایداری بیشتری در برابر گرما و موج بودند.

برای جمعیت *A. vaillantii* نیز به خصوص، در زمستان و در ایستگاه‌های رمین و دریای بزرگ، پویایی و تراکم بیشتری مشاهده شد. دو فاکتور مهم در رشد کیتون‌ها دما و دسترسی به مواد مغذی می‌باشد (Sajadi *et al.*, 2009). در مطالعه حاضر بر اساس نتایج اختلاف معنی‌داری بین دما در بین فصول مشاهده نگردید ($P>0/05$) ولی در ایستگاه‌های فوق شرایط محیطی و تراکم جلبکی مناسبی وجود داشت. اما در ایستگاه تیس با توجه به پوشش جلبکی اندک، موجود در بین تخته سنگ‌های محدود منطقه جزر و مدی، تنها توانسته بود به بقای خودش ادامه بدهد. در ایستگاه‌های کنارک و پزم به‌دلیل توانایی استفاده از فضای بین تخته سنگ‌ها و تناسب با اندازه بدن و مقاومت در برابر فعالیت‌های انسانی، دارای تراکم بالایی در منطقه بودند. در شکل ۷ در بررسی بیشترین فاکتور محیطی تأثیرگذاری بر تراکم در کل فصول مشخص گردید اسیدیته تأثیر مستقیم و پس از آن دما و شوری اثر منفی قوی بر توزیع این گونه کیتون دارند که با نتایج Benkendorff و Liversage (۲۰۱۳) همخوانی دارد. این موضوع با نتایج Adeli و همکاران (۲۰۱۹) که ارتباط معنی‌داری را بین پارمترهای مختلف محیطی از جمله اکسیژن محلول، pH و دمای آب با همدیگر و با تغییرات ساختاری جمعیت ماکروبنتوزها گزارش نکرده‌اند کاملاً در تضاد می‌باشد. در صورتی‌که در گزارشات مختلف ارتباط بین پارامترهای محیطی و تغییرات ساختاری و فراوانی ماکروبنتوزها به اثبات رسیده است (Wang *et al.*, 2012). بنابراین به نظر می‌رسد کیفیت آب بر پراکنش جمعیت کیتون‌های منطقه مورد مطالعه اثرگذار باشند. از طرفی نتایج مطالعه سال Khaleghi و همکاران (۲۰۱۳)، نشان داد که تراکم و پراکنش در ماه‌های مختلف سال می‌تواند الگوی خاصی نداشته باشد. زیرا، جانوران دریایی در مکان‌های مختلف به یک شکل رفتار نمی‌کنند و الگوهای اکولوژیک می‌تواند به طور زمانی و از مکانی به مکان دیگر تغییر کند. به این ترتیب، رفتارها و الگوهای جمعیتی توسط عوامل زیستی و غیر زیستی (مانند غذا و استرس فیزیکی) تنظیم می‌شود.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد که کیتون‌ها در زیستگاه‌های صخره‌ای یافت می‌شوند و در صورت وجود حوضچه در صخره‌های ساحلی (مانند ایستگاه‌های رمین و دریای بزرگ)، ضربه شدید امواج مانعی برای پراکنش آن‌ها نخواهد بود و باعث نفوذ بیشتر آن‌ها به سمت منطقه بالای جزر و مدی خواهد شد. زیرا برخورد شدید امواج به صخره‌های ساحلی، منطقه پاشش ساحلی را در منطقه جزر و مدی گسترده‌تر کرده بود. از میان عوامل محیطی، توپوگرافی منطقه (راستای هندسی شکاف‌ها، وجود استخرهای جزر و مدی، اندازه و نوع تخته سنگ و پوشش جلبکی) و دما بر الگوی توزیع و پراکنش کیتون *A. vaillantii* مؤثر بود. به طوری که، در دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد (در فصل زمستان و در سواحل میانی مکران) کیتون‌ها پویایی بیشتری از خود نشان دادند. همچنین مشاهده شد که کیتون‌ها چرنده‌اند و رژیم غذایی ثابتی ندارند. چون، در مناطق دارای پوشش جلبکی فقیر، به وفور نمونه‌های درشت‌تر و بزرگ‌تر حضور داشتند. پیشنهاد می‌گردد با توجه به پراکنش جانوران دریایی در اسکله‌ها و سایر سازه‌های ساحلی، اثر آلودگی فلزات سنگین بر الگوی پراکنش کیتون‌ها مطالعه شود.

منابع

1. **Avila-Poveda, O.H., 2020**. Large-scale project 'Chiton of the Mexican Tropical Pacific': *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora). Research Ideas and Outcomes, 6, e60446.
2. **Adeli, M., Hedayati, S. A., Pouladi, M. and Adeli, Z., 2019.** Seasonal compositio n, abundance, and biodiversity of benthos assemblages in Gorganroud River, Golestan Province, Journal of Animal Environment, 11(3), 303-310. (In Persian)
3. **Bahmani Konestani, B., 2016**. Studying and investigating the strategic importance of the northern shores of the Oman Sea (Makoran) on Iran's sustainable economic, political and security-defense development. The 4th International Oceanographic Conference of the Persian Gulf, Tehran. (In Persian)
4. **Camus, P.A., Navarrete, A.H., Sanhueza, A.G., and Opazo, L.F., 2012**. Trophic ecology of the chiton Acanthopleura *echinata* on Chilean rocky shores. Revista Chilena de Historia Natural, 85(1): 123-135.
5. **Darianbard, A., 2015**. The first report of the species *Parascolopsis baranesi* in Oman Sea. Research and development in livestock and aquatic affairs, year 19(1): 9-14. (In Persian)
6. **Grayson, J.E. and Chapman, M.G., 2004.** Patterns of distribution and abundance of chitons of the genus *Ischnochiton* in intertidal boulder fields. Austral Ecology, 29(4), 363-373.
7. **Harper, K.D. and Williams, G.A., 2001**. Variation in abundance and distribution of the chiton *Acanthopleura japonica* and associated molluscs on a seasonal, tropical, rocky shore. Journal of Zoology, 253(3), 293-300.
8. **Hedayati Fard, M., Yusuf-Tabar Miri, N. and Fadavi, A., 2015**. Changes in sensory indicators and microbial population of Amur fish fillet (*Ctenopharyngodon idella*) under thermal drying process and storage at 4 degrees. Journal of Food Microbiology, 3(2):11-23. (In Persian)
9. **Jörger, K.M., Meyer, R. and Wehrtmann, I.S., 2008**. Species composition and vertical distribution of chitons (Mollusca: Polyplacophora) in a rocky intertidal zone of the Pacific coast of Costa Rica. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88(4), 807-816.
10. **Khaleghi, M., Safahieh, A., Sawari, A., Dostshanas, B. and Aoufi, F., 2013.** Investigation of density and distribution pattern and stability of sea cucumber (*Holothuria insignis*: Holothuroidea) in the intertidal areas of the Gulf. Chabahar Animal Environment Scientific-Research Quarterly, 3(2):17-24.
11. **Liversage, K. and Benkendorff, K., 2013**. A preliminary investigation of diversity, abundance, and distributional patterns of chitons in intertidal boulder fields of differing rock type in South Australia. Molluscan Research, 33(1), 24-33.
12. **Loghmani, M. and Sadeghi, P., 2014**. Investigating the distribution and diversity of hard corals in Chabahar Bay (Sea of Oman). Animal Environment Scientific Research Quarterly, 7(4):105-116. (In Persian)
13. **Loghmani, M., Zabihi, F. and Attaran Freeman, G., 2018.** Investigating the effect of monsoon on zooplankton biodiversity of the eastern coast of Chabahar (Makoran Sea). Animal Environment Scientific Research Quarterly, 11(3): 327-334.
14. **Martínez, M.L., Intralawan, A., Vázquez, G., Pérez-Maqueo, O., Sutton, P. and Landgrave, R., 2007.** The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. Ecological economics, 63(2-3), 254-272.
15. **Okusu, A., Schwabe, E., Eernisse, D.J. and Giribet, G., 2003**. Towards a phylogeny of chitons (Mollusca, Polyplacophora) based on combined analysis of five molecular loci. Organisms, Diversity & Evolution, 3(4), 281-302.
16. **Sadeghi, P. and Loghmani, M., 2010.** First record of *Acanthopleura vaillantii* (Mollusca: Polyplacophora) from Iran – Chabahar Bay in the Oman Sea. Marine Biodiversity Records, 3(1), 1-2.
17. **Sajjadi, N., Eghtesadi-Araghi, P., Jamili, S., Hashtroodi, M., Farzadnia, S. and Mashinchian, A., 2009.** Seasonal Variations of n-6: n-3 Ratios and Fatty Acid Compositions in Foot and Tissue of Chiton lamyi in a High Primary Productivity Area. American Journal of Environmental Sciences, 5(3), 278-284.
18. **Yaqubzadeh, M., Mashhadi Rafiei, M., Hachit, M. and Danehkar, A., 2022.** Classification of physical sensitivity of coastal banks of Sistan and Baluchistan province based on Environmental Sensitivity Index (ESI). Scientific Quarterly of Marine Science and Technology, 26(104):64-76. (InPersian)

2023, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

Investigating Ecological Factors in Temporal and Spatial Changes of *Acanthopleura Vaillantii* Species in The Middle Shores of Makoran Sea, Sistan and Baluchistan Province

Mustafa Bahrebar [1], Mohammad Mansour Tootooni [1], Mehran Loghmani *[1]

1*- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

Original Article

Received: 2024.01.17

Accepted: 2024.02.24

Keywords:
Makoran
Chabahar
Chiton
Acanthopleura vaillantii
Biometry

Abstract

Introduction: Chitons are marine molluscs, mostly grazers, resistant to tidal conditions and often living in crevices of rocks. The Oman Sea is located in the southeast of Iran and the northwest of the Indian Ocean and is heavily influenced by the monsoon winds of the Indian Ocean. Due to the occurrence of the monsoon process, the Makoran Sea has a rich variety of marine species, including molluscs. The aim of the present research was to investigate the density and distribution *of Acanthopleura vaillantii* in the beaches of Pozm, Konarak, Tis, Kolbe Ghawasi, Darya Bozorg and Ramin in winter 2018 and summer 2019.

Materials and Methods: In this study, the density and distribution of *A. vaillantii* was investigated in transects perpendicular to the sea and in the tidal zone, using a quadrat (1*1 m^2). in the tidal zone of six stations on the coasts of Pozm, Konarak, Tis, Kolbe Ghavasi, Darya Bozorg and Ramin. A number of samples in each station were taken to the laboratory to measure biological parameters such as length, total wet weight, soft tissue moisture content, tissue moisture percentage and dry weight percentage. In each station, physical and chemical factors of water (temperature-salinity and acidity) were measured and recorded by WTW device.

Results: Investigations showed that the highest average density in the winter of 2018 was in Ramin station and was equal to 11.27 ± 1.46 m^2. In total, Ramin station had the highest average density in winter and summer with a value of 19.15 ± 2.67 m^2. Also, the lowest average density was related to the diving hut station in summer and the first transect of the lower part of the tide, which was not recorded due to the presence of a sandy bed. In total, the average density for two seasons was 0.85 ± 0.26 m^2 at the Kolbeh ghavasi station. Also, the statistical test showed a significant difference between the stations ($P<0.05$). The biological parameters showed that in Tis station, in winter and summer respectively, the maximum average length was

* Corresponding Author's email: loghmani.mehran@gmail.com

53.56±4.25 and 58.2±4.53 mm, weight was 23.19±7.43 and 22.8±51. 28.28 grams and at the Kolbeh ghavasi station for winter, the lowest average length was 32 ± 2.14 mm and weight was 2.99 ± 0.85 grams. In the Big Darya station, for summer, the lowest average length and weight were 43.44 ± 4.21 mm and 16.53 ± 4.89 grams, respectively.

Discussion: According to the results of other researchers, Tis station has high biodiversity, but the results of the present study showed that in this station, *A. vaillantii* samples had more weight and length despite the lower density (probably due to competition). Also, there was more density and distribution in the crevices of rocks and tidal pools with algal cover and temperature of 22 to 26 degrees Celsius.