بررسی پراکنش زمانی مکانی اویستر صخره‌ای *Saccostrea cucullata* در سواحل خلیج فارس

- **روح‌الله زارع**: گروه زیست شناسی‌دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، صندوق پستی: ۳۹۹۵
- **احسان کامرانی***: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، صندوق پستی: ۳۹۹۵
- **علی نصرالهی**: گروه زیست شناسی و زیست فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران، کد پستی: ۶۹۴۱۱- ۱۹۸۳۹
- **Roger L. Mann** :Department of Fisheries Science, Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, Virginia, USA, 23062

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۶

چکیده

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به پراکنش زمانی و مکانی اویستر صخره‌ای یا خوراکی، *Saccostrea cucullata* در امتداد خط ساحلی خلیج فارس از استان هرمزگان تا استان خوزستان انجام شد. نمونه‌ها با استفاده از پرتاب تصادفی کودرات با اندازه ۲۵/. مترمربع و در منطقه بین جزر و مدی از زمستان ۱۳۹۴ تا پاییز ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. براساس نتایج، بیش‌ترین مقدار طول اویسترها در جزیره هرمز و ۵۵/۴۲ میلی‌متر به‌دست آمد. بدین‌صورت که در فصل بهار، تابستان و زمستان، کم‌ترین مقدار طول و عرض در بندر عامری و کم‌ترین مقدار وزن خشک و تر در بندرعباس ثبت شد. در فصل پاییز ایستگاه بندرعباس کم‌ترین مقادیر اندازه‌گیری شده برای وزن خشک پوسته، وزن تر کل، طول و عرض نمونه‌های مورد مطالعه را به‌خود اختصاص داد. نتایج بررسی رابطه بین شاخص‌های محیطی اندازه‌گیری شده با وزن خشک پوسته، وزن تر کل، طول و عرض نمونه‌ها نشان داد که تنها طول و وزن تر با شوری و دما رابطه معنی‌دار دارند. با این وجود در نگاه کلی رابطه عکس ولی قوی بین شوری با طول و عرض نمونه‌ها براساس آنالیز CCA مشاهده شد. هم‌چنین دما نیز رابطه عکس قوی با طول و عرض و ضعیف‌تری با وزن خشک و وزن تر نشان داد. با توجه به فراوانی قابل توجه جمعیت‌های اویستر در برخی از مناطق خلیج فارس، اهمیت بیش‌تر این موجودات مشخص گردیده و لزوم مدیریت منابع آن‌ها و حتی امکان‌سنجی پرورش آن‌ها را آشکار می‌سازد.

کلمات کلیدی: اویستر صخره‌ای، پراکنش، خلیج فارس، CCA

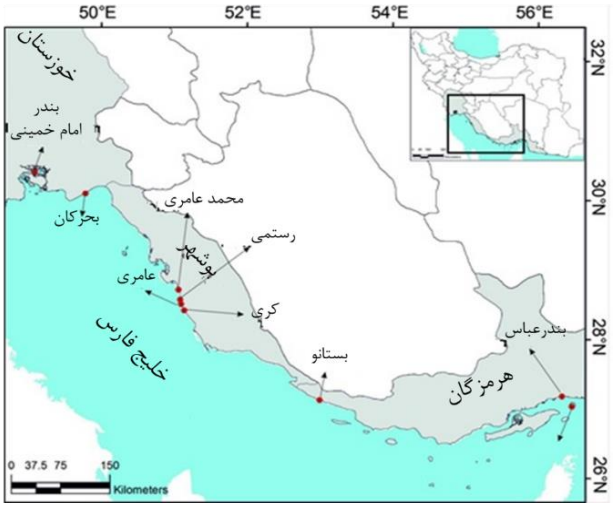
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: eza47@yahoo.com

مقدمه

صدف‌های دوکفه‌ای ازجمله جانوران غالب مناطق جذر و مدی می‌باشند. بهره‌برداری از صدف‌های مناطق جزر و مدی از دیرباز در تمامی نقاط جهان امری پیوسته و پایدار بوده است (Gasper و همکاران، ۲۰۰۱). اما با این‌حال، بهره‌برداری از صدف‌های دوکفه‌ای در ایران به‌طور اقتصادی انجام نمی‌پذیرد. صدف‌های دوکفه‌ای علاوه بر نقش مهم‌خود در زنجیره غذایی، عملکرد مهمی در حل شدن کربنات کلسیم زیستی در محیط آبی دریاها و خنثی شدن اسیدهای ضعیف تولید شده طی عمل تنفس موجودات دارند (Feely و همکاران، ۲۰۰۴؛ Rost و Riebessel، ۲۰۰۴). امروزه به‌دلیل افزایش میزان CO2 جوی و اسیدی شدن آب‌های آزاد، اهمیت صدف‌های دوکفه‌ای در مباحث بوم‌شناختی اهمیت بیش‌تری پیدا کرده است. در سال‌های اخیر توسعه سواحل باعث تشدید تخریب اکوسیستم‌های دریایی شده است. منابع دریایی در سطح جهانی درنتیجه عدم مدیریت کافی در حال کاهش هستند، به‌طوری‌که امکان حفظ سلامت و بهره‌برداری پایدار از منابع را با خطر مواجه می‌نماید(Foley و همکاران، ۲۰۱۰). به هرحال باید توجه داشت اجرای مدیریت اکوسیستم نیازمند دانش کافی در حوزه آن اکوسیستم و به‌ویژه زیستگاه مطلوب گونه هدف و پراکنش آن در ارتباط با متغیرهای محیطی است (Thrush و Dayton، ۲۰۱۰). به‌علاوه اطلاع از پراکنش گونه مورد مطالعه و شرایط محیطی به‌همراه سایر شاخص‌های بوم‌شناختی برای حفاظت و مدیریت آن گونه بسیار ضروری است(Hermosilla و همکاران، ۲۰۱۱). پژوهش‌های محدودی در ارتباط با شناسایی و پراکنش گونه‌های صدف در خلیج‌فارس انجام پذیرفته است. نیامیمندی (۱۳۸۹) و (۱۳۹۰) به‌ترتیب پراکنش گونه‌های *Pinctada* spp. و *Pinctada radiata* و *Solen brevis* را در سواحل استان بوشهر مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که سواحل گناوه بیش‌ترین تنوع زیستی را با توجه به جمعیت‌های دوکفه‌ای‌ها (۴۹٪) دارا می‌باشد. در ادامه، مهم‌ترین مناطق پراکنش صدف‌زنده *Melalis* در سواحل گسیر، بوپاتیل، بردخون و کالو بود. نیامیمندی و همکاران(۱۳۹۲)در پژوهشی دیگر به شناسایی و پراکنش صدف‌های خوراکی و تزئینی در خط ساحلی استان بوشهر، خلیج فارس پرداختند و گزارش کردند که مهم‌ترین مناطق پراکنش صدف زنده *Melalis* در سواحل بوپاتیل، گسیر، کالو، پیازی و بردخون و منطقه پراکنش ونوس مخطط خشن در منطقه گسیر بود. هم‌چنین صدف محار در سواحل گناوه دیده شد. مهم‌ترین مناطق پراکنش صدف‌های تزئینی در خطوط ساحلی گلستان و نایبند قرار گرفته بودند که در منطقه نایبند ۷۴ درصد گونه‌ها را صدف‌های زیتونی (*Olividae*) تشکیل می‌دادولی در سواحل گلستان صدف‌های کالیست (*Veneridae*) ۵۰ درصد گونه‌ها را شامل می‌شدند. با این‌حال تاکنون پژوهشی در مورد پراکنش گونه *S. cucullata* در سواحل خلیج فارس انجام نشده است. پژوهش حاضر برای اولین‌بار و با هدف دستیابی به الگوی پراکنش این گونه در خلیج فارس در فصول مختلف پرداخته است.

مواد و روش‌ها

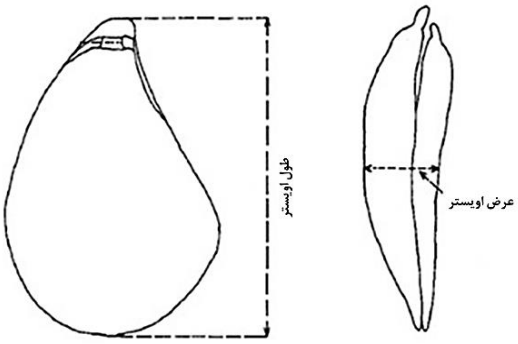
انتخاب نقاط نمونه‌برداری در ابتدا با شناسایی نقاط تراکمی گونه‌ها مشخص شد. در این راستا، از اطلاعات موجود و راهنمایی از افراد بومی استفاده گردید و مناطقی که فراوانی اویسترها بیش از صد اویستر در هر کوادرات بود به‌عنوان مناطق نهایی نمونه‌برداری انتخاب گردیدند. از نمونه‌برداری در سه استان ساحلی در امتداد سواحل خلیج‌فارس انجام شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در پژوهش حاضر بدین‌صورت بودند: استان هرمزگان: پارسیان (بندر جواد الائمه)، جزیره هرمز، بندرعباس؛ استان بوشهر: بندر عامری، بندر رستمی، بندر کری، دلوار (بندر محمد عامری) و استان خوزستان: بندر امام خمینی، بحرکان (هندیجان) (شکل ۱).در بین ایستگاه‌های مذکور، دو ایستگاه جزیره هرمز و بندرعباس دارای صخره‌های طبیعی بودند و در سایر مناطق نمونه‌های اویستر از روی صخره‌های اسکله و یا تاسیسات قدیمی و ستون‌های بزرگ فلزی (بندر امام خمینی) جمع‌آوری شدند.



شکل۱: نقاط نمونه‌برداری از جمعیت‌های اویستر *S. Cucullata* در طول سواحل خلیج‌فارس (زمستان ۱۳۹۴ تا پاییز ۱۳۹۵)

نمونه‌ها با استفاده از پرتاب تصادفی کودرات و در منطقه بین جزر و مدی انتخاب شدند. در انتخاب اندازه کوادرات از یک کوادرات ۰/۲۵ مترمربع (۰/۵متر×۰/۵متر) استفاده شد. با این وجود بسته به میزان فراوانی اویسترها می‌توان از کوادرات‌های بزرگ‌تر یا کوچک‌تر نیز استفاده کرد (Baggett و همکاران، ۲۰۱۴). برای جداسازی اویسترها

از قلم فلزی و چکش استفاده شد. عملیات نمونه‌برداری به‌صورت فصلی از زمستان ۱۳۹۴ شروع و در پاییز ۱۳۹۵ خاتمه یافت. در هر ایستگاه نمونه‌های موجود در هر کوادرات شمارش شده تا از این طریق داده‌های فراوانی افراد به‌دست بیاید و سپس از ۳۰ اویستر برای انجام عملیات زیست‌سنجی استفاده شد.وزن خشک و تر برای پوسته و بافت و خاکستر نیز برای نمونه‌ها در هر ایستگاه محاسبه شد. وزن صدف‌ها با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول کل آن‌ها با دقت نزدیک به میلی‌متر اندازه‌گیری شد. آنالیزهای مختلف طولی مانند شکل ۲ انجام پذیرفت.

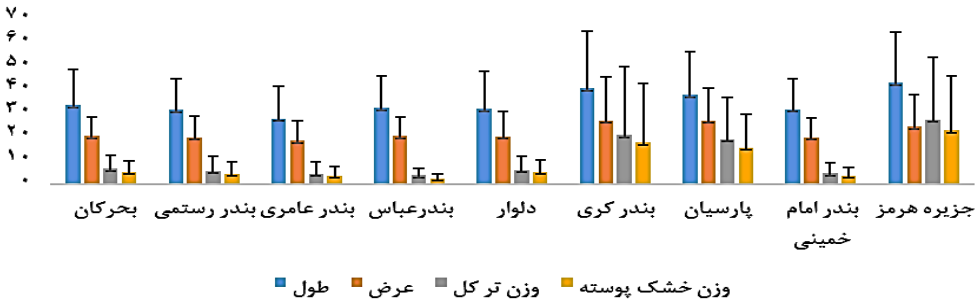


شکل ۱: نحوه اندازه‌گیری ارتفاع، طول و عرض پوسته‌های صدف (Galtsoff، ۱۹۶۴)

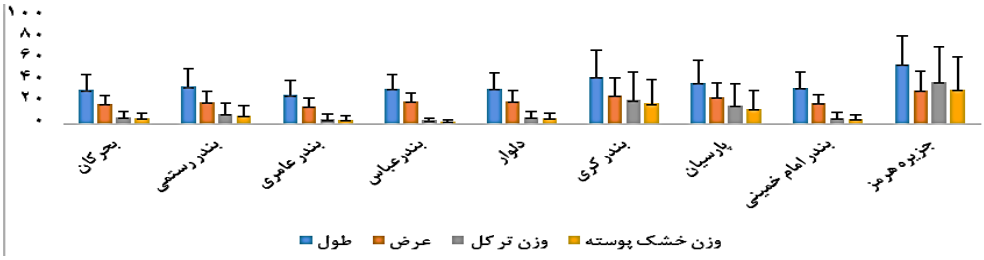
پارامترهای محیطی دما، شوری، اکسیژن و pH توسط دستگاه پرتابل Professional Plus (Pro Plus) Multiparameter Instrument اندازه‌گیری شد.جهت تعیین ارتباط بین پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده با پارامترهای زیست‌سنجی اویسترها، از آنالیز CCA (Canonical Correspondence Analysis)، آزمون تطبیقی متعارف) استفاده گردید. با این‌حال قبل از انجام این آزمون، آنالیز گرادیانت انجام شد و نتیجه حاصل برابر با ۳/۵ بود و لذا این نتیجه نشان‌دهنده آن بود که هر دو آنالیز CCA و RDA (Redundancy Analysis) مطلوب می‌باشند. از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۳ و R تحت پکیج vegan برای آنالیز CCA استفاده شد (Oksanen و همکاران، ۲۰۱۵).

نتایج

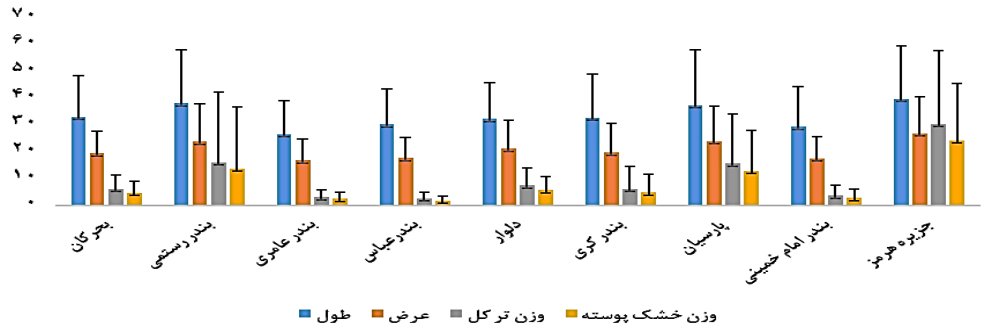
تغییرات وزن خشک پوسته، وزن تر کل، طول و عرض نمونه‌های مورد مطالعه در ایستگاه‌های مختلف در شکل‌های ۳ الی ۶ نشان داده شده است. برطبق نتایج، نمونه‌های مورد مطالعه در ایستگاه جزیره هرمز، بیش‌ترین وزن خشک پوسته (۳۵/۴۴ گرم)، وزن تر کل (۳۹/۶۲ گرم)، طول (۵۵/۴۲ میلی‌متر) و عرض (۳۱/۳۵ میلی‌متر) را در بین تمامی ایستگاه‌ها در فصول مختلف داشتند. به‌عبارت دیگر افراد موجود در جزیره هرمز اندازه بزرگ‌تری نسبت به نمونه‌های مشابه در ایستگاه‌های دیگر داشتند. این درحالی بود که کم‌ترین مقادیر اندازه‌گیری شده برای فاکتورهای فوق در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول متفاوت، از تغییرات کم و بیش زیادی برخوردار بود. بدین‌صورت که در فصل بهار، تابستان و زمستان، کم‌ترین مقدار طول و عرض در بندرعامری و کم‌ترین مقدار وزن خشک و تر در بندرعباس ثبت شد. در فصل پاییز ایستگاه بندرعباس کم‌ترین مقادیر اندازه‌گیری شده برای وزن خشک پوسته، وزن تر کل، طول و عرض نمونه‌های مورد مطالعه را به‌خود اختصاص داد.



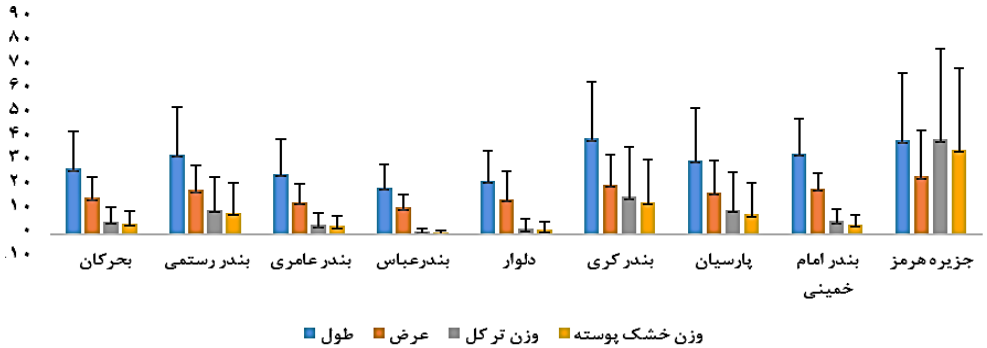
شکل ۲: تغییرات وزن خشک پوسته، وزن تر کل، عرض و طول نمونه های مشاهده شده در ایستگاه‌های مختلف در فصل بهار



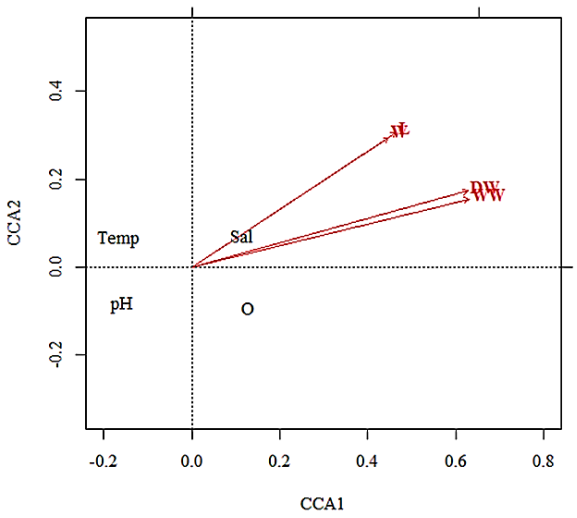
شکل ۳: تغییرات وزن خشک پوسته، وزن تر کل، عرض و طول نمونه های مشاهده شده در ایستگاه‌های مختلف در فصل تابستان



شکل ۴: تغییرات وزن خشک پوسته، وزن تر کل، عرض و طول نمونه‌های مشاهده شده در ایستگاه‌های مختلف در فصل زمستان



شکل ۵: تغییرات وزن خشک پوسته، وزن تر کل، عرض و طول نمونه های مشاهده شده در ایستگاه‌های مختلف در فصل پاییز



شکل ۶: نمودار آنالیز CCA بر حسب طول (L)، عرض (W)، وزن خشک (DW) و وزن تر (WW) نمونه‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها

شکل ۷ نتایج بررسی رابطه بین پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده با وزن خشک پوسته، وزن تر کل، طول و عرض نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. براساس نتایج آنالیز CCA، تنها طول و وزن تر با شوری و دما رابطه معنی‌دار نشان دادند. با این وجود در نگاه کلی رابطه عکس ولی قوی بین شوری با طول و عرض نمونه‌ها براساس آنالیز CCA مشاهده شد. هم‌چنین دما نیز رابطه معکوس قوی با طول و عرض و ضعیف‌تری با وزن خشک و وزن تر نشان داد. در ادامه، pH نشان داد که رابطه معکوس بسیار قوی‌تری نسبت به شوری با طول و عرض نمونه‌ها دارد. اما این فاکتور تنها در آنالیز خطی RDA اثر معنی‌داری نشان داد و در شکل غیرخطی اثر معنی‌دار را بروز نداد.

بحث

نتایج حاکی از آن بود که صدف‌ها از نظر وزنی و طولی در جزیره هرمز اندازه‌های بیش‌تری داشتند. مشخصاً غالبیت افراد بزرگ‌تر در جمعیت نشان از عدم بهره‌برداری از آن جامعه و یا به‌عبارت دیگر، چرخه دینامیک مطلوب در آن جامعه است (Pauly، ۱۹۸۴). علاوه بر این، نبود افراد بزرگ‌تر نیز در جمعیت صدف‌ها می‌تواند به‌دلیل ایجاد اختلال در یکی از مراحل تولیدمثل، مرحله بستر نشینی لاروها، بقاء لاروها و نرخ مرگ و میر در جمعیت باشد (Dye، ۱۹۸۹). Ashja Ardalan (۱۹۹۹) پراکنش و زیست‌شناسی رشد اویستر صخره‌ای را در سواحل دریای عمان مطالعه کرد. وی در این مطالعه یک‌ساله به بررسی پارامترهای جمعیتی اویسترهای صخره‌ای پرداخت و هم‌چنین شاخص‌های تولیدمثلی و فراوانی گونه‌های هم‌زیست با اویسترها را

ارزیابی نمود. براساس این مطالعه، پنج تا شش گروه مختلف طولی مشخص گردید و میزان رشد اویسترها در پایان سال اول زندگی ۳۰-۲۴ میلی‌متر محاسبه گردید. وی بیش‌ترین طول را برای *S. cucullata* برابر با ۹۲ میلی‌متر و فراوان‌ترین بازه طولی را بین ۳۵ تا ۶۰ میلی‌متر به‌دست‌آورد. در این مطالعه مشخص گردید که فصل تولیدمثل اویسترهای صخره‌ای در سواح جزر و مدی دریای عمان در بهار و در ماه‌های فروردین و اردیبهشت می‌باشد. وی از دو پارامتر شوری و دما به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر فرایندهای تولیدمثلی اویستر صخره‌ای نام برد که تاثیر این دو پارامتر محیطی بر الگوی پراکنش اویستر صخره‌ای در این مطالعه نیز مشخص گشته و هم‌راستا با نتایج به‌دست آمده از مطالعه Ashja Ardalan (۱۹۹۹) می‌باشد. به‌نظر می‌رسد در هر دو منطقه جزیره هرمز و سواحل صخره‌ای دریای عمان واقع در چابهار و لیپار به‌دلیل عدم دخالت فعالیت‌های انسانی و نبود آلودگی، اویسترها علی‌رغم فراوانی کم‌تر دارای اندازه‌های بزرگ‌تری می‌باشند. گرامی (۱۳۹۵) اظهار داشت که در مقایسه با دیگر زیستگاه‌های موجود در آب‌های استان هرمزگان، زیستگاه جزیره هرمز کم‌تر دستخوش تغییرات انسانی قرار گرفته و شرایط زیستگاه مناسب‌تری دارد. در دو ایستگاه بندرعباس و بندر امام خمینی که بسیار پر تردد بوده و به‌دلیل جمعیت انسانی بالا در دو منطقه، سواحل آن‌ها دستخوش تغییرات بسیاری شده است، کم‌ترین میزان طول و عرض همراه با وزن را ارائه دادند. دلایل تغییرات مکانی زمانی جوامع، به‌عنوان تغییرات در همگنی زیستگاه تفسیر می‌شوند (Beisel و همکاران، ۱۹۹۸) و شامل تغییرات در شوری (Dunlop و همکاران، ۲۰۰۸)، تغییرات در میزان مواد آلی (Bunn و Boone، ۱۹۹۳)، جنس رسوبات بستر (Clup و همکاران، ۱۹۸۳)، میزان اکسیژن (Suresh و همکاران، ۱۹۹۲)، و از همه مهم‌تر، آلودگی می‌باشند (Thorne و Williams، ۱۹۹۷). از آن‌جا که هیچ‌کدام از این عوامل در این پژوهش اندازه‌گیری نشدند لذا نمی‌توان به‌طور قاطع دلیل تفاوت مکانی را عنوان نمود. با این‌حال در پژوهش‌های گذشته آلودگی‌های میکروبی و یا فلزات سنگین بیش از اندازه مجاز را در ساحل بندرعباس و بندرامام خمینی گزارش شده است (نوان مقصودی، ۱۳۷۶؛ عبدالهی‌ماموان، ۱۳۸۸). در سواحل خلیج فارس شاخص‌های محیطی در سواحل عمدتاً در یک بازه قرار دارد و تفاوت‌های فاحشی دیده نمی‌شود. لذا می‌توان اظهار داشت که آلودگی اصلی‌ترین عامل تغییرات در اندازه و توده زنده جمعیت باشد.

نتایج حاکی از ارتباط عکس طول و وزن تر با شوری و دما بود. نتایج این تحقیق هم‌راستا با Davenport و Wong (۱۹۹۲) بود که به بررسی تاثیر شاخص‌های محیطی بر گونه *S. cucullata* پرداختند. اصلی‌ترین عاملی که باعث محدودیت دمایی برای رشد صدف *S. cucullata* گزارش شده است، از دست دادن آب در دماهای بالا است. از طرف دیگر افزایش دما، افزایش شوری را نیز در پی دارد که سیستم گردش مواد را در صدف مختل می‌کند (Potter و Hill، ۱۹۸۲). لذا در سیستم‌های مدیریت منابع صدف، این دو شاخص محیطی بیش از پیش بایستی درنظر گرفته شوند.

در گذشته عمده تلاش‌های انجام شده جهت احیاء و بازسازی اجتماعات اویستری در راستای اهداف شیلاتی و به‌منظور بهره‌برداری از آن‌ها صورت می‌گرفت. با افزایش یافتن آگاهی‌ها در مورد نقش مهم بوم‌شناختی این جانوران و فواید اکوسیستمی آن‌ها، تلاش‌های امروزی در راستای ارتقاء دادن خدمات بوم‌شناختی این جمعیت‌ها تاکید دارد (Coen و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه انجام شده توسط Grabowski و همکاران (۲۰۰۷) به هفت نقش مهم و تاثیرگذار بوم‌شناختی زیستگاه‌های اویستر تاکید شده است: ۱) تولید اویستر، ۲) تصفیه آب، ۳) تامین زیستگاه بی‌مهره‌های اپی‌بنتیک، ۴) تامین مواد غذایی جانوران دیگر، ۵) تقویت تولید و رشد ماهی‌ها، ۶) تثبیت و پایدارسازی زیستگاه‌های مجاور و خط ساحلی و ۷) تنوع بخشیدن به اکوسیستم و سیمای کلی ساحل. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که علی‌رغم وجود آلودگی‌های مختلف در برخی از زیستگاه‌های صدف‌های خوراکی، این موجودات به‌دلیل سازگاری بالا در تحمل شرایط متغیر محیطی مانند دما و شوری قادر به ادامه حیات بوده و فراوانی قابل توجه در برخی از مناطق اهمیت بیش‌تر این موجودات، لزوم مدیریت منابع و حتی امکان‌سنجی پرورش این گونه را آشکار می‌سازد.

منابع

۱. **عبدالهی‌ماموان، س.، ۱۳۸۸.** پایش زیستی فلزات جیوه، سرب، کادمیوم و آلومینیوم با استفاده از بارناکل در منطقه بندرامام خمینی (ره). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۱۰ صفحه.

۲. **نوان‌مقصودی، م.، ۱۳۷۶.** بررسی مقادیر آلودگی ناشی از هفت عنصر سنگین (As, V, Cd, Cr, Hg, Pb, Ni) و هیدروکربن در بندرهای شهید رجایی و شهید باهنر، بندرعباس. رساله دکترای تخصصی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۰ صفحه.

۳. **گرامی، م.ح.، ۱۳۹۵.** تعیین اثرات صید میگو بر تنوع و تراکم زمانی- مکانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی در صیدگاه‌های میگوی استان هرمزگان، خلیج فارس. رساله دکترای تخصصی. دانشگاه گنبد کاووس. ۱۰۹ صفحه.

۴. **نیامیندی، ن.، ۱۳۸۹.** پراکنش گونه‌های مختلف صدف محار مرواریدساز (*Pinctada* spp.) و تخمین فراوانی صدف محار *Pinctada radiate* (Learch, 1814) در سواحل استان بوشهر. پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۱.

۵. **نیامیندی، ن.، ۱۳۹۰.** ارزیابی ذخایر صدف ملالیس (*Solen brevis* Gray, 1832) در سواحل استان بوشهر، خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۰، شماره ۱، صفحات ۱۲۳ تا ۱۳۴.

۶. **نیامیمندی ن.؛ یاراحمدی ا. و تنگستانی ع.، ۱۳۹۲.** شناسایی و پراکنش صدف‌های خوراکی و تزئینی در خط ساحلی استان بوشهر، خلیج فارس. دوره ۴، شماره۱۵، صفحات ۵۵ تا ۶۶.

۷. **Ashja Ardalan, A., 1999.** Distribution and growth biology of rock oyster *Saccostrea cucullata* in the Oman Sea. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 175 p.

۸. **Baggett, L.P.; Powers, S.P.; Brumbaugh, R. and and Morlock, S., 2014.** Oyster habitat restoration monitoring and assessment handbook. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA. 96 p.

۹. **Beisel, J.N.; Usseglio-Polatera, P.; Thomas, S. and Moreteau, J.C., 1998.** Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. Hydrobiologia. Vol 389, No. 3, pp: 73-88.

۱۰. **Bunn, S.E. and Boon, P.I., 1993.** What sources of organic carbon drive food webs in billabongs? A study based on stable isotope analysis. Oecologia. Vol. 96, No. 6, pp: 85-94.

۱۱. **Coen, L.D.; Bolton-Warberg, M. and Stephen, J.A., 2006.** An Examination of Oyster Reefs as a Biologically-Critical Estuarine Ecosystems. Final Report, Grant R/ER-10, Submitted to the South Carolina Sea Grant Consortium. 214 p.

۱۲. **Culp, J.M.; Walde, S.J. and Davies, R.W., 1983.** Relative importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate microdistribution. Can. J. Fish. Aqu. Sci. Vol. 40, No. 10, pp: 1568-1574.

۱۳. **Davenport, J. and Wong, T.M., 1992.** Effects of temperature and aerial exposure on three tropical oyster species, Crassostrea belcheri, Crassostrea iradelei and Saccostrea cucullata. J. Therm. Boil. Vol. 17, No. 3, pp: 135-139.

۱۴. **Dunlop, J.E.; Horrigan, N.; McGregor, G.; Kefford, B.J.; Choy, S. and Prasad, R., 2008.** Effect of spatial variation on salinity tolerance of macroinvertebrates in Eastern Australia and implications for ecosystem protection trigger values. Environmental Pollution. Vol. 151, No. 3, pp: 621-630.

۱۵. **Dye, A.H., 1989.** Studies on the ecology of *Saccostrea cucullata* (Born, 1778) (Mollusca: Bivalvia) on the east coast of southern Africa. African Zoology. Vol. 24, No. 2, pp: 110-115.

۱۶. **Feely, R.A.; Sabine, C.L.; Lee, K.; Berelson, W.; Kleypas, J.; Fabry, V.J. and Millero, F.J., 2004.** Impact of anthropogenic CO_2 on the $CaCO_3$ system in the oceans. Science. Vol. 305, pp: 362-366.

۱۷. **Foley, M.M.; Halpern, B.S.; Micheli, F.; Armsby, M.H.; Caldwell, M.R.; Crain, C.M.; Prahler, E.; Rohr, N.; Sivas, D. and Steneck, R.S., 2010.** Guiding ecological principles for marine spatial planning. Marine Policy. Vol. 34, No. 5, pp: 955-966.

۱۸. **Gaspar, M.B.; Santos, M.N. and Vasconcelos, P., 2001.** Weight–length relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast (southern Portugal). J. Marine Biol. Association of the UK. Vol. 81, No. 5, pp: 805-807.

۱۹. **Grabowski, J.H. and Peterson, C.H., 2007.** Restoring oyster reefs to recover ecosystem services. In: Cuddington, K., J. E. Byers, W.G. Wilson, and A. Hastings (eds). Ecosystem Engineers: concepts, theory and applications. Elsevier Academic Press, Amsterdam. pp: 281-298.

۲۰. **Hermosilla, C. and Valavanis, F.V., 2011.** Assessing Octopus vulgaris distribution using presence-only model methods. Hydrobiologia. Vol. 670, No. 1, pp: 35-47.

۲۱. **Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R. and Legendre, P., 2015.** Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-0. http://CRAN.R-project.org/package = vegan

۲۲. **Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. Vol. 8, 325 p.

۲۳. **Petroody, A.; Ashrafi, S.; Eagderi, S. and Khazaee, M., 2013.** Investigation of body size effect on bioaccumulation pattern of Cd, Pb and Ni in the soft tissue of rock oyster *Saccostrea cucullata* from Laft Port. J. Persian Gulf. Vol. 4, No. 14, pp: 39-45.

۲۴. **Potter, M.A. and Hill, B.J., 1982.** Heat mortality in the Sydney rock oyster, *Saccostrea* (*Crassostrea*) *commercialis* and the effectiveness of some control measures. Aquaculture. Vol. 29, pp: 101-108.

۲۵. **Rost, B. and Riebesell, U., 2004.** Coccolithophores and the biological pump: responses to environmental changes, Springer, Berlin, Germany. 125 p.

۲۶. **Shirneshan, G.; Bakhtiari, A.R.; Kazemi, A.; Mohamadi, M. and Kheirabadi, N., 2012.** Oyster Saccostrea cucullata as a biomonitor for Hg contamination and the risk to humans on the coast of Qeshm Island, Persian Gulf, Iran. Bull. Envir. Contam. Toxicol. Vol. 86, No. 6, pp: 962-966.

۲۷. **Suresh, K. and Shafiq, A.M., 1992.** Durairaj G. Ecology of interstitial meiofauna at Kalpakkam coast, east coast of India, Indian. J. Marine Sci. Vol. 21, pp: 217-219.

۲۸. **Thorne, R. and Williams, P., 1997.** The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. Freshwater Biology. Vol. 37, No. 3, pp: 671-686.

۲۹. **Thrush, S.F. and Dayton, P.K., 2010.** What Can Ecology Contribute to Ecosystem-Based Management? Annual Review of Marine Science. Vol. 2, No. 1, pp: 419-441.