



شناسایی ارتباط بین متغیرهای زیست محیطی با ساختار جوامع کف‌زی در یک اکوسیستم ساحلی تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی؛ مطالعه موردی خلیج‌نای بند (شمال خلیج فارس)

مرضیه رزاقی^{۱*}، محمد رضا شکری^۲، احمد سواری^۳، جمیله پازوکی^۲

^۱گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

^۲دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

^۳دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

تاریخچه مقاله: چکیده

در این مطالعه اثر آلاینده‌های احتمالی موجود در منطقه پارس جنوبی بر تنوع گونه‌ای و فراوانی جوامع کف‌زی ناحیه زیر جزرومدی خلیج‌نای بند و عسلویه بررسی شد. سه ایستگاه با درجات متفاوت آسیب‌پذیری نسبت به فعالیت‌های صنایع نفت و گاز انتخاب شد؛ ایستگاه ۱ به عنوان شاهد، ایستگاه ۲ به عنوان ایستگاه با تأثیر پذیری متوسط و ایستگاه ۳ به عنوان ایستگاه به شدت تحت تأثیر. نمونه برداری از رسوب در هر ایستگاه در دو فصل زمستان و تابستان (۱۳۸۹-۱۳۸۸) توسط گرب و ون وین با سطح ۰/۰۴ متر مربع صورت گرفت. بیشترین تعداد افراد در مترمربع (۲۱۷۲)، تعداد گونه (۶۸)، شاخص تنوع شانون (۳/۴۹) و یکنواختی پیلو (۰/۸۶) در ایستگاه شاهد و به دنبال آن ایستگاه ۳ و ۲ مشاهده شد. همچنین همبستگی معنی‌داری بین تغییرات فاکتورهای محیطی و فلزات سنگین و تغییرات ساختار جمعیت بی‌مهرگان مشاهده گردید. در مجموع سه ایستگاه همبستگی معنی‌دار بین فاکتورهای محیطی سختی کل، پتانسیل احیاء، مقدار فسفات و فلز مس با ساختار جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی به دست آمد. مطالعه حاضر نشان داد که آشفستگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی و انسانی تا حدی بر روی فاکتورهای محیطی اثر گذاشته که به تبع آن اثراتی را بر روی جوامع کف‌زی به دنبال دارد.

دریافت: ۹۲/۰۸/۰۴

اصلاح: ۹۲/۱۰/۱۸

پذیرش: ۹۲/۱۱/۰۲

کلمات کلیدی:

جوامع کف‌زی

بی‌مهره

خلیج‌نای بند

تنوع

مقدمه

مشکل بزرگ مناطق ساحلی آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی است که وارد محیط‌های آبی می‌شوند. رسوبات محل تجمع و ته‌نشست ترکیباتی است که در ستون آب وجود دارد. آلاینده‌ها باعث تغییر کیفیت آب شده و در نتیجه بر روی جوامع زیستی نیز تأثیر می‌گذارند. ارزیابی وضعیت‌های محیطی و اکولوژیکی در چنین محیط‌هایی با مطالعه جوامع دریایی امکان‌پذیر است.

ماکروبن‌توزها به دلیل زندگی در مرز مشترک آب و رسوب، عدم امکان فرار از شرایط غیرمناسب به دلیل تحرک اندک و داشتن چرخه‌ی زندگی نسبتاً طولانی به عنوان نشانگرهای قدرتمندی برای بررسی وضعیت سلامت اکوسیستم‌های آبی هستند

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Marzieh.razaghi@gmail.com

(Reiss and Kroncke, 2005). همچنین، این جوامع بیشترین ترکیبات زیستی پایدار در جوامع آبی هستند که می‌توانند برای ارزیابی‌های بیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرند (Dauvin, 2007). توزیع و پراکنش جوامع کفزی در ارتباط نزدیک با فاکتورهای محیطی هستند (Morrisey et al., 2003). بر این اساس مطالعه متغیرهای محیطی در تغییر جوامع کفزی به عنوان یک روش بیولوژیکی به منظور شناسایی استرس‌های محیطی پیشنهاد می‌شود.

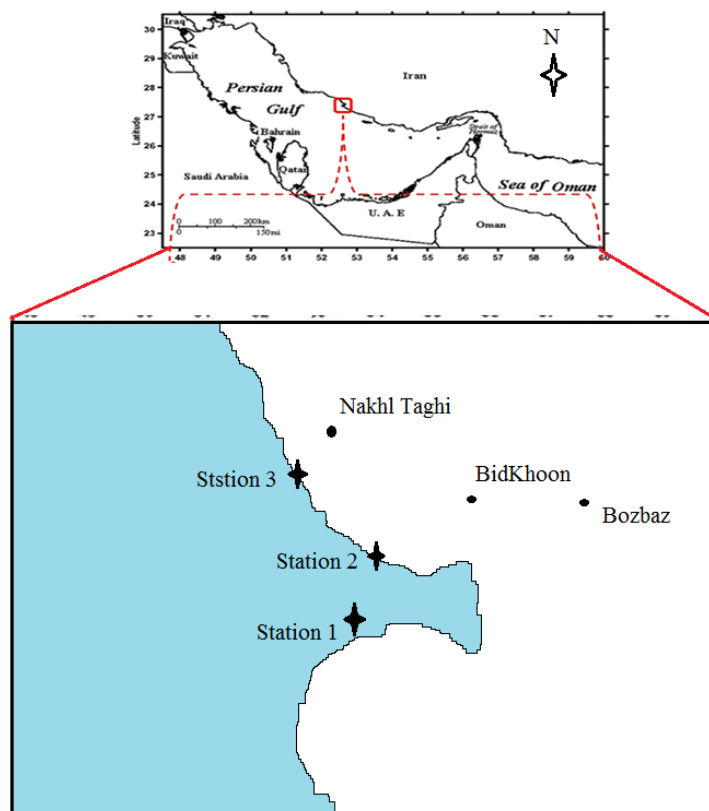
منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در مهر ماه ۱۳۶۷ توسط شرکت نفت و گاز پارس جنوبی و به منظور فراهم آوردن شرایط مناسب جهت سرمایه‌گذاری در زمینه نفت، گاز و پتروشیمی و صنایع وابسته ایجاد شد. افزایش فعالیت‌های صنعتی و پالایشگاهی در منطقه ویژه منجر به افزایش آلاینده‌های مختلف در این منطقه شده است. خلیج نای بند از جهت وجود جنگل‌های حرا، آبسنگ‌های مرجانی، محل تخم‌ریزی لاک‌پشت‌ها و همچنین وجود تأسیسات گازی پارس جنوبی که یکی از مهمترین منابع آلودگی در منطقه محسوب می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گسترش و تجمع آلاینده‌های دریایی ناشی از فعالیت‌های صنعتی منطقه پارس جنوبی در این خلیج باعث شده که چرخه تنوع زیستی اکوسیستم حرای نای بند به عنوان یک منطقه حفاظت شده در معرض تهدید دائمی قرار گیرد. با توجه به اهمیت این منطقه ساحلی، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر آلاینده‌های احتمالی موجود در منطقه پارس جنوبی بر تنوع گونه‌ای و فراوانی جوامع بی‌مهره کف‌زی ناحیه زیرجزرومندی منطقه خلیج نای بند و عسلویه و شناسایی متغیرهای زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی که جوامع کفزی این منطقه را تحت تأثیر می‌گذارد، در منطقه خلیج نای بند و عسلویه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

خلیج نای بند در پارک ملی ساحلی-دریایی نای بند دارای وسعت ۳/۴۱ کیلومتر مربع، عرض دهانه ۷۴۰۰ متر و طول نوار ساحلی ۷۵/۲۰ کیلومتر در ردیف خلیج‌های کوچک ساحلی در ۲۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر بوشهر قرار دارد (عباس‌پور و بردستانی، ۱۳۸۵). در این مطالعه سه ایستگاه با درجات متفاوت آسیب‌پذیری نسبت به فعالیت‌های صنایع نفت و گاز در این منطقه انتخاب شد. ایستگاه ۱ به عنوان ایستگاه شاهد در بخش جنوبی خلیج نای بند (هاله) در نظر گرفته شد، منطقه‌ای که از توسعه‌های نفتی حدود ۷/۷ کیلومتر فاصله داشت، ایستگاه ۲ به عنوان یک ایستگاه با تأثیرپذیری متوسط با فاصله حدود ۴ کیلومتر از ایستگاه ۳ و ایستگاه ۳ به عنوان ایستگاه به شدت تحت تأثیر انتخاب شد (شکل ۱).

در هر ایستگاه شوری آب توسط شوری سنج (Refractometr) (REF 211)، pH و پتانسیل احیا توسط پی‌اچ متر (HI 8014) و اکسیژن محلول و دما توسط دستگاه پرتابل (HI 9143) اندازه‌گیری شد. نمونه برداری آب از عمق ۱/۵ متر توسط بطری نمونه بردار روتنر، انجام گرفت. نمونه‌ها در بطری‌های پلی‌اتیلن ریخته شد و در محیط تاریک و خنک نگه‌داری شدند و در ادامه جهت سنجش برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و نوترینت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز فاکتورهای سختی کل (مجموع منیزیم و کلسیم آب)، کدورت (شفافیت آب)، BOD₅ (اکسیژن مورد نیاز اعمال بیولوژیک)، COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)، آمونیاک، نیترات، نیتريت، فسفات بر اساس روش‌های استاندارد (Clesceria et al., 1998) انجام پذیرفت.

نمونه برداری از رسوب در هر ایستگاه در دو فصل تابستان و زمستان (۱۳۸۸-۱۳۸۹) توسط گرب و ون وین با سطح ۰/۰۴ متر مربع و به صورت ۳ تکرار برای هر آنالیز (دانه بندی رسوب، مواد آلی و فلزات سنگین) صورت گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از تثبیت به آزمایشگاه انتقال داده شد و توسط کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی گردیدند. میزان درصد مواد آلی با روش فیزیکی سوختن و دانه بندی رسوب با روش متداول استفاده از الک تعیین گردیدند (Holme and McIntyre, 1984). غلظت کل فلزات سنگین در رسوبات توسط هضم اسیدی در این مطالعه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین بر اساس نوع فلز مورد مطالعه، روش‌های مختلف آماده‌سازی نمونه وجود دارد. به منظور هضم رسوب جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین به جز جیوه از روش معرفی شده توسط (Yap et al., 2002) و اندازه‌گیری فلز جیوه توسط روش ارائه شده توسط (ROPME, 1999) استفاده گردید. پس از هضم تعداد کافی نمونه‌ها، آنها را به دستگاه جذب اتمی مدل SavantAA_Σ تزریق و غلظت فلزات قرائت گردید.



شکل ۱. موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری

تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزارهای آماری SPSS 18، Excel 2010 و PRIMER 5 (Clarke and Warwick, 2001) صورت گرفت. فراوانی، غنای گونه‌ای، شاخص‌های تنوع شانون و یکنواختی پیلو در هر ایستگاه با استفاده از برنامه PRIMER 5 محاسبه شد. برای تعیین همبستگی فاکتورهای محیطی با ساختار گونه ای بی مهرگان کفزی در هر ایستگاه از BIOENV برنامه PRIMER 5 استفاده شد. آنالیز BIOENV با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن تطابق بین ماتریس اقلیدسی نرمال شده عوامل محیطی و ماتریس عدم شباهت داده های گونه ها (بر اساس ریشه چهارم فراوانی بی مهرگان کفزی) را می‌سنجد. فاکتورهای محیطی که در این بررسی لحاظ شدند عبارت بودند از: دما، شوری، pH، اکسیژن محلول، BOD 5، COD، پتانسیل احیاء، هدایت الکتریکی، کدورت، سختی کل، مقدار مواد معلق، نوترینت ها، دانه بندی رسوب، مقدار مواد آلی رسوب، مقدار فلزات سنگین در رسوب به استثنای داده‌های دما و pH به منظور نرمال کردن سایر داده های فاکتورهای محیطی از روش لگاریتمی استفاده گردید.

نتایج

مقادیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در پیوست ۱ آب گزارش شده است. این فاکتورها در آزمون BIOENV به منظور شناسایی عوامل محیطی موثر بر جوامع ماکروبنیتیک مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز دانه بندی رسوبات منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داد که بالاترین میزان درصد دانه بندی رسوب مربوط به ذرات بین ۲-۰/۰۶۳ میلی متر بود، لذا بستر منطقه ی مورد مطالعه از جنس ماسه و شن می باشد. دامنه درصد مواد آلی در رسوبات بین ۷/۱۰٪ - ۳/۷۱٪ بود. بالاترین مقدار درصد مواد آلی مربوط به ایستگاه ۳ (۵/۶۳±۰/۷۳) و کمترین مقدار مربوط به ایستگاه ۱ (۴/۱۱±۰/۴۳) بود که بالاترین میزان درصد شن را به خود اختصاص داده بود.

دامنه، میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در رسوبات منطقه مورد مطالعه برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم نمونه خشک برای فلزات سنگین (کادمیوم، روی، سرب، نیکل و مس) و بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم نمونه خشک برای فلز جیوه ارائه شده است (جدول ۱). بر اساس این جدول بیشترین مقادیر جیوه در ایستگاه ۳ و بیشترین مقادیر نیکل، سرب و روی در ایستگاه ۱ بوده است. همچنین حداکثر مقادیر فلز کادمیوم و مس در ایستگاه ۲ مشاهده شده است.

جدول ۱. دامنه، میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در رسوبات منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Hg
ایستگاه ۱	۳۸/۴۴±۰/۳۷	۳/۳۲±۰/۱۳	۴/۱۳±۰/۲۴	۵/۰۹±۰/۰۴	۰/۵۵±۰/۱۶	۹۵/۴۴±۰/۵۰
ایستگاه ۲	۲۳/۱۳±۰/۰۴	۴/۵۲±۰/۹۵	۲/۶۲±۰/۷۱	۱/۷۰±۰/۹۷	۰/۹۰±۰/۶۰	۸۸/۸۳±۰/۶۵
ایستگاه ۳	۱۳/۴۱±۰/۴۹	۲/۱۴±۰/۳۳	۱/۶۴±۰/۲۸	۱/۸۲±۰/۰۲	۱/۰۶±۰/۸۰	۹۹/۶۰±۰/۰۷

از مجموع ۴۴۶۱ (۳۶ نمونه گرب در ۳ ایستگاه مورد مطالعه) جانور بی مهره کفزی زنده جمع‌آوری شده، حدود ۱۰۰ گونه شناسایی شد که شامل ۴۲ گونه پلی‌کیت (۲۵/۶۲٪)، ۴۱ گونه نرم تن (۴۵٪)، ۱۰ گونه سخت پوست (۲۴/۲۷٪) و ۸ گونه متعلق به دیگر تاکسها (خارپوست ۳/۶٪) و نمرتا (۱/۳۱٪) بودند. گونه *Orchestia platensis* از راسته آمفی‌پودا و جنس *Callista* sp. از خانواده Veneridae به ترتیب با فراوانی (۱۰/۸۷٪) و (۸/۲۰٪) در میان بی‌مهرگان کفزی ناحیه زیر جزرومدی منطقه مورد مطالعه بالاترین فراوانی را به خود اختصاص داده بود. بیشترین تعداد افراد در مترمربع (۲۱۷۲) و تعداد گونه (۶۸) در ایستگاه شاهد و به دنبال آن ایستگاه ۳ (۱۱۷۰) فرد در مترمربع و ۵۶ گونه) و ایستگاه ۲ (۱۱۲۰) فرد در مترمربع و ۴۸ گونه) مشاهده گردید. بالاترین میزان شاخص تنوع شانون (۳/۰۴) در ایستگاه شاهد به دست آمد و در ایستگاه ۳ و ۲ به ترتیب دارای مقادیر ۲/۸۸ و ۲/۵۸ بود. همچنین بالاترین مقدار شاخص یکنواختی پیلو هم در ایستگاه شاهد (۰/۸۶) و سپس در ایستگاه ۲ (۰/۷۷) و ۳ (۰/۸۲) محاسبه گردید. نتایج حاصل از روش BIOENV نشان دهنده همبستگی معنی‌دار بین تغییرات فاکتورهای محیطی و فلزات سنگین و تغییرات ساختار جمعیت بی‌مهرگان در ایستگاه‌های مختلف بود (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج حاصل از آنالیز BIOENV برای بررسی تأثیر عوامل محیطی بر روی جوامع ماکروبنیتیک

ایستگاه	ضریب همبستگی	فاکتورهای مؤثر بر روی جوامع ماکروبنیتیک
۱	۰/۹۴	شن، پتانسیل احیا، فلز سرب
۲	۱/۰۰	مقدار گل و رس رسوب، کدورت، مقدار مواد معلق آب و فلز سرب
۳	۱/۰۰	مقدار گل و رس رسوب، آمونیاک و پتانسیل احیاء
مجموع سه ایستگاه	۰/۷۰	سختی کل، پتانسیل احیاء و مقدار فسفات آب

بحث

زیستگاه های ساحلی و مصب ها، محیط های پویا و با اهمیتی هستند که در معرض نوسانات زیاد پارامترهای غیر زیستی در رابطه با آشفستگی های دائم هستند (Turner *et al.*, 1995) که این امر به طور طبیعی منبع استرسی برای ارگانیسم ها به شمار می رود اما ورود نوترینت ها، مواد آلی و آلاینده های ناشی از فعالیت های انسانی می تواند شرایط محیطی را تا حد بیشتری تغییر دهد و تغییرات متفاوتی در جوامع جانوری منطقه نسبت به آنچه که به تنهایی از تغییرات طبیعی انتظار می رود ایجاد کند (Venturini *et al.*, 2004).

در این مطالعه بیشترین میزان تنوع برای ایستگاه ۱ و کمترین مقدار در ایستگاه ۲ به دست آمد. با توجه به دامنه تعریف شده برای شاخص شانون از نظر میزان آلودگی (مناطق با آلودگی شدید = $H' < 1$ ، آلودگی متوسط = $1 < H' < 3$ ، مناطق غیر آلوده = $H' > 3$) توسط Welch (۱۹۹۲) مشاهده می شود در ایستگاه شاهد که دور از تأسیسات پارس جنوبی انتخاب شده بود، شاخص تنوع، بیشتر از ۳ به دست آمد و به عبارتی این ایستگاه در ردیف مناطق غیر آلوده بر اساس این شاخص قرار می گیرد. برای دو ایستگاه دیگر که به تأسیسات پارس جنوبی نزدیک تر و یا تحت تأثیر فعالیت های ساخت و ساز و اسکله سازی قرار داشتند، مقادیر شاخص در حدود ۲/۵۸ به دست آمد که نشان دهنده وضعیت متوسط آلودگی می باشد. همچنین کمترین مقدار شاخص یکنواختی پیلو همانند شاخص تنوع شانون در ایستگاه ۲ مشاهده شد. شاخص یکنواختی پیلو تحت شرایط استرس کاهش می یابد. همچنین تنوع در جوامع بی مهرگان کفزی می تواند تحت تأثیر فاکتورهای طبیعی و انسانی قرار گیرد. آشفستگی های فیزیکی یکی از مهمترین اثراتی است که می تواند تنوع جوامع کفزی را در منطقه مورد مطالعه کاهش دهد (Muxika *et al.*, 2005). در منطقه مورد مطالعه در هنگام نمونه برداری فعالیت های ساخت و ساز سواحل و اسکله سازی در جریان بود که با کاهش شاخص تنوع در ایستگاه نزدیک به آن همراه بود.

در مطالعه حاضر ارتباط معناداری بین اجتماعات بی مهره کفزی و برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و رسوب مشاهده شد (جدول ۲). در مجموع سه ایستگاه ارتباط بین فاکتورهای محیطی (سختی کل، پتانسیل احیا و مقدار فسفات آب) و اجتماعات بی مهره کفزی مشاهده شد. در حقیقت، افزایش مقدار سختی کل و فسفات آب و کاهش پتانسیل احیا در منطقه مورد مطالعه سبب کاهش فراوانی و تنوع گونه ای می شود. افزایش مقدار سختی کل و فسفات آب می تواند ناشی از فعالیت های صنعتی و انسانی منطقه و پساب های خانگی و صنعتی باشد که وارد این اکوسیستم آبی می شود.

در هر ایستگاه هم به طور جداگانه ارتباط بین فاکتورهای آب و رسوب و جوامع کفزی بررسی شد و در ایستگاه ۱ بهترین ارتباط بین فاکتورهای مقدار حضور شن در رسوبات، پتانسیل احیا و فلز سرب به دست آمد (جدول ۲). مقدار شن در رسوبات در ایستگاه ۱ نسبت به دو ایستگاه دیگر بیشتر است. همچنین بیشترین مقدار فلز سرب در این ایستگاه مشاهده شد که می تواند به دلیل فعالیت های صیادی و بنزین قایق ها و پساب های شهری اهالی روستا باشد. در ایستگاه ۲ بهترین ارتباط بین فاکتورهای مقدار گل و رسوب، کدورت، مقدار مواد معلق آب و فلز سرب به دست آمد. در این ایستگاه در ناحیه ساحل، ساخت و سازهای اسکله سازی و استحصال زمین در دست اجرا بود که این امر به همراه پساب های صنعتی می تواند عامل افزایش کدورت و مقدار مواد معلق آب در این ایستگاه در زمان نمونه برداری باشد. افزایش مقدار سرب منطقه هم ناشی از فعالیت های صنعتی و تردد قایق ها می باشد. در ایستگاه ۳ بهترین ارتباط بین فاکتورهای مقدار گل و رسوب، آمونیاک و پتانسیل احیا به دست آمد. احتمالاً افزایش مقدار آمونیاک آب ناشی از فعالیت های صنعتی و پساب های خانگی و صنعتی می باشد. واضح و آشکار است که رسوبات دانه ریز همچون رس که دارای دانه هایی هستند که به یکدیگر چسبیده اند، ممکن است محل جوامع درون رسوب زی غنی باشد (Gray *et al.*, 1988). رسوبات در ایستگاه ۲ و ۳ در مقایسه با ایستگاه شاهد از درصد گل و رسوب بیشتری در رسوب برخوردار بودند که این امر می تواند دلیل ارتباط قوی تر جوامع ماکروبنیتیک در این دو ایستگاه با این فاکتور محیطی باشد.

در مطالعاتی که توسط Venturini (۲۰۰۴) و Mooraki (۲۰۰۹) بر روی جوامع ماکروبنیتیک ناحیه زیر جزر ومدی در ارتباط با آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی صورت گرفته، ارتباط نسبتاً قوی بین برخی فاکتورهای محیطی و جوامع بنیتیک مشاهده شده است. اما در مطالعه Agard (۱۹۹۳) بر روی ساختار جوامع ماکروبنیتیک دریایی در ارتباط با آلودگی، ارتباط نسبتاً ضعیفی ($P_w = 0.48$) بین فاکتورهای محیطی با ساختار جوامع ماکروبنیتیک به دست آمده بود.

فعالیت‌های انسانی احتمالاً سبب تغییراتی در فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و زیستی آب و رسوب می‌شوند که در نتیجه ترکیب و فراوانی گونه‌ای هم تغییر می‌کند (Warwick and Clarke, 1993). بنابراین، لازم است که برنامه‌های مدیریتی به منظور به حداقل رساندن آشفستگی در فاکتورهای محیطی برنامه ریزی و سازمان دهی شود. مطالعه حاضر نشان داد که آشفستگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی و انسانی تا حدی بر روی فاکتورهای محیطی اثر گذاشته که در نتیجه آن اثراتی را بر روی جوامع کفزی به دنبال دارد.

منابع

- عباس پور، م.، بردستانی، م.، ۱۳۸۵. شبیه‌سازی جریان‌های دریایی در منطقه حرا در خلیج‌های بند. چهاردهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک.
- Agard, J.B.R., Gobin., Warwick, R.M. 1993. Analysis of Marine macrobenthic community structure in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Marine Ecology Progress Series*. 92: 233-243.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Marine Ecology Progress Series*. 92: 221-231.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd edition. Primer-E Ltd. 176 p.
- Clesceria, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. 1998. Standard method for the examination of water and wastewater, APHA, WEF, AWWA. 20th edition. Washington DC. 528-748.
- Dauvin, J., Ruellet, T., Desroy, N., Janson, A. 2007. The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: Use of biotic indices. *Marine Pollution Bulletin*. 55: 241-257.
- Gray, J.S., Aschan, M., Carr, M.R., Clarke, K.R., Green, R.H., Pearson, T.H., Rosenberg, R., Warwick, R.M. 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/ Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Marine Ecology Progress Series*. 46: 151-165.
- Holme, N.A., McIntyre, A.D. 1984. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Mooraki, N., Esmali Sari, A., Soltani, M., Valinassab, T. 2009. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthos in a tidal creek in relation to industrial activities. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 6(4): 651-662.
- Morrissey, D.J., Turner, S.J., Mills, G.N., Williamson, R.B., Wise, B.E. 2003. Factors affecting the distribution of benthic macrofauna in estuaries contaminated by urban run-off. *Marine Environmental Research*. 55(2): 113-136.
- Muxika, I., Borja, Á., Bonne, W. 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*. 5: 19-31.
- Reiss, H., Kröncke, I. 2005. Seasonal variability of benthic indices: An approach to test the applicability of different indices for ecosystem quality assessment. *Marine Pollution Bulletin*. 50: 1490-1499
- ROPME, 1999. *Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Methods (MOOPAM)*. Regional organization for the protection of the marine environment, Kuwait. 483 p.

- Turner, S.J., Thrush, S.F., Pridmore, R.D., Hewitt, J.E., Cummings, V.J., Maskery, M. 1995. Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. *Marine Ecology Progress Series*. 120: 219–230
- Venturini, N., Muniz, P., Rodriguez, M. 2004. Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology*. 144(1): 119–126.
- Welch, E.B. 1992. Ecological effect and waste water. 2nd edition. 445 p.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R. 1993. Increased variability as symptom stress in marine communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 172(1-2): 215-226.
- Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G., Omar, H. 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International*. 28(1-2): 117-126.

پیوست ۱. مقادیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در منطقه مورد مطالعه (۱۳۸۸-۱۳۸۹)

	ایستگاه ۱ (فصل گرم)	ایستگاه ۱ (فصل سرد)	ایستگاه ۲ (فصل گرم)	ایستگاه ۲ (فصل سرد)	ایستگاه ۳ (فصل گرم)	ایستگاه ۳ (فصل سرد)
N-T (PPM)	۰/۸۹±۰/۰۶	۰/۵±۰/۱۴	۰/۸۸±۰/۲۲	۰/۶±۰	۰/۶۹±۰/۰۲	۰/۴۵±۰/۰۷
N-NO3 (ppm)	۰/۳±۰	۰/۰۰۲±۰/۰۰۲	۰/۴±۰/۲۸	۰/۰۰۴±۰	۰/۳±۰/۲۸	۰/۰۰۱±۰
N-NO2 (ppm)	۰/۰۰۲±۰	۰/۵۷۴±۰/۲۱	۰/۰۰۱۵±۰	۰/۵±۰	۰/۰۰۱±۰	۰/۵±۰/۰۳
N-NH3 (ppm)	۰/۰۰۲±۰	۰/۵۷۴±۰/۲۱	۰/۰۰۱۵±۰	۰/۵±۰	۰/۰۰۱±۰	۰/۵±۰/۰۳
T-P (ppm)	۰/۱±۰/۰۰۷	۰/۰۸±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۰۹	۰/۰۴±۰	۰/۱۱±۰/۰۱۸	۰/۰۵±۰/۱۹
TS (ppm)	۳۷۱۶۸/۰۵±۷۵۱/۵۸	۳۷۴۳۷/۵±۵۳۰/۳۳	۳۸۲۳۳/۴±۶۲۸/۷۵	۳۷۵۶۲/۵±۴۵۶/۴۵	۳۸۴۵۲/۶±۸۸/۶۷	۳۸۶۸۷/۵±۸۸۳
TSS (ppm)	۱۲/۰۵±۰/۳۶	۶/۲۵±۰/۶۳	۱۴/۹±۰/۲۸	۶/۱±۱/۱	۱۵/۱±۰/۲۸	۷/۰۵±۰/۲۱
TDS (ppm)	۳۷۱۵۶±۷۵/۹۴	۳۷۴۴۳/۷۵±۵۳/۹۶	۳۸۲۱۸/۵±۳۰۹/۰۰۵	۳۷۵۶۸/۶±۲۴۵/۲	۳۸۴۳۷/۵±۸۸/۳۸	۳۸۶۹۴/۵±۸۸۴/۰۹
COD (ppm)	۱۱۲/۶۵±۲۱/۹۸	۱۰۲/۱۱۶±۱۴/۷۳	۱۲۸/۰۵±۵۸/۴۷	۸۳/۳۶±۰	۱۷۰/۱۵±۱۳/۶۴	۱۶۶/۷۱±۱۱/۷۸
BOD5 (ppm)	۳۴/۴۵±۸/۹۸	۲۷/۷±۶/۳۶	۳۳/۳±۵/۵۱	۲۳/۰۴±۰	۳۸/۲۵±۰/۴۹	۳۶/۲۳±۰/۹۴
Total Hardness (ppm)	۹۳۰۰±۴۲۴/۲۶	۹۱۰۰±۲۱۲/۱۳۲	۹۶۵۰±۷۰/۷۱	۹۱۰۰±۰	۹۸۰۰±۰	۹۲۲۵±۱۰۶/۰۶
Turbidity (NTU)	۲/۱۵±۰/۰۷	۲/۲±۰/۰۷	۲/۹۵±۰/۲۱	۱/۴±۰	۳/۱±۰/۲۸	۱/۷±۰/۵۶
DO (ppm)	۸/۰۶±۰/۳۳	۶/۴۲±۰/۳۱	۷/۷۳±۰/۰۴	۶/۴۱±۰	۱۶/۲۶±۵/۷۱	۱۳/۱۵±۹
Redox	۶۱±۸/۴۸	۸۰/۱۲±۳/۵۷	۶۷/۵±۲/۱۲	۶۸±۰	۶۵±۱/۴۱	۷۳±۳/۵۳
Salinity (ppt)	۳۳/۲±۱/۲۷	۳۳/۴۵±۱/۳۴	۳۶±۰/۴۲	۳۴/۲±۰	۳۵/۷±۰/۱۴	۳۵/۸±۰/۸۴
pH	۷/۵۹±۰/۰۳	۸/۰۸±۰	۷/۹۹±۰/۰۱	۸/۸±۰	۷/۸۹±۰/۰۳	۷/۹۷±۰/۰۵
Temperature	۳۶/۷±۰/۵۶	۲۷/۷۵±۰/۰۷	۳۲/۷۵±۰/۰۷	۲۷/۱±۰	۳۷/۱±۰/۰۷	۲۶/۸±۰/۲۸

پیوست ۲. لیست گونه های شناسایی شده در ناحیه زیرجزرمدی خلیج نای بند و عسلویه

		ایستگاه ۱ (تاپستان)	ایستگاه ۱ (زمستان)	ایستگاه ۲ (تاپستان)	ایستگاه ۲ (زمستان)	ایستگاه ۳ (تاپستان)	ایستگاه ۳ (زمستان)
Annelida	<i>maladan</i> sp.	۱	۰	۰	۰	۰	۱
	<i>Lumbrineris</i> sp.	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	<i>Lumbrineris</i> sp.1	۱	۰	۰	۱	۱	۱
	<i>Lumbrineris</i> sp.2	۰	۰	۰	۰	۱	۱
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	۱	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Magelonia</i> sp.	۱	۰	۱	۰	۱	۰
	<i>Dorvillea</i> sp.1	۰	۰	۰	۱	۰	۰
	<i>Dorvillea</i> sp.2	۰	۰	۱	۰	۱	۰
	<i>Eulalia</i> sp.	۰	۰	۱	۰	۰	۰
	<i>Leocrates claparedii</i>	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	<i>Sablilla</i> sp.	۱	۰	۰	۰	۰	۱
	<i>Leocrates</i> sp.	۱	۰	۰	۰	۰	۱
	<i>Lopidontus</i> sp.	۱	۱	۰	۰	۱	۰
	<i>Scolelepis</i> sp.	۱	۰	۱	۱	۰	۱
	<i>Glycera</i> sp.	۰	۰	۰	۱	۱	۰
	<i>Nereis</i> sp.	۰	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Peinereis caltifera</i>	۰	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Syllidae</i> sp.	۰	۰	۰	۱	۱	۱
	<i>Capitella</i> sp.	۱	۱	۰	۰	۰	۰
	<i>Arabella</i> sp.	۰	۱	۰	۰	۰	۰
	<i>Syllis spongicola</i>	۱	۰	۰	۰	۰	۱
	<i>Syllis gracilis</i>	۰	۱	۰	۰	۱	۰
	<i>Syllis</i> sp.	۰	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Syllis</i> sp.1	۰	۰	۰	۱	۰	۰
	<i>Syllis</i> sp.2	۰	۰	۱	۰	۰	۰
	<i>Syllis</i> sp.3	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	<i>Syllis</i> sp.4	۱	۰	۱	۰	۰	۰
	<i>Syllis</i> sp.5	۰	۰	۰	۰	۰	۱
	<i>Syllis</i> sp.6	۰	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Nephtys tulearensis</i>	۱	۰	۱	۱	۰	۰
	<i>Nephtys</i> sp.	۱	۰	۰	۱	۰	۱
	<i>Nephtys</i> sp.1	۰	۰	۱	۰	۰	۰
	<i>Nephtys</i> sp.2	۰	۰	۱	۰	۰	۰
<i>Nephtys</i> sp.3	۰	۰	۱	۰	1	۰	
Mollusca	<i>Natica</i> sp.	۱	۰	۰	۱	۰	۱
	<i>Terebra nassoides</i>	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	<i>Cerithidae cingulata</i>	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	<i>Acteocina involata</i>	۱	۱	۰	۱	۱	۱
	<i>Turbo</i> sp.	۱	۰	۰	۰	۱	۰
	<i>Gibbula declivis</i>	۱	۰	۰	۱	۱	۱
	<i>Umbonium vestiarium</i>	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	<i>Cyclostroma</i> sp.	۱	۰	۰	۰	۱	۱

ادامه پیوست ۲.

	<i>Bothrosoma</i> sp.	۱	.	.	.	۱	۱
	<i>Turbonilla linjaica</i>	۱	.	.	۱	.	۱
	<i>Strombus persicus</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Septifer bilicularis</i>	۱	۱	.	.	.	۱
	<i>Vexillum</i> sp.	.	۱	.	.	.	.
	<i>Callista erycina</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Callista</i> sp.	۱	۱	۱	۱	۱	.
	<i>Katelysia</i> sp.	۱	.	.	.	.	.
	<i>Lima sowerby</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Timoclea</i> sp.	۱	.	۱	.	۱	.
	<i>Timoclea</i> sp.1	۱	.	.	.	.	.
	<i>Timoclea</i> sp.2	۱	۱	.	.	۱	.
	<i>Paphia</i> sp.	۱	.	.	.	.	.
	<i>Codakia tigerina</i>	۱	۱	.	۱	.	.
	<i>Rhiuoclaris kochi</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Asaphis deflorata</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Tapes</i> sp.	۱	.	.	.	.	.
	<i>Tapes</i> sp.1	۱	.	.	.	۱	.
	<i>Circenita callipyga</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Circe intermedia</i>	.	.	.	.	۱	.
	<i>Circe corugata</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Tellina inflata</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Grandidierella exilis</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Venus verrucosa</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Periglypta veticulata</i>	۱	.	.	.	.	.
	<i>Barbatia helblingii</i>	.	.	۱	.	.	.
	<i>Chiton lamyi</i>	۱	.	۱	۱	۱	.
	<i>Ischnochiton</i> sp.	۱	.	.	.	.	.
	<i>Dentalium longitrosus</i>	.	.	.	۱	.	۱
Arthropoda	<i>Seulocia</i> sp.1	.	۱	.	.	.	۱
	<i>Calappa</i> sp.	.	.	.	.	.	۱
	<i>Urothoe</i> sp.	۱	.	.	۱	۱	.
	<i>Cyclaspis picta</i>	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	<i>Uca</i> sp.	۱	.	.	.	.	.
	<i>Apanthura sandalensis</i>	.	.	۱	۱	.	.
	<i>Orchestia platensis</i>	۱	۱	۱	۱	۱	۱
Nemertea	<i>Penaeus</i> sp.	.	۱	.	۱	.	.
	<i>Lineus</i> sp.	.	.	۱	.	.	.
	<i>Lineus</i> sp.1	۱	.	.	۱	۱	۱
	<i>Lineus</i> sp.2	.	.	۱	.	۱	.
	<i>Nemertin</i> sp.	.	.	۱	.	.	.
Echinodermata	Echinoidea	.	.	.	.	۱	.
	<i>Ophioneris dubia</i>	۱	۱	۱	۱	۱	۱