ارزیابی کیفیت رسوبات سواحل بندرعباس با استفاده از برخی شاخص‌های اکولوژیک

شهره رشیدی[1*]
فلورا محمدی زاده[2]
کیوان اجلالی[3]

۱. گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
۳. پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، بندرعباس، ایران

* مسئول مکاتبات:
fmohammadi13@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۱۰۳۳۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۶

چکیده

قرارگیری سواحل بندرعباس در مجاورت انواع آلاینده‌ها مانند آلاینده‌های نفتی، فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها و احتمالاً تأثیر آن‌ها بر اجتماعات بنتیک، مطالعه بر تنوع و تراکم این اجتماعات را ضرورت می‌بخشد؛ بنابراین نمونه‌برداری و بررسی بر روی ماکروبنتوزها به‌منظور محاسبه برخی از شاخص‌های اکولوژیک (غنای گونه‌ای، شانون، سیمسون، تراز محیطی، برگر-پارکر و غالبیت K) برای تعیین کیفیت رسوب بستر ازنظر آلودگی در ۸ نقطه از مناطق ساحلی شامل اسکله شیلات، پارک دولت، اطراف هرمز، بین قشم و هرمز، لنگرگاه، سورو، اسکله پشت شهر و خورگورسوزان از فروردین تا شهریور ۱۳۹۲ به‌وسیله یک دستگاه نمونه‌بردار ون‌وین انجام شد. بیشترین و کمترین مقدار شاخص مارگالف با مقدار ۴/۸۳ و ۵/۶۸ به ترتیب مربوط به اطراف هرمز و خور گورسوزان، مقدار شاخص شانون متعلق به اسکله شیلات و لنگر گاه به ترتیب با مقادیر ۱/۴۲ و ۱/۰۵ مقادیر شاخص اونس که تلفیقی از دو شاخص بود متعلق به مناطق اسکله شیلات و لنگرگاه به ترتیب با مقادیر ۰/۸۳ و ۰/۶۱ بوده که در محدوده غیر آلوده قرار می‌گیرند. شاخص برگر- پارکر نیز در محدوده بین ۰/۱۴ و ۰/۱۹ قرار گرفت که به ترتیب متعلق به اسکله پشت شهر و لنگرگاه بوده و شاخص سیمپسون نیز در این مطالعه روندی مشابه شاخص برگر – پارکر داشته و مناطق مورد مطالعه از منظر این شاخص نیز غیر آلوده توصیف شدند. منحنی شاخص غالبیت کا نیز برای اسکله بشت شهر بد ولی برای سایر مناطق خوب برآورد شد. درنهایت منحنی فراوانی – وزن نیز برای کلیه مناطق به‌جز لنگرگاه بد برآورد شد. با توجه به اینکه ۷۰ در صد شاخص‌های مذکور به مناطق موردمطالعه ازنظر آلودگی امتیاز خوب اختصاص دادند بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این مناطق ازنظر آلودگی در وضعیت نامطلوبی قرار ندارند.

واژگان کلیدی: شاخص‌های اکولوژیک، اجتماعات بنتیک، رسوب، بندرعباس.

مقدمه

جوامعی از موجودات که بر روی و یا درون بستر پیکره آبی زندگی می‌کنند به‌عنوان بنتوزها شناخته می‌شوند. جمعیت کف زیان مختلط بوده و شامل طیف وسیعی از موجودات، شامل باکتری‌ها تا گیاهان (فیتوبنتوز) و جانوران (زئوبنتوز) با سطوح مختلفی از زنجیره غذایی می‌باشند. بی‌مهرگان کف زی به‌واسطه طرق مختلف غذایی مثل گوشت‌خواری، گیاه‌خواری، رسوب خواری، لاشه خواری، ریزه‌خواری و صافی خواری همچنین پیوند تولید اولیه با سطوح غذایی بالاتر و نیز یک منبع غذایی، مورداستفاده موجودات بزرگ‌تر مثل ماهی‌ها، نقش مهمی در تغییر و تحول اکوسیستم‌ها ایفا می‌کنند. این موجودات همچنین در ساختار بستر و آمیختن اکسیژن بستر از طریق بازسازی رسوبات نقش اساسی به عهده‌دارند. بعلاوه برخی از بی‌مهرگان کف زی، به‌ویژه صدف‌های خوراکی برای انسان‌ها مصرف خوراکی داشته و برخی دیگر مانند کرم‌ها در زمینه‌های تفریحی مثل ماهیگیری به‌عنوان طعمه کاربرد دارند. جمعیت‌های کف زی اغلب به‌عنوان شاخص‌های زیستی بکار برده می‌شوند

Archive of SID
www.SID.ir

چراکه این موجودات اطلاعات شرایط محیطی مفیدی را به دلیل میزان حساسیت هرگونه (گونه شاخص) و برخی از خصوصیات عمومی آن‌ها مثل تولید سیگنال‌های محیطی در یک مدت‌زمان طولانی، فراهم می‌سازند (Barnes, 2004) می‌سازند. اجتماعات بنتیک موجود در رسوبات نقش بسیار مهم و حیاتی در پویایی و پایداری اکوسیستم‌ها اعم از خوریات دریاها و سایر اکوسیستم‌های آبی دارند. به دلیل وجود تنوع بالا در تغذیه و زیستگاه در بین این موجودات جایگاه آن‌ها در زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی بسیار حساس و مهم است. حساسیت و مقاومت گروه‌های متفاوت بنتوز به آلاینده‌ها نسبت به سایر آبزیان به‌واسطه ارتباط مستقیم با رسوبات و حرکت کندشان سبب شده است تا امروزه از آن‌ها به‌عنوان نشانگرهای زیستی قوی جهت تعیین کیفیت اکوسیستم‌ها استفاده شود (Al-Rifaie *et al*., 2012). امروزه باور عمومی بر این است که نه‌فقط آنالیزهای شیمیایی بلکه روش‌های زیست‌شناختی نیز جهت ارزیابی سلامت اکوسیستم‌های دریایی لازم است. به‌کارگیری شاخص‌های زیستی در سطوح مختلف، سازمان‌دهی حیاتی از مولکول‌ها گرفته تا جوامع زنده، یکی از این روش‌ها به‌حساب می‌آید. شاخص زنده می‌تواند یک جاندار، گونه خاص و یا یک جامعه زنده بوده و توأماً هدف پایش زیستی و شیمیایی قرار گیرد (Widenfalk, 2002). بیشتر مطالعات بر جوامع کف زی در مناطق ساحلی خلیج‌فارس و دریای عمان به شناسایی و مطالعات بیولوژیک متمرکز بوده و کمتر به تحقیقات اکولوژیک پرداخته‌شده است. عمده‌ترین مطالعات بر بی‌مهرگان کف زی را می‌توان به مطالعات اجلالی در سال ۱۳۹۲، اصغری در سال ۱۳۹۰ که بر مطالعات اکولوژیک متمرکز بوده و مقدسی و همکاران (۱۳۸۳)، Shakori و همکاران (۲۰۰۱)، امینی یکتا (۱۳۹۳)، Samimi-namin و Ofwegene (۲۰۱۰)، Claereboudt و Al-Rashidi (۲۰۱۱) و جرجانی و همکاران (۱۳۸۷) که صرفاً به مطالعات تاکسونومیک پرداخته‌اند، اشاره نمود.

در مطالعه اخیر سعی بر آن است که ضمن معرفی برخی از شاخص‌های اکولوژیک مانند شاخص مارگالف (مبتنی بر غنای گونه‌ای)، شاخص شانون (مبتنی بر نحوه توزیع جمعیت هرگونه در اکوسیستم)، شاخص اونس (مبتنی بر غنای گونه و نیز نحو توزیع جمعیت)، شاخص سیمپسون (مبتنی بر غالبیت گونه‌ها)، شاخص برگر پارکر (مبتنی بر غالب‌ترین گونه)، شاخص ABC (مبتنی بر وزن و تراکم گروه‌ها) و شاخص غالبیت – کا (مبتنی بر تراکم جمعیت) که امروزه در ارزیابی کیفی اکوسیستم‌های آبی کاربرد فراوان دارند (Marques *et al*., 2009)، استفاده شود.

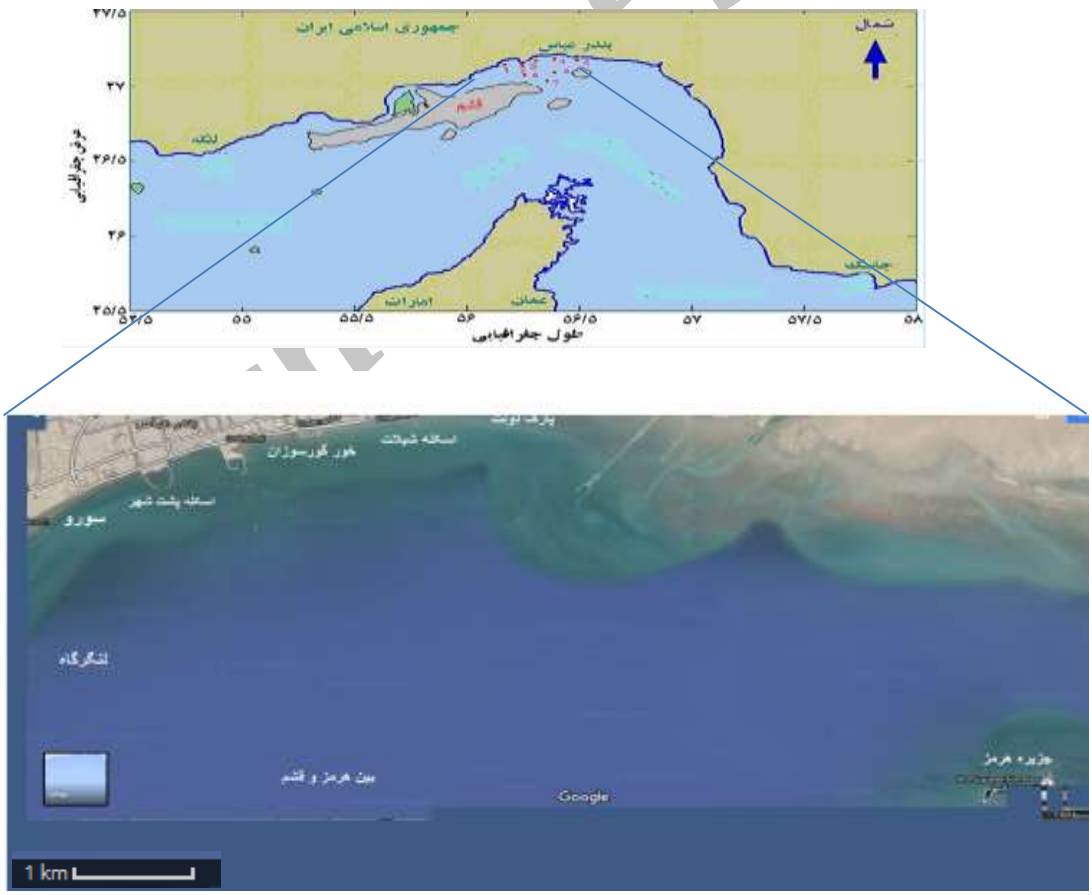
مواد و روش‌ها

مطالعه اخیر در مناطق اسکله شیلات، پارک دولت، جزیره هرمز، بین قشم و هرمز، لنگرگاه کشتی‌ها، سورو، اسکله پشت شهر و خورگورسوزان که به نظر می‌رسد بیشترین فشار ناشی از ورود پساب‌های شهری در حدفاصل این ایستگاه‌ها متمرکز گردیده است و به‌منظور بررسی و محاسبه شاخص‌های اکولوژیک جهت برآورد کیفیت رسوبات سواحل بندرعباس ازنظر آلودگی، نمونه‌برداری از جمعیت ماکروبنتوز با استفاده از رسوب‌گیر سطحی Van Veen با سطح مقطع ۰/۰۴ مترمربع از فروردین تا شهریور ۹۲ به‌صورت ماهانه انجام پذیرفت. گشت‌های دریایی و عملیات

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه‌برداری با استفاده از یک فروند قایق موتوری متعلق به پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان در ۸ ایستگاه مذکور (

شکل۱) و (جدول ۱) صورت گرفت.



شکل۱: موقعیت مناطق نمونه‌برداری.

www.SID.ir

نمونه‌های برداشت‌شده حاوی ماکرو بنتوزها در محل نمونه‌برداری به‌وسیله یک الک با چشمه ۵۰۰ میکرون با آب دریا شستشو داده شدند و سپس به ظروف پلی‌اتیلنی ۰/۵ لیتری منتقل شدند و بعدازآن با رزبنگال ۰/۲ گرم (Standard Method) در لیتر و الکل اتانول ۹۵ درصد به میزان دو برابر حجم رسوب رنگ‌آمیزی و فیکس شدند و نهایتاً مشخصات کامل و موردنیاز هر ایستگاه بر روی ظروف درج گردید. نمونه‌های ماکرو بنتوز و رسوبات به‌منظور شناسایی و بررسی به آزمایشگاه مرکز منتقل شدند. پس‌ازآن به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، رسوبات هر ظرف پس از شستشوی مجدد از الک ۵۰۰ میکرون عبور داده‌شده و پس از جداسازی موجودات از سایر مواد زائد و رسوبات، نمونه‌ها برای شناسایی به زیر استریو میکروسکوپ و میکروسکوپ منتقل شدند.

جدول ۱: نام، عمق و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عمق (متر)	عرض جغرافیایی (شمالی)			طول جغرافیایی (شرقی)		
			″ثانیه	′دقیقه	°درجه	″ثانیه	′دقیقه	°درجه
۱	اسکله شیلات	۲/۵	۳۴	۱۰	۲۷	۷	۱۹	۵۶
۲	پارک دولت	۲/۶	۲۲	۱۰	۲۷	۲۹	۲۰	۵۶
۳	جزیره هرمز	۷/۵	۴۷	۰۴	۲۷	۵۷	۲۳	۵۶
۴	بین قشم و هرمز	۲۰	۲۷	۰۱	۲۷	۰۴	۲۱	۵۶
۵	لنگرگاه کشتی‌ها	۱۸	۵۴	۰۳	۲۷	۱۰	۱۵	۵۶
۶	سورو	۲/۵	۴۹	۰۹	۲۷	۵۸	۱۴	۵۶
۷	اسکله پشت شهر	۵/۵	۱۰	۱۰	۲۷	۲۶	۱۶	۵۶
۸	خورگورسوزان	۴/۵	۳۴	۱۰	۲۷	۳۱	۱۷	۵۶

گروه‌های مختلف ماکروبنتوزی بعد از عملیات جداسازی، با استفاده از منابع و کلیدهای شناسایی معتبر و در دسترس از قبیل پرتاران (Grege and Pleijel, 2001)، نرم‌تنان (Bosch *et. al*., 1995) و (Bruyne, 2003)، سخت‌پوستان (Sterrer, 1986) و سایر ماکرو بنتوزها با استفاده از (Barnes, 2004) در سطح علمی جنس شناسایی‌شده و فراوانی آن‌ها به‌صورت عدد در مترمربع ثبت گردید. در بررسی وزن‌تر توده زنده، موجودات شناسایی‌شده هر دبه پس از آبگیری (Marques *et al*., 2009)، به‌وسیله ترازوی الکترونیکی Sartorius مدل TE1245 با دقت ۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم توزین شدند.

به‌منظور تعیین کیفیت مناطق نمونه‌برداری با استفاده از جمعیت ماکرو بنتوز از هفت شاخص اکولوژیک که پنج شاخص به‌صورت کمی (*جدول* ۲) و دو شاخص به‌صورت کیفی (شاخص غالبیت –کا و شاخص ABC) موردمحاسبه و تجزیه تحلیل قرار گرفتند.

به‌منظور تعیین کیفیت مناطق نمونه‌برداری با استفاده از جمعیت ماکرو بنتوز از هفت شاخص اکولوژیک که پنج شاخص به‌صورت کمی (جدول ۲) و دو شاخص به‌صورت کیفی (شاخص غالبیت –کا و شاخص ABC) موردمحاسبه و تجزیه تحلیل قرار گرفتند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲: شاخص‌های تنوع زیستی مبتنی بر تراکم جمعیت در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

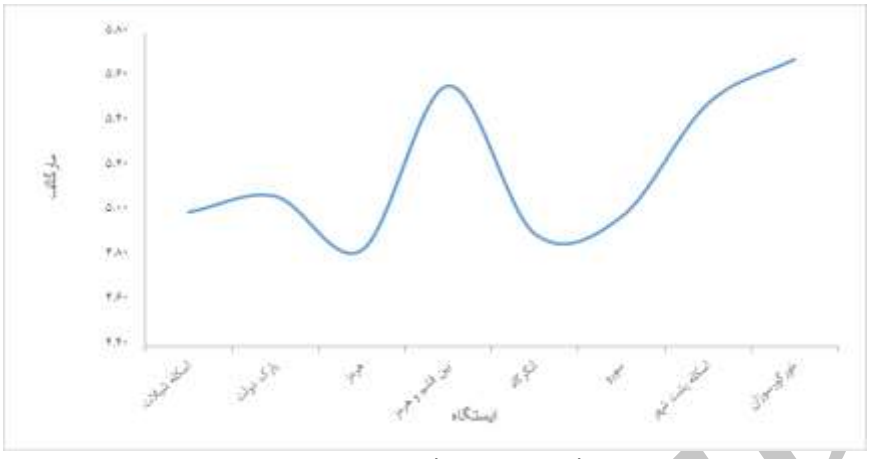
شاخص	فرمول	توضیح	منبع
شاخص غنای گونه‌ای	$R=\frac{S-1}{Ln(n)}$	S: تعداد کل گونه‌ها n: تعداد کل افراد شناخته‌شده برای تمام s گونه در جمعیت	(Marques *et al*., 2009)
شاخص تنوع شانون	$H=\sum_{i=1}^{s}\frac{Ni}{N}Ln\frac{Ni}{N}$	Ni =تعداد افراد گونه i ام در جمعیت N = تعداد کل افراد شناخته‌شده برای تمام گونه در جمعیت	(Shannon and Weaver, 1963)
شاخص تنوع سیمسون	$\lambda=\sum_{i=1}^{s}(Pi)^2$	در این رابطه Pi نسبت فراوانی هر یک از گونه‌ها به‌کل جمعیت در نمونه می‌باشد که به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد	(Marques *et al*., 2009)
شاخص تراز محیطی	$E(J')=\frac{H'}{Ln(s)}$	H': شاخص شانون S: تعداد کل گونه‌ها	(Marques *et al*., 2009)
شاخص تنوع برگر- پارکر	D=nmax/N	nmax: فراوانی غالب‌ترین گروه N: کل افراد جامعه	(Marques *et al*., 2009)

در شاخص غالبیت –کا نیز به فراوانی هر گروه از ماکرو بنتوزها رتبه داده‌شده و رتبه اول برای گروه با بیشترین فراوانی در نظر گرفته می‌شود و لگاریتم آن مقادیر محور طول می‌باشد و فراوانی گروه‌ها در محور عرض‌ها به نمایش درمی‌آید منحنی با شیب بیشتر نشان‌دهنده منطقه با تنوع بیشتر می‌باشد (Marques *et al*., 2009). شاخص ABC که مانند شاخص غالبیت K یک شاخص کیفی بوده و بر اساس موقعیت قرارگیری منحنی تراکم نسبت به منحنی وزن می‌باشد. پس از رسم منحنی فراوانی و وزن چنانچه منحنی فراوانی نسبت به وزن در موقعیت بالاتری قرار داشته باشد به معنی غالبیت نمونه‌های کوچک با تعداد زیاد و وزن کم می‌باشد که حاکی از یک منطقه آلوده می باشد؛ و درصورتی‌که دو منحنی بر هم منطبق باشد، آلودگی متوسط و در غیر این صورت محیط غیر آلوده است (Jessen and Sparck, 1994).

نتایج

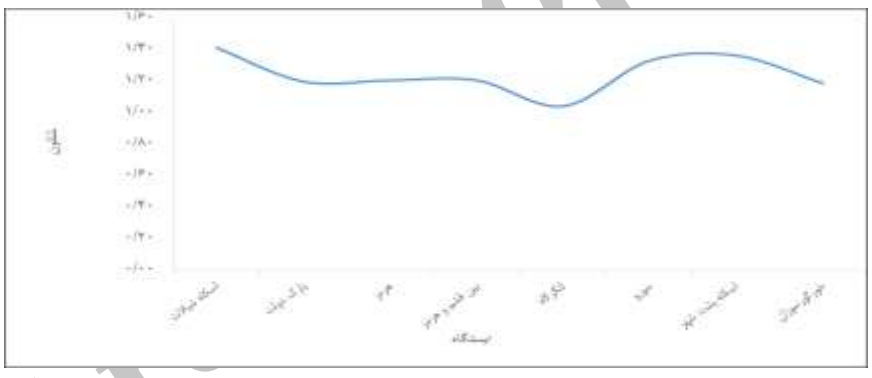
اولین شاخصی که در این بررسی مورد ارزیابی قرار گرفت شاخص مارگالف یا غنای گونه‌ای می‌باشد. شکل ۲ روند تغییرات این شاخص را در مناطق موردمطالعه نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین مقدار این شاخص با مقادیر ۴/۸ و ۵/۶ به ترتیب در اطراف هرمز و خور گورسوزان مشاهده گردید.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲: روند تغییرات شاخص مارگالف (غنای گونه‌ای) در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

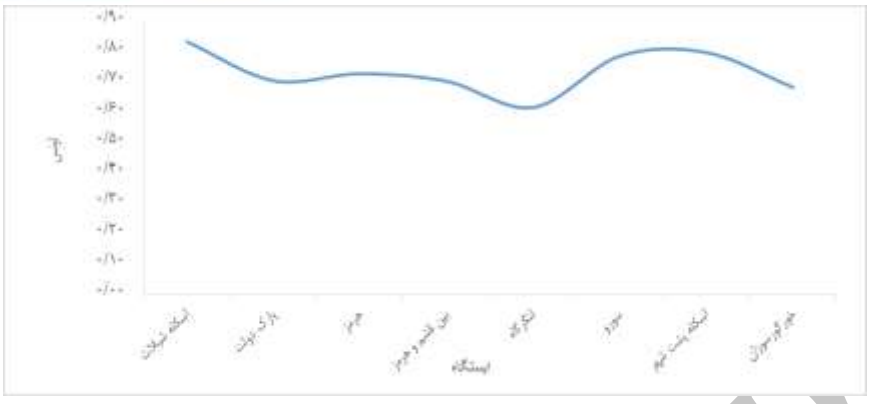
شکل ۳ نحوه توزیع شاخص شانون را در مناطق موردمطالعه نشان می‌دهد که مطابق آن اسکله شیلات و لنگرگاه به ترتیب با مقادیر ۱/۴ و ۱/۰۵ از بیشترین و کمترین مقدار برخوردار می‌باشند. محدوده توصیف این شاخص بین ۰ و ۵ است که ۰ معرف یک محیط آلوده و ۵ معرف یک محیط غیر آلوده می‌باشد.



شکل۲ : روند تغییرات شاخص شانون در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

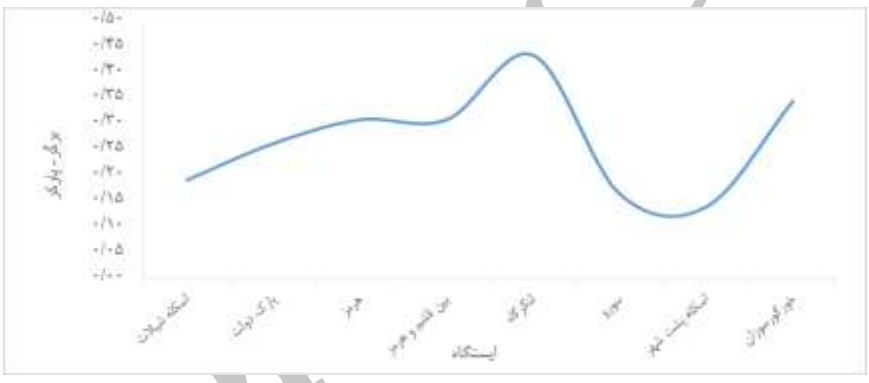
شاخص بعدی که بسیار حایز اهمیت می‌باشد شاخص تراز محیطی یا اونس است؛ و این شاخص با لحاظ نمودن تعداد گونه‌ها و نیز نحوه توزیع آن‌ها در محاسبه کیفیت رسوبات اکوسیستم می‌تواند مؤثر واقع شود. همان‌طور که در شکل ۴ نمایش داده‌شده است بیشترین و کمترین مقدار این شاخص در مناطق موردمطالعه مربوط به اسکله شیلات با مقدار ۸۳/ ۰ و لنگرگاه و نیز خور گورسوزان به ترتیب با ۶۱/ ۰ و ۶۸/ ۰ بوده است.

www.SID.ir



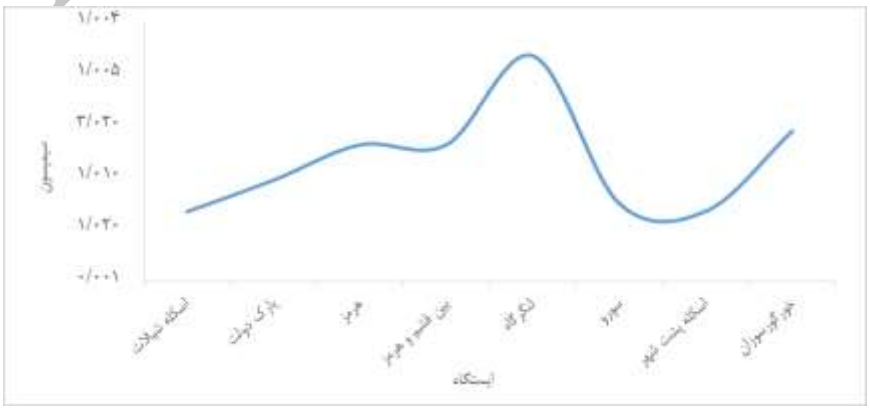
شکل۳ : روند تغییرات شاخص اونس در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

شکل ۵ روند تغییرات این شاخص برگر – پارکر را در مناطق موردمطالعه نشان داد که مطابق آن لنگرگاه با ۴۳/ ۰ و پشت شهر با ۱۴/ ۰ به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار شاخص برگر – پارکر است.



شکل ۵: روند تغییرات شاخص برگر - پارکر در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

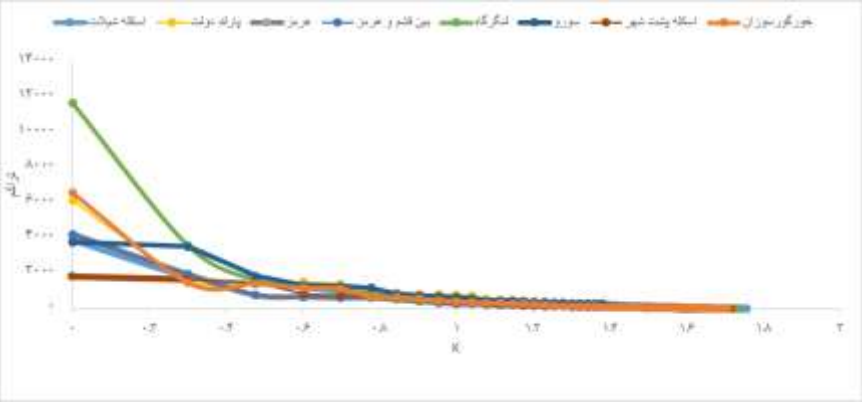
شکل شماره ۶ بیشترین و کمترین مقدار شاخص سیمپسون را نشان می‌دهد که مربوط به مناطق لنگرگاه و اسکله شیلات به ترتیب با مقادیر ۰/۲۱ و ۰/۰۶ می‌باشد.



www.SID.ir

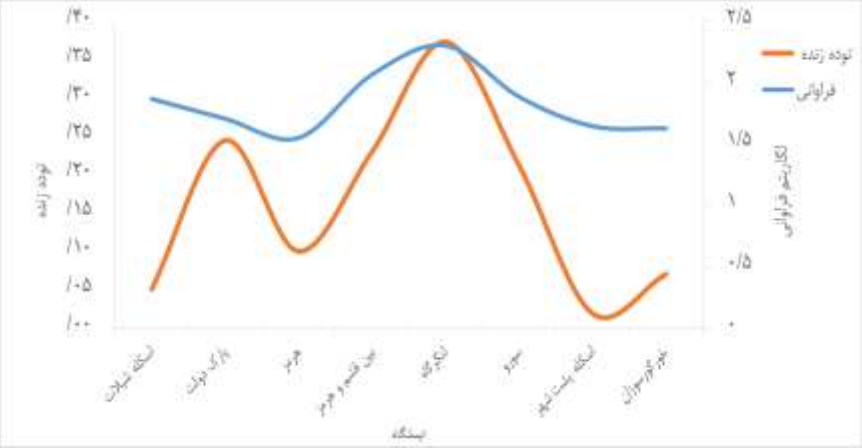
شکل ۶: روند تغییرات شاخص سیمپسون در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

شکل ۷ منحنی غالبیت–کا (k-Dominant) مربوط به لنگرگاه دارای بیشترین شیب و مربوط به خور گورسوزان دارای کمترین شیب می‌باشد.



شکل ۷: روند تغییرات شاخص غالبیت K در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

شاخص بعدی شاخص ABC یا منحنی فراوانی – توده زنده می‌باشد. این منحنی مبتنی بر موقعیت منحنی‌های وزن و فراوانی نسبت به هم بوده است. در این مطالعه در کلیه مناطق موردمطالعه منحنی تراکم در بالای منحنی وزن قرارگرفته است که در شکل ۸ نشان داده‌شده است.



شکل ۸: روند تغییرات شاخص ABC در مناطق موردمطالعه در سواحل بندرعباس (۱۳۹۲).

بحث و نتیجه‌گیری

www.SID.ir

مطالعه و بررسی ساختار جوامع بنتیک در اکوسیستم‌های مختلف آبی نیز جایگاه خاصی در بررسی‌های اکولوژیک موجودات آبزی به خود اختصاص داده است. اهمیت بنتوزها در دریا نه‌تنها به جهت حضور آن‌ها در بخش عمده‌ای از زنجیره غذایی به‌عنوان غذای اصلی ماهیان کف زی است، بلکه وجود یا عدم وجود برخی از گونه‌های بنتیک در برخی از آب‌ها نشان‌دهنده کیفیت آب ازنظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی می‌باشد. شناسایی و تعیین فراوانی این گونه‌ها که اصطلاحاً تحت عنوان شاخص‌های بیولوژیک خوانده می‌شوند همواره موردتوجه اکولوژیست-های دریایی در این‌گونه بررسی‌ها بوده است (Al-Rifaie *et al*., 2012; Jessen and Sparck,1994). با توجه به اهمیت جوامع بنتیک و همچنین با توجه به اهمیت منطقه بین جزر و مدی که ازنظر اکولوژیک تکثیر و پرورش آبزیان دریایی و گسترش روزافزون تأسیسات شهری و صنعتی در سواحل که موجب ایجاد آلودگی و بر هم خوردن تعادل جوامع زیستی موجود در این سواحل می‌گردد بررسی حاضر به‌منظور دستیابی به اطلاعات پایه‌ای موردنیاز در کنترل و نظارت زیست‌محیطی این سواحل دارای اهمیت می‌باشند.

در این بررسی شاخص زیستی غنای گونه‌ای که نسبت تعداد هرگونه را به‌کل جمعیت موجودات بررسی می‌کند در ایستگاه بین قشم و هرمز دارای بیشترین مقدار می‌باشد. ایراد وارده بر این شاخص این است که فاقد مقدار کیفی می‌باشد (Rose,1994) ولی برای این شاخص مقدار ۴ به بالا را محیط باکیفیت خوب و ۴ به پایین را محیط باکیفیت پایین توصیف نمودند (Santini, 1980) و این در حالی است که برای این شاخص در محدوده کمتر از ۲/۰۵ محیط را آلوده و بیشتر از آن را محیط باکیفیت خوب توصیف نمود. در این بررسی در بدترین حالت مقدار شاخص غنای مارگالف دارای مقدار عددی ۴/۸۳ در اطراف هرمز می‌باشد که از دیدگاه هر دو محقق تمامی مناطق موردمطالعه ازنظر آلودگی در وضعیت مطلوبی بسر می‌برند و این می‌تواند در مناطق گرمسیری امری طبیعی محسوب شود. اجلالی در سال ۹۲ با بررسی همزمان بر روی شاخص‌های اکولوژیک و شاخص‌های ارزیابی خطر اکولوژیک که به ارزیابی غلظت آلاینده‌ها در رسوب می‌پردازند به نتایج مشابهی رسیده و غنای گونه‌ای را بالا به دست آورد.

یکی از شاخص‌های مهم تنوع گونه‌ای، شاخص شانون بوده که در ارزیابی اکولوژیک در ارتباط با آلودگی مناطق کاربرد دارد (Marques *et al*., 2009) و بیان‌کننده نحوه توزیع هر یک از گروه‌های ماکرو بنتوز در محیط می‌باشد و چنانچه این توزیع بین تمام گروه‌های موجود در اکوسیستم به‌طور مساوی توزیع‌شده باشد شانون مقدار بالاتری را نشان می‌دهد و دامنه توصیف آن بدین‌صورت است که اگر عدد مذکور بین ۱- ۰ باشد، منطقه بسیار آلوده و چنانچه بین ۳-۱ باشد آلودگی متوسط بوده و اعداد بالاتر از ۳ بیانگر عدم وجود آلودگی است (Marques *et al*., 2009). در تمام مناطق موردمطالعه، شاخص شانون در محدوده (۱/۴-۱) قرار داشته که با توجه به دامنه شاخص شانون در وضعیت مطلوبی قرار نداشته و با توجه به این شاخص می‌توان عنوان نمود که محیط تحت استرس است بدیهی است با استفاده از این شاخص نمی‌توان در رابطه با نوع آلودگی اظهارنظر نمود و برای چنین منظوری نیاز به شاخص‌های قوی‌تری مانند شاخص‌های مبتنی بر استراتژی اکولوژیک نیاز است (Marques *et al*., 2009) ولی آنچه مسلم است نمی‌توان صرفاً تنها با مراجعه به این دو شاخص قضاوت درستی از کیفیت محیط داشت بنابراین برای حل این مشکل شاخص دیگری بنام اونس طراحی‌شده است که با لحاظ کردن تعداد گونه‌ها و نیز نحوه توزیع آن‌ها می‌توان ارزیابی بهتری از کیفیت محیط داشت. در این مطالعه شاخص اونس بین ۰/۶ و ۰/۸ در نوسان بوده، به‌طوری‌که دامنه توصیف آن در منابع بین ۰ تحت شرایط آلودگی بالا و ۱ بدون آلودگی توصیف می‌شود (Simpson,1949) لذا با توجه به این دامنه می‌توان گفت مناطق موردمطالعه ازنظر آلودگی در شرایط نسبتاً مطلوبی بسر می‌برند.

شاخص تنوع برگر – پارکر نیز از شاخص‌های دیگر می‌باشد که در محدوده بین ۰ و ۱ قابل توصیف است بطوریکه ۱ دارای بدترین کیفیت و ۰ دارای بهترین کیفیت ازنظر اکولوژیک می‌باشد (Berger and Parker, 1970) و (Marques *et al*., 2009) در این مطالعه این شاخص در اسکله پشت شهر با مقدار ۰/۱۴ کمینه و ایستگاه لنگرگاه با مقدار ۰/۴۳ دارای بیشینه به دست آمد. با توجه به اینکه بیشترین مقدار این شاخص در این مطالعه کمتر از ۰/۵ بوده بنابراین از دیدگاه این شاخص هم نباید نگرانی خاصی ازلحاظ آلودگی وجود داشته باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص تنوع سیمپسون هم به نحوی مشابه شاخص برگر –پارکر عمل می‌کند چون مبنای محاسبه این شاخص نیز مبتنی بر وجود گروه‌های غالب بوده درصورتی‌که در شاخص برگر– پارکر مبنای محاسبه وجود فقط یک گروه غالب است. دامنه توصیف این شاخص نیز بین ۰ و ۱ می‌باشد (Welch, 1992) به‌طوری‌که ۰ برای یک محیط عاری از آلودگی و ۱ برای یک محیط آلوده است. در این مطالعه بیشترین مقدار شاخص در لنگرگاه با مقدار ۰/۲ به دست آمد که فاصله فاحشی با بیشینه مقدار آن یعنی ۱ دارد و بنابراین از دید این شاخص نیز مناطق موردمطالعه تحت تأثیر آلودگی جدی قرار ندارند.

شاخص اکولوژیک غالبیت –کا (Lambshead and Platt, 1983) نشان داد که شیب منحنی‌ها به ترتیب در ایستگاه‌های لنگرگاه و اسکله شیلات، پارک دولت، بین قشم و هرمز، سورو بیش از سایر مناطق و در اسکله بشت شهر کمترین مقدار به دست آمد. شاخص اکولوژیک منحنی فراوانی – وزن نیز نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها به جر لنگرگاه منحنی وزن زیر منحنی فراوانی قرار دارد و این مبین یک محیط تحت استرس می‌باشد. چنانچه بخواهیم جمع‌بندی از تمام شاخص‌های موردبررسی داشته باشیم می‌توانیم به جدول ۳ مراجع نماییم.

جدول ۳: توصیف کیفی رسوبات مناطق موردمطالعه ازنظر آلودگی (خوب: غیر آلوده بد: آلوده).

ایستگاه شاخص	ABC	غالبیت	سیمپسون	برگر-پارکر	اونس	شانون	مارگالف
اسکله شیلات	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
پارک دولت	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
هرمز	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
بین قشم و هرمز	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
لنگرگاه	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
سورو	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
اسکله پشت شهر	بد	بد	خوب	خوب	خوب	بد	خوب
خور گورسوزان	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	بد	خوب

با توجه به اینکه در توصیف مناطق ازنظر آلودگی استفاده از یک شاخص نتیجه درستی در بر نخواهد داشت و محققین بر این اصل تأکیددارند که در محاسبه شاخص‌ها باید از مجموعه‌ای از شاخص‌ها استفاده نمود در این مطالعه استفاده از تعداد ۷ شاخص که در محاسبات کیفیت محیط دارای بیشترین کاربرد رادارند حدود ۷۰ درصد از شاخص‌های استفاده‌شده مناطق موردمطالعه را ازنظر کیفی خوب و عاری از آلودگی توصیف نمودند.

منابع

اجلالی، ک.، ۱۳۹۲. ارزیابی خطر اکولوژیک آلودگی رسوبات بر فون کف زیان در ناحیه ساحلی بندرعباس. رساله دکترای تخصصی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد، علوم و تحقیقات تهران.

اصغری، ث.، ۱۳۹۰. بررسی پراکنش و تنوع نرم‌تنان در سواحل ایرانی دریای عمان و مقایسه روند تغییرات آن‌ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (مهندسی شیلات)، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس.

Archive of SID
www.SID.ir

امینی یکتا، ف.، آگاه، ه.، آقاجان‌پور، ف.، صالح، ا.، جلیلی، م.، حکمت آرا، م.، صادقی، پ.، واجد سمیعی، ج. و حمزه، م.ع.،۱۳۹۳. پراکنش رده‌های بی‌مهرگان کف زی در منطقه‌ی زیر جزر و مدی خلیج چابهار و آب‌های اطراف با تأکید بر تأثیر عوامل محیطی. مجله علمی پژوهشی اقیانوس‌شناسی. جلد ۵ شماره ۱۸ صفحات ۳۷-۲۹.

جرجانی، س.، قلیچی، ا. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کف زیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان، مجله .شیلات، سال دوم، شماره اول، صفحات ۵۲-۴۱.

Al-Rifaie, K., Al-Yamani, F., Lennox, A., Boltachova, N., Revkov, N., and Grintsov, V., 2012. Macrozoobenthos Community Structure during Four Seasons in Kuwait Bay. International Journal of Oceans and Oceanography, (IJOO), Vol.6, No.1, pp. 45-67.

Al-Rashidi, H. I. and Claereboudt, H., 2011. Acidification in Arabian Gulf – Insights from pH and temperature measurements. Journal of Environmental Monitoring, 14, 1479-1482.

Barnes, R. D., 2004. Invertebrate zoology.Saunders college publishing.

Berger, W. H. and Parker, F. L., 1970. Diversity of planktonic foraminifer's deep sea sediments. Science, P: 168.

Bosch, D. T., Dance, P. D., Moolenbeek, R. G. and Oliver, P. G., 1995. Sea shells of eastern Arabia. MOTIVATIV publishing. 296P.

Bruyne, R. H. D., 2003. The complete encyclopedia of shells. REBO publication 336P.

Fauchald, C., 1977. The polychaete worm's definition and keys to the orders families and genera. Black well science.natural history Museum of Los angeles County. University of southern California.

Grege, W. and Pleijel, R. F., 2001. Polychaetes.Oxford University Press. 245P.

Jessen, K. and Sparck, R., 1994. Danish Scientific Investigation in Iran. Part IV. Ejnar Munksguard, Copenhagen.

Lambshead, P. J. and Platt, H. M., 1983. Structhre pattern of marine benthic assemblage and their relationship with empirical statistic model.

Marques, J. C., Salas, F., Patricio, J., Teixeira, H. and Neto, J. M., 2009. Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment. A user guide. Wit press.183, 34-50

May, A. M., 1975. Pattern of the species abundance and diversity.

Nybakken, J. W., 2005. Marin biology an ecological aapproach, Menlo paru, California eading, Massachusetts, NewYork, Marlow, England, DonMills, Ontario ydney, Mexico City, Madrid, Amsterdam. Forth edition. 445P.

Pielou, E. C., 1969. An introduction to mathematic ecology. Wiley interscience, New York. 586 P.

Rose, M. R., 1994. Evolutionary Biology of Aging, Revised Edition. Oxford University Press, New York.

Samimi-Namin, K. and Ofwegen, L. P., 2009. Some shallow water octocorals (Coelenterata: Anthozoa) of the Persian Gulf. Zootaxa Journal, V.2058, pp: 1-52.

Santini, B. D., 1980. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Second edited by Sven E. Jørgensen, Liu Xu, Robert Costanza

Shakori, A., Savari, A., Nabavi, M. B. and Yavari, V., 2001. Investigation of Determining Physicochemical Factors on Polychaeta Density in the Subtidal Zones of Khozestan Creeks. Iranian Natural Resources and Agriculture Sciences 8, 11-25. (in Persian).

Shannon, C. E. and Weaver, W., 1963. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 144 p.

Simpson, E. H., 1949. Meashuement of diversity .Nature, 163:688.

Sterrer, W., 1986. Marin Fauna and Flora of Bermoda. A systematic guide to the identification of marine organization, a wiley interscience publication.740: 278-390

Clesceri, L. S., Greenberg,A. E. and Eaton,A. D., 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th. Ed., American Public Heath Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), Washington, DC.541pp.

Welch, E. B., 1992. Ecological effects of wastewater.E and FN Spon Public.co. London; pp. 142-18.

Archive of SID

www.SID.ir

Widenfalk, A., 2002. Pesticide bioavailability in aquatic sediments – a literature review. Department of Environmental Assessment Swedish University of Agricultural Sciences. pp.31.

Archive of SID

www.SID.ir