

ارزیابی سلامت اکوسیستم رویشگاه حرای مل‌گزنه با استفاده از روش شاخص اکولوژیک جوامع ماکروبتوز

چکیده

شاخص اکولوژیک جوامع ماکروبتوز (AMBI) شاخصی اکولوژیک مختص به کف زیان دریایی است که با طبقه‌بندی کف زیان از حیث حساسیت و مقاومت و نقش بوم‌شناختی، ارزیابی هوشمندانه‌تری از اکوسیستم را نسبت به شاخص‌های مشهور تنوع و غالبیت ارائه می‌دهد. این تحقیق با بررسی پراکنش و تنوع زیستی ماکروبتوزهای حرای مل‌گزنه استان بوشهر سطح سلامت اکوسیستم را از نگاه AMBI مورد ارزیابی قرار داده است. نمونه‌برداری در ناحیه جنوبی رویشگاه حرای مل‌گزنه طی چهار فصل از پاییز ۱۳۹۴ تا تابستان ۱۳۹۵ و به روش کوادرات اندازی تصادفی به ابعاد ۰/۲۵ مترمربع در زمان جزر حداکثری و در ۳ ایستگاه و در سه سطح جزرومدی و با سه تکرار صورت پذیرفت. ۱۴۴ گونه از گروه سخت‌پوستان، پرتاران، نرم‌تنان و ... در این مطالعه شناسایی شده است که از این میان ۱۷/۶۴ درصد مختص به کف زیان حساس (گروه I)، ۵۷/۴ درصد بی‌تفاوت (گروه II)، ۲۱/۷۸ درصد مقاوم (گروه III) و ۳/۱۸ درصد از کف زیان فرصت‌طلب (گروه IV) تشکیل شده بود. پس از محاسبه شاخص و ترسیم نمودار رقمی بین ۱ تا ۴/۶۷ را نشان داد. در نهایت پس از بررسی نمودارهای AMBI سطح سلامت اکوسیستم خوب با آلودگی خفیف ارزیابی گردید.

واژگان کلیدی: ماکروبتوز، مانگرو، شاخص سلامت، خلیج فارس.

علی شبیری دوزینی^۱

علی فخری^۲

احمد فقیه احمدانی^۳

امیر وزیری زاده^{۴*}

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گنبدکاووس،

گنبدکاووس، ایران

۲. گروه بوم‌شناسی دریا، دانشگاه خلیج فارس،

بوشهر، ایران

۳. گروه زیست‌فناوری دریا، دانشگاه خلیج فارس،

بوشهر، ایران

۴. گروه شیلات و زیست‌شناسی دریا، دانشگاه

خلیج فارس، بوشهر، ایران

*مسئول مکاتبات:

vaziriamir@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۲۰۶۷۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۸

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقدمه

یکی از روش‌های ارزیابی سطح سلامت اکوسیستم‌های آبی مطالعات ماکروبتیک می‌باشد. ماکروبتوزهای درون زی (Infauna) با ایجاد نقب و سطح زی (Epifauna) با حرکت‌های سطحی در مجموع سرعت انتقال آهسته‌ای نسبت به متغیرهای محیطی دارند و به دلیل وابستگی به بستر به‌شدت به تنش‌های زیست‌محیطی حساس بوده و به‌سرعت به آن واکنش نشان می‌دهند. این واکنش‌ها را می‌توان در فراوانی، پراکنش و تنوع زیستی ماکروبتوزها در فواصل زمانی مشخص مشاهده و رصد نمود؛ بنابراین مطالعه تنوع زیستی در سواحل به‌عنوان شاخصی برای سنجش سطح پایداری زیست‌بوم‌های ساحلی و بین جزرومدی بکار می‌رود (Vaziri zadeh, et al., 2012). از آنجایی که توزیع و فراوانی کف زیان بازتابی از وضعیت بوم‌شناختی آن‌هاست (Ansari, et al., 2003) چندین دهه است که سنجش و ارزیابی جوامع کف زی به‌طور گسترده جهت پایش زیستی محیط‌های ساحلی مورد استفاده پژوهشگران قرار می‌گیرد (عربی و همکاران، ۱۳۹۱) که از جمله می‌توان به ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی،

دفع فاضلاب در مناطق ساحلی (Kenny and Rees, 1996)، لایروبی (Johnson and Frid, 1995) و استخراج نفت (Gray, et al., 1995; Kingston, et al., 1990) اشاره نمود.

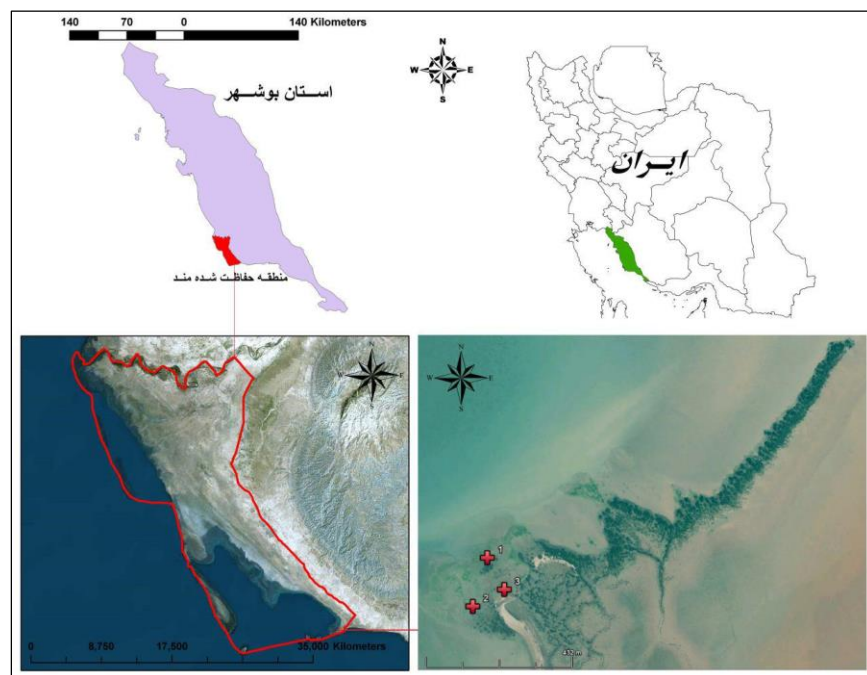
Borja و همکاران (۲۰۰۰) با معرفی شاخصی تحت عنوان AMBI که مخفف Azti Marine Biotic Index است نگاهی کیفی از مطالعات بتنوزی را در ارزیابی سلامت اکوسیستم ارائه نمودند. آن‌ها با طبقه‌بندی کف زیان مبتنی بر نقش اکولوژیک و همچنین میزان حساسیت و مقاومت به تنش‌های محیطی معادله‌ای را ابداع نمودند که خلأ شاخص‌های پرکاربرد تنوع، غنا، غالبیت و همگنی که رویکرد کمی در ارزیابی اکوسیستم داشتند را پوشش می‌داد. در این شاخص با گروه‌بندی کف زیان به ۵ رده از حیث اکولوژیک، تراز آلودگی و کیفیت اکوسیستم ارزیابی می‌شود. گروه نخست جانداران حساسی هستند که در شرایط بدون آلودگی زیست می‌کنند و در AMBI ضریب صفر دارند. دوم جانوران بی‌تفاوتی هستند که در برابر آلودگی‌های آلی تغییرات چندانی را از خود بروز نمی‌دهند و در AMBI ضریب ۱/۵ را به خود اختصاص داده‌اند. سوم گونه‌های مقاوم به سطوح بالای آلودگی‌های آلی که با افزایش مواد آلی جمعیت آن‌ها افزایش می‌یابد که در AMBI ضریب ۳ را دریافت نموده‌اند. چهارمین گروه گونه‌های فرصت‌طلب اعم از پلی‌کیت‌ها را شامل می‌شود و در AMBI ضریب ۴/۵ به خود می‌گیرد؛ و آخرین گروه نیز گونه‌های فرصت‌طلبی هستند که از طریق پوده‌خواری به تغذیه می‌پردازند و ضریب ۶ دارند. از مجموع مضرب‌های درصد فراوانی گروه‌های فوق در ضرایب خود شاخص AMBI حاصل می‌شود. در این شاخص هر چه عدد بزرگ‌تر شود از وجود آشفتگی در اکوسیستم خبر می‌دهد و هر چه کوچک‌تر باشد نشان از ثبات، سلامت و عدم آلودگی در منطقه می‌باشد (Borja et al., 2000).

در ایران مطالعات حویزآوری و همکاران (۱۳۹۱) با ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی رسوبات ساحلی بحرکان خوزستان وضعیت خوب اکولوژیک و صالحي و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی سلامت بوم سامانه‌ی مصب رودخانه بهمنشیر دوری از فاضلاب را در مطلوبیت شاخص و دوری از دریا را در تضعیف شاخص AMBI ارزیابی نمودند. درویش بسطامی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با استفاده از شاخص AMBI در سواحل سیسنگان دریای خزر کیفیت زیست‌محیطی این سواحل را ارزیابی کردند. شوکت و همکاران نیز (۱۳۹۶) با بررسی اکولوژیکی سواحل بحرکان با استفاده از شاخص AMBI آلودگی اندک تا متوسط را برای منطقه ارزیابی کرده است.

این مطالعه قصد دارد با بررسی فراوانی، پراکنش و تنوع زیستی ماکروبتوزهای حرای مل‌گزنه واقع در منطقه حفاظت‌شده مند سطح سلامت این اکوسیستم را بر اساس شاخص AMBI مورد ارزیابی قرار دهد. پیش‌ازاین مطالعات محدودی در حرای مل‌گزنه صورت پذیرفته است که از آن میان می‌توان به مطالعات داوری و همکاران (۱۳۹۱) اشاره نمود که به مقایسه غلظت فلزات سنگین رسوبات حرای بیدخون، بساتین و مل‌گزنه پرداخته بودند.

مواد و روش‌ها

زیستگاه حرای مل‌گزنه با مساحت ۲۲ هکتار پوشش گیاهی در حدفاصل عرض‌های جغرافیایی ۲۷ درجه ۵۱ دقیقه ۱۴،۳۲ ثانیه تا ۲۷ درجه ۵۰ دقیقه ۴۶،۴۰ ثانیه و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه ۳۵ دقیقه ۲۸،۱۰ ثانیه تا ۵۱ درجه ۳۴ دقیقه ۵۶،۷۲ ثانیه قرار دارد. (شکل ۱) این رویشگاه به اعتبار روستایی به همین نام شناخته می‌شود که تقریباً خالی از سکنه می‌باشد. این رویشگاه پوشیده از گونه *Avicennia marina* می‌باشد.



شکل ۱: نقشه حرای مل‌گنزه.

نمونه‌برداری طی چهار فصل از پاییز ۹۴ تا تابستان ۹۵ در ناحیه جنوبی، در سه ایستگاه در موقعیت زیگزاگی و در وضعیت پوششی پرتراکم، کم تراکم و بدون تراکم و در سه سطح جزرومدی و هر یک با سه تکرار به وسیله کوادرات اندازه‌گیری تصادفی به مساحت ۰٫۲۵ مترمربع و تا عمق ۵ سانتی‌متر از زمین انجام پذیرفت. استخراج نمونه‌ها به وسیله کاردک فلزی و تثبیت آن با فرمالین به نسبت ۴ درصد صورت پذیرفت (Holme and McIntyre, 1984; Wef, 1998). با استفاده از الک ۰٫۵ میلی‌متر و بهره‌مندی از دوش مخصوص رسوبات را به تفکیک شستشو و سرک نموده و با استفاده از الک ۷۰ درصد نگهداری گردید (Eleftheriou, 2007). رنگ‌آمیزی نمونه‌ها با محلول ۰٫۵ گرم در لیتر رز بنگال و جداسازی آن‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ صورت پذیرفت (Walton, 1952). پس از طبقه‌بندی جانوران بر اساس تاکسون‌های رده‌بندی و تهیه عکس و اسلاید از آن‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر و مطالعات قبلی اقدام شناسایی ماکروفونا شد (Fauchald, 1977; Tadjallipour, 1995; Bahmani, 1997). در نهایت پس از شناسایی، فراوانی گونه‌ها به تفکیک مورد شمارش قرار گرفت.

جهت ارزیابی کمی و کیفی داده‌ها از شاخص تنوع شانون، غالبیت سیمپسون و AMBI بهره گرفته شد. جهت تحلیل داده‌ها در AMBI ابتدا مطابق بر حساسیت به استرس‌های محیطی ماکروبتنوزها به پنج گروه زیر تقسیم می‌شوند: I- گونه‌های بسیار حساس به مواد آلی، II- گونه‌های بی‌تفاوت که همیشه در تراکم پایینی قرار داشته و تغییرات قابل توجهی ندارند، III- گونه‌های مقاوم به تراکم بالای مواد آلی که ممکن است در شرایط عادی نیز وجود داشته باشند اما با افزایش مواد آلی جمعیت آن‌ها گسترش می‌یابد، IV- دومین گروه گونه‌های فرصت‌طلب که عمدتاً پلی‌کیت‌های کوچک را شامل می‌شود، V- اولین گروه گونه‌های فرصت‌طلب که از طریق پوده‌خواری تغذیه می‌کنند.

$$AMBI = \frac{(0 \times G_I\%) + (1/5 \times G_{II}\%) + (3 \times G_{III}\%) + (4/5 \times G_{IV}\%) + (6 \times G_V\%)}{100} \quad \text{رابطه ۱:}$$

ارزیابی سلامت اکوسیستم رویشگاه حرای مل‌گنزه با استفاده از روش شاخص اکولوژیک جوامع ماکروبتوز / شبیری دوزینی و همکاران

G فراوانی گروه‌ها است. این شاخص بین صفر تا هفت از سطوح فاقد آلودگی تا به‌شدت آلوده را نشان می‌دهد (Borja, et al., 2000). جهت محاسبه تنوع گونه‌ای از شاخص تنوع شانون استفاده گردید (Ludwig, J.A., Reynolds, 1988).

$$H' = - \sum p_i \log p_i \quad \text{رابطه ۲:}$$

H' عبارت است از شاخص تنوع گونه‌ای و p_i عبارت است از نسبت تعداد گونه‌ها به تعداد کل افراد.

$$p_i = \frac{ni}{N} \quad \text{رابطه ۳:}$$

جهت محاسبه غالبیت از شاخص سیمپسون استفاده گردید (Ludwig, J.A., Reynolds, 1988). معادله سیمپسون برای جوامع بزرگ عبارت‌اند از:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{رابطه ۴:}$$

و برای جوامع خرد از معادله زیر بهره می‌برند:

$$\lambda = \frac{\sum N(N-1)}{ni(ni-1)} \quad \text{رابطه ۵:}$$

N عبارت است از تعداد کل افراد و ni عبارت است تعداد گونه‌ها.

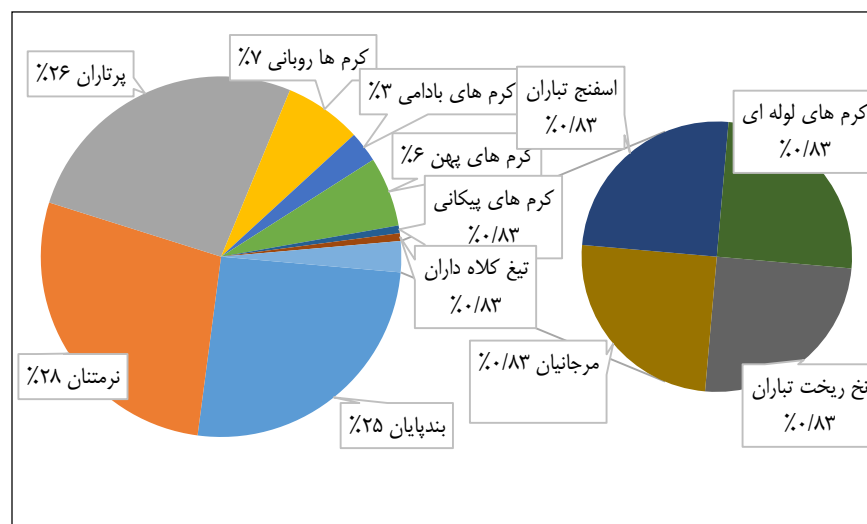
جهت ارزیابی سلامت اکوسیستم با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک منطبق بر جدول ۵ عمل می‌کنیم:

جدول ۱: ارزیابی سلامت اکوسیستم با استفاده از شاخص‌های بوم‌شناختی AMBI (Borja, et al., 2000)، شانون و سیمپسون (Welch and Lindell, 1992).

وضعیت اکوسیستم	سطوح آلودگی	AMBI	λ	H'
عالی	بدون آلودگی	۱/۰-۲	۰/۰-۲۵	>۳
خوب	آلودگی خفیف	۳/۱-۳/۲	-	-
متوسط	آلودگی متوسط	۳-۵/۳	۰/۰-۵/۲۵	۱-۳
ضعیف	آلودگی سنگین	۵/۵-۵	۰/۰-۷۵/۵	-
بد	آلودگی شدید	۵-۷/۵	۰-۱/۷۵	۰-۱

نتایج

درمجموع ۱۴۴ گونه جانوری از ۷۵ خانواده، از ۴۲ راسته، از ۱۸ رده در ۱۲ شاخه جانوری شناسایی شد. از این بین فصل زمستان با ۱۰۱ گونه بیشترین و تابستان با ۵۳ گونه کمترین تعداد گونه داشته‌اند. بیشترین جمعیت کف زیان در تابستان با ۱۲۶۲۱ و کمترین مقدار آن مربوط به بهار با تعداد ۲۲۹۷ بود. نمودار ۱ توزیع شاخه‌های جانوری نشان می‌دهد که بیشترین گونه‌ها متعلق به شاخه نرم‌تنان با ۲۸ درصد و کمترین آن‌ها مربوط به شاخه اسفنج‌ها (Porifera)، نماتودا (Nematoda) و مرجانیان (Cnidaria)، نماتومورفا (Nematomorpha)، کرم‌های پیکانی (Chaetognatha) و تیغ کلاه‌داران (Cephalorhyncha) با ۱ درصد است (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار دایره‌ای (Pie) توزیع شاخه‌های جانوری در طول نمونه‌برداری (پاییز ۹۴ تا تابستان ۹۵) در حرای مل‌گنزه.

در این میان گونه *Rhinoclavis kochi* از گروه II با جمعیت ۱۱۷۲۰ عدد در میان همه ماکروفونا و شکم پایان، گونه *Fabricia stellaris* از گروه II با جمعیت ۲۰۸۱ در میان پرتاران، گونه *Ilyoplax sp.1* از گروه III با جمعیت ۱۳۵۳ عدد در میان سخت‌پوستان و گونه *Dosinia sp.1* از گروه I با جمعیت ۸۷۶ عدد در میان دوکفه‌ای‌ها و گونه *Notoplana sp.1* با جمعیت ۲۶۲ عدد بیشترین فراوانی را در میان کرم‌های پهن در طول سال داشتند. در **Error! Reference source not found.** فهرست گونه‌های شناسایی شده به همراه گروه‌های اکولوژیک آن آورده شده است.

جدول ۲: گونه‌های شناسایی شده و گروه اکولوژی آن در حرای مل‌گنزه از پاییز ۱۳۹۴ تا تابستان ۱۳۹۵.

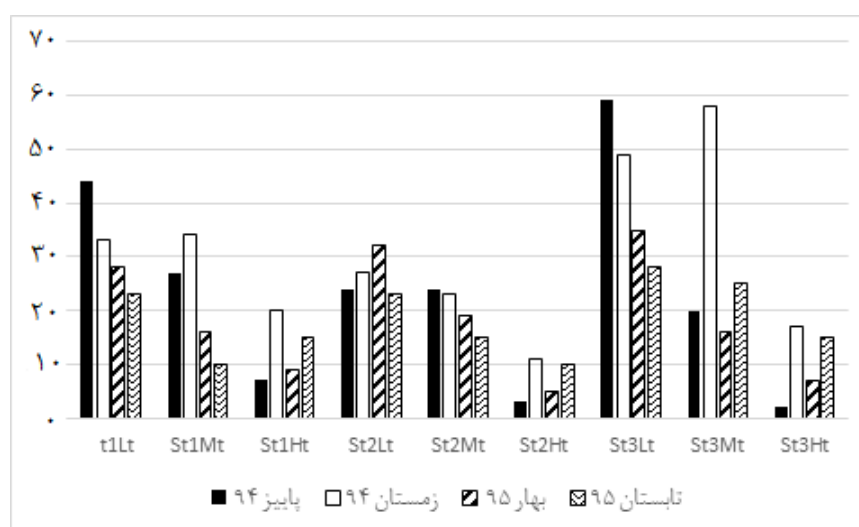
گروه اکولوژیک	جنس یا گونه	گروه اکولوژیک	جنس یا گونه	گروه اکولوژیک	جنس یا گونه
.	<i>Olibrinus antennatus</i>	۳	<i>Nanosesarma sp.1</i>	۱	<i>Uca sindensis</i>
۱	<i>Gammaropsis sp.</i>	۳	<i>Nanosesarma sp.2</i>	.	<i>Uca inversa</i>
۳	<i>Elasmopus alkhiranensis</i>	.	<i>Eurycarcinus orientalis</i>	.	<i>Ocypode rotundata</i>
۱	<i>Ampelisca sp.</i>	.	<i>Pilumnopous convexus</i>	۳	<i>Ilyoplax sp.1</i>
۱	<i>Ampelisca mississippiana</i>	۲	<i>Cyclaspis sp</i>	۳	<i>Ilyoplax sp.2</i>
.	<i>Harpacticoida spp.1</i>	۲	<i>Eocuma affine</i>	۱	<i>Macrophthalmus depressus</i>
.	<i>Harpacticoida spp.2</i>	۳	<i>Sphaeroma sp.</i>	۲	<i>Philyra sp.</i>
.	<i>Harpacticoida spp.3</i>	.	<i>Sphaeromopsis sp.</i>	۲	<i>Pagurus sp.</i>
.	<i>Harpacticoida spp.4</i>	.	<i>Apanthura sp.</i>	۳	<i>Sesarma plicatum</i>
۱	<i>Microeuraphia permitini</i>	.	<i>Apanthura sandalensis</i>	۳	<i>Nanosesarma sarii</i>
.	<i>Cytherlla sp.</i>	۱	<i>Gnathia sp.</i>	۳	<i>Nanosesarma jousseaumei</i>
		۱	<i>Eurydice sp.</i>		

گروه اکولوژیک	جنس یا گونه
۲	<i>Harmothoe sp.</i>
۲	<i>Lepidonotus sp.</i>
۲	<i>Bipalponephtys cornuta</i>
۲	<i>Nephtyidae spp.</i>
۲	<i>Hilbigneris gracilis</i>
۲	<i>Lumbrineris sp.</i>
۲	<i>Arabella mutans</i>
۳	<i>Tetrastemma sp.1</i>
۳	<i>Tetrastemma sp.2</i>
۳	<i>Prostoma rubrum</i>
۳	<i>Zygonemertes sp.</i>
۳	<i>Reptantia ssp.1</i>
۳	<i>Reptantia ssp.2</i>
۳	<i>Parahubrechtia sp.</i>
۳	<i>Parborlasia sp.</i>
۳	<i>Cerebratulus fuscus</i>
۳	<i>Baseodiscus hemprichii</i>
۱	<i>Phascolion sp.1</i>
۱	<i>Phascolion sp.2</i>
۱	<i>Phascolosoma (Sipunculus) sp.</i>
۱	<i>Sipuncula spp.</i>
۰	<i>Notoplana sp.1</i>
۰	<i>Notoplana sp.2</i>
۲	<i>Styloplanocera sp.</i>
۲	<i>Namyhplana sp.</i>
۰	<i>Cestoplana sp.</i>
۰	<i>Euryleptoidea spp.</i>
۰	<i>Cercyridae spp.1</i>
۰	<i>Cercyridae spp.2</i>
۰	<i>Cercyridae spp.3</i>
۰	<i>Sagittoidea spp.</i>
۰	<i>Priapulida spp.</i>
۰	<i>Nectonema sp.</i>
۲	<i>Actiniaria spp.</i>
۰	<i>Porifera spp.</i>
۰	<i>Nematoda spp.</i>

گروه اکولوژیک	جنس یا گونه
۲	<i>Pirenella sp.2</i>
۲	<i>Pirenella sp.3</i>
۲	<i>Pirenella cingulata</i>
۲	<i>Cerithidea sp.</i>
۱	<i>Epitonium pallasii</i>
۰	<i>Iravadia sp.</i>
۱	<i>Amphiglena mediterranea</i>
۲	<i>Fabricia stellaris</i>
۲	<i>Pomatoleios kraussii</i>
۱	<i>Terebellides persiae</i>
۲	<i>Lanice conchilega</i>
۱	<i>Diplocirrus glaucus</i>
۴	<i>Paraprionospio pinnata</i>
۴	<i>Polydora sp.</i>
۳	<i>Levinsonia gracilis</i>
۴	<i>Cossura sp.</i>
۰	<i>Orbiniella sp.</i>
۴	<i>Leitoscoloplos sp.</i>
۱	<i>Scoloplos sp.</i>
۲	<i>Sphaerosyllis erinaceus</i>
۲	<i>Sphaerosyllis sp.1</i>
۲	<i>Sphaerosyllis sp.2</i>
۲	<i>Syllis cornuta</i>
۲	<i>Syllis sp.1</i>
۲	<i>Syllis sp.2</i>
۳	<i>Perinereis vancaurica</i>
۳	<i>Neanthes succinea</i>
۳	<i>Neanthes sp.</i>
۳	<i>Eunereis sp.</i>
۳	<i>Leonnates indicus</i>
۰	<i>Namanereis sp.</i>
۰	<i>Nereididae spp.1</i>
۰	<i>Nereididae spp.2</i>
۴	<i>Sigambra tentaculata</i>
۳	<i>Sigambra parva</i>
۴	<i>Sigambra bassi</i>
۲	<i>Glycinde sp.</i>

گروه اکولوژیک	جنس یا گونه
۰	<i>Ostracoda spp.</i>
۰	<i>Axelsonia sp.</i>
۳	<i>Chironomidae spp.</i>
۱	<i>Dosinia sp.1</i>
۱	<i>Dosinia sp.2</i>
۱	<i>Timoclea sp.</i>
۴	<i>Corbula sulculosa</i>
۳	<i>Brachiodontes variabilis</i>
۱	<i>Pelacuna placenta</i>
۱	<i>Arca sp.1</i>
۱	<i>Arca sp.2</i>
۲	<i>Ischnochiton yerburyi</i>
۲	<i>Acteocina sp.</i>
۰	<i>Onchidium peronii</i>
۰	<i>Architectonicidae gen. sp.</i>
۱	<i>Heliacus sp.1</i>
۱	<i>Heliacus sp.2</i>
۲	<i>Hydatina zonata</i>
۲	<i>Syrnola sp.</i>
۲	<i>Chrysallida sp.</i>
۲	<i>Odostomia eutropia</i>
۲	<i>Phasianella solida</i>
۲	<i>Phasianella sp.</i>
۰	<i>Ethminolia degregorii</i>
۱	<i>Euchelus asper</i>
۱	<i>Metrlla Blanda</i>
۲	<i>Nassarius persicus</i>
۲	<i>Nassarius sp.</i>
۱	<i>Granulina oodes</i>
۲	<i>Planaxis sulcatus</i>
۲	<i>Rhinoclavis kochi</i>
۲	<i>Clypeomorus bifasciata</i>
۲	<i>Clypeomorus sp.</i>
۲	<i>Cerithium sp.1</i>
۲	<i>Cerithium sp.2</i>
۲	<i>Pirenella conica</i>
۲	<i>Pirenella sp.1</i>

توزیع، فراوانی و محاسبه شاخص‌های اکولوژیک به تفکیک نقاط نمونه و فصول در جدول ۱ تا ۴ آمده است. بیشترین و کمترین گونه مربوط به فصل پاییز و در ایستگاه سوم ناحیه پایین کشندی با ۵۹ گونه و ناحیه بالاکشندی با ۲ گونه، بیشترین فراوانی مربوط به ناحیه بالاکشندی (**Error!** **Reference source not found.**) ایستگاه سوم فصل تابستان با ۴۸۵۰ قطعه و کمترین آن در ناحیه بالاکشندی ایستگاه دوم فصل پاییز با ۳ قطعه، بالاترین مقدار تنوع شانون مربوط به ناحیه میان کشندی ایستگاه سوم فصل زمستان با عدد ۲/۸۲۲ و کمترین آن مربوط به ناحیه بالاکشندی ایستگاه سوم فصل تابستان با عدد ۰/۰۹۹، بالاترین مقدار غالبیت سیمپسون مربوط به ناحیه بالاکشندی ایستگاه سوم فصل تابستان با عدد ۰/۹۷۳ و کمترین آن مربوط به ناحیه میان کشندی ایستگاه سوم فصل زمستان با عدد ۰/۱۰۱ و بالاترین مقدار AMBI مربوط به ناحیه بالاکشندی ایستگاه سوم فصل تابستان با عدد ۴/۶۶۷ و کمترین آن مربوط به ناحیه بالاکشندی ایستگاه دوم فصل زمستان با عدد ۱ بود.



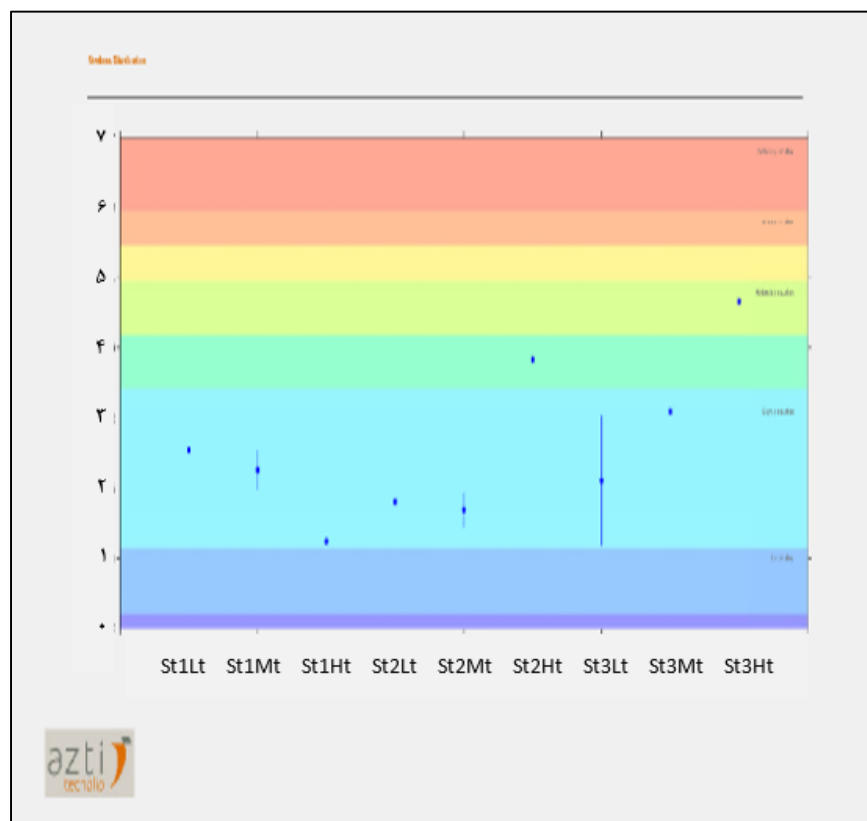
شکل ۳: مقایسه تعدد گونه‌ای ایستگاه‌ها در بین چهار فصل از پاییز ۱۳۹۴ تا تابستان ۱۳۹۵ در حرای مل‌گنزه.

جدول ۳: تعدد گونه‌ای، فراوانی، تنوع گونه‌ای، غالبیت و شاخص اکولوژیک جوامع ماکروبتنوز حرای مل‌گنزه از پاییز ۱۳۹۴ تا تابستان ۱۳۹۵.

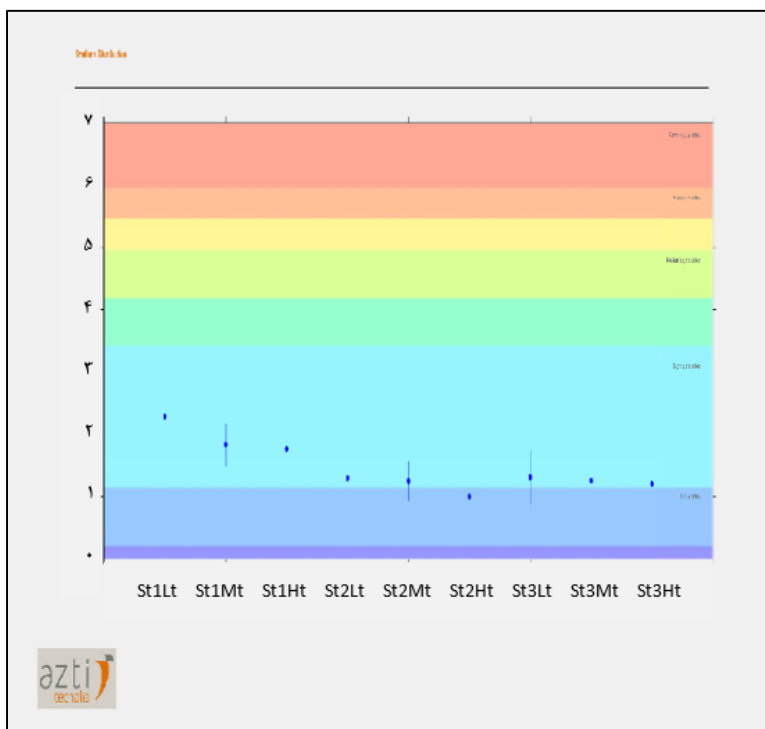
		St1Lt	St1Mt	St1Ht	St2Lt	St2Mt	St2Ht	St3Lt	St3Mt	St3Ht
N ₀	پاییز ۹۴	۴۴	۳۷	۷	۲۴	۳۴	۳	۵۹	۲۰	۲
	زمستان ۹۴	۳۳	۳۴	۲۰	۲۷	۲۳	۱۱	۴۹	۵۸	۱۷
	بهار ۹۵	۲۸	۱۶	۹	۳۲	۱۹	۵	۳۵	۱۶	۷
	تابستان ۹۵	۲۳	۱۰	۱۵	۲۳	۱۵	۱۰	۲۸	۲۵	۱۵
P _i	پاییز ۹۴	۹۶۹	۳۲۹	۸۷	۱۷۸	۴۱۰	۳	۳۴۳۶	۳۸۲	۶
	زمستان ۹۴	۵۳۴	۱۰۲۵	۲۱۳	۵۴۳	۷۰۸	۱۴۴	۹۱۱	۱۹۲۹	۱۱۳
	بهار ۹۵	۳۰۹	۲۱۷	۲۰۰	۵۶۵	۱۹۱	۸	۴۱۲	۱۴۷	۲۴۸
	تابستان ۹۵	۱۶۹۵	۱۱۹	۲۸۱	۵۷۵	۱۰۰۷	۵۵۱	۵۹۱	۲۹۵۳	۴۸۵۰
H'	پاییز ۹۴	۲/۵۳۸	۱/۹۳۶	۱/۵۴۹	۲/۴۶۲	۱/۸۴۱	۱/۹۹	۲/۵۲۱	۱/۴۸۳	۶۳۷
	زمستان ۹۴	۲/۵۰۹	۱/۷۶۲	۲/۲۲	۱/۲۲۸	۰/۹۶۴	۱/۰۶۷	۲/۷۹۵	۲/۸۲۲	۱/۵۴۵

ارزیابی سلامت اکوسیستم رویشگاه حرای مل‌گنزه با استفاده از روش شاخص اکولوژیک جوامع ماکروبتوز / شبیری دوزینی و همکاران

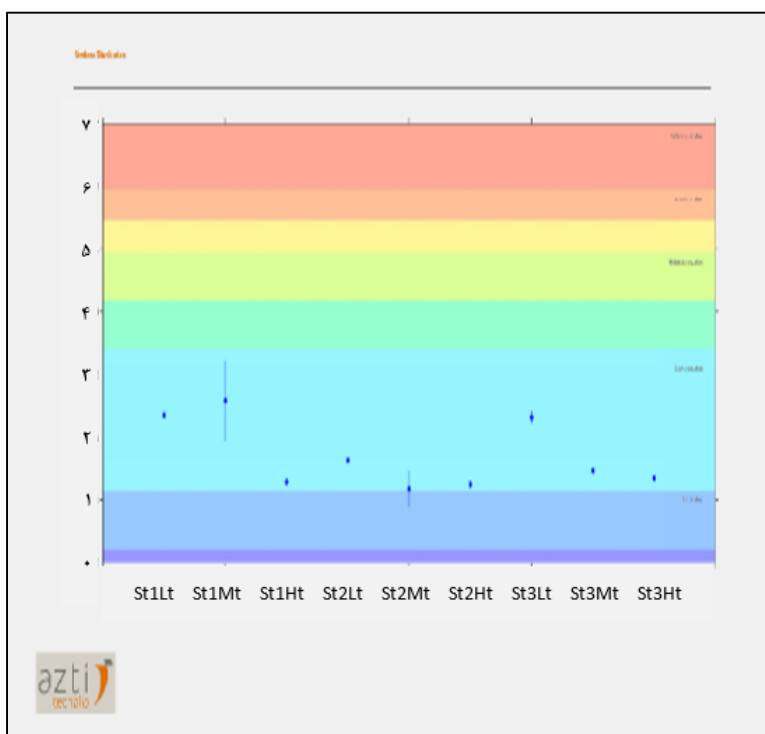
λ	بهار ۹۵	۲/۴۰۱	۱/۶۳۵	۱/۳۸۳	۲/۱۱۵	۲/۰۶۳	۱/۴۹۴	۲/۱۰۹	۱/۹۶۵	۰/۸۰۵
	تابستان ۹۵	۱/۱۲۴	۱/۷۶۵	۰/۷۷۵	۱/۸۱۹	۰/۵۳۳	۰/۴۴۶	۱/۹۵	۰/۵۳۶	۰/۰۹۹
	پاییز ۹۴	۱۵۲	۲۴۵	۲۶۵	۱۲۳	۲۹۸	۳۳۳	۱۳۲	۳۶۸	۵۵۶
	زمستان ۹۴	۰/۱۲۸	۰/۳۰۳	۰/۱۶۲	۰/۵۳	۰/۵۷۱	۰/۵۰۵	۰/۱۰۴	۰/۱۰۱	۰/۳۹۷
	بهار ۹۵	۰/۱۴۳	۰/۲۸۸	۰/۳۲۱	۰/۲۸۴	۰/۱۸۲	۰/۲۵	۰/۲۲۶	۰/۱۹۹	۰/۶۳۳
	تابستان ۹۵	۰/۵۱۶	۰/۲۳۹	۰/۷۱۵	۰/۲۴۲	۰/۷۹۸	۰/۸۲۶	۰/۲۵۳	۰/۷۸۸	۰/۹۷۳
	پاییز ۹۴	۲/۵۴۳	۲/۲۶۲	۱/۲۴۱	۱/۸۰۸	۱/۶۹۴	۳/۸۳۳	۲/۱۰۳	۳/۹۷	۴/۶۶۷
	زمستان ۹۴	۲/۲۸۳	۱/۸۳۱	۱/۷۶۲	۱/۲۹۳	۱/۲۵	1	۱/۳۱۱	۱/۲۵۶	۱/۲۰۵
	بهار ۹۵	۲/۳۵۴	۲/۵۸۵	۱/۲۸۶	۱/۶۳۳	۱/۱۷۳	۱/۲۵	۲/۳۱۶	۱/۴۶۱	۱/۳۴۴
	تابستان ۹۵	۱/۹۷۹	۲/۳۶۷	۱/۵۴۹	۱/۶	۱/۵۵۵	۱/۴۸۷	۲/۵۳۹	۱/۴۹۹	۱/۴۹۹
AMBI										



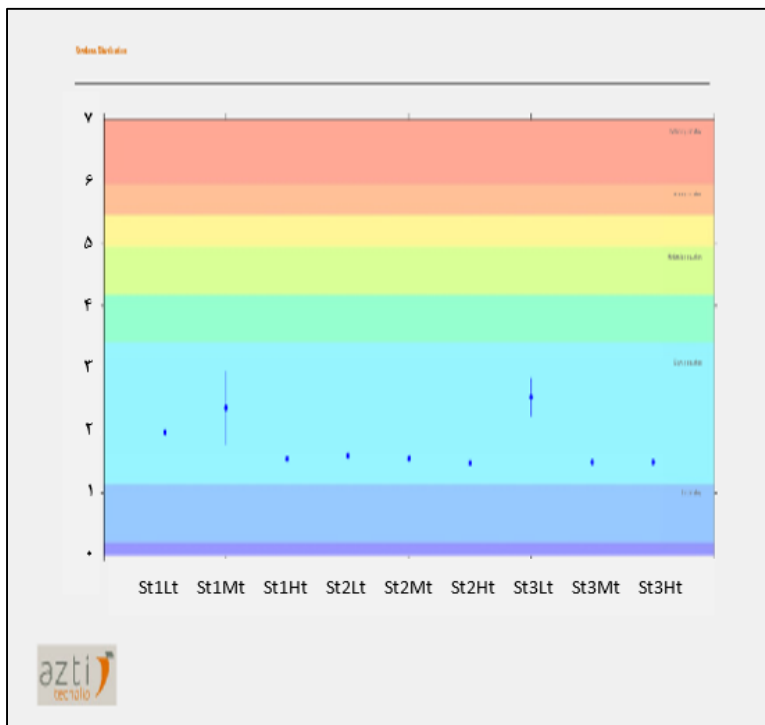
شکل ۴: ارزیابی AMBI از سلامت اکوسیستم در فصل پاییز ۱۳۹۴ حرای مل‌گنزه.



شکل ۵: ارزیابی AMBI از سطح سلامت اکوسیستم در فصل زمستان ۱۳۹۴ خرای مل‌گنزه.



شکل ۶: ارزیابی AMBI از سطح سلامت اکوسیستم در بهار ۱۳۹۵ خرای مل‌گنزه.



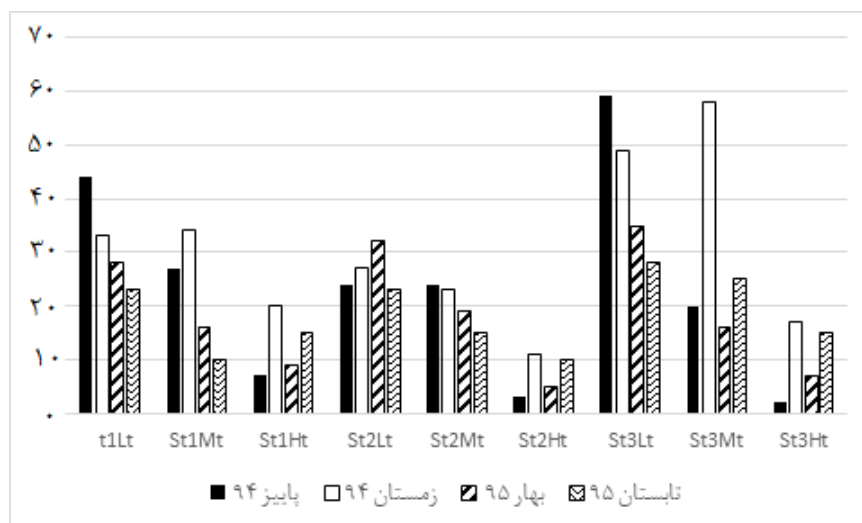
شکل ۷: ارزیابی AMBI از سطح سلامت اکوسیستم در تابستان ۱۳۹۵ حرای مل‌گنزه.

بحث و نتیجه‌گیری

منطبق بر نگاه Welch و Lindell (۱۹۹۲) حرای مل‌گنزه از نظر آلودگی در حد متوسط قرار دارد و سطح سلامت آن در شرایط متوسط قرار دارد. او معتقد است که اگر شاخص شانون کمتر از ۱ باشد اکوسیستم تحت آلودگی شدید است، اگر بین ۱ تا ۳ باشد این آلودگی در حد متوسط و اگر بالای ۳ باشد اکوسیستم فاقد آلودگی می‌باشد. در غالب ایستگاه‌ها در تمام فصول مقدار شاخص شانون-وینر بین ۱ تا ۳ قرار داشت. بدترین شرایط اکولوژیکی از نظر تنوع برای این زیستگاه مربوط به فصل تابستان است و مربوط به نواحی بالادست هر سه ایستگاه و میان دست ایستگاه دوم و سوم است. در فصل تابستان با غلبه گونه *Rhinoclavis kochi* در مناطق بالادست و میان دست ایستگاه‌های ۲ و ۳ وزن تنوع شانون به شدت کاهش یافته؛ اما مبتنی بر تحلیل شاخص سیمپسون وضعیت اکوسیستم در حد خوب و متوسط است و بدترین شرایط را در فصل تابستان و به واسطه کاهش تنوع گونه‌ای و شکوفایی گونه *Rhinoclavis kochi* می‌باشد.

در مجموع منطقه مل‌گنزه با ۱۷/۶۴ درصد از موجودات حساس (گروه I)، ۵۷/۴ درصد بی‌تفاوت (گروه II)، ۲۱/۷۸ درصد مقاوم (گروه III) و ۳/۱۸ درصد از کف زیان فرصت‌طلب (گروه IV) تشکیل شده است و در طول سال و در بین نقاط نمونه‌برداری شاخصی بین ۱ تا ۴/۶۷ را داشته است. ناحیه بالاکشندی ایستگاه دوم و سوم فصل پاییز به ترتیب شاخص ۳/۸۳ و ۴/۶۷ را نشان دادند که از نگاه AMBI به ترتیب متوسط و ضعیف

ارزیابی‌شده و دلیل آن را می‌توان به تعداد اندک گونه‌ها و فراوانی جانوران مشاهده‌شده نسبت داد (

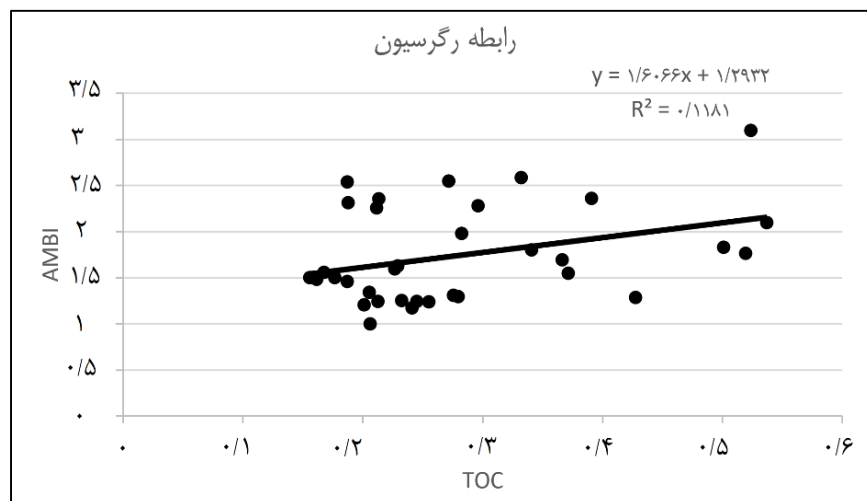


شکل ۳). هرگاه تعداد گونه‌ها در یک ایستگاه یا نقطه نمونه‌برداری کمتر از ۳ و فراوانی کمتر از ۸ باشد AMBI نمی‌تواند تحلیل معتبری را ارائه نماید (درویش بسطامی و همکاران، ۱۳۹۳). این دونقطه از نظر تعداد گونه به ترتیب ۳ و ۲ و فراوانی آن‌ها ۳ و ۶ بود لذا ارزیابی AMBI برای این دونقطه ناکارآمد و غیرقابل استناد می‌باشد. لذا نمودار تراز AMBI (شکل ۴ تا ۷) وزن این شاخص را برای حرای مل‌گنزه در حدفاصل ۱/۲ تا ۳/۳ نشان می‌دهد. از این‌رو از نگاه AMBI سطح سلامت حرای مل‌گنزه خوب و آلودگی آن به‌صورت خفیف ارزیابی می‌شود. پیش‌تر نیز مطالعات داوری و همکاران (۱۳۹۱) که به مقایسه غلظت فلزات سنگین رسوبات حرای بیدخون، بساتین و مل‌گنزه پرداخته بودند آلودگی حرای مل‌گنزه را خفیف‌تر ارزیابی کرده بودند.

در مطالعات حویزاوی و همکاران (۱۳۹۱) که به ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی رسوبات ساحلی بحرکان خوزستان پرداخته بودند شاخص AMBI وضعیت خوب اکولوژیک را برای این سواحل ضعیف از نظر تنوع و غنا گونه‌ای ارزیابی کردند. این اختلاف که در تحقیق حاضر نیز مشاهده‌شده است به آن دلیل است که شاخص‌های تنوع، غالبیت و حتی مارگالف در ارزیابی اکوسیستم رویکردی کمی دارند و این در حالی است که AMBI با طبقه وضعیت بوم‌شناختی کف زیان توانسته است رویکرد کیفی در ارزیابی اکوسیستم ارائه نماید و خلأهای نگاه‌های سیمپسون و شانون را مرتفع نماید. همچنین همانطور که Liu و همکاران (۲۰۱۹) اذعان داشته‌اند از کنار هم قرار گرفتن شاخص‌های کلاسیک در کنار AMBI ارزیابی مؤثرتری از یکپارچگی و کیفیت اکوسیستم‌های دریایی بدست خواهد آمد (Liu, et al., 2019).

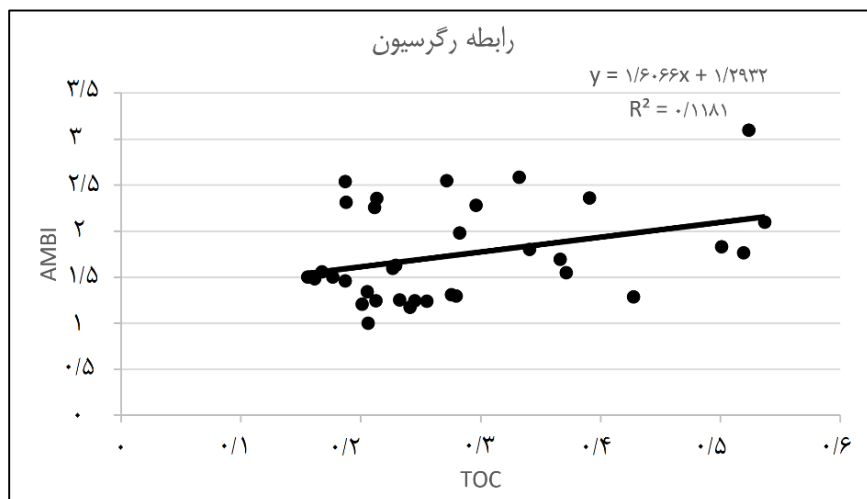
جدول ۴: آزمون ناپارامتریک همبستگی اسپیرمن برای AMBI و TOC.

Correlations		
Spearman's rho	AMBI	TOC
	Correlation Coefficient	۰/۳۰۵
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۷۹
N		۳۴



شکل ۸: معادله رگرسیون پس از حذف نقاط فاقد اعتبار.

در نهایت هرچند آزمون ناپارامتریک اسپیرمن بین AMBI با TOC همبستگی معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$) (جدول ۴) اما رگرسیون میان AMBI و TOC یک رابطه به صورت مثبت را نشان داد که پیش‌تر در مطالعات درویش بسطامی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان داده شده بود (



شکل ۸). Umehara (۲۰۱۹) ارتباط معنی‌داری بین AMBI و محتوای TOC را نشان داد (Umehara, et al., 2019). به‌طور کلی شاخص AMBI نسبت به متغیرهای محیطی از خود حساسیت نشان می‌دهد (Mehdipour, et al., 2018).

در این مطالعه حرای مل‌گنزه عاری از تنش‌های حاد زیست‌محیطی تشخیص داده شد. تنوع بالای گونه‌های ماکروفون در این منطقه ظرفیت بالایی را برای پژوهش‌های ماکروبتوزی گروه‌های شاخص در اکوسیستم‌های حرا فراهم می‌آورد و بستر مناسبی را برای پژوهشگران بیوسیستماتیک فراهم آورده است. از آنجایی که جزیره تهمادون محل آلوده و زادوولد پرندگان است نباید به بهانه توسعه گردشگری منطقه را دچار تنش و استرس‌های زیست‌محیطی نمود. همچنین با توجه به گستره وسیع سواحل مشرف به خلیج تهمادون می‌توان از طریق کاشت درختان حرا در جهت افزایش غنای زیستی منطقه گامی مؤثر برداشت. همچنین همان‌طور که Borja و همکاران (۲۰۱۹) AMBI را شاخصی بسیار کارآمد، موفق و همیشه جوان در مدیریت محیط‌های زیست دریایی از نواحی بین جزر و مدی تا دشت‌های پست مفاکی در تمام نقاط جغرافیایی

کره زمین معرفی می‌نمایند (Borja, et al., ۲۰۱۹)، بهره‌گیری پیوسته از این شاخص زیستی در مانیتورینگ و رصد تغییرات و متغیرهای زیستی و اکولوژیکی در جهت حفاظت از محیط‌های زیست دریایی به نهادهای حاکمیتی و زیست‌محیطی توصیه می‌شود. حتی یافته‌های اخیر توانمندی این شاخص اکولوژیک را در ارزیابی‌های پالئو اکولوژیک و بازیابی جوامع زیست دریایی نشان می‌دهد (Caswell, et al., 2019).

منابع

- حویزای، ش.، سواری، ا.، دهقان مدیسه، س.، دوست شناس، ب.، پاشازانوسی، ح. و اخوت، ن.، ۱۳۹۱. استفاده از شاخص AMBI به منظور ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی رسوبات ساحلی خوزستان، مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۱۱: شماره ۱: صفحات ۴-۱۷.
- داوری، ع.، خراسانی، ن. و دانه‌کار، ا.، ۱۳۹۱. مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوبات رویشگاه‌های حرا بیدخون، بساتین و مل‌گنزه، بوم‌شناسی کاربردی دوره ۲: شماره ۲: صفحات ۱۵-۲۶.
- درویش بسطامی، ک.، باقری، ب.، سلطانی، ف. و حمزه پور، ع.، ۱۳۹۳. ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی سواحل دریای خزر (سیسنگان) بر اساس شاخص AMBI، نشریه علوم و مهندسی محیط‌زیست، جلد ۱: شماره ۳: صفحات ۶۹-۷۸.
- شوکت، پ.، موسوی ده‌موردی، ل.، نوح‌دوست، ف.، بنایی، م.، نبوی، م.، محیسنی، م. و نعمت دوست حقی، ب.، ۱۳۹۶. بررسی اکولوژیکی سواحل بحرکان با استفاده از شاخص‌های AMBI و Bentix، محیط‌زیست جانوری دوره ۹: شماره ۳: صفحات ۳۸۵-۳۹۴.
- صالحی، س.، دوست شناس، ب.، سواری، ا. و سخانی، ن.، ۱۳۹۳. بررسی سلامت بوم سامانه مصب رودخانه بهمنشیر با استفاده از AMBI و Bentix از شاخص‌های متکی بر کف زیان، نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی، جلد ۵: شماره ۲۰: صفحات ۶۱-۷۰.
- عربی، ا.، سواری، ا. و وزیری زاده، ا.، ۱۳۹۱. مطالعه بوم‌شناختی اجتماعات ماکروبنطیک رسوبات جزرومدی دلوار (بوشهر)، نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی، جلد ۳: شماره ۱۲: صفحات ۲۷-۳۶.

Ansari, Z. A., Jngole, B. S., Furtado, R., Paula, D., Ingole, B. S. and Furtado, R., 2003. Response of benthic fauna to different pollutants: Some case studies and relevance of benthos to environmental impact assessment. in. Discovery Publishing House, 422-428.

Bahmani, M., 1997. A systematic study of Crabs in the Inter-tidal Zone of Hormozgan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal, 6(1): 1-16.

Borja, A., Franco, J. and Pérez, V., 2000. A marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin, 40(12): 1100-1114.

Borja, A., Chust, G. and Muxika, I., 2019. Forever young: The successful story of a marine biotic index. Advances in marine biology. Academic Press, 82: 93.

Eleftheriou, A., 2007. Methods for the Study of Marine Benthos. 4th editions. John Wiley & Sons.

Caswell, B. A., Frid, C. L. J. and Borja, A., 2019. An ecological status indicator for all time: Are AMBI and M-AMBI effective indicators of change in deep time? Marine pollution bulletin. Elsevier, 140: 472-484.

Fauchald, K., 1977. The Polychaete Worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Science Series, 28: 188.

Gray, J. S., Clarke, K. R., Warwick, R. M. and Hobbs, G., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. Marine ecology progress series. JSTOR, 285-299.

Holme, N. A. and McIntyre, A., 1984. Methods for the study of marine benthos. International Biological Programme Handbook no. 16. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 387p.

Johnson, L. J. and Frid, C. L. J., 1995. The recovery of benthic communities along the County Durham coast after cessation of colliery spoil dumping. Marine Pollution Bulletin. Elsevier, 30(3): 215-220.

Kenny, A. J. and Rees, H. L., 1996. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: results 2 years post-dredging. Marine Pollution Bulletin. Elsevier, 32(8-9): 615-622.

- Kingston, P. F., Dixon, I. M. T., Hamilton, S. and Moore, D. C., 1995.** The impact of the Braer oil spill on the macrobenthic infauna of the sediments off the Shetland Islands. *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier, 30(7): 445–459.
- Liu, Z., Fan, B., Huang, Y., Yu, P., Li, Y., Chen, M., Cai, M., Lv, W., Jiang, Q. and Zhao, Y., 2019.** Assessing the ecological health of the Chongming Dongtan Nature Reserve, China, using different benthic biotic indices. *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier, 146: 76–84.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J. F., 1988.** Statistical ecology: a primer in methods and computing. John Wiley & Sons.
- Mehdipour, N., Gerami, M. H. and Nemati, H., 2018.** Assessing benthic health of hard substratum macrobenthic community using soft bottom indicators and their relationship with environmental condition.
- Tadjallipour, M., 1995.** Investigation supplementary systematic and distribution of mollusks in Persian Gulf coastal. Iranian Fisheries Science Research Institute.
- Umehara, A., Nakai, S., Okuda, T., Ohno, M. and Nishijima, W., 2019.** Benthic quality assessment using M-AMBI in the Seto Inland Sea, Japan. *Marine environmental research*. Elsevier, 148: 67–74.
- Vaziri zadeh, A., Mohammadi, M. and Fakhri, A., 2012.** Ecological Assessment of mollusc communities in the rocky shores of Bushehr Province. *Journal of Oceanography*, 3(9): 55–61.
- Walton, W. R., 1952.** Techniques for recognition of living foraminifera. Scripps Institution of Oceanography.
- Wef, A. A., 1998.** Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC.
- Welch, E. B. and Lindell, T., 1992.** Ecological Effects of wastewater: applied limnology and pollutant effects”, 2^a edición. E & FN Spon, London.