

ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی سواحل دریای خزر (سیسنگان) بر اساس شاخص

AMBI

کاظم درویش بسطامی^{*}، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران.

حسین باقری، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران.

فرزانه سلطانی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علی حمزه پور، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران.

E-mail^{*}: darvish_60@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۸ - پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۲

چکیده

پایش اکولوژیک مناطق ساحلی به منظور ارزیابی سلامت این زیستگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفیت اکولوژیک آب‌های ساحلی دریای خزر بر اساس موجودات ماکروبتوزی و با استفاده از شاخص AMBI (Azti Marine Biotic Index) بود. برای این منظور ۱۲ ایستگاه در سواحل دریای خزر در منطقه سیسنگان انتخاب و نمونه برداری در فصل پاییز ۱۳۹۱ با استفاده از نمونه بردار Van Veen انجام شد. در مجموع ۶ خانواده و ۸ گونه ماکروبتوز در ایستگاه‌های نمونه برداری شناسایی شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که در ایستگاه ۷ خانواده Gamaridae غالب و بر اساس شاخص AMBI این ایستگاه دارای کیفیت اکولوژیک عالی می‌باشد. همچنین ایستگاه ۲، ۸ و ۶ بر اساس شاخص AMBI دارای کیفیت اکولوژیک بد و ضعیف می‌باشند که این به دلیل غالب بودن گونه‌های *Oligochaeta*، *Streblospio gynobranchiata*، *Hypania invalida* می‌باشد و بقیه ایستگاه‌ها دارای کیفیت اکولوژیک متوسط و خوب می‌باشند. همچنین رابطه مثبت بین AMBI و ماده آلی وجود داشت که نشان دهنده این مطلب می‌باشد که AMBI احتمالاً شاخص خوبی برای نشان دادن غنی شده گی ماده آلی در دریای خزر (ایستگاه‌های مورد مطالعه) می‌باشد. بطور کلی ۵۰ درصد ایستگاه‌ها دارای کیفیت اکولوژیک متوسط، ۲۵ درصد دارای کیفیت اکولوژیک خوب و عالی و ۲۵ درصد دارای کیفیت اکولوژیک ضعیف و بد بودند.

واژه‌های کلیدی: شاخص AMBI، رسوب، ماکروبتوز، سیسنگان، دریای خزر.

۱- مقدمه

زیستگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. جهت ارزیابی سلامت اکوسیستم‌های آبی از ماهی‌ها، جانداران کفزی و شناورزی استفاده می‌شود که در این میان جانداران کفزی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند (Blanchet et al., 2008). بتوزها در اکوسیستم‌های دریایی نقش مهمی در چرخه غذایی آب‌ها،

زیستگاه‌های ساحلی به دلیل قرار گرفتن در حد فاصل بین دو اکوسیستم بزرگ خشکی و دریایی، تحت تاثیر دو زیستگاه قرار دارند بنابراین به عنوان یکی از مناطق حساس به حساب می‌آیند. بنابراین بررسی اجتماعات نواحی ساحلی نسبت به سایر مناطق که بیشتر تحت تاثیر خطرات قرار دارند، به منظور ارزیابی کیفیت این

همچنین (Borja et al., 2000; Casselli et al., 2003) این شاخص کارایی بالایی در تعیین اثرات هم در بعد زمانی و هم مکانی دارد (Muxika et al., 2007) و در مناطق مختلف جغرافیایی کاربرد داشته و مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه استفاده از این شاخص در دریای خزر صورت نگرفته بود، بنابر این هدف از این مطالعه ارزیابی کیفیت اکولوژیک آب‌های ساحلی دریای خزر براساس موجودات ماکروبتوزی و با استفاده از شاخص AMBI بود.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه برداری در فصل پاییز (۱۳۹۱) در منطقه سیسنگان توسط نمونه بردار ون وین در ۱۲ ایستگاه انجام شد (شکل ۱). نمونه‌های رسوب (سه تکرار از هر ایستگاه) با اضافه نمودن فرمالین ۵ درصد تثبیت شدند سپس موجودات درون رسوب با اضافه نمودن رزبنگال ۱ گرم در لیتر رنگ آمیزی شدند تا با آسانی از رسوب جدا شوند. در آزمایشگاه نمونه‌ها از الک ۵۰۰ میکرون عبور داده شده و سپس با استفاده از اطلس بی‌مهرگان دریای خزر (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸) شناسایی گردیدند. همچنین یک نمونه اضافی رسوب برای اندازه‌گیری دانه‌بندی رسوب و سنجش ماده آلی از هر ایستگاه گرفته شد. به منظور تعیین دانه‌بندی رسوبات در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شده (Buchanan, 1984) و با عبور از الک‌های ۶۳ میکرون، ۵/۰ و ۱ میلی‌متر دانه بندی گردیدند. سپس شن، ماسه، سیلت و رس جداسازی شده و دانه بندی بستر در هر ایستگاه مشخص گردید (Buchanan, 1984). برای اندازه‌گیری مواد آلی بستر نیز از روش کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت استفاده گردید و سپس از طریق فرمول زیر در صد ماده آلی (TOM) محاسبه گردید.

$$TOM = A - B / A - C \times 100$$

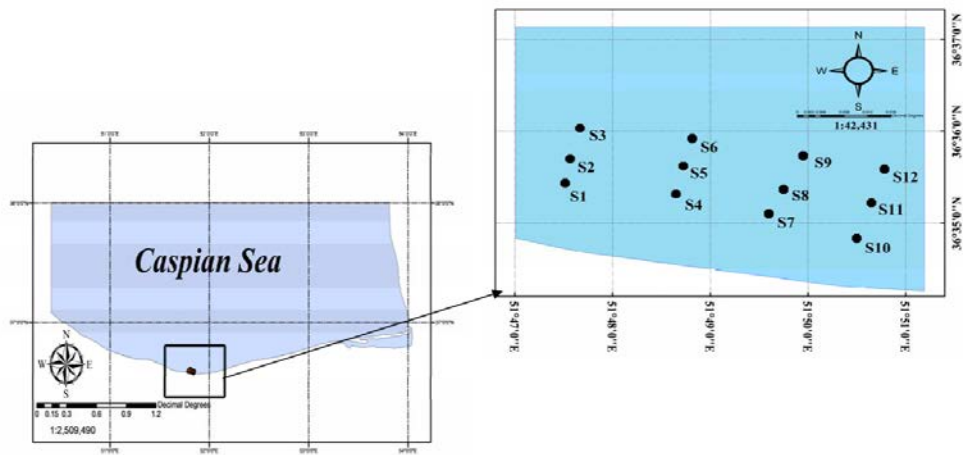
C: وزن بوته‌های چینی خالی و خشک؛

A: وزن بوته‌های چینی حاوی رسوبات خشک شده؛

B: وزن بوته‌ها پس از خروج از کوره.

متابولیسم آلودگی‌ها و تولید ثانویه بر عهده دارند (Doi et al., 2005; Kang et al., 2007). ساکن بودن، چرخه زندگی نسبتاً طولانی، تنوع گونه‌ای زیاد با حساسیت‌های مختلف در برابر استرس‌های محیطی و نقش مهم بتوزها در چرخه مواد غذایی بین رسوبات و آب از مزیت‌های استفاده از جوامع بتوزی در ارزیابی کیفیت اکوسیستم‌های آبی می‌باشد (Dauvin, 2007; Bellan, 2008; Borja et al., 2008). شاخص‌های اکولوژیک متعددی به منظور ارزیابی وضعیت اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شاخص‌های اکولوژیک ترکیبی از فاکتورهای محیطی مختلف بصورت یک مقیاس کمی بیان می‌شود که خصوصاً در مدیریت‌های محیطی بسیار مفید خواهند بود. این شاخص‌ها بر اساس ماهیت گونه‌های موجود در جامعه به بررسی کیفیت زیستگاه می‌پردازند. این نظام با توجه به حساسیت و بردباری گونه‌ها، اقدام به امتیازدهی به گونه‌ها کرده و از کمیت بدست آمده از حاصل جمع امتیازهای یک جامعه، کیفیت اکوسیستم موجود را می‌سنجد. از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین این شاخص‌ها می‌توان شاخص (AMBI)، (BENTIX) و (BOPA) را نام برد.

شاخص (Azti Marine Biotic Index) AMBI توسط Borja و همکاران (۲۰۰۰) برای تعیین اثرات و بررسی وضعیت کیفی رسوبات بر جوامع بنتیک رسوبات دریاها معرفی شد. از آن پس برای بررسی انواع منابع موثر مورد استفاده قرار گرفت و مزیت آن در تشخیص اثرات اختصاصی در منطقه تحت اثر نمایان شد (Borja et al., 2003a). این شاخص در برابر یکسری از آلاینده‌های شیمیایی هم در مناطق مصبی و هم در مناطق ساحلی، معتبر شناخته شده است (Borja et al., 2000) و در ارتباط با انواع منابعی مانند حفاری‌ها، ساخت و سازهای ساحلی، ورود فلزات سنگین، ورود انواع پساب‌ها و نشست نفت که دارای اثرات زیست محیطی هستند، قابل استفاده می‌باشد



شکل ۱. موقیعت ایستگاه‌های نمونه برداری در دریای خزر در منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

برای استفاده از این شاخص نزدیک به ۶۵۰۰ گروه جانوری مربوط به جوامع بنتیک بسترهای نرم دسته بندی شده اند (<http://ambi.azti.es/ambi>). بر اساس این شاخص هنگامی که AMBI بین ۱/۲-۰ باشد کیفیت اکولوژیکی عالی، بین ۳/۳-۱/۲ کیفیت اکولوژیکی خوب، بین ۴/۳-۳/۳ کیفیت اکولوژیکی متوسط، بین ۵/۵-۴/۳ کیفیت اکولوژیکی ضعیف و بین ۷-۵/۵ کیفیت اکولوژیکی بد می‌باشد (Borja et al., 2000). همچنین شاخص تنوع شانون وینر با فرمول ShannonWeiner diversity Index) زیر محاسبه شد (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = -\sum Pi \log_2 Pi$$

در این رابطه Pi با فرمول $\frac{ni}{N}$ محاسبه گردید که ni معرف تعداد کل افراد یک گونه و N معرف تعداد کل افراد در تمام گونه‌ها می‌باشد (Shannon and Weaver, 1949). شاخص یکنواختی (Evenness) به روش کیفی جاکارد با فرمول زیر محاسبه شد.

$$Max = H / \log_2(S) / H' \quad J = H'$$

که در آن H' مقدار شانون محاسبه شده در هر ایستگاه نمونه برداری و H'_{max} بیشترین مقدار شانون محاسبه شده در هر تکرار نمونه برداری است

در شاخص AMBI با توجه به حساسیت به شیب غلظت مواد آلی، جوامع ماکروبتوز به ۵ گروه اکولوژیکی تقسیم و از ضریب ارزش مقاومتی هر گروه برای ارزیابی منطقه استفاده می‌شود (Borja et al., 2000).

$$AMBI = (0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV) / 100$$

در این رابطه GI- گونه‌های بسیار حساس به مواد آلی و حضور در شرایط غیر آلوده مانند پرتاران گوشتخوار و رسوب خواران (Deposit-feeders)، GII- گونه‌های بی تفاوت به مواد آلاینده که همیشه در تراکم پایین و بدون اختلاف معنی دار نسبت به زمان حضور دارند و عمدتاً معلق خواران (Suspension-feeders)، GIII- گونه‌های مقاوم به مواد آلاینده، این گونه‌ها ممکن است در شرایط طبیعی حضور داشته باشند اما جمعیتشان با افزایش بار آلاینده تحریک می‌شود عمدتاً رسوب خواران معلق خوار (Suspension deposit-feeders)، GIV- گونه‌های فرصت طلب درجه دو خصوصاً پلی‌کت‌های سایز کوچک که از لایه‌های زیر سطحی رسوبات تغذیه می‌کنند (subsurface deposit-feeders) و GV- گونه‌های فرصت طلب درجه اول همچون رسوب خواران (deposit-feeders) را شامل می‌شوند (Grall and Glemarec, 1997).

Gammarus macrurus بودند. از بین گونه‌های شناسایی شده، S. gynobranchiata در همه ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۴ و ۷ و H. invalida در همه ایستگاه‌ها بجز ایستگاه ۷ مشاهده گردید. همچنین Oligochaeta در همه ایستگاه‌ها بجز ایستگاه‌های ۸ مشاهده گردید. بیشترین گونه‌ها در ایستگاه‌های ۱ با تعداد ۷ گونه و کمترین آن‌ها با تعداد دو گونه در ایستگاه ۸ مشاهده شد (جدول ۲).

بیشترین تراکم با تعداد $۳۲۶/۸۰ \pm ۲۹۰/۴۶$ عدد در متر مربع در ایستگاه ۱۱ و کم‌ترین تراکم با تعداد $۲۱/۷۸ \pm ۳۷/۷۳$ عدد در متر مربع در ایستگاه ۸ مشاهده شد (جدول ۳). محاسبات نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین تراکم موجودات در بین ایستگاه‌های مختلف وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). میانگین شاخص شانون بین $۰/۳۳ - ۱/۸۹$ در نوسان بود به طوری که بیشترین آن در ایستگاه ۱ و کمترین آن در ایستگاه ۸ به دست آمد. میانگین شاخص شانون در منطقه سیسنگان $۱/۱۱ \pm ۰/۶۰$ به دست آمد (جدول ۳) و اختلاف آماری معنی‌داری بین شاخص شانون در ایستگاه‌های مختلف وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). میانگین شاخص Evenness $۰/۷۷ \pm ۰/۳۵$ تعیین شد. بیشترین و کمترین شاخص Evenness به ترتیب در ایستگاه‌های ۵ و ۸ به دست آمد (جدول ۳).

غنای مارگالف بین $۰/۴۸ - ۱/۸۴$ بود که بیشترین و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه‌های ۱ و ۸ به دست آمد. میانگین غنای مارگالف در منطقه سیسنگان $۱/۰۲ \pm ۰/۵۶$ بود. این شاخص در بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۳).

نتایج حاصل از شاخص‌های AMBI و درصد گروه‌های اکولوژیکی اندازه‌گیری شده در جدول ۴ آمده است. همانطور که مشاهده می‌کنید گروه اکولوژیکی II و IV در هیچ یک از ایستگاه‌ها مشاهده نشد. بر اساس شاخص AMBI ایستگاه ۸ دارای کیفیت بد، ایستگاه ۷ دارای کیفیت عالی، ایستگاه ۱۰ و ۱ دارای کیفیت خوب،

(Jaccard, 1908). همچنین S نشان دهنده تعداد گونه‌ها می‌باشد همچنین غنای مارگالف با رابطه زیر محاسبه شد (Margalef, 1972).

$$R=S-1/\text{Log}_2(n)$$

۲-۱- تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (Ver 16) انجام گردید. ابتدا نرمال بودن نمونه‌ها با روش کولموگروف اسمیرنوف در سطح معنی‌داری $p=۰/۰۵$ سنجش شد که همه داده‌ها نرمال بودند. سپس از طریق آنالیز واریانس یک طرف One-way ANOVA مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. برای ارتباط بین عوامل اندازه‌گیری شده، از آزمون رگرسیون استفاده شد. برای ترسیم جدول داده‌ها و ترسیم نمودارها از بسته‌های نرم‌افزاری Excel 2003، برای محاسبه شاخص‌های زیستی از نرم افزار PRIMER 5 (Clarke and Warwick 2001) و برای محاسبه شاخص AMBI از نرم افزار AMBI v5 استفاده شد.

۳- نتایج

میزان مواد آلی رسوب بین $۱/۶۳ - ۹/۵۵$ درصد ($۳/۳۵ \pm ۲/۳۰$ درصد) بود که بیشترین و کم‌ترین مقدار مواد آلی، به ترتیب در ایستگاه ۱ و ۳ تعیین گردید. بیشترین میزان رس، سیلت و شن به ترتیب در ایستگاه‌های ۳، ۳ و ۱۰ به دست آمد. همچنین میانگین شن، سیلت و رس در ایستگاه‌های نمونه برداری شده به ترتیب $۱۷/۷۹ \pm ۸۴/۸۵$ درصد، $۱۷/۱۷ \pm ۱۷/۲۸$ و $۰/۶۱ \pm ۱/۲۶$ درصد بود (جدول ۱).

در مجموع ۶ خانواده و ۸ گونه ماکروبتوز در ایستگاه‌های نمونه برداری شناسایی شدند. خانواده‌های بتوزی شامل Nereidae, Spionidae Tubificidae, Cardiidae, Ampheratidae و Gammaridae بودند و گونه‌های شناسای شده شامل Nereis diversicolor, Streblospio gynobranchiata, Hypania invalida, Cerastoderma lamarcki, stenocuma gracilis, Gammarus Compressus, Gammarus Minutus,

ارزیابی کیفیت زیست محیطی سواحل دریای خزر (سیسنگان) بر اساس شاخص

جدول ۱. برخی کمیتهای اندازه گیری شده در سواحل دریای خزر در منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

ایستگاهها	ماده آلی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۱	۱/۶۳	۰/۳۸	۵/۲۳	۹۱/۶۱
۲	۲/۲۸	۰	۹/۳۸	۹۰/۶۲
۳	۹/۵۵	۴/۴۳	۶۳/۵۵	۳۲/۰۲
۴	۲/۴۶	۰	۳/۸۵	۹۶/۱۵
۵	۲/۷۸	۰/۰۱	۹/۲۷	۹۰/۶۲
۶	۲/۹۵	۰/۲۴	۲۳/۵۸	۷۶/۰۴
۷	۱/۷۳	۰	۱۵/۵۳	۸۴/۵۶
۸	۲/۷۴	۰/۲۴	۴/۱۳	۹۵/۶۳
۹	۶/۴۷	۱/۰۱	۱۱/۹۵	۸۸/۰۴
۱۰	۲/۳۲	۰	۲/۷	۹۷/۳
۱۱	۲/۵۶	۰	۶/۰۹	۹۳/۹۱
۱۲	۲/۸۱	۱/۱۱	۲۸/۱۷	۸۱/۷۲
کمترین	۱/۶۳	۰	۲/۷	۳۲/۰۲
بیشترین	۹/۵۵	۴/۴۳	۶۳/۵۵	۹۷/۳
انحراف معیار ± میانگین	۳/۳۵ ± ۲/۳۰	۰/۶۱ ± ۱/۲۶	۱۷/۲۸ ± ۱۷/۱۷	۸۴/۸۵ ± ۱۷/۷۹

جدول ۲. ماکروبتوزهای شناسایی شده در سواحل دریای خزر منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

ایستگاهها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
<i>Nereis diversicolor</i>	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Streblospio gynobranchiata</i>	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Hypania invalida</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Oligochaeta</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Cerastoderam lamarcki</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>stenocuma gracilis</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gammarus Compressus</i>	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Gammarus Minutus</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Gammarus macrurus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

۴- بحث

بر اساس نتایج این تحقیق تراکم موجودات کفزی در سواحل سیسنگان بین ۳۲۶/۸۰-۲۱/۷۸ عدد در مترمربع و میانگین آن ۸۰/۵۰ ± ۱۶۳/۳۹ بود. این تراکم در بررسی های قبلی در کل سواحل جنوبی دریای خزر ۴۵۲۶ عدد

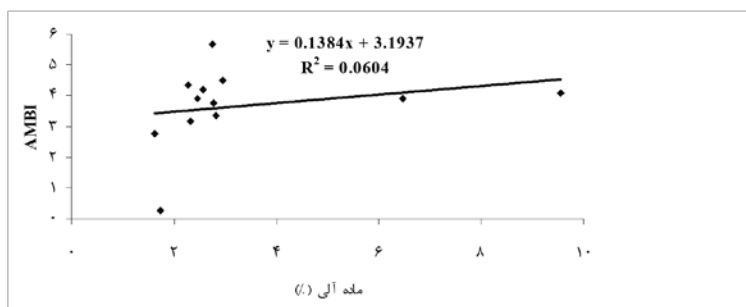
ایستگاه ۲ و ۶ دارای کیفیت ضعیف و بقیه ایستگاهها دارای کیفیت متوسط می باشد (جدول ۴). همچنین رابطه بین شاخص AMBI و ماده آلی، تراکم با دانه بندی رسوبات و تراکم با ماده آلی مثبت بود هر چند که این رابطه معنی دار نبود ($P < 0/05$) (شکل ۲).

جدول ۳. شاخص‌های زیستی اندازه‌گیری شده در در سواحل دریای خزر در منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

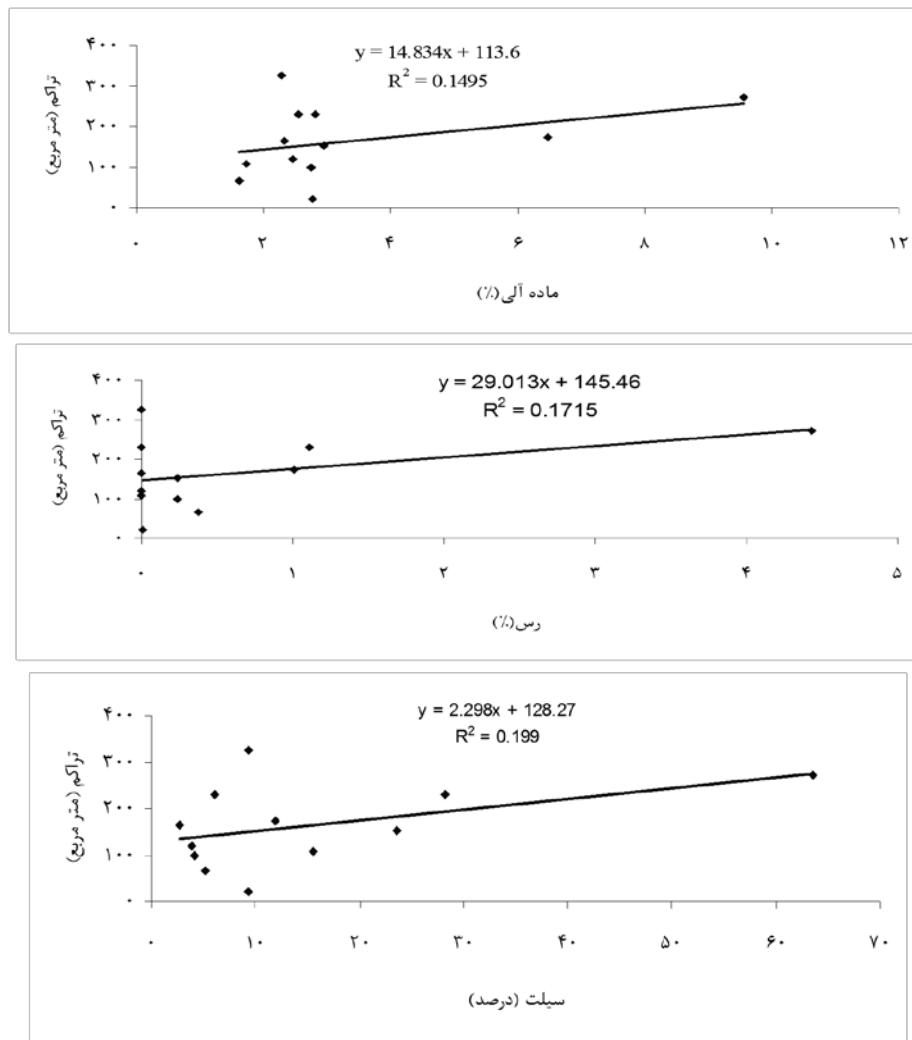
ایستگاه‌ها	تراکم	تعداد گونه	شانون	Evenness	غناى مارگالف
۱	۱۶۳/۴۰±۳۲/۶۷ ^{abc}	۷	۱/۸۹±۰/۳۷ ^c	۰/۹۵±۰/۰۱ ^a	۱/۸۴±۰/۳۹ ^c
۲	۲۲۸/۷۶±۱۴۹/۵۷ ^{abc}	۴	۱/۳۷±۰/۳۹ ^{bc}	۰/۹۱±۰/۰۹ ^a	۱/۰۷±۰/۱۵ ^{abc}
۳	۲۲۸/۷۶±۱۱۳/۲۰ ^{abc}	۵	۱/۴۷±۰/۰۹ ^{bc}	۰/۹۳±۰/۰۵ ^a	۱/۱۰±۰/۲۳ ^{abc}
۴	۱۰۸/۹۳±۱۸/۸۶ ^{abc}	۴	۱/۱۱±۰/۳۳ ^{abc}	۰/۹۲±۰/۰۱ ^a	۱/۰۸±۰/۳۰ ^{abc}
۵	۹۸/۰۳±۳۲/۶۷ ^{abc}	۵	۱/۳۶±۰/۳۱ ^{bc}	۰/۹۸±۰/۰۳ ^a	۱/۵۶±۰/۲۱ ^{bc}
۶	۱۷۴/۲۹±۸۲/۲۴ ^{abc}	۳	۰/۸۰±۰/۷۵ ^{ab}	۰/۶۲±۰/۰۵ ^a	۰/۶۲±۰/۵۴ ^{ab}
۷	۱۱۹/۸۳±۱۲۳/۷۲ ^{abc}	۳	۰/۶۸±۰/۵۹ ^{ab}	۰/۵۵±۰/۰۵ ^a	۰/۸۰±۰/۷۳ ^{ab}
۸	۲۱/۷۸±۳۷/۷۳ ^a	۲	۰/۳۳±۰/۵۷ ^a	۰/۳۳±۰/۵۷ ^a	۰/۴۸±۰/۸۳ ^a
۹	۱۵۲/۵۱±۹۴/۳۳ ^{abc}	۳	۰/۸۰±۰/۷۵ ^{ab}	۰/۶۲±۰/۰۵ ^a	۰/۶۲±۰/۵۴ ^{ab}
۱۰	۶۵/۳۵±۳۲/۶۷ ^{ab}	۶	۰/۸۶±۰/۸۰ ^{ab}	۰/۶۶±۰/۰۵ ^a	۱/۰۸±۰/۹۶ ^{abc}
۱۱	۳۲۶/۸۰±۲۹۰/۴۶ ^c	۴	۱/۳۷±۰/۴۲ ^{bc}	۰/۹۰±۰/۰۱ ^a	۰/۹۷±۰/۰۶ ^{abc}
۱۲	۲۷۲/۳۳±۱۵۴/۴۳ ^{bc}	۵	۱/۳۴±۰/۴۵ ^{abc}	۰/۸۸±۰/۰۵ ^a	۰/۹۹±۰/۱۸ ^{abc}

جدول ۴. شاخص‌های AMBI و درصد گروه‌های اکولوژیکی اندازه‌گیری شده در سواحل دریای خزر در منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

ایستگاه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
درصد گروه I اکولوژیکی	۳۳/۳	۰	۰	۲۲/۲	۰	۰	۹۰/۹	۰	۰	۳۳/۳	۰	۰
درصد گروه II اکولوژیکی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
درصد گروه III اکولوژیکی	۴۶/۷	۶۱/۹	۶۶/۷	۳۳/۳	۷۷/۸	۴۳/۸	۰	۱۰۰	۷۱/۴	۵۰	۶۳/۳	۸۴
درصد گروه IV اکولوژیکی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
درصد گروه V اکولوژیکی	۲۰	۳۸/۱	۳۳/۳	۴۴/۴	۲۲/۲	۵۶/۳	۹/۱	۰	۲۸/۶	۱۶/۷	۳۶/۷	۱۶
میانگین AMBI	۲/۷۶	۴/۳۳	۴/۰۷	۳/۹۱	۳/۷۵	۴/۵	۰/۲۵	۵/۶۶	۳/۹۱	۳/۱۶	۴/۲۱	۳/۳۵
کیفیت اکولوژیک	خوب	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	ضعیف	عالی	بد	متوسط	خوب	متوسط	متوسط



ارزیابی کیفیت زیست محیطی سواحل دریای خزر (سیسنگان) بر اساس شاخص



شکل ۲. رابطه بین شاخص AMBI و ماده آلی، تراکم با ماده آلی، رس و سیلت در سواحل دریای خزر در منطقه سیسنگان در پاییز ۱۳۹۱

شاخص‌های تنوع گونه (از جمله شاخص تنوع شانون وینر، شاخص یکنواختی و شاخص غنای مارگالف) صرفاً از لحاظ کمیت‌های گونه‌ای جامعه یعنی تعداد گونه‌ها و فراوانی افراد آن‌ها به بررسی کیفیت زیستگاه می‌پردازد. در نتیجه در اکوسیستم‌های دست نخورده و بکر مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌های کوهستانی که به طور طبیعی از تنوع و تراکم کمی برخوردارند، معیار صحیحی برای تعیین کیفیت زیستگاه نمی‌باشند.

شاخص Evenness نحوه توزیع افراد در جامعه را نشان می‌دهد. بدین صورت که هر چه عدد بدست آمده به ۱ نزدیکتر باشد یکنواختی بیشتر (تنوع بیشتر) و هر چه به صفر نزدیکتر باشد یکنواختی کمتر (تنوع کمتر) است به

در متر مربع گزارش شده است (هاشمیان کفشگری، ۱۳۷۹). ارقام به دست آمده در این تحقیق در مقایسه با مطالعات قبلی مقدار کمتری را نشان داد. تفاوت تراکم در نواحی مختلف تحت تاثیر حضور یا عدم حضور آلودگی، ورود گونه‌های مهاجم در منطقه، عوامل فیزیکی و شیمیایی و عوامل بیولوژیکی می‌باشد. *S. gynobranchiata* یک گونه مهاجم در دریای خزر می‌باشد که در سالیان اخیر وارد این دریا شده است و با توجه به اینکه در سال‌های قبل از ورود اینگونه به دریای خزر تراکم بتوزها بالاتر بود احتمالاً ورود این گونه مهاجم یکی از دلایل کاهش تراکم بتوزها در این منطقه می‌باشد.

می‌روند، زیرا در این مناطق ته نشین شدن مواد دانه ریز (گل و رس) زیاد است و در نتیجه در کار تنفس و تغذیه این جانوران اختلال ایجاد می‌شود و چون این جانوران توانایی زیستن در زیر رسوبات را ندارند می‌میرند. بسترهای گلی جهت زندگی رسوب خواران مناسب است زیرا این جانوران به راحتی از مواد ته نشین شده روی رسوبات تغذیه می‌کنند و این نوع بستر بیشتر در نواحی دور از ساحل تشکیل می‌شود. در صورتی که لارو رسوب خواران در این مناطق نشست کند زنده می‌ماند، زیرا این جانوران به راحتی می‌توانند در زیر رسوبات نقب زده و زندگی نمایند (Nybakken, 1993).

میزان مواد آلی و اندازه ذرات دو عامل مهم در پراکنندگی موجودات کفزی در رسوبات می‌باشند. مواد ریز (fine) با داشتن نسبت سطح به حجم بیشتر و جذب یونی (McCave, 1984; Horowitz & Elrick, 1987) قابل ملاحظه‌ای در جذب مواد آلی و غیر آلی دارند. مواد آلی رسوب شده در بستر به عنوان غذا توسط ارگانیزم‌های موجود در بستر مصرف می‌شود بطور کلی در ابتدا با افزایش مواد آلی تا حدی موجودات بتوزی زیاد می‌شوند ولی با افزایش بیش از حد مواد آلی، اکسیژن محیط کم شده و گازهای مضرمانند سولفید هیدروژن در لایه آب روی رسوب ایجاد می‌گردد و موجودات کفزی از بین می‌روند و فقدان حیات دیده می‌شود. در این تحقیق رابطه بین ماده آلی با تراکم بتوزها مثبت بود (شکل ۲). که احتمالاً نشان دهنده این مطلب است که ماده آلی موجود در رسوب مناسب بتوزها می‌باشد و در آن حدی نیست که باعث کاهش اکسیژن و از بین رفتن موجودات کفزی شود. همچنین رابطه مثبت بین بتوزها و ذرات رس و سیلت به دست آمده در این تحقیق احتمالاً به دلیل وجود مواد آلی بیشتر بعنوان منبع غذایی بتوزها در این ذرات می‌باشد.

انتخاب شاخص اکوبیولوژیک مناسب نقش کلیدی را در ارزیابی های زیست محیطی دارد و برای توسعه و به کار گیری درست این شاخص‌ها، معیارهای مختلفی ذکر

طور کلی در جوامعی که تحت تاثیر آشفته‌گی شدیدی باشند، تعداد کمتری از گونه‌ها وجود دارند و یک یا دو گونه خاص غالب شده و در نتیجه شاخص *Eveeness* پایین می‌آید (Murugesan et al, 2009). در این بررسی، میانگین شاخص *Eveeness* در سواحل سیسنگان 0.77 ± 0.35 بود و در بین ایستگاه‌ها اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت که نشان دهنده یکسان بودن شرایط ایستگاه‌ها از لحاظ توزیع افراد می‌باشد. همچنین بالا بودن این شاخص در منطقه حاکی از این می‌باشد که منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر آشفته‌گی کمی قرار دارد.

از معتبرترین شاخص‌های اندازه‌گیری غنای گونه‌ای، شاخص مارگالف است هر چه مقدار *Richness* بیشتر باشد حاکی از تعداد بیشتر گونه‌ها می‌باشد و این بیانگر این مطلب می‌باشد که در محیط آشفته‌گی و استرس پایین است، زیرا در شرایط نامطلوب محیطی گونه‌های حساس از بین رفته و گونه‌های مقاوم جایگزین می‌شوند، در این حالت با کاهش غنای گونه‌ای در جامعه مواجهیم. اگرچه که این شاخص توزیع جمعیت بین گونه‌ها را نشان نمی‌دهد ولی کاهش غنای گونه‌ای، استنباط افزایش غالبیت گونه‌ای و کاهش تنوع را به دنبال دارد در این بررسی، میانگین شاخص غنای گونه‌ای در سواحل سیسنگان 1.02 ± 0.56 بود.

به طور کلی رسوبات ماسه‌ای به دلیل وزن زیاد در نواحی ساحلی تشکیل می‌شوند و با فاصله گرفتن از ساحل از رسوبات دانه درشت کاسته و میزان رسوبات دانه ریز افزایش می‌یابد در این تحقیق در بیشتر ایستگاه‌ها ذرات شن بیشتر از سایر ذرات بودند که این به دلیل نزدیک بودن مناطق نمونه برداری به ساحل می‌باشد.

به دلیل وجود رسوبات ماسه‌ای در نواحی ساحلی و تلاطم آب در این نواحی، مواد غذایی معلق می‌شوند. این بسترها برای زندگی فیلتر کنندگان مناسب می‌باشد. زیرا در این نواحی می‌توانند به راحتی تغذیه کنند. اگر لارو فیلتر کنندگان در مناطق گلی و عمیق نشست کنند از بین

Chainho و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که شاخص AMBI در مناطقی با شوری کم به دلیل تاثیر گونه‌های مقاوم غالب برآورد بالاتری از کیفیت اکولوژیک ارائه می‌کند بنابراین استفاده از همزمان از چند شاخص اکوبیولوژیک برای ارزیابی کیفیت اکولوژیک این مناطق پیشنهاد می‌شود.

۵- مراجع

- بیرشتین، ی.آ.، وینوگرادوف، ل.گ.، کونداکوف، ن.ن.، کون، م.س.، آستاخوف، ت.و.، رومانوف، ن.ن.، (۱۹۶۸) "اطلس بی مهرگان دریای خزر"، ترجمه: دلیناد، ل. و نظری، ف.، (۱۳۷۹)، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۶۱۰ صفحه.

- هاشمیان کفشگری، ع.، (۱۳۷۷) "پراکنش و تغییرات فصلی زیتوده و تنوع ماکروبتوتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر"، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۰ صفحه.

-Bellan G., (2008) "Pollution indices. Encyclopedia Ecology", pp. 2861-2868.

-Blanchet, H., Lavesque, N., Ruellet, T., Dauvin, J.C., Sauriau, P.G., Desroy, N., Desclaux, C., Leconte, M., Bachelet, G., Janson, A.L., Bessineton, C., Duhamel, S., Jourde, J., Mayot, S., Simon, S. and De Montaudouin, X., (2008) "Use of biotic indices in semienclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats – implications for the implementation of the European Water Framework Directive", Ecological Indicator, 8, 360-372.

-Borja, A., Dauer D., Diaz R., Llansó R.J., Muxika I., Rodriguez J.G. and Schaffner L., (2008) "Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: a comparison of three indices", Ecological Indicator, 8: 395-403.

-Borja, A., Josefson, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B., (2007) "An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion", according to the European Water Framework Directive, Marine Pollution Bulletin 55, 42-52.

شده‌اند. بنابراین پیدا کردن شاخصی که همه این معیارها را داشته باشند، کار سخت و مشکلی می‌باشد. با وجود اینکه شاخص های اکولوژیکی متعددی وجود دارند، ولی در اغلب موارد این شاخص‌ها در موارد مشخصی از استرس، زیستگاه و یا نوع خاصی از جوامع قابل اجرا هستند. همچنین وجود اطلاعات قابل دسترس یکی از فاکتورهای اصلی در انتخاب شاخص‌ها می‌باشد.

در مطالعه حاضر در ایستگاه ۷ گروه اکولوژیک I غالب بود که شامل گونه های *G. Compressus*, *G. Minutus*, *G. macrurus* بودند که از خانواده *Gamaridae* و گونه‌های حساس به آلودگی می‌باشند و بر اساس شاخص AMBI این ایستگاه دارای کیفیت اکولوژیک عالی می‌باشد. همچنین ایستگاه ۲، ۸ و ۶ بر اساس شاخص AMBI دارای کیفیت اکولوژیکی بد و ضعیف می‌باشد که این به دلیل غالب بودن گونه‌های *Oligochaeta* و *S.gynobranchiata*, *H. invalida* می‌باشد که در گروه‌های اکولوژیکی III و V قرار دارند که در این گروه‌ها گونه‌های مقاوم به آلودگی و گونه‌های فرصت طلب قرار دارند و ایستگاه های ۳، ۴، ۵، ۹ و ۱۱ و ۱۲ دارای کیفیت اکولوژیکی متوسط و ایستگاه‌های ۱ و ۱۰ دارای کیفیت اکولوژیکی خوب می‌باشند. اگرچه

AMBI شاخص خوبی برای ارزیابی‌های اکولوژیکی می‌باشد هنگامی که تعداد گونه‌ها کمتر از ۳، تعداد افراد کمتر از ۶ و درصد افراد تایید نشده بیشتر از ۲۰ درصد باشد، اعتبار آن کاهش می‌یابد در این تحقیق ایستگاه ۸ دارای کمتر از سه گونه و افراد کمتر از ۶ عدد بود. رابطه مثبت بین AMBI و ماده آلی نشان دهنده این می‌باشد (شکل ۲) که AMBI شاخص خوبی برای نشان دادن غنی‌شدگی ماده آلی در دریای خزر (ایستگاه‌های مورد مطالعه) می‌باشد. با وجود اینکه این شاخص توسط محققین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است در بعضی از مناطق مصبی و دارای شوری کم دارای محدودیت‌هایی می‌باشد (Borja and Muxika, 2005; Borja et al., 2007; Chainho et al., 2007).

- estuarine ecosystem: carbon and nitrogen stable isotope analyses", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 316–322.
- Grall, J. and Glemarec, M., (1997) "Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest", *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44 (suppl. A), 43±53.
- Horowitz, A.J. and Elrick, K.A., (1987), "The relation of stream sediment surface area", grain size and composition to trace element chemistry. *Applied Geochemistry*, 2: 437-451.
- Jaccard, P., (1908) "Nouvelles recherches sur la distribution florale", *Bulletin Society Sciences Naturelle*. 44, pp.223-270
- Kang C.K., Choy E.J., Paik S.K., Park H.J., Loe K.S. and An, S., (2007) "Contribution of primary organic matter sources to macro invertebrate production in an intertidal salt marsh (*Scirpus triqueter*) ecosystem", *Marine Ecology Progress Series*, 334: 131-143.
- Margalef M., (1972) "Homage to Evelyn Hutchinson", why there is an upper limit in diversity. In E. S. Deevey (ed.), *Growth by intussusceptions, ecological essays in honor of G. Evelyn Hutchinson*, Transaction Connecticut Academy of Arts and Science. Connecticut, USA Vol. 44: 1 – 443 (pp. 211- 235).
- McCave, I.N., (1984) "Size spectra and aggregation of suspended particles in the deep ocean", *Deep-Sea Research*, 31: 329–352.
- Murugesan P., Ajithkumar T.T., Ajmal S. and Balasubramanian T., (2009), "Use of benthic biodiversity for assessing the impact of shrimp farming on environment", *Journal Environment Biology*, 30: 865-870
- Muxika, I., Borja, A., Bald, J., (2007) "Using historical data", expert judgment and multi-variate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive, *Mar. Pollut. Bull.*, 55, 16–29.
- Nybakken, James W., (1993) " *Marine Biology: An Ecological Approach*", 3rd edition, Harper Collins.
- Shannon, C.E., and Weaver, W., (1949) "The mathematical Theory of communication", *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Borja, A., Muxika, I., (2005) "Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality", *Mar. Pollut. Bull.* 50, 787–789.
- Borja, A., Franco, J., Muxika, I., (2003) "Classification tools for marine ecological assessment: the usefulness of macrobenthic communities in an area affected by a submarine outfall", In: *International Council for the Exploration of the Sea, ICES CM 2003/Session J-02*, September, 24th–27th, Tallinn, Estonia.
- Borja, A., Franco, J., 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, 1100–1114.
- Buchanan, J. B.(1984) "Sediment analysis", In N. A. Holme and A. D.McIntyre (editors) "Methods for the study of marine benthos", p.41-65. Blackwell Scientific Publications, Boston, MA, 387 p.
- Casselli, C., Ponti, M., Abbiati, M., (2003) "Valutazione della qualità ambientale della laguna costiera Pialassa Baiona attraverso lo studio dei suoi popolamenti bentonici", In: XIII Congresso Società Italiana de Ecologia, Como, Villa Olmo, 8–10 Settembre 2003, poster.
- Chainho, P., Chaves, M.L., Costa, J.L., Costa, M.J., Dauer, D.M., (2008) "Use of multimetric indices to classify estuaries with different hydromorphological characteristics and different levels of human pressure", *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1128–1137.
- Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Dauer, D.M., Costa, M.J., (2007) "Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary", *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1586–1597.
- Clarke, R.K., Warwick, R.M., (2001) "Changes in Marine Communities; An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, third ed" Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research; PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK.
- Dauvin, J.C., (2007) "Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices", consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 271–281.
- Doi H., Matdumasa M., Toya T., Satoh N., Mizota C., Maki Y. and Kikuchi E., (2005) "Spatial shifts in food sources for macrozoobenthos in an