بررسی سلامت بوم‌سامانه‌ی مصب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص‌های متکی بر کف‌زیان AMBI و Bentix

سمیه صالحی[۱]، بابک دوست‌شناس[۲*]، احمد سواری[۳]، نسرین سخایی[۴]

۱- دانش آموخته‌ی مرحومه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر

۲- استادیار دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: doustshenas@kmsu.ac.ir

۳- استاد دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: savari53@yahoo.com

۴- استادیار دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: nsakhaee@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۲۰ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۳*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این بررسی با هدف مطالعه اجتماعات بی‌مهرگان کف‌زی با استفاده از شاخص AMBI[1] به‌منظور تعیین وضعیت سلامت زیستی در مصب رودخانه بهمنشیر در مجاورت شهرستان آبادان انجام گردید. نمونه‌برداری از کف‌زیان در ۴ فصل و ۶ ایستگاه تعیین شده از مصب بهمنشیر از اسفند ۱۳۸۹ تا مهر ۱۳۹۰ انجام گردید. به‌طور کلی در این مطالعه ۶۷ گونه در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد که ۴۰ گونه متعلق به پرتاران، ۴ گونه متعلق به شکم پایان، ۱۱ گونه متعلق به ناجورپایان، ۹ گونه متعلق به دوکفه‌ای‌ها، ۱ گونه متعلق به ستاره‌های شکننده، ۱ گونه متعلق به تانائیدها و ۱ گونه هم از کوماسه‌ها بود. تراکم کل کف‌زیان در فصل زمستان با ۶۶/۵۸ تعداد در متر مربع و کمترین مقدار فراوانی در تابستان با مقدار ۲۶/۳۷ تعداد در متر مربع به‌دست آمد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه در کل سال در تراکم کل کف‌زیان در فصول مختلف و همین‌طور در ایستگاه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). بیشترین میانگین مطلق به‌دست آمده برای تراکم کل کف‌زیان در ایستگاه ۳ با ۱۶۲/۳ تعداد در متر مربع و کمترین مقدار فراوانی در ایستگاه ۶ با مقدار ۴/۸ تعداد در متر مربع به‌دست آمد. بررسی سلامت ایستگاه‌ها با استفاده از شاخصAMBI نشان داد که ایستگاه ۳ و ایستگاه ۶ به ترتیب دارای شرایط خوب و وضعیت نامطلوب بودند.

کلمات کلیدی: *AMBI، سلامت بوم‌سامانه، ماکروفون، رودخانه بهمنشیر، خلیج فارس.*

[1] AZTI's Marine Biotic Index

۱. مقدمه

به‌دلیل نقش بوم‌شناختی و اقتصادی دریا و مصب در بوم‌سامانه یکی از مهمترین زیستگاه‌های محیطی محسوب می‌شوند و اجتماعات کف‌زی بخش مهمی از موجودات زنده را در محیط‌های دریایی شامل هستند. زیستگاه‌های زیر جزر و مدی به‌عنوان بوم‌سامانه‌های دریایی مهم شناخته می‌شوند، زیرا آنها می‌توانند مناطق پرورشگاهی و نوزادگاهی برای بسیاری از موجودات دریایی باشند (Roozbahani et al., 2010).

بوم‌سامانه‌های مصبی و جزر و مدی تحت تاثیر مستقیم آلاینده‌های انسانی قرار دارند و در معرض آسیب‌پذیری مستقیم هستند که از این جهت از مناطق حساس بین دریا و خشکی محسوب می‌گردند (Vazirizadeh and Arebi, 2011). لذا پاسخ موجودات زنده مصب‌ها از جمله کف‌زیان به تنش‌های زیست‌محیطی سبب تغییر در فراوانی، تنوع افراد و اجتماعات می‌شود (Adams, 2002). بنابراین بررسی اجتماعات نواحی ساحلی و مصبی که بیشتر در معرض اختلالات زیست محیطی قرار دارند همانند کف‌زیان به‌منظور ارزیابی سلامت این زیستگاه‌ها دارای اهمیت بسیار زیادی هستند.

هدف از این مطالعه دست‌یابی به اطلاعات جدیدی در خصوص پراکنش و تنوع کف‌زیان دهانه رودخانه بهمنشیر و همچنین شناسایی گونه‌های مختلف و بررسی سلامت این بوم‌سامانه بر اساس شاخص‌های سلامت زیستی همانند شاخص AMBI و شاخص Bentix است. مطالعات متعددی در خصوص کفزیان در داخل و خارج از کشور انجام شده است که برخی از آنها عبارتند از: وزیری زاده و حسینی (۱۳۸۵) با بررسی اثر فاضلاب‌های شهری بر تنوع گونه‌ای و پراکنش شکم‌پایان منطقه بین جزر و مدی سواحل بوشهر، ۲۵ گونه متعلق به ۱۶ خانواده از شکم‌پایان را شناسایی کردند و گونه‌های *Planaxis sulcatus* و *Cerithidea cingulata* را به‌عنوان شاخص زیست‌شناختی مناطق آلوده معرفی کردند. نبوی (۱۳۷۸) نیز در بررسی کف‌زیان خوریات ماهشهر به نقش آنها در تغذیه آبزیان شیلاتی تاکید کرده است. محققین با مطالعه روی ماکروفونا در سواحل بوشهر نشان دادند که مناطق هاله و کری دارای وضعیت بوم‌شناختی بهتری نسبت به سایر قسمت‌های بررسی شده است (عاربی و همکاران، ۱۳۹۱).

موسوی ده‌موردی و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه روی شناسایی و بررسی تنوع گونه‌های نرم‌تنان رسوبات تالاب شادگان، در مجموع ۵ جنس از ۵ خانواده، ۳ راسته و ۱ رده را شناسایی و گزارش کردند. همچنین روحانی (۱۳۸۲) به شناسایی نرمتنان منطقه بحرکان و تعیین میزان آلودگی نفتی در گونه‌های غالب آنها پرداخت. با استفاده از شاخص‌های کف‌زی سلامت زیستی در بوم‌سامانه‌های با بستر نرم خور موسی، گزارش شده است که بخش قابل ملاحظه‌ای از این منطقه از وضعیت مطلوب سلامت بوم‌سامانه برخوردار نبوده است (Doustshenas et al., 2009). با استفاده از بی‌مهرگان کف‌زی و شاخص AMBI سلامت محیط‌زیست خور موسی بررسی و برخی مناطق با وضعیت نامطلوب گزارش شده است (Dehghan Madiseh et al., 2012). محققین، اجتماعات ماکروفونی را به‌عنوان شاخص آلودگی فاضلاب در بوم‌سامانه‌های بین جزر و مدی در بوشهر استفاده نمودند (Vazirizadeh and Arebi, 2011).

Muniz و همکاران (۲۰۰۵) کارایی شاخص AMBI را در نواحی آتلانتیک آمریکای جنوبی به‌منظور ارزیابی کیفیت بوم‌شناختی اجتماعات کف‌زی بسترهای نرم مورد بررسی قرار دادند. Muxika و همکاران (۲۰۰۵) نیز به بررسی ارزیابی اثرات فعالیت‌ها در طول سواحل اروپا پرداختند. در این مطالعه از شاخص AMBI برای تعیین کیفیت وضعیت بوم‌شناختی استفاده شد. همچنین Bigot و همکاران (۲۰۰۸) به ارزیابی کیفیت زیست‌محیطی بسترهای نرم جزیره Reunion (جنوب غربی اقیانوس هند) با استفاده از شاخص AMBI پرداختند و استفاده از این شاخص را برای ارزیابی بسترهای نرم گرمسیری تایید نمودند. Joydas و همکاران (۲۰۱۱) نیز به بررسی وضعیت اجتماع کف‌زی خلیج Manifa Tanajib در عربستان پرداختند. در این مطالعه غنای گونه‌ای بالا با چند گونه نادر و کمیاب مشاهده شده، میزان بالای شاخص تنوع شانون – وینر و نمودار ABC وضعیت سالمی را از اجتماعات پرتار نشان داد. در حالی‌که شاخص BOPA وضعیت آلودگی کم را در ۲۰ درصد از ایستگاه‌ها نشان داد.

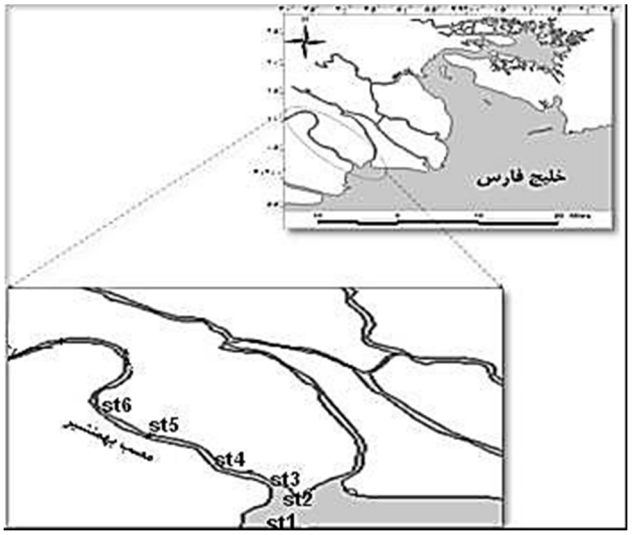
۲. مواد و روش‌ها

این بررسی در دهانه مصب رودخانه بهمنشیر که در مجاورت شهرستان‌های آبادان و خرمشهر واقع شده است، انجام گردید.

نمونه‌برداری از کف‌زیان در ۷ ایستگاه تعیین شده از مصب بهمنشیر از اسفند ۱۳۸۹ تا مهر ۱۳۹۰ انجام گردید. اولین، دومین و سومین ایستگاه در مصب رودخانه بهمنشیر (ایستگاه‌های دریایی)، ایستگاه چهارم در دهانه رودخانه بهمنشیر و ایستگاه‌های بعدی درون رودخانه بهمنشیر (ایستگاه‌های رودخانه‌ای) تعیین گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های تعیین شده در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در مصب رودخانه‌های اروند و بهمنشیر

شماره ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	۲۹°۵۳´۴۹/۵۰″	۴۸°۴۵´۵۳/۰۶″
۲	۲۹°۵۶´۵۵/۸۳″	۴۸°۴۵´۴۳/۹۰″
۳	۲۹°۵۹´۴۵/۸۲″	۴۸°۴۴´۲۸/۲۶″
۴	۳۰°۰۱´۴/۸۷″	۴۸°۴۱´۲۴/۵۷″
۵	۳۰°۰۳´۲۷/۶۲″	۴۸°۳۸´۵۴/۹۲″
۶	۳۰°۰۵´۳۳/۲۹″	۴۸°۳۶´۳۲/۱۵″



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

نمونه‌برداری از رسوب توسط قایق به‌وسیله گرب ون وین[1] با سطح مقطع ۰/۰۲۵ متر مربع انجام شد. تعداد ۳ نمونه رسوب به‌صورت جداگانه به‌منظور بررسی‌های زیستی کف‌زیان و آنالیز دانه‌بندی[2] و مواد آلی برداشته شد. شستشوی اولیه رسوبات دارای کف‌زیان با استفاده از الک شماره ۳۵ با چشمه ۰/۵ میلی‌متر و با آب دریا انجام شد، سپس باقیمانده‌ی مواد درون الک را به ظروف پلاستیکی منتقل کرده و با فرمالین بافری ۴٪ تثبیت گردیدند (Eleftheriou and McIntyre, 2005). اندازه‌گیری پارامترهای محیطی مانند دما، اسیدیته، اکسیژن محلول و کدورت در هر ایستگاه‌ها و با ۳ تکرار در محل نمونه‌برداری انجام گردید. همچنین جهت تعیین میزان فسفر و نیتروژن ۳ نمونه از هر ایستگاه برداشت شد و نمونه‌های مربوط به سنجش نیتروژن و فسفر تا زمان رسیدن به آزمایشگاه در یخ نگهداری شدند. جهت اندازه‌گیری مواد آلی کل (TOM) از روش Buchanan (1984) و جهت اندازه گیری دانه‌بندی رسوبات از روش Eleftheriou و McIntyre (۲۰۰۵) استفاده گردید. همچنین شناسایی‌ها بر اساس کلیدها و مقالات متعددی صورت گرفت که برخی از آنها عبارتند از: (Day, 1953; Fauvel, 1953; Banse, 1959; Robinson and Gibb, 1982; Sharabati, 1984; Hutchings, 1984; Jones, 1986; Sterreer, 1986; Giannuzzi-Savelli et al., 2003; Canete et al., 2004; Nygren et al., 2010; León-González and Goethel, 2013).

در این بررسی شاخص‌های مارگالف و شانون وینر نیز در ایستگاه‌های مختلف با استفاده از نرم افزارPrimer 5.0 محاسبه شدند. با استفاده از رابطه ۱ میزان شاخص AMBI[2] نیز سنجیده شد. در این شاخص کف‌زیان بسترهای نرم به ۵ گروه بر اساس حساسیت آنها به افزایش تنش تقسیم شدند.

$$AMBI=(1*\%GI)+(1.5*\%GII)+(3*\%GIII)+(4.5*\%GIV)+(6*\%GV)/100$$ رابطه ۱

نتایج این شاخص در ۵ درجه از ۰-۱/۲ به معنی شرایط طبیعی تا حد ۶-۷ به معنی آلودگی خیلی شدید طبقه‌بندی شد.

گروه بوم‌شناختی I- گونه‌هایی که به غنای مواد آلی بسیار حساس هستند، گروه بوم‌شناختی II- گونه‌های بی تفاوت به آلودگی، گروه بوم‌شناختی III- گونه‌های مقاوم به آلودگی زیاد، گروه بوم‌شناختی VI- فرصت طلبان رده اول وگونه‌هایی که توانایی سازگار شدن با شرایط نامتعادل محیطی را دارند، گروه بوم‌شناختی V- فرصت طلبان رده اول و گونه‌هایی که توانایی سازگار شدن با شرایط بسیار آلوده را دارند.

همچنین میزان شاخص Bentix که بر اساس AMBI تهیه شده است با استفاده از رابطه ۲ سنجیده شد. در این شاخص گروه‌های بوم‌شناختی به‌جای ۵ گروه در ۳ گروه طبقه‌بندی شدند. این

[1] Van veen grab
[2] Grain size analyze
[3] pH
[4] Dissolved oxygen
[5] Multimeter

[2] AZTI Marine Biotic Index

روش باعث کاهش خطا در گروه بندی گونه‌ها شده و در عین حال میزان عملیات لازم برای محاسبه شاخص را کاهش می‌دهد.

رابطه ۲ $Bentix=(6*\%GI)+2(\%GII+\%GIII)/100$

در جدول ۲ شمای کلی کلاسه‌بندی سلامت بوم‌سامانه ارائه شده است (Jorgensen et al., 2005).

جدول ۲: شمای کلی کلاسه‌بندی سلامت بوم‌سامانه بر اساس شاخص AMBI و Bentix و وضعیت بوم‌شناختی آن‌ها

وضعیت کیفی بوم‌شناختی	Bentix	AMBI
عالی	۶ ≤ Bentix ≤ ۴/۵	۱/۲ ≤AMBI
خوب	۴/۵ ≤ Bentix < ۳/۵	۳/۳ <AMBI ≤ ۱/۲
متوسط	۳/۵ ≤ Bentix < ۲/۵	۳/۴ <AMBI ≤ ۳/۳
ضعیف	۲/۵ < Bentix ≤۲	۵/۵ <AMBI ≤ ۴/۳
بد	۲ <Bentix	۶ <AMBI ≤ ۵/۵
بدون جانور	۰	۶ <AMBI

در ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapirowilk مورد محاسبه قرار گرفت. پس از مشخص شدن نرمالیتی توزیع داده‌ها، به‌منظور تعیین همبستگی داده‌ها از آزمون پیرسون برای داده‌های نرمال و از آزمون اسپیرمن برای داده‌های غیر نرمال استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار، برای داده‌های نرمال از پس آزمون توکی برای تعیین این تفاوت استفاده گردید. نرم‌افزارSPSS 16.5 برای تحلیل موارد فوق مورد استفاده قرار گرفت. شاخص AMBI توسط نرم‌افزار AMBI v5 که در سایت AMBI.AZTI.es وجود دارد محاسبه شد. این نرم‌افزار حاوی وضعیت بوم‌شناختی ۶۵۰۰ گونه است و از ویرایش ۲۰۱۲ آن استفاده شده است. شاخص Bentix نیز با استفاده از نرم افزار Bentix محاسبه گردید.

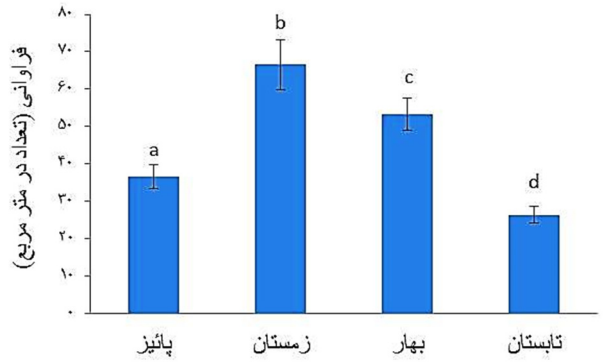
۳. نتایج

طی دوره مطالعاتی جمعا ۶۶ گونه در مصب رودخانه بهمنشیر شناسایی شد. از این بین ۳۹ گونه متعلق به پرتاران، ۴ گونه متعلق به شکم‌پایان، ۱۱ گونه متعلق به ناجورپایان، ۹ گونه متعلق به دوکفه‌ای‌ها، ۱ گونه متعلق به ستاره‌های شکننده و ۲ گونه متعلق به سخت‌پوستان شناسایی شد که اسامی گونه‌ها در جدول ۳ قید شده است. تراکم کل کفزیان‌ها در طی دوره مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین میانگین به‌دست آمده برای تراکم کل کفزیان‌ها در فصل زمستان با ۶۶/۵۸ تعداد در متر مربع و کمترین مقدار فراوانی در تابستان با مقدار ۲۶/۳۷ تعداد در متر مربع به‌دست آمد.

جدول ۳: پرتاران شناسایی شده کل دوره تحقیق، دهانه رودخانه بهمنشیر، ۹۰-۱۳۸۹

جنس یا گونه	شاخه یا رده	جنس یا گونه	شاخه یا رده
Polydontes melantus	Polychaeta	*Scolelepis squamata*	Polychaeta
Capitella sp.		*Terebellides stroemi*	
Sternaspis squtata		*Terebellides* sp.	
Syllis sp.			
Syllis spongicola		*Rhinoclavis aspera*	Gastropoda
Notomastus sp.		*Mitrella blanda*	
Cirratulus sp.		*Nassarius pauperis*	
Praxellela sp.		*Cerithidea cingulata*	
Cossura longicirata			
Eunice sp.		*Ampelisca binsignis*	Amphipoda
Glycera sp.1		*Ampelisca* sp.	
Glycera sp.2		*Cheiriphotis megacheles*	
Glycera sp.3		*Maera* sp.1	
Glycera sp.4		*Maera* sp.	
Glycera tridactyla		*Maera hemigera*	
Goniadopsis incerta		*Maera pacifica*	
Para lacydonia		*Maera quadrimana*	
Lumbrineris gracilis		*Merioculoides pallidus*	
Nephtys sp.		*Lembos achir*	
Nephtys tularensis		*Elasmapus rapax*	
Nereis sp.		*Barbatia candida*	Bivalvia
Perinereis nuntia		*Corbula sulculosa*	
Onuphis emeriti		*Musculista perfragilis*	
Ophelina sp.		*Ervilia scaliola*	
Owenia fosiformis		*Striarca symmetrica*	
Aonides oxycephala		*Tellina wallacea*	
Aonides paucibranchiata		*Circe scripta*	
Polydora sp.		*Dosinia caelata*	
Prionospio pinnata		*Paphia* sp.	
Prionospio rotalis		*Paracrocnida persica*	Ophioroidea
Prionospio sp.		*Kalliapseudes* sp.	Tanaidacea
Pseudopolydora sp.		*Eocuma affine*	Cumacea
Heteromastus filiformis			
Moyanus sp.			
Plathynereis sp.			
Sternaspis scutata			
Syllis sp.			
Syllis spongicola			

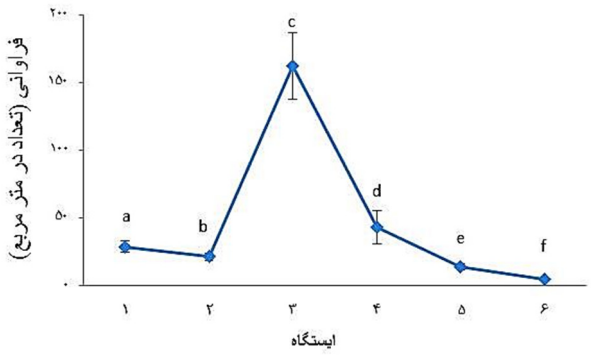
نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه (P<۰/۰۵) در بین فصول مختلف سال وجود تفاوت معنی‌داری را از نظر فراوانی کفزیان‌ها نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسه فراوانی کل کفزیان‌ها در فصول مختلف سال (mean± SD) در دهانه رودخانه بهمنشیر، ۹۰- ۱۳۸۹ حروف غیرهمسان نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار است (P< ۰/۰۵).

بیشترین میانگین به‌دست آمده برای تراکم کل کفزیان‌ها در ایستگاه ۳ با ۱۶۲/۳ تعداد در متر مربع و کمترین مقدار فراوانی در ایستگاه ۶ با مقدار ۴/۸ تعداد در متر مربع به‌دست آمد. نتایج

حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه در کل سال در تراکم کل کفزیان‌ها در ایستگاه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) (شکل ۳).



شکل ۳: مقایسه تغییرات فراوانی کل کفزیان‌ها در ایستگاه‌های مختلف (mean ±SD) در دهانه رودخانه بهمنشیر، ۹۰-۱۳۸۹حروف غیرهمسان نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار است (P< ۰/۰۵).

درصد فراوانی نسبی گروه‌های مختلف کف‌زیانی نشان می‌دهد که در فصل پاییز بیشترین درصد فراوانی نسبی مربوط به پرتاران و دوکفه‌ای‌ها با ۴۵٪ فراوانی محاسبه گردید. در فصل زمستان ناجورپایان و پرتاران به‌ترتیب با ۶۹٪ و ۲۲٪ فراوانی بیشترین فراوانی نسبی را از میان سایر گروه‌ها دارا بودند. در فصل تابستان پرتاران با ۷۲٪ فراوانی بیشترین فراوانی نسبی را به خود اختصاص دادند. در فصل بهار نیز بیشترین فراوانی نسبی متعلق به پرتاران با فراوانی ۸۹٪ بود. فراوانی نسبی و درصد فراوانی نسبی گروه‌های کف‌زیانی شناسایی شده در کل دوره مطالعاتی در شکل ۴ نشان داده شده است.

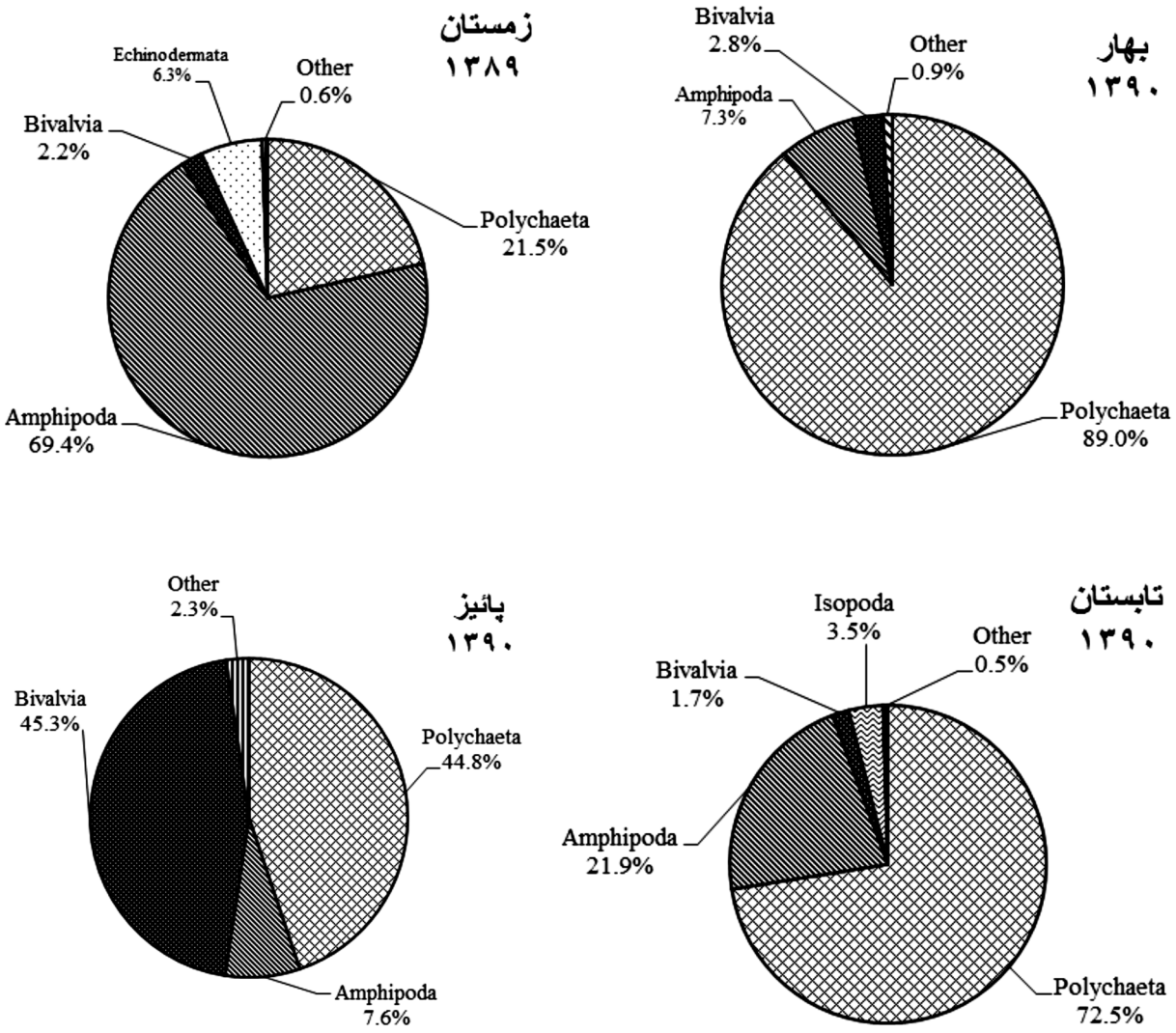
در ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌طور کلی در ماه‌های فصل زمستان با میانگین ۳۱۸۸۰ فرد در متر مربع شمارش شد. بیشترین تراکم گونه‌ها مربوط به ایستگاه ۳ با تعداد افراد میانگین ۲۸۹/۲ فرد در متر مربع و کمترین تراکم مربوط به ایستگاه ۶ با تعداد افراد ۰ فرد در متر مربع بود. بیشترین میانگین تراکم مربوط به گونه *Cheiriphotis megacheles* با تعداد تراکم ۸۵۵/۵ فرد در متر مربع و کمترین میانگین تراکم برای گونه‌های *Eocuma affine*، *Lumbrineris gracilis*، *Sabella* sp.2 و *Sternaspis scutata* با تعداد تراکم ۲/۲۲ فرد در متر مربع ثبت شد. در فصل بهار نیز در کل ۲۹۷۶۰ گونه در متر مربع مورد شمارش قرار گرفت که بیشترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه ۳ با تعداد افراد ۱۳۲/۰۴ فرد در متر مربع و کمترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه ۶ با تعداد افراد ۱۱/۱۸ فرد در متر مربع بود. بیشترین تراکم مربوط به گونه *Nephtys tularensis* با تعداد تراکم ۹۵۲۰ فرد در متر مربع و کمترین تراکم برای گونه‌های *Ampelisca insigni*, *Paphia* sp., *Dosinia caelata*, *Barbataia candida*, *Cerithidea cingulate*, *Nassarius pauperis*, *Rhinoclavis aspera*, *Terebellides stroemi, Hydroides* sp. با تراکم ۴۰ فرد در متر مربع ثبت شد. در فصل تابستان نیز در کل ۲۳۷۴۰ گونه در متر مربع مورد شمارش قرار گرفت که بیشترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه ۴ با تعداد افراد میانگین ۶۶/۳ فرد در متر مربع و کمترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه‌های ۵ و ۶ با تعداد افراد میانگین ۸/۲ فرد در متر مربع بود. بیشترین میانگین تراکم مربوط به گونه‌ی *Cheiriphotis megacheles* با تعداد تراکم ۴۱۶۰ فرد در متر مربع ثبت شد. در فصل پاییز نیز در کل ۱۷۸۰۰ گونه در متر مربع مورد شمارش قرار گرفت که بیشترین میانگین تراکم متعلق به ایستگاه ۳ با تعداد افراد میانگین ۱۷۲/۸ فرد در متر مربع و کمترین میانگین تراکم مربوط به ایستگاه ۶ با تعداد افراد ۰ فرد در متر مربع بود. بیشترین میانگین تراکم مربوط متعلق به گونه *Musculista perfragilis* با تعداد تراکم ۶۷۲۰ فرد در متر مربع و کمترین میانگین تراکم برای گونه‌های *Ampelisca insignis*، *Mitrella blanda*، *Prionospio pinnata*، *Glycera* sp.3 با تعداد تراکم ۴۰ فرد در متر مربع ثبت شد. فراوانی گونه‌های غالب کف‌زیان در جداول ۴ و ۵ برای فصول مختلف قید شده است.

جدول ۴: فراوانی گونه‌های غالب کف‌زیان در دهانه رودخانه بهمنشیر، زمستان ۱۳۸۹ و پاییز۱۳۹۰ (تعداد در متر مربع)

پاییز	فراوانی	زمستان	فراوانی
Musculista perfragilis	۳۷۳	*Cheiriphotis megacheles*	۸۵۵
Nephtys tularensis	۱۱۱	*Aonides paucibranchiata*	۱۴۸
Cheiriphotis megacheles	۵۷	*Maera reishi*	۱۴۶
Sabella sp.2	۴۶	*Maera quadrimana*	۱۰۸

جدول ۵: فراوانی گونه‌های غالب کف‌زیان در دهانه رودخانه بهمنشیر، تابستان و بهار ۱۳۹۰(تعداد در متر مربع)

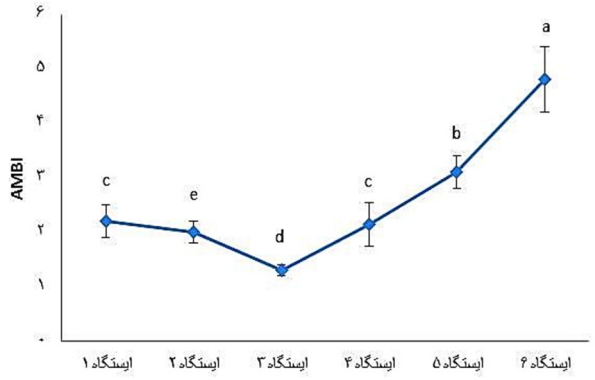
بهار	فراوانی	زمستان	پاییز
Nephtys tularensis	۵۲۸	*Cheirisphotis megacheles*	۲۳۱
Aonides paucibranchiata	۲۹۵	*Sabella* sp.1	۲۱۳
Polydora sp.	۱۸۲	*Prionospio pinnata*	۹۴
Goniadopsis incerta	۱۶۸	*Aonides paucibranchiata*	۸۶



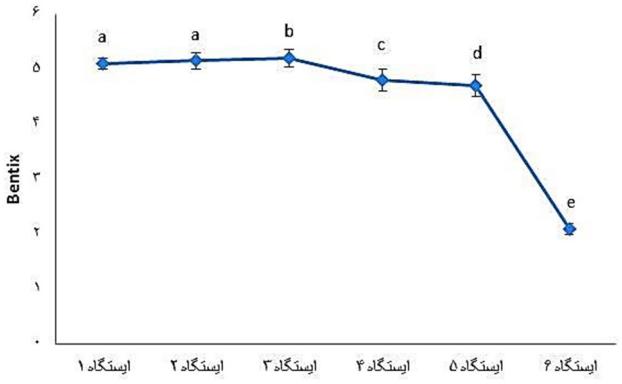
شکل ۴: درصد فراوانی نسبی گروه‌های کفزیانی در فصول مختلف، دهانه رودخانه بهمنشیر، ۹۰-۱۳۸۹

نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه شاخص AMBI نشان داد که بین ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره تحقیق اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵) (شکل ۵). بیشترین مقدار شاخص AMBI در ایستگاه ۶ با مقدار ۴/۷۵ با وضعیت بوم‌شناختی ضعیف و کمترین میزان آن در ایستگاه ۳ با مقدار ۱/۳۵ با وضعیت بوم‌شناختی خوب به‌دست آمد (شکل ۵).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه شاخص Bentix نشان داد که بین ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره تحقیق اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار شاخص Bentix در ایستگاه ۳ با مقدار ۵/۱۴ با وضعیت بوم‌شناختی عالی و کمترین میزان آن در ایستگاه ۶ با مقدار ۲/۱۱ با وضعیت بوم‌شناختی متوسط به‌دست آمد (شکل ۶).



شکل ۵: مقایسه مقادیر شاخص AMBI در ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه بهمنشیر در دوره مطالعه ۹۰-۱۳۸۹ (حروف غیرهمسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری است P<۰/۰۵)



شکل ۶: مقایسه مقادیر شاخص Bentix در ایستگاه‌های مورد بررسی رودخانه بهمنشیر در دوره مطالعه ۹۰-۱۳۸۹ (حروف غیرهمسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است P<۰/۰۵)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

کف‌زیان دارای تنوع زیستی بالایی بوده و درجه‌های مختلف حساسیت را در برابر تنش‌های محیطی از خود نشان می‌دهند. با توجه به اهمیت بالای کف‌زیان در زنجیره غذایی و چرخش انرژی در دریاها به وسیله‌ی آنها، بررسی اجتماعات و وضعیت آن‌ها در مناطق مختلف ضروری است. به‌طور کلی میزان مواد آلی، نوع رسوبات بستر، اکسیژن محلول، درجه حرارت، اسیدیته، جزر و مد، رقابت، دوره‌های تولیدمثلی، فعالیت‌های صیادی و مرگ و میر نقش بسیار مهمی را در تنوع و فراوانی گونه‌های کفزی بر عهده دارند (Pearson and Rosenberg, 1978). در مطالعه حاضر پرتاران بیشترین درصد فراوانی با مقدار ۵۷٪ و آمفی پودا با درصد فراوانی ۲۹٪ و دوکفه‌ای‌ها با فراوانی ۹٪ غالب‌ترین گروه‌ها بودند که با توجه به ترکیب کف‌زیان در بسترهای گلی امری طبیعی به نظر می‌رسد. همچنین بیشترین میزان فراوانی در فصل زمستان و کمترین آن نیز در فصل تابستان ثبت گردید.

در اکثر مطالعاتی که روی موجودات کف‌زی بسترهای گلی انجام شده است، غالبیت نمونه‌های مربوط به پرتاران، دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان گزارش شده است که در شرایط طبیعی و محیطی درصد فراوانی آنها تغییر می‌کند. مطالعه شکوری (۱۳۷۶) و نبوی (۱۳۷۸) در خوریات خوزستان نیز این موضوع را تایید می‌کند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین تراکم کفزیان در فصل بهار مربوط به گونه *Nephtys tularensts* از پرتاران به میزان ۵۲۸ فرد در متر مربع و در فصل پاییز مربوط به گونه *Musculista perfragilis* از دو کفه‌ای‌ها به میزان ۳۷۳ فرد در متر مکعب است (جداول ۴ و ۵).

همچنین در فصل‌های زمستان و تابستان گونه *Cheiriphotis megacheles* از ناجورپایان به‌ترتیب با تعداد تراکم ۸۵۵ فرد در متر مربع و ۲۳۱ فرد در متر مکعب دارای بیشترین فراوانی است (جداول ۴ و ۵). در تایید نتایج تحقیق حاضر Ysebaert و همکاران (۲۰۰۰) نیز کرم‌های پرتار حلقوی، سخت‌پوستان (از جمله ناجورپایان) و نرم‌تنان را به‌عنوان گروه‌های غالب در بسترهای گلی معرفی نموده‌اند و با توجه به این‌که نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بستر مصب رودخانه بهمنشیر نیز مصبی گلی است، لذا وجود گونه‌های غالب متعلق به گروه‌های پرتاران، و ناجورپایان و دوکفه‌ای‌ها امری طبیعی است.

همچنین در تایید مطالعات این تحقیق، مطالعات Ellingsen و همکاران (۲۰۰۵) وLancellotti و Stotz (۲۰۰۴) نیز پرتاران را گروه غالب در بسترهای گلی و همچنین مطالعات Lizarralde و Pittaluga (۲۰۱۰) نیز پرتاران، سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها را گروه غالب در بسترهای گلی معرفی نموده‌اند.

شاخص AMBI یکی از معمول‌ترین شاخص‌هایی است که به‌طور وسیع و گسترده در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفته است (Borja et al., 2003; Borja et al., 2000; Muxika et al., 2005; Dauvin et al., 2007; Zettler et al., 2007). این شاخص بر اساس تعادل میان گونه‌های حساس و مقاوم به آلودگی استوار است (Reiss and Kroncke, 2005).

طبق نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA شاخص AMBI اختلاف معنی‌داری در بین فصول و ایستگاه‌های مختلف مشاهده می‌شود (شکل‌های ۵ و ۶). در مطالعه اخوت (۱۳۸۸) نیز وجود اختلاف معنی‌داری در بین فصول مختلف مشاهده شده است. در تحقیق حاضر شاخص AMBI دامنه‌ای بین ۱/۵– ۴/۷۵ در کل دوره تحقیق دارا بود. حداقل مقدار این شاخص در ایستگاه ۳ به میزان ۱/۵ است و مطابق جدول ۲ که خصوصیات کلاسه بندی سلامت بوم‌سامانه را نشان می‌دهد، ایستگاه ۳ دارای وضعیت خوب بوم‌سامانه است. حداکثر مقدار شاخص AMBI به میزان ۴/۷۵ در ایستگاه ۶ در ناحیه داخلی‌تر مصب قرار گرفته و بیشترین فاصله را از دریا دارد که مطابق جدول ۲ دارای وضعیت بوم‌شناختی ضعیف است.

شاخص Bentix (مطابق نمودار ۶) نیز در کل دوره تحقیق دارای کمترین میزان به مقدار ۲/۱۱ در ایستگاه ۶ است که مطابق

جدول ۲ کلاسه‌بندی وضعیت سلامت، وضعیت بوم‌سامانه را ضعیف نشان می‌دهد. همچنین بیشترین مقدار شاخص Bentix به میزان ۵/۱۴ در ایستگاه ۳ است که مطابق جدول کلاسه‌بندی سلامت بوم‌سامانه (جدول ۲) وضعیت بوم‌شناختی عالی را برای این ایستگاه نشان می‌دهد. نتایج هر دو شاخص AMBI وBentix در راستای یکدیگر نشان می‌دهند که ایستگاه ۳ که ایستگاهی دور از فاضلاب‌های شهری و صنعتی شهرهای آبادان و خرمشهر با میانگین شوری ۳۷ قسمت در هزار است، دارای وضعیت بوم‌شناختی خوبی است و ایستگاه ۶ که در ناحیه داخلی مصب قرار گرفته و بیشترین فاصله را در بین ایستگاه‌ها از دریا داشته و همچنین بیشترین تغییرات شوری مربوط به این ایستگاه بوده (با میانگین شوری ۲۰ قسمت در هزار) دارای وضعیت بوم‌شناختی متوسط است.

منابع

اخوت، ن.، ۱۳۸۸. بررسی شاخص‌های سلامت زیست محیطی در نواحی صنعتی خوریات ماهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۹۳ صفحه.

روحانی، ف.، ۱۳۸۲. شناسایی نرمتنان منطقه بحرکان و تعیین میزان آلودگی نفتی در گونه‌های غالب آنها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۹۶ صفحه.

شکوری، ا.، ۱۳۷۶. بررسی ساختار اجتماعات پرتاران خورهای منطقه ماهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۹۶ صفحه.

عاربی، ا.؛ سواری، ا.؛ وزیری‌زاده ا.، ۱۳۹۱. مطالعه بوم‌شناختی اجتماعات ماکروبنتیک رسوبات جزر و مدی دلوار (بوشهر). اقیانوس‌شناسی. سال سوم، شماره ۱۲. صفحات ۳۶-۲۷.

موسوی ده موردی، ل.؛ روشن، ا.؛ نیکو، س.، ۱۳۸۹. شناسایی و بررسی گونه‌های نرم‌تنان رسوبات تالاب شادگان. مجله علمی تخصصی تالاب. سال دوم، شماره سوم، صفحات ۱۳-۳.

نبوی، س.م.ب.، ۱۳۷۸. بررسی ماکروبنتوزهای خوریات ماهشهر با تاکید بر نقش آنها در تغذیه آبزیان شیلاتی، رساله دکترای بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۷۸ صفحه.

وزیری‌زاده، ا.؛ حسینی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی اثر فاضلاب‌های شهری بر تنوع گونه‌ای و پراکنش شکم‌پایان منطقه بین جزر و مدی سواحل شهر بوشهر. آب و فاضلاب. شماره ۶۰، صفحات ۷۶-۶۵.

Adams, S.M., 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Soiety Bethesda, Maryland. 644 pp.

Banse, K., 1959. On marine Polychaeta from Mandapam (South India). Journal of the Marine Biological Association of India, 1(2): 165–177.

Bigot, L.; Gremare, A.; Amouroux, JP.; Frouin, P.; Maire, O.; Gaertner, J.C., 2008. Assessment of the ecological quality status of soft-bottoms in Reunion Island (tropical Southwest Indian Ocean) using AZTI marine biotic indices. Marine pollution Bulletin, 56(4): 704-722.

Borja, A.; Franco, J.; Muxka, I., 2003. Classification tools for marine ecological quality assessment: The useful macrobrnthic communities in an area affected by submarine outfall. International Conference on Environmental Systems CM 2003/session J-02, Tallinn (Estonia), 24-28.

Borja, A.; Franco, J.; Perez, 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.

Buchanan, J.B., 1984. Sediment Analysis. In: Methods for the study of marine benthos, Holme, N.A. and A.D. McIntyre (Ed.). Blackwell Scientific Publication. UK. 41-63 pp.

Canete, J.I.; Hilbig, B.; Santana, M., 2004. Presence of *Prionospio* (Prionospio) *orensanzi* Blake, 1983 (Polychaeta: Spionidae) off Punta Arenas, Chile, with notes on their abundance and spatial distribution in shallow, subtidal sandy bottoms. Investment Marine Valparaíso, 32(2): 121- 128.

Dauvin, J.C.; Ruellet, T.; Desroy, N.; Janson, A.L., 2007. The ecology quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: use of biotic indices. Marine Pollution Bulletin, 55: 241-257.

Bland Ford Press, 182 p.

Jorgensen, S.E.; Costanza, R.; Liuxu, F., 2005. Hand book of ecological indicators for assessment of ecosystem health. Taylor & Francis group, CRC press, 439p.

Joydas, T.V.; Krishnakumar, P.K.; Qurban, M.; Ali, S.M.; Al-Suwailem, A.; Al-Abdulkhader, K., 2011. Status of macrobenthic community of Manifa - Tanajib Bay System of Saudi Arabia based on a once-off sampling event. Marine Pollution Bulletin, 62: 1249-1260.

Lancellotti, D.A.; Stotz, W.B., 2004. Effects of shoreline discharge of iron mine tailings on a marine soft-bottom community in northern Chile. Marine Pollution Bulletin, 48: 303-312.

Lizarralde, Z.; Pittaluga, S., 2010. Distribution and temporal variation of the benthic fauna in a taidal flat of the Rio Gallegos estuary. Thalassas, 27(1): 9-20.

Muniz, P.; Venturini, N.; Pires-Vanin, A.M.S.; Tommasi, L.R.; Borja, Á., 2005. Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) for assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities in the South America Atlantic region. Marine Pollution Bulletin, 50: 624-637.

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(1): 19-31.

Nygren, A.; Sundkvist, T.; Mikac, B.; Pleijel, F., 2010. Two new and two poorly known autolytines (Polychaeta: Syllidae) from Madeira and the Mediterranean Sea. Zootaxa, 2640: 35-52.

Pearson, T.H.; Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogry and Marine Biology Annual Reviw, 16: 229–311.

Reiss, H.; Kroncke, I., 2005. Seasonal variability of benthic indices: an approach to test the applicability of different indices for ecosystem quality assessment.

Day, J.H., 1953. The polychaet fauna of South Africa. Part 2. Errant species from Cape shores and estuaries. Annals of the Natal Museum, 12: 397-441.

Dehghan Madiseh, S.; Esmaily, F.; Marammazi, J.G.H.; Koochaknejad, E.; Farokhimoghadam, S., 2012. Benthic invertebrate community in Khur-e-Mussa creeks in northwest of Persian Gulf and the application of the AMBI (AZTI's Marine Biotic Index). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(3): 460-474.

Doustshenas, B.; Savari, A.; Nabavi, S.M.B.; Kochanian, T.; Sadrinasab, M., 2009. Applying benthic index of biotic integrity in a soft bottom ecosystem in north of the Persian Gulf. Pakistan Journal of Biological Sciences, 12(12): 902-907.

Eleftheriou, A.; McIntyre, A.D., 2005. Methods for the study of marine benthos. 3rd edition. Blackwell Science: Oxford, 418 p.

Ellingsen, K.E.; Clarke, K.R.; Somerfiedl, P.J.; Warwich R.M., 2005. Taxonomic distinctness as a measure of diversity applied over a large scale: the benthos of the Norwegian continental shelf. Journal of Animal Ecology, 74: 6 (1069-1079).

Fauvel, P., 1953. The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya : Annelida, Polychaeta. The Indian Press, Ltd, Allahabad. 507 p.

Giannuzzi-Savelli, R.; Pusateri, F.; Palmeri, A.; Ebreo, C., 2003. Atlas of the mediterranean seashells. Vol. 4 (Neogastropoda: Muricoidea). Evolver, Roma, 298 p.

Hutchings, P.A., 1984. An illustrated guide to the estuarine Polychaete worms of New South Wales. Coast and Wetland Society. Sydney, 160 p.

León-González, J.; Goethel, C.A., 2013. A new species of *Perinereis* (Polychaeta, Nereididae) from Florida, USA, with a key to all Perinereis from the American continent. ZooKeys, 312: 1-11.

Jones, D.A., 1986. A field guide to the seashores of Kuwait and the Persian Gulf. University of Kuwait,

Marine Pollution Bulletin, 50: 1490-1499.

Robinson, K.; Gibbs, P., 1982. A field guide to the common shelled molluscs of New South wales estuaries. Coast and Wetlands Society. 42 p.

Roozbahani, M.; Nabavi, S.M.B.; Farshchi, P.; Rasekh, A., 2010. Studies on the benthic macroinvertebrates diversity species as bio-indicators of environmental health in Bahrekan Bay (Northwest of Persian Gulf). African Journal of Biotechnology, 51: 8763-8771.

Sharabati, D., 1984. Red sea shells. Kpi, London, 127 p.

Sterreer, W., 1986. Marine fauna and flora of Bermuda, a systematic guide to the identification of marine organisms. John Willy & Sons, 742p.

Vazirizadeh, A.; Arebi, I., 2011. Study of macrofaunal communities as indicators of sewage pollution in intertidal ecosystems: A case study in Bushehr (Iran). World Journal of Fish and Marine Sciences, 3 (2): 174-182.

Ysebaert, T.; De Neve, L.; Meire, P., 2000. The subtidal macrobenthos in the mesohaline part of the Schelde Estuary (Belgium): influenced by man. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 80: 587-597.

Zettler, M.L.; Schiedek, D.; Bobertz, B., 2007. Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. Marine Pollution Bulletin, 55: 258-270.