Archive of SID

اقیانوس‌شناسی/ سال هفتم/ شماره ۲۶/ تابستان ۱۳۹۵/۱۲/۵۴ـ۴۳

بررسی بوم‌شناختی و زیست‌شناختی جمعیت کفزیان ساحل شهر چالوس (دریای خزر)

میثم طاولی[1*]، سید جعفر سیف‌آبادی[2]، پریسا نجات‌خواه معنوی[3]

۱- کارشناس ارشد شیلات، گروه اکولوژی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، مازندران، تنکابن، پست الکترونیکی: meysamtavoli@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، مازندران، نور، پست الکترونیکی: jseyfabadi@gmail.com

۳- دانشیار، گروه بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی، تهران، پست الکترونیکی: p_nejatkhah@iau-tnb.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۱ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۵، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

هدف از این مقاله، بررسی نوسانات زمانی و مکانی جمعیت کفزیان ساحل شهرستان چالوس است. نمونه‌برداری به صورت فصلی از زمستان ۱۳۸۴ تا پاییز ۱۳۸۵ به وسیله نمونه بردار گرب مدل (Van Veen) در اعماق ۷ و ۲۰ متری در ۴ ایستگاه و ۲ ترانسکت، منطقه "خط هشت" (قسمت غربی ساحل) و منطقه "رادیودریا" (قسمت شرقی ساحل) انجام شد. در این تحقیق ۵ رده از کفزیان شناسایی گردیدند که بیشترین فراوانی مربوط به پرتاران با ۶۸/۷ درصد نسبت به کل جمعیت کفزیان بوده است. میانگین تراکم و تودهٔ زنده کفزیان در بین فصول مختلف، دارای اختلاف معنی‌داری است (P< ۰/۰۵)، به طوری که حداکثر تراکم و تودهٔ زنده کفزیان به ترتیب، در فصل تابستان و پاییز (با میانگین ۱۴۱۹± ۴۲۵۱/۸ (Mean ± SE) عدد در مترمربع و ۲۴۳/۸ ± ۴۷۵ گرم در مترمربع) و حداقل آنها در فصل بهار و زمستان (با میانگین ۶۴/۵ ± ۷۲۵/۹ عدد در مترمربع و ۰/۱ ± ۰/۳ گرم در مترمربع) بدست آمد. همبستگی معنی‌داری (P< ۰/۰۵) بین تراکم و توده زنده کفزیان با درصد ماسه و مواد آلی (TOM) در فصول مختلف یافت شد. بیشترین میزان تنوع و غنای گونه‌ای در فصل پاییز در عمق ۲۰ متر در منطقه خط هشت به ترتیب با میانگین ۰/۲۹ ± ۱/۶۰ و ۰/۲۷ ± ۱/۵۲ و کمترین میزان آن در در فصل بهار در همان عمق و منطقه به ترتیب با میانگین ۰/۲۷ ± ۰/۸۵ و ۰/۲۲± ۰/۸۶ بدست آمد. همچنین بیشترین میزان یکنواختی گونه‌ای در فصل زمستان در عمق ۷ متر در منطقه رادیودریا با میانگین ۰/۰۵ ± ۰/۹۱ و کمترین میزان آن در فصل تابستان در عمق ۷ متر در منطقه خط هشت با میانگین ۰/۱۳ ± ۰/۵۵ مشاهده گردید. با توجه به نتایج بدست آمده از شاخص‌های بوم‌شناختی (تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای) و مقایسه آن با استانداردهای ارایه شده، سواحل مورد تحقیق از نظر تنشتنش و آلودگی در حد متوسط هستند.

کلمات کلیدی: *کفزیان، شاخص‌های بوم‌شناختی، شاخص‌های زیست‌شناختی، ساحل چالوس، دریای خزر.*

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

دریای خزر بزرگترین دریاچه در کره زمین است (Aladin and Plotnikov, 2004)، که به لحاظ دارا بودن ذخایر ارزشمند ماهیان خاویاری از اهمیت زیادی برخوردار است (Zenkevitch, 1963)، البته شایان ذکر است که ۹۰ درصد خاویار تولید شده در دنیا از این دریاچه می‌باشد (Dumont, 1998). آب لب شور یکی دیگر از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این دریاچه نسبت به سایر دریاچه‌ها در جهان است که با شوری psu ۱۳-۱۱ تقریبا سه برابر، شوری کمتری نسبت به اقیانوس‌های جهان دارا می‌باشد (Aladin and Plotnikov, 2004). به طور کلی قسمت اعظم جانوران آبزی دریای خزر را بی‌مهرگان تشکیل می‌دهند که از این میان، کفزیان بیشترین درصد را دارا هستند (Zenkevitch, 1963). کفزیان یکی از اجزای مهم بوم‌سامانه‌های آبی می‌باشند و نقش مهمی را در پویایی سیستم بازی می‌کنند (Herman et al., 1999) به طوری که عنصر مرکزی شبکه غذایی بوم‌سامانه‌های آبی می‌باشند و به عنوان دومین یا سومین سطح زنجیرهٔ غذایی، یک منبع غذایی مهم برای سخت پوستان بزرگ، ماهی‌ها و پرندگان هستند و در نهایت این انسان‌ها هستند که بسیاری از گونه‌های ماهیان، نرمتنان صدف دار و سخت پوستان را صید می‌کنند (Day et al., 1989). بی‌مهرگان کفزی سرعت معدنی شدن مواد آلی رسوبات را افزایش داده و باعث تهویه رسوب می گردند (Heilskov and Holmer, 2001) و به همین دلیل نقش اساسی را در به جریان انداختن مواد غذایی وحفظ کیفیت آب دارند (Currie and Small, 2004). عوامل مختلف بوم‌شناختی مانند عمق، دما، فصل، میزان مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات بستر (Nybakken, 1993)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (Ansari et al., 1994)، آلودگی محیط زیست (Castro and Huber, 2000)، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی‌خوار (Paine, 1966) روی پراکنش کفزیان موثر هستند. کفزیان به خاطر محدود بودن قابلیت تحرک‌شان به عنوان نشانگرهای حساس به آشفتگی‌های محیطی شناخته شده هستند (Weisberg et al., 1997) و در بررسی‌های بوم‌شناختی برخی از آن‌ها برای تعیین کیفیت آب (Celik, 2002) و به عنوان شاخص زیست‌شناختی همواره مورد توجه بوم‌شناسان دریایی بوده‌اند، زیرا سریعاً به تنش‌های محیطی پاسخ می‌دهند (Dauvin et al., 2007; Malloy et al., 2007). در دریای خزر بی‌مهرگان کفزی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند، زیرا ۸۰-۷۰ درصد غذای مصرفی ماهیان با ارزش اقتصادی از قبیل تاس ماهیان و کپورماهیان را تامین می‌نمایند (Zenkevitch, 1963). از این رو مطالعه فراوانی، تودهٔ زنده و تولید ثانویهٔ کفزیان، به ویژه کفزیان، در بوم‌سامانه‌های دریایی می تواند به منزلهٔ شاخصی برای شناخت منابع آبی، تشخیص سلامتی محیط زیست، ارزیابی ظرفیت‌های شیلاتی و در نتیجه برای تعیین پتانسیل بهره‌برداری مناسب از ذخایر غذایی زندهٔ کفزیان استفاده شود (Nikoueian, 2001). با توجه به اهمیت دریای خزر به عنوان بزرگترین دریاچه آب لب شور جهان و مأمن ماهیان باارزش اقتصادی بالا (Zenkevitch, 1963) و با توجه به اهمیت کفزیان در زنجیره غذایی و تحقیقات اندک صورت گرفته روی این موجودات در خزر جنوبی، در این تحقیق سعی شده است که علاوه بر معرفی گونه‌ها، همبستگی و تأثیر پارامترهای محیطی مانند فصل، عمق آب، ترانسکت، دانه‌بندی و مواد آلی رسوبات بستر در شاخص‌های زیست‌شناختی (تراکم و تودهٔ زنده) و شاخص‌های بوم‌شناختی (تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای) در ساحل شهرستان چالوس بررسی گردد.

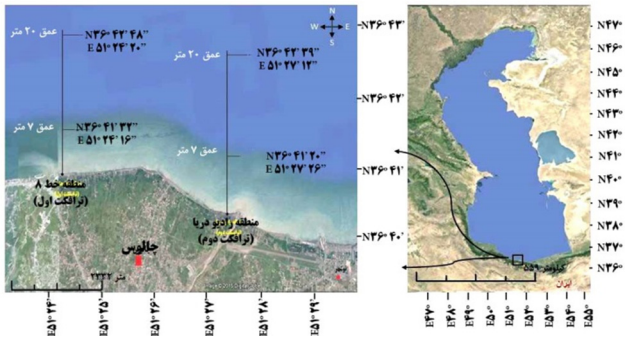
۲. مواد و روش‌ها

شهرستان چالوس با نوار ساحلی به طول ۱۴۳۰۰ متر، از سمت شمال به دریای خزر، از سمت جنوب به رشته کوه‌های البرز، از سمت غرب به شهر کلارآباد و از سمت شرق به شهرستان نوشهر متصل است (شکل ۱). در این تحقیق جهت بررسی عوامل زیستی و غیر زیستی، نمونه‌برداری‌هایی به صورت فصلی از زمستان ۱۳۸۴ تا پائیز ۱۳۸۵، در ۲ ترانسکت، منطقه خط هشت چالوس و رادیودریای چالوس به فاصله تقریبی ۶۰۰۰ متر از یکدیگر انجام گرفت (شکل ۱). در روی هر ترانسکت با توجه به عمق، به صورت تصادفی دو ایستگاه یکی در عمق ۷ متر و دیگری در عمق۲۰ متر انتخاب گردید. جهت نمونه برداری از رسوبات بستر از نمونه بردار گرب مدل Van Veen با سطح مقطع ۲۲۵ سانتی‌متر مربع استفاده گردید و در هر ایستگاه سه تکرار رسوب (عوامل زیستی و غیر زیستی) برداشت شد. نمونه‌های بدست آمده از هر ایستگاه در پاکت‌های پلاستیکی جداگانه که مشخصات ایستگاه نمونه برداری (نام ایستگاه، تاریخ و تکرار آن) روی آن نوشته شده، ریخته و در محل جهت نگهداری اولیه به آن محلول فرمالین ۵

www.SID.ir

Archive of SID

درصد اضافه و سپس جهت بررسی به آزمایشگاه بنتوزشناسی ایستگاه تحقیقات اکولوژی دریای خزر (نوشهر) انتقال داده شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه شستشو و جداسازی موجودات از رسوبات بستر توسط الک ASTM با چشمه ۰/۵ میلی‌متر صورت گرفت و سپس توسط اتانول ۷۰ درصد تثبیت گردیدند (Wildsmith et al., 2011). نمونه ها به وسیله استریومیکروسکوپ Nikon مدل SMZ800 شناسایی و سپس شمارش و در نهایت توسط ترازوی دیجیتال Sartorius مدل TE153S با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردیدند. جهت شناسایی موجودات کفزی از کلید شناسایی بیرشتین و همکاران (۱۹۶۸) Gloer; Smith (2001); Clifford, (1991); Fauchald (1977); و Pesic (۲۰۱۲) استفاده گردید. ضمناً متذکر می‌گردد وزن مورد نظر وزن تر است که برای انجام این کار، نمونه‌های کفزی به مدت ۳ دقیقه روی کاغذ جاذب (خشک کن) قرار داده شده و سپس وزن گردیدند (Holme and McIntyre, 1984). در مورد دوکفه‌ای‌ها، کفه‌ها از هم باز شده و محتویات آن روی کاغذ جاذب کاملاً خشک شده و سپس به همراه کفه‌ها وزن شدند.



شکل ۱: موقعیت و ایستگاه‌های نمونه‌برداری ساحل شهر چالوس

تراکم بر حسب تعداد در متر مربع (ind/m^2) و تودهٔ زنده بر حسب گرم در متر مربع (g/m^2) محاسبه شدند (Eleftheriou and McIntyre, 2005). جهت بررسی مجموع مواد آلی (T.O.M.) نمونه‌ها از روش شیمیایی والکل- بلاک (Walkly- Black) استفاده گردید (Nelson and Sommers, 1996). دانه‌بندی رسوبات به روش دانسیمتری (هیدرومتری)، تعیین کلاس‌های ماسه از طریق سری الک‌های استاندارد (ASTM) (Wentworth, 1992) (جدول ۱) و سپس توسط مثلث بافت خاک تعیین بافت شد (Jordan et al., 1971).

در این تحقیق به طور کلی در طول یک‌سال نمونه‌برداری تعداد ۱۴۴ نمونه رسوب (جهت بررسی کفزیان، مجموع مواد آلی و دانه بندی رسوبات بستر) برداشت گردید.

در این تحقیق از شاخص مارگالف (Margalef, 1969) برای محاسبه غنای گونه‌ای، از شاخص پایلو (Pielou, 1969) برای محاسبه یکنواختی گونه‌ای و از شاخص شانون وینر (Shannon and Weaver, 1963) برای محاسبه تنوع گونه‌ای، استفاده گردید.

شاخص غنای گونه‌ای[1] بیانگر تعداد گونه‌های یک جامعه و در واقع گویای وضعیت محیط از لحاظ شرایط مناسب زیست آنها است. Ros و Cardell (۱۹۹۱) مقادیر کمتر از ۴ برای این شاخص را به عنوان نمونه‌ای از مناطق آلوده معرفی کردند. از سوی دیگر، Bellan-Santini (۱۹۸۰) معتقد است مناطقی آلوده محسوب می‌گردند که مقدار این شاخص کمتر از ۲/۰۵ به دست آید.

شاخص یکنواختی[2] نحوه توزیع افراد در جامعه را نشان می‌دهد. مقدار این شاخص بین صفر تا یک در نوسان است. بنابراین هر چه عدد بدست آمده به یک نزدیکتر باشد یکنواختی بیشتر (تنوع بیشتر) و هر چه به صفر نزدیکتر باشد یکنواختی کمتر (تنوع کمتر) است.

شاخص تنوع گونه‌ای[3] در واقع ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی است. بدین صورت که هرچه تعداد گونه‌های تشکیل دهنده یک جامعه بیشتر باشد و همچنین هر چه توزیع فراوانی افراد در بین این گونه‌ها یکسان‌تر باشد، میزان این شاخص بیشتر خواهد بود (Peet, 1974; Kerbs, 1999). Welch (1992) رابطه بین تنوع گونه‌ای و وضعیت آلودگی بوم‌سامانه‌های آبی را به صورت جدول ۲ طبقه بندی کردند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS، نسخه ۲۰ صورت گرفت. نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت و به علت نرمال نبودن داده‌ها از آزمون غیر پارامتریک Kruskal-Wallis H جهت بررسی اختلاف بین درصد مواد آلی، درصد ماسه، فراوانی و زی‌توده کفزیان در ایستگاه‌ها، اعماق و فصول مختلف استفاده گردید و اختلاف جزیی از طریق آزمون Mann-Whitney U سنجیده شد.

[1] Species richness
[2] Evenness
[3] Species diversity

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی بین تراکم و تودهٔ زنده کفزیان با شرایط بستر (درصد ماسه و مواد آلی) در فصول مختلف سال با استفاده از ضریب همبستگی Spearman به دست آمد.

جدول ۱: انواع کلاس‌های ماسه، دامنه اندازه ذرات و الک‌های مورد استفاده بر اساس مقیاس Wentworth

شماره الک (ASTM)	دامنه اندازه ذرات (mm)	کلاس ماسه (Sand class)
۱۸	۲ >VCS > ۱	(Very coarse sand) ماسه خیلی درشت
۳۵	۱ >CS > ۰/۵	(Coarse sand) ماسه درشت
۶۰	۰/۵ >MS > ۰/۲۵	(Medium sand) ماسه متوسط
۱۲۰	۰/۲۵ >FS > ۰/۱۲۵	(Fine sand) ماسه ریز
۲۳۰	۰/۱۲۵ >VFS > ۰/۰۶۳	(Very fine sand) ماسه خیلی ریز

جدول ۲: رابطه بین تنوع گونه‌ای و وضعیت آلودگی بوم‌سامانه‌های آبی

وضعیت آلودگی	مقدار شاخص شانون - وینر
بدون آلودگی	> ۳
آلودگی متوسط	۳-۱
آلودگی زیاد	< ۱

۳. نتایج و بحث

درصد مواد آلی در فصول و اعماق مختلف نمونه برداری در نوسان بود (جدول ۳). درصد مواد آلی رسوبات در فصول مختلف با افزایش عمق، افزایش یافت. در بین فصول مختلف، بیشترین میانگین درصد مواد آلی در فصل تابستان و کمترین آن در فصل زمستان بود. همچنین میانگین درصد مواد آلی در عمق ۲۰ متر بیشتر از عمق ۷ متر بود. در بین دو منطقهٔ مورد بررسی، میانگین درصد مواد آلی منطقه خط هشت بیشتر از منطقه رادیودریا بود. با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین درصد مواد آلی در اعماق و فصول مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بوده است (P< ۰/۰۵)، اما در بین دو منطقهٔ مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در میانگین درصد مواد آلی مشاهده نشد (P> ۰/۰۵). در این بررسی درصد ماسه (Sand) در فصول مختلف با افزایش عمق، کاهش یافت (جدول ۴). در بین فصول مختلف، بیشترین میانگین درصد ماسه در فصل زمستان و کمترین آن در فصل پاییز بود. در بین دو عمق مورد بررسی، میانگین درصد ماسه در عمق ۷ متر بیشتر از عمق ۲۰ متر بود و در بین دو منطقه، میانگین درصد ماسه منطقه رادیودریا بیشتر از منطقه خط هشت بود. با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین درصد ماسه در اعماق و فصول مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بوده (P< ۰/۰۵)، اما در بین دو منطقهٔ مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری در میانگین درصد ماسه مشاهده نشد (P> ۰/۰۵).

جدول ۳: درصد مواد آلی مناطق مورد بررسی در اعماق و فصول مختلف (ME± SE)

فاکتور	منطقه خط هشت		منطقه رادیودریا	
	عمق ۷ متر	عمق ۲۰ متر	عمق ۷ متر	عمق ۲۰ متر
زمستان (۱۳۸۴)	A۰/۲۹ ± ۰/۰۱b	B۰/۵۰ ± ۰/۰۱a	B۰/۲۳ ± ۰/۰۱b	B۰/۴۶ ± ۰/۰۲a
بهار (۱۳۸۵)	A۰/۴۴ ± ۰/۱b	B۰/۶۵ ± ۰/۱۰a	A۰/۴۰ ± ۰/۰۶b	AB۰/۴۶ ± ۰/۰۶ab
تابستان (۱۳۸۵)	A۰/۴۴ ± ۰/۰۲b	A۰/۸۳ ± ۰/۰۱a	A۰/۴۰ ± ۰/۰۳b	A ۰/۷۲ ± ۰/۰۳ a
پاییز (۱۳۸۵)	A۰/۴۳ ± ۰/۰۶cb	B۰/۵۵ ± ۰/۰۲ab	AB۰/۲۷ ± ۰/۰۴c	AB۰/۶۱ ± ۰/۰۳a
میانگین سالانه	۰/۴۰ ± ۰/۰۵	۰/۶۳ ± ۰/۰۳	۰/۳۳ ± ۰/۳	۰/۵۹ ± ۰/۰۴

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است. حروف کوچک لاتین (افقی) بیان‌کننده تغییرات عمقی و حروف بزرگ (عمودی) بیان‌کننده تغییرات فصلی هستند.

در این بررسی، درصد انواع مختلف کلاس ماسه و نوع بافت رسوبات بستر در اعماق و فصول مختلف سال تعیین گردید که در جدول ۴ آورده شده است.

بررسی فصلی درصد مواد آلی و ماسه بستر نشان داد که در تمامی فصول، با افزایش عمق، درصد ماسه کاهش و درصد مواد آلی افزایش یافت (جداول ۳ و ۴)، که با نتایج میرزا جانی (۱۳۷۶)، هاشمیان کفشگری (۱۳۷۷) و زحمتکش (۱۳۸۲) مطابقت دارد. بین اندازه دانه‌بندی رسوبات با میزان مواد آلی موجود در رسوبات یک رابطه معکوس وجود دارد. در واقع با کوچکتر شدن اندازه دانه‌بندی رسوبات توانایی رسوبات برای نگه‌داری مواد آلی افزایش پیدا می کند (Gray, 1981). بنابراین هرچقدر بافت رسوبات دانه ریزتر می‌شود درصد مواد آلی افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با مطالب فوق مطابقت دارد. در فصول مختلف سال، بیشترین درصد مواد آلی در تابستان و کمترین در فصل زمستان دیده شد. با توجه به این که راه اصلی ورود مواد آلی به دریای خزر از طریق فیتوپلانکتون‌ها است (autochthonus) (علیزاده لاهیجانی، ۱۳۸۳)، شاید بتوان علت بالا بودن درصد مواد آلی را در تابستان با افزایش فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در این فصل و ریزش آنها در بستر و ایجاد مواد آلی بیشتر و پایین بودن آن را در زمستان با کاهش فراوانی فیتوپلانکتون‌ها مرتبط دانست.

تغییرات سالانه درصد ماسه نیز با میزان ورودی رسوبات به دریای خزر و نرخ رسوب‌گذاری مرتبط است. در این بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

بخش اعظم رسوبات بستر در عمق ۷ متر به صورت ماسه‌ای و در عمق ۲۰ متر به صورت ماسه‌ای رسی[1] بوده است (جدول ۴). ذرات رسوبی بزرگتر مثل ماسه زودتر رسوب کرده و ذرات ریزتر مثل سیلت و رس دیرتر رسوب می‌کنند به همین دلیل دانه‌های ماسه ای در اعماق کم و دانه‌های رسی در اعماق بالاتر یافت می‌شوند (میدوز و کمپل، ۱۹۸۸).

جدول ۴: درصد انواع مختلف کلاس ماسه و نوع بافت رسوبات بستر در اعماق و فصول مختلف سال (ME ± SE)

فصل	کلاس ماسه	منطقه خط هشت		منطقه رادیودریا	
		عمق ۷ متر (٪)	عمق ۲۰ متر (٪)	عمق ۷ متر (٪)	عمق ۲۰ متر (٪)
زمستان (۱۳۸۴)	(VCS)ماسه خیلی درشت	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۳۵	۰/۰۰
	(CS)ماسه درشت	۲/۲۴	۰/۰۸	۱/۴۰	۰/۰۲
	(MS)ماسه متوسط	۱۰/۲۶	۰/۵۱	۸/۴۵	۰/۳۴
	(FS)ماسه ریز	۳۰/۴۱	۲۹/۲۸	۲۹/۵۰	۲۶/۹۰
	(VFS)ماسه خیلی ریز	۵۵/۴۶	۶۲/۶۳	۵۸/۷۰	۶۵/۸۰
	(Sand)مجموع ماسه	± ۰/۳A a۹۸/۵	± ۰/۲b A۹۲/۵	± ۰/۱a A۹۸/۴	± ۰/۳b B۹۲/۴
	بافت رسوبات بستر	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای
بهار (۱۳۸۵)	(VCS)ماسه خیلی درشت	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۰۰
	(CS)ماسه درشت	۱/۸۰	۰/۰۰۹	۲/۴۰	۰/۰۰
	(MS)ماسه متوسط	۷/۷۶	۰/۳۰	۸/۲۴	۰/۰۷
	(FS)ماسه ریز	۲۷/۸۷	۲۳/۷۸	۲۴/۰۸	۲۶/۱۳
	(VFS)ماسه خیلی ریز	۶۰/۴۵	۶۴/۶۱	۶۱/۸۱	۶۴/۴۷
	(Sand)مجموع ماسه	± ۰/۳a A۹۸/۱	± ۰/۲d B۸۸/۷	± ۰/۳c B۹۶/۷	± ۰/۲b C۹۰/۶
	بافت رسوبات بستر	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای
تابستان (۱۳۸۵)	(VCS)ماسه خیلی درشت	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	(CS)ماسه درشت	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۰۰
	(MS)ماسه متوسط	۶/۴۳	۴/۶۸	۶/۸۷	۲/۶۳
	(FS)ماسه ریز	۳۰/۳۵	۲۲/۹۱	۲۸/۶۵	۲۲/۳۶
	(VFS)ماسه خیلی ریز	۵۹/۶۵	۶۵/۱۱	۶۰/۷۱	۶۹/۶۰
	(Sand)مجموع ماسه	± ۰/۳a B۹۶/۷	± ۰/۲c A۹۲/۷	± ۰/۲a B۹۶/۵	± ۰/۲b A۹۴/۶
	بافت رسوبات بستر	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای	ماسه ای
پاییز (۱۳۸۵)	(VCS)ماسه خیلی درشت	۰/۳۰	۰/۰۰	۰/۴۸	۰/۰۰
	(CS)ماسه درشت	۱/۰۱	۰/۰۵	۲/۷۶	۰/۰۲
	(MS)ماسه متوسط	۱۰/۴۴	۰/۵۲	۸/۱۱	۰/۲۸
	(FS)ماسه ریز	۲۶/۱۲	۱۸/۸۲	۲۸/۳۱	۲۳/۲۱
	(VFS)ماسه خیلی ریز	۵۳/۰۲	۵۳/۲۲	۵۱/۲۲	۵۵/۱۰
	(Sand)مجموع ماسه	± ۰/۲a C۹۰/۹	± ۰/۲c C۷۲/۶	± ۰/۲a C۹۰/۹	± ۰/۲b D۷۸/۶
	بافت رسوبات بستر	ماسه ای	ماسه ای رسی	ماسه ای	ماسه ای رسی

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است. حروف کوچک لاتین (افقی) بیان‌کننده تغییرات عمقی و حروف بزرگ (عمودی) بیان‌کننده تغییرات فصلی هستند.

در این تحقیق در مجموع ۵ رده از کفزیان مورد تفکیک و شناسایی قرار گرفتند که از این ۵ رده: یک راسته، ۱۰ خانواده، ۱۳ جنس و گونه شناسایی شد (جدول ۵). تصاویر برخی از نمونه-های شناسایی شده در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، حداکثر تودهٔ زنده کفزیان در فصل پاییز در عمق ۲۰ متر در منطقهٔ رادیودریا با میانگین ۲۴۳/۸ ± ۴۷۵ گرم در مترمربع و حداقل آن در فصل زمستان در عمق ۷ متر در همان منطقه با میانگین ۰/۱ ± ۰/۳ گرم در مترمربع به دست آمد (جدول ۶). همچنین حداکثر تراکم کفزیان، در فصل تابستان در عمق ۲۰ متر در منطقه ۱۴۱۹ ± ۴۲۵۱/۸ تعداد در مترمربع و حداقل آن در فصل بهار در عمق ۷ متر در همان منطقه با میانگین ۶۴/۵ ± ۷۲۵/۹ تعداد در مترمربع به دست آمد (جدول ۶).

در بررسی تغییرات فصلی، میانگین تراکم و تودهٔ زنده کفزیان در بین فصول مختلف، دارای اختلاف معنی‌داری است (۰/۰۵ >P)، به‌طوری که بیشترین میزان تراکم در فصل تابستان با میانگین ۴۷۲/۹ ± ۳۴۸۱/۵ تعداد در مترمربع و کمترین میزان آن در فصل زمستان با میانگین ۲۱۴/۹ ± ۱۰۷۴/۱ تعداد در مترمربع و همچنین بیشترین میزان تودهٔ زنده در فصل پاییز با میانگین ۵۶/۹ ± ۱۹۸/۶ گرم در مترمربع و کمترین میزان آن در فصل زمستان با میانگین ۱۸/۹ ± ۲۸/۶ گرم در مترمربع مشاهده شد (جدول ۶). مقایسه میانگین تراکم و توده زنده کفزیان تحقیق حاضر با سایر تحقیقات صورت گرفته در سواحل جنوبی دریای خزر در جدول ۷ ارایه گردید.

تفاوت میزان تراکم و توده زنده کفزیان در فصول و مناطق مختلف می تواند با عوامل مختلف بوم‌شناختی مانند عمق، دما، فصل، میزان مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات بستر (Nybakken, 1993)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (Ansari et al., 1994)، آلودگی محیط زیست (Castro and Huber, 2000)، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی‌خوار (Paine, 1966)، تغییرات زیست‌شناختی مثل رقابت، شکار و ورود گونه‌های مهاجم (Gray, 1981) ارتباط داشته باشد. علت افزایش تراکم کفزیان در فصل تابستان را می‌توان این گونه توجیه نمود که، افزایش دما در اواخر بهار و تابستان با افزایش فراوانی فیتوپلانکتون‌ها همراه است. در نتیجه با ریزش این موجودات به بستر مواد غذایی بیشتری در اختیار کفزیان قرار می-گیرد. همچنین در این دوره زمانی فعالیت‌های زیستی کفزیان از قبیل تغذیه و تولید مثل افزایش یافته و سپس فراوانی و پراکنش آن‌ها نیز افزایش خواهد یافت (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸).

[1] Loamy sand

www.SID.ir

Archive of SID

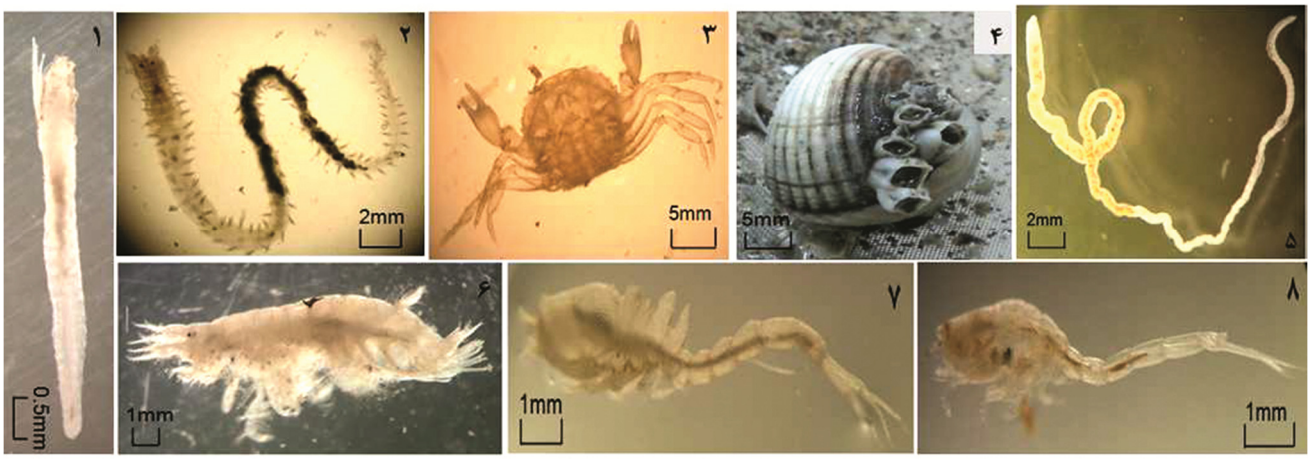
جدول ۵: ترکیب و میانگین فراوانی گونه‌های کفزی بدست آمده در سواحل شهر چالوس (عدد در مترمربع)

رده	خانواده/ راسته	گونه/ جنس	زمستان ۷ متر	زمستان ۲۰ متر	بهار ۷ متر	بهار ۲۰ متر	تابستان ۷ متر	تابستان ۲۰ متر	پاییز ۷ متر	پاییز ۲۰ متر	مجموع
Polychaeta	Nereidae	*Hediste diversicolor*	–	۹	–	۵	۴۸	۴۰	۱۶	۲۸	۱۴۶
	Ampharetidae	*Hypania brevispinis*	۱۸	۱۰۷	۱۴	۱۱۸	۳۶۴	۱۹۷	۲۴۴	۱۴۸	۱۲۱۰
		Hypaniola kowalewskii	۱۵	۳	۹۳	۳	۲۹	۳۲	۲۱	۱۳	۲۰۹
		Hypania invalida	–	–	–	–	–	–	۹	–	۹
Oligochaeta	شناسایی نشد	شناسایی نشد	۵۸	۳۹	۱۵	۳۹	۲۹	۹۵	۳۷	۲۲	۳۳۴
		Pterocuma pectinata	۹	۲	۱۵	۱	–	–	–	–	۲۷
Crustacea	Pseudocumidae	*Stenocuma gracilis*	۲	–	–	–	–	–	–	–	۲
	Gammaridae	*Niphargoides* spp.	۱۶	۴	۱۸	۱	–	–	–	۹	۴۸
	Xanthidae	*Rhithropanopeus harrisii*	–	–	–	–	–	۳	–	–	۳
	Balanidae	*Balanus* spp.	–	۱	–	۴۰	–	۱	–	۱۴	۵۶
	Ostracoda	شناسایی نشد	–	–	۲	–	–	–	۴۴	۵	۵۱
Bivalvia	Cardiidae	*Cerastoderma glaucum*	۴	۳	۳۹	۸	۴۹	۵۰	۱۵	۲۵	۱۹۳
	Scrobiculariidae	*Abra segmentum*	–	–	–	–	۱	–	–	–	۱
Gastropoda	Pyrgulidae	*Pyrgula* spp.	–	–	–	۱	–	–	–	–	۱
	Neritidae	*Theodoxus* spp.	۱	–	–	–	–	–	–	–	۱
		مجموع	۱۲۳	۱۶۸	۱۹۶	۲۱۶	۵۲۰	۴۱۸	۳۸۶	۲۶۴	۲۲۹۱

جدول ۶ : تغییرات تراکم و توده زنده کفزیان در اعماق و فصول مختلف (ME ± SE)

فصل	فاکتور	منطقه خط هشت: عمق ۷ متر	منطقه خط هشت: عمق ۲۰ متر	منطقه رادیو دریا: عمق ۷ متر	منطقه رادیو دریا: عمق ۲۰ متر
زمستان (۱۳۸۴)	توده زنده	C ۰/۸ ± ۰/۵ b	B ۱۱۲/۵ ± ۱۱۱/۹ a	B ۰/۳ ± ۰/۱ b	D ۰/۴ ± ۰/۱ b
	تراکم	D ۱۰۰۷/۴ ± ۲۱۸/۲ a	B ۱۲۱۴/۸ ± ۷۹۵/۱ a	C ۷۹۹/۹ ± ۱۴۲/۸ b	C ۱۲۷۴ ± ۴۹۶/۴ a
بهار (۱۳۸۵)	توده زنده	C ۰/۶ ± ۰/۲ b	A ۲۸۲/۵ ± ۱۱۲/۸ a	B ۰/۵ ± ۰/۳ b	C ۱۷۳/۶ ± ۱۷۳/۲ a
	تراکم	C ۲۱۷۷/۷ ± ۱۱۶۲/۶ a	A ۲۰۱۴/۸ ± ۸۰۹/۹ a	C ۷۲۵/۹ ± ۶۴/۵ c	C ۱۱۸۵/۱ ± ۲۹۹/۶ b
تابستان (۱۳۸۵)	توده زنده	B ۱۴/۵ ± ۱۳ c	B ۱۲۱/۶ ± ۱۰۷/۳ b	A ۲۹۰/۳ ± ۱۶/۱ a	B ۲۷۶/۲ ± ۱۳۲/۵ a
	تراکم	A ۴۰۴۴/۴± ۹۶۷/۹ ab	A ۱۹۷۰/۳ ± ۲۴۴/۱ c	A ۳۶۵۹/۲ ± ۵۴۴/۱ b	A ۴۲۵۱/۸ ± ۱۴۱۹ a
پاییز (۱۳۸۵)	توده زنده	A ۳۶/۵ ± ۳۶/۱ c	C ۴۹/۳ ± ۴۸/۶ c	A ۲۳۳/۴ ± ۶۴/۲ b	A ۴۷۵ ± ۲۴۳/۸ a
	تراکم	B ۲۷۷۰/۳ ± ۵۲۶ ab	B ۱۴۹۶/۲ ± ۳۶۳/۱ c	B ۲۹۴۸/۱ ± ۱۵۴۳/۳ a	B۲۴۱۴/۸ ± ۵۲۶ b
میانگین سالانه	توده زنده	۱۶/۳ ± ۱۲/۲	۱۳۸/۳ ± ۴۹/۶	۱۳۱/۱ ± ۴۲/۳	۲۳۱/۳ ± ۸۶/۸
	تراکم	۲۴۹۹/۹ ± ۴۷۷/۱	۱۶۷۴ ± ۲۷۷/۴	۲۰۳۳/۳ ± ۵۲۵/۲	۲۲۸۱/۴ ± ۵۰۸/۳

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است ($P< ۰/۰۵$). حروف کوچک لاتین (افقی) بیان کننده تغییرات عمقی و حروف بزرگ (عمودی) بیان کننده تغییرات فصلی هستند. تراکم بر حسب تعداد و زی‌توده بر حسب گرم در متر مربع بیان شده است.



شکل ۲: تصاویر برخی از گونه‌های کفزی شناسایی شده ساحل شهر چالوس

۱، *Hypania invalida* ۲، *Hediste diversicolor* ۳، *Rhithropanopeus harrisii* ۴، *Cerastoderma glaucum* به همراه *Balanus* spp. ۵، *Oligochaeta* ۶، *Niphargoides* spp. ۷، *Pterocuma pectinata* ۸، *Stenocuma gracilis*)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷: مقایسه میانگین تراکم و توده زنده کفزیان تحقیق حاضر با سایر تحقیقات در سواحل جنوبی دریای خزر

محققین	سال نمونه برداری	مکان نمونه برداری	میانگین تراکم (عدد در مترمربع)				میانگین توده زنده (گرم در مترمربع)			
			حداقل	فصل	حداکثر	فصل	حداقل	فصل	حداکثر	فصل
سلیمانی رودی (۱۳۷۳)	۷۰-۱۳۶۹	سواحل جنوبی دریای خزر	-	-	-	-	۱۷/۶	بهار	۱۶۴/۶	تابستان
هاشمیان کفشگری (۱۳۷۷)	۱۳۷۷	سواحل جنوبی دریای خزر	۴۵۲۶	تابستان	۷۵۵۱	پاییز	۷/۶	زمستان	۱۴/۳	تابستان
لالویی و همکاران (۱۳۸۳)	۷۹- ۱۳۷۷	سواحل جنوبی دریای خزر	۵۷	زمستان	۲۰۲	پاییز	۲/۰۲	تابستان	۴۱/۶	بهار
تحقیق حاضر	۸۵- ۱۳۸۴	سواحل چالوس	۷۲۵	بهار	۴۲۵۱	تابستان	۰/۳	زمستان	۴۷۵	پاییز

در بررسی تغییرات عمقی دیده شد که میانگین سالانه تراکم و تودهٔ زنده کفزیان، در بین دو عمق ۷ و ۲۰ متر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P> ۰/۰۵). به‌طوری‌که عمق ۷ متر با میانگین سالانه ۳۵۰/۳ ± ۲۲۶۶/۷ تعداد در مترمربع تراکم بیشتری نسبت به عمق ۲۰ متر با میانگین سالانه ۲۹۰/۱ ± ۱۹۷۷/۸ تعداد در مترمربع دارا بوده و برعکس بیشترین میزان توده زنده در عمق ۲۰ متر با میانگین سالانه ۲۴/۶ ± ۱۸۴/۸ گرم در مترمربع و کمترین میزان آن در عمق ۷ متر با میانگین سالانه ۲۴/۶ ± ۷۳/۷ گرم در مترمربع مشاهده شد (جدول ۶).

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، دو گونهٔ *Hypania brevispinis* و *Cerastoderma glaucum* به ترتیب سهم مهمی را در افزایش تراکم و توده زنده کل کفزیان داشته‌اند. صدف دوکفه‌ای *C. lamarcki* به لحاظ دارا بودن وزن بیشتر نسبت به سایر گونه‌ها به خصوص در فصل پاییز، باعث افزایش توده زنده کل کفزیان در این فصل شده است. و از آنجایی که توده زنده این گونه در عمق ۲۰ متر بیشتر از عمق ۷ متر بوده، باعث افزایش توده زنده کل کفزیان در عمق ۲۰ متر گردیده است.

بر اساس نتایج به دست آمده، فراوانی گونه‌های غالب کفزی در این تحقیق، از قبیل *Hypania brevispinis*، *Hypaniola kowalewskii*، *Cerastoderma glaucum* و *Niphargoides* spp. در عمق ۷ متر بیشتر از عمق ۲۰ متر بوده است (جدول ۵). علت افزایش فراوانی این موجودات در چنین مکان‌هایی (عمق ۷ متر)، را شاید بتوان به نوع بافت بستر، میزان مواد آلی و نحوه تغذیه آنها مرتبط دانست. کرم پرتار *P. brevispinis* به لحاظ فراوانی بالا در تمامی فصول نسبت به سایر گونه‌ها، سهم مهمی را در افزایش فراوانی کل کفزیان داشته است و از آنجایی که تراکم این گونه در عمق ۷ متر بیشتر از عمق ۲۰ متر بوده، باعث افزایش تراکم کل کفزیان در عمق ۷ متر گردیده است.

در بررسی صورت گرفته روی فون بنتیک حوضه جنوبی دریای خزر در اعماق ۴۰ تا ۸۰ متر، بیشترین فراوانی و توده زنده مربوط به کرم پرتار *Hediste diversicolor* (Nereidae) بود (سلیمانی رودی، ۱۳۷۳). در تحقیق صورت گرفته روی پراکنش و تغییرات فصلی زی توده و تنوع کفزیان غالب سواحل جنوبی دریای خزر، بیشترین فراوانی مربوط به رده *Polychaeta* (پرتاران) بوده است (هاشمیان کفشگری، ۱۳۷۷). در مطالعه هیدروبیولوژی و هیدروبیولوژی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر، پرتاران بیشترین درصد فراوانی را نسبت به سایر کفزیان به خود اختصاص دادند (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). در بررسی صورت گرفته روی فراوانی و توده زنده کفزیان دریای خزر در حوضه استان مازندران، بیشترین میزان فراوانی مربوط به رده پرتاران و گونه *Hypania brevispinis* بوده و همچنین بیشترین میزان زی‌توده مربوط به رده نرمتنان دوکفه‌ای (Bivalvia) بوده است (کوثری و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیق حاضر بیشترین میزان فراوانی و توده زنده کفزیان به ترتیب متعلق به *Hypania brevispinis* (Polychaeta) و (Bivalvia) *Cerastoderma glaucum* است.

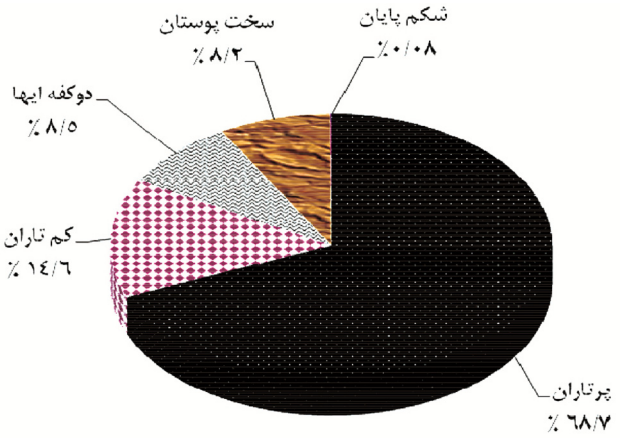
با توجه به نتایج بدست آمده، میانگین سالانه تراکم کفزیان، در بین دو منطقهٔ خط هشت و رادیودریا، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P> ۰/۰۵)، ولی میانگین سالانه زی‌توده کفزیان، در بین دو منطقهٔ مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P< ۰/۰۵). به‌طوری که منطقه رادیودریا تراکم و توده زنده (میانگین سالانه ۳۵۸/۳ ± ۲۱۵۷/۴ تعداد در مترمربع و ۴۸/۴ ± ۱۸۱/۳ گرم در مترمربع) بیشتری نسبت به منطقه خط هشت (میانگین سالانه ۲۸۳/۳ ± ۲۰۸۷ تعداد در مترمربع و ۲۸ ± ۷۷/۳ گرم در مترمربع) دارا بوده است (جدول ۶).

نتایج بررسی سالانه نشان داد که در بین رده‌های مختلف شناسایی شده بیشترین درصد فراوانی، به ترتیب مربوط به پرتاران (Polychaeta) با ۶۸/۷ درصد، کم تاران (Oligochaeta) با ۱۴/۶ درصد، دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia) با ۸/۵ درصد، سخت‌پوستان (Crustacea) با ۸/۲ درصد و شکم پایان (Gastropoda) با ۰/۰۸ درصد نسبت به کل جمعیت کفزیان بوده است (شکل ۳).

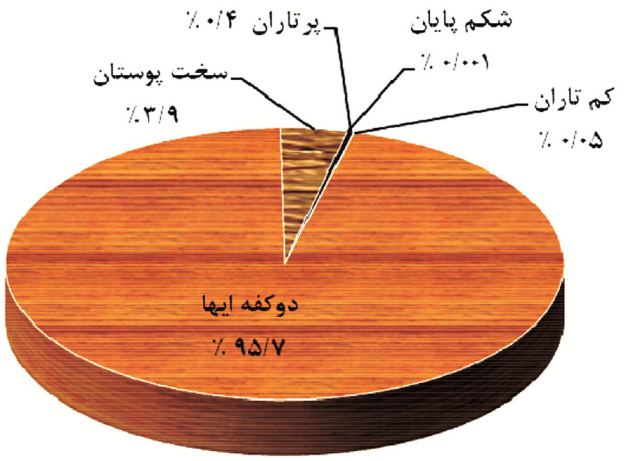
www.SID.ir

Archive of SID

همچنین بیشترین درصد توده زنده به ترتیب مربوط به دوکفه‌ای-ها (Bivalvia) با ۹۵/۷ درصد، سخت پوستان (Crustacea) با ۳/۹ درصد، پرتاران (Polychaeta) با ۰/۴ درصد، کم تاران (Oligochaeta) با ۰/۰۵ درصد و شکم پایان (Gastropoda) با ۰/۰۰۱ درصد نسبت به کل زی‌توده کفزیان بوده است (شکل ۴).



شکل ۳: مقایسه درصد فراوانی گروه‌های مختلف کفزیان ساحل چالوس



شکل ۴: مقایسه درصد توده زنده گروه‌های مختلف کفزیان ساحل چالوس

ضریب همبستگی بین تراکم و توده زنده کفزیان با شرایط بستر (درصد ماسه و مواد آلی) روابط مختلفی را نشان داد (جدول ۸). در فصول زمستان و بهار ضریب همبستگی بین تراکم و توده زنده کفزیان با درصد ماسه رابطه منفی و با درصد مواد آلی رابطه مثبت نشان می‌دهد (جدول ۸). در این فصول تراکم و توده زنده کفزیان با افزایش عمق، افزایش یافت (جدول ۶) و از آنجایی که با افزایش عمق درصد ماسه کاهش و درصد مواد آلی افزایش می‌یابد (جداول ۳ و ۴)، در نتیجه افزایش تراکم با افزایش مواد آلی (در حد آستانه تحمل) امری منطقی به نظر می رسد. به طور کلی، در این دو فصل (زمستان و بهار) با افزایش عمق و در پی آن افزایش درصد مواد آلی تراکم و توده زنده کفزیان افزایش یافت.

جدول ۸: ضریب همبستگی بین تراکم و تودهٔ زنده کفزیان با شرایط بستر

فصل	فاکتور	درصد ماسه	درصد مواد آلی
زمستان (۱۳۸۴)	توده زنده	- ۰/۱۴۸	۰/۵۱۲
	تراکم	- ۰/۱۶۹	۰/۰۲۸
بهار (۱۳۸۵)	توده زنده	- ۰/۵۹۵ *	۰/۲۴۲
	تراکم	-۰/۰۳۲	۰/۱۵۱
تابستان (۱۳۸۵)	توده زنده	-۰/۱۴۴	۰/۰۴۹
	تراکم	۰/۶۴۸ *	-۰/۴۳۴
پاییز (۱۳۸۵)	توده زنده	-۰/۲۶۳	۰/۰۸۸
	تراکم	۰/۳۵۱	- ۰/۰۸۶

* در سطح ۰/۰۵ درصد معنی دار است.

در فصول تابستان و پاییز تراکم کفزیان با درصد ماسه رابطه مثبت و با درصد مواد آلی رابطه منفی را نشان دادند (جدول ۸). در این فصول تراکم کفزیان با افزایش عمق، کاهش یافت (جدول ۶) و از آنجایی که با افزایش عمق درصد ماسه کاهش و درصد مواد آلی افزایش می‌یابد (جداول ۳ و ۴)، این افزایش نسبتاً زیاد مواد آلی احتمالاً باعث ایجاد شرایط نامطلوبی از جمله کاهش میزان اکسیژن محلول (تجزیه باکتریایی) در این فصول می‌گردد که در تراکم کفزیان اثر منفی گذاشته است.

نتایج حاصل از شاخص‌های بوم¬شناختی نشان داد که میانگین تنوع گونه‌ای شانون- وینر، غنای گونه‌ای مارگالف و یکنواختی گونه‌ای پایلو در بین فصول و ایستگاه‌های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری است ($P< ۰/۰۵$)، به‌طوری که بیشترین میزان تنوع و غنای گونه‌ای در فصل پاییز در عمق ۲۰ متر در منطقه خط هشت به ترتیب با میانگین ۰/۲۹ ± ۱/۶۰ و ۰/۲۷ ± ۱/۵۲ و کمترین میزان آن در در فصل بهار در همان عمق و منطقه به ترتیب با میانگین ۰/۲۷ ± ۰/۸۵ و ۰/۲۲± ۰/۸۶ به دست آمد (جدول ۹). شاخص تنوع گونه‌ای در واقع میزان هتروژنی (ناهمگنی) جامعه را نشان می‌دهد. بنابراین هرچه تعداد گونه‌های تشکیل‌دهنده یک جامعه بیشتر باشد و همچنین هر چه توزیع فراوانی افراد در بین این گونه‌ها یکسان‌تر باشد، میزان این شاخص بیشتر خواهد بود. بر اساس محاسبات عددی حاصل از شاخص تنوع شانون می‌توان کیفیت بوم‌سامانه‌ها را تخمین زد. Welch (1992) رابطه بین تنوع گونه‌ای و وضعیت آلودگی بوم‌سامانه‌های آبی را به این صورت گزارش نمود که اگر میزان شاخص شانون کمتر از یک باشد، بوم‌سامانه بسیار تنشپرتنش و آلوده خواهد بود. اگر بین یک تا سه باشد، آلودگی در حد متوسط

www.SID.ir

Archive of SID

و چنانچه بالاتر از سه باشد، بوم‌سامانه فاقد تنش و آلودگی است. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، شاخص تنوع شانون – وینر از حداکثر ۰/۲۹ ± ۱/۶۰ در فصل پاییز تا حداقل ۰/۲۷ ± ۰/۸۵ در فصل بهار به دست آمد (جدول ۹). در بررسی صورت گرفته روی جمعیت کفزیان در سواحل سیسنگان (دریای خزر)، شاخص تنوع شانون از حداکثر ۰/۳۷ ± ۱/۸۹ تا حداقل ۰/۵۷ ± ۰/۳۳ متغیر است (درویش بسطامی و همکاران، ۱۳۹۳). همین‌طور در مطالعه صورت گرفته روی جمعیت کفزیان در خلیج گرگان (دریای خزر)، شاخص تنوع شانون از حداکثر ۰/۱۳ ± ۱/۴۶ تا حداقل ۰/۳ ± ۰/۲۴ متغیر است (Taheri et al., 2012). در تحقیق حاضر میانگین سالانه شاخص تنوع شانون در سواحل چالوس ۰/۲۱ ± ۱/۱۱ به دست آمد که بر اساس رابطه Welch (1992) می‌توان نتیجه گرفت سواحل چالوس از نظر میزان تنش و آلودگی در حد متوسط هستند.

شاخص غنای گونه‌ای بیانگر تعداد گونه‌های یک جامعه و در واقع گویای وضعیت محیط از لحاظ شرایط مناسب زیست آنها است. بنابراین هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد حاکی از تعداد بیشتر گونه‌ها است و این بیانگر این مطلب است که در محیط آشفتگی و تنش 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 مواجه هستیم. کاهش غنای گونه‌ای، استنباط افزایش غالبیت گونه‌ای و کاهش تنوع را به دنبال دارد (درویش بسطامی و همکاران، ۱۳۹۳). Ros و Cardell (۱۹۹۱) مقادیر کمتر از ۴ را به عنوان نمونه‌ای از مناطق آلوده معرفی کردند. از سوی دیگر، Bellan-Santini (1980) معتقد است مناطقی، آلوده محسوب می‌گردند که مقدار این شاخص کمتر از ۲/۰۵ به دست آید. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف از حداکثر ۰/۲۷± ۱/۵۲ در فصل پاییز تا حداقل ۰/۲۲± ۰/۸۶ در فصل بهار به دست آمد (جدول ۹). در بررسی صورت گرفته روی جمعیت کفزیان در سواحل سیسنگان (دریای خزر)، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف از حداکثر ۰/۳۹ ± ۱/۸۴ تا حداقل ۰/۸۳ ± ۰/۴۸ متغیر بود (درویش بسطامی و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه صورت گرفته روی جمعیت کفزیان در خلیج گرگان (دریای خزر)، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف از حداکثر ۰/۴۲ ± ۱/۳۸ تا حداقل ۰/۰۸ ± ۰/۳۳ متغیر بود (Taheri et al., 2012). در تحقیق حاضر میانگین سالانه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در سواحل چالوس ۰/۲۵ ± ۱/۰۷۵ به دست آمد که می‌توان بر اساس نظرات Ros و Cardell (۱۹۹۱)، Bellan-Santini (1980) نتیجه گرفت سواحل چالوس از نظر غنای گونه‌ای آلوده محسوب می‌گردد.

بیشترین میزان یکنواختی گونه‌ای در فصل زمستان در عمق ۷ متر در منطقه رادیودریا با میانگین ۰/۰۵ ± ۰/۹۱ و کمترین میزان آن در فصل تابستان در عمق ۷ متر در منطقه خط هشت با میانگین ۰/۱۳ ± ۰/۵۵ مشاهده گردید (جدول ۹). در بین فصول مورد بررسی بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در فصل پاییز به ترتیب با میانگین ۰/۲ ± ۱/۲۱ و ۰/۲۱ ± ۱/۱۹ و کمترین میزان آن به ترتیب در فصل زمستان و تابستان با میانگین ۰/۲۶ ± ۱ و ۰/۱۲ ± ۱ به دست آمد (جدول ۹). در بین فصول مورد بررسی بیشترین یکنواختی گونه‌ای در فصل بهار با میانگین ۰/۱۳ ± ۰/۷۳ و کمترین میزان آن در فصل زمستان با میانگین ۰/۱۴ ± ۰/۵۶ به دست آمد (جدول ۹). شاخص یکنواختی نحوه توزیع افراد در جامعه را نشان می‌دهد. بنابراین هر چه عدد به دست آمده به یک نزدیکتر باشد یکنواختی بیشتر (تنوع بیشتر) و هر چه به صفر نزدیکتر باشد یکنواختی کمتر (تنوع کمتر) است. به طور کلی در جوامعی که تحت تاثیر آشفتگی شدیدی باشند، تعداد کمتری از گونه‌ها وجود دارند و یک یا دو گونه خاص غالب شده و در نتیجه شاخص یکنواختی پایین می آید (Murugesan et al., 2009). مقایسه میانگین شاخص یکنواختی پایلو تحقیق حاضر با سایر تحقیقات صورت گرفته در سواحل جنوبی دریای خزر در جدول ۱۰ ارایه شده است. در تحقیق حاضر میانگین سالانه شاخص یکنواختی در سواحل چالوس ۰/۱ ± ۰/۷۲ به دست آمد (جدول ۸)، که می‌توان نتیجه گرفت ایستگاه‌های مورد بررسی در سواحل چالوس از نظر توزیع افراد در بین گونه‌ها از شرایط تقریباً یکسانی برخوردار هستند.

۴. نتیجه‌گیری کلی

از بین گونه‌های مختلف کفزی به دست آمده در این تحقیق، دو گونه *P. brevispinis* و *C. lamarckii* به ترتیب سهم مهمی را در افزایش تراکم و زی‌توده کل کفزیان داشته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده از شاخص‌های بوم‌شناختی (تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای) و مقایسه آن با استانداردهای ارایه شده، سواحل مورد تحقیق از نظر تنشتنش و آلودگی در حد متوسط هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹: میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای در فصول و ایستگاه‌های مورد مطالعه (ME ± SD)

فصل	منطقه خط هشت		منطقه رادیودریا		میانگین ایستگاه‌ها
	شاخص	عمق ۷ متر	عمق ۲۰ متر	عمق ۷ متر	عمق ۲۰ متر	
زمستان (۱۳۸۴)	تنوع شانون وینر	^{bc}۰/۹۷ ± ۰/۱۶	^{c} ۰/۸۸ ± ۰/۶۵	^{abc} ۱/۱۷ ± ۰/۱	^{bc} ۰/۹۷ ± ۰/۱۳	۱ ± ۰/۲۶
	غنای مارگالف	^{ab}۱ ± ۰/۳۷	^{ab} ۱/۳۳ ± ۰/۶۷	^{b} ۰/۹۳ ± ۰/۱۴	^{b} ۰/۸۷ ± ۰/۳۱	۱/۰۳ ± ۰/۳۷
	یکنواختی پایلو	^{abcd}۰/۷۲ ± ۰/۰۷	^{cd} ۰/۵۸ ± ۰/۳۹	^{a} ۰/۹۱ ± ۰/۰۵	^{abcd} ۰/۷۷ ± ۰/۰۶	۰/۵۶ ± ۰/۱۴
بهار (۱۳۸۵)	تنوع شانون وینر	^{abc}۱/۲۶ ± ۰/۲	^{c} ۰/۸۵ ± ۰/۲۷	^{abc} ۱/۱۶ ± ۰/۲۹	^{bc} ۱/۰۸ ± ۰/۲۱	۱/۰۹ ± ۰/۲۴
	غنای مارگالف	^{ab}۱/۳۱ ± ۰/۴۳	^{b} ۰/۸۶ ± ۰/۲۲	^{ab} ۱/۰۹ ± ۰/۴۰	^{ab} ۱/۰۵ ± ۰/۱۹	۱/۰۸ ± ۰/۳۱
	یکنواختی پایلو	^{abcd}۰/۷۵ ± ۰/۱۷	^{bcd} ۰/۶۱ ± ۰/۱۹	^{abc} ۰/۸۴ ± ۰/۰۸	^{abcd} ۰/۷۴ ± ۰/۰۸	۰/۷۳ ± ۰/۱۳
تابستان (۱۳۸۵)	تنوع شانون وینر	^{bc}۰/۹۰ ± ۰/۱۸	^{abc} ۱/۲۷ ± ۰/۱۳	^{abc} ۱/۱۲ ± ۰/۱۱	^{ab} ۱/۴۰ ± ۰/۲۰	۱/۱۷ ± ۰/۱۵
	غنای مارگالف	^{ab}۰/۹۸ ± ۰/۱۳	^{ab} ۱/۰۶ ± ۰/۰۵	^{b} ۰/۹۱ ± ۰/۰۵	^{ab}۱/۰۶ ± ۰/۲۷	۱ ± ۰/۱۲
	یکنواختی پایلو	^{d}۰/۵۵ ± ۰/۱۳	^{abcd} ۰/۷۹ ± ۰/۰۸	^{abcd} ۰/۷۰ ± ۰/۰۷	^{abcd} ۰/۸۱ ± ۰/۰۵	۰/۷۱ ± ۰/۰۸
پاییز (۱۳۸۵)	تنوع شانون وینر	^{abc}۱/۱۵ ± ۰/۲۸	^{a} ۱/۶۰ ± ۰/۲۹	^{abc} ۱/۱۷ ± ۰/۱۷	^{bc} ۰/۹۲ ± ۰/۰۸	۱/۲۱ ± ۰/۲
	غنای مارگالف	^{ab}۱/۱۲ ± ۰/۲۹	^{a} ۱/۵۲ ± ۰/۲۷	^{ab} ۱/۱۱ ± ۰/۲۱	^{ab}۱/۰۲ ± ۰/۰۹	۱/۱۹ ± ۰/۲۱
	یکنواختی پایلو	^{abcd}۰/۶۷ ± ۰/۰۶	^{ab} ۰/۸۷ ± ۰/۰۵	^{abcd} ۰/۷۲ ± ۰/۱۵	^{cd} ۰/۵۷ ± ۰/۰۵	۰/۷۰ ± ۰/۰۸
میانگین سالانه	تنوع شانون وینر	۱/۰۷ ± ۰/۲	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	۱/۱۵ ± ۰/۱۷	۱/۰۹ ± ۰/۱۵	
	غنای مارگالف	۱/۱۰ ± ۰/۳	۱/۱۹ ± ۰/۳	۱/۰۱ ± ۰/۲	۱ ± ۰/۲۱	
	یکنواختی پایلو	۰/۶۷ ± ۰/۱	۰/۷۱ ± ۰/۱۸	۰/۷۹ ± ۰/۰۹	۰/۷۲ ± ۰/۰۶	

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست (P< ۰/۰۵).

جدول ۱۰.: مقایسه میانگین شاخص یکنواختی پایلو تحقیق حاضر با سایر تحقیقات صورت گرفته در سواحل جنوبی دریای خزر

محققین	سال نمونه‌برداری	مکان نمونه‌برداری	شاخص یکنواختی پایلو	
			حداقل	حداکثر
Taheri و همکاران	۲۰۱۰	خلیج گرگان (دریای خزر)	۰/۵۱	۰/۸۷
درویش بسطامی و همکاران	۱۳۹۱	سواحل سیسنگان (دریای خزر)	۰/۹۸	۰/۳۳
تحقیق حاضر	۸۵- ۱۳۸۴	سواحل چالوس (دریای خزر)	۰/۹۱	۰/۵۵

۵. سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از مساعدت صمیمانه جناب آقای دکتر رضا پورغلام (ریاست وقت پژوهشکده اکولوژی دریای خزر) به‌عمل می‌آید. همچنین از جناب آقای مهندس سالاروند (ایستگاه تحقیقات اکولوژی دریای خزر) به جهت راهنمایی‌های ارزشمندشان در شناسایی گونه‌ها تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

بیرشتین، یا.آ.؛ وینوگرادف، ل.ج.؛ کونداکوف، ن.ن.؛ کوون، م.اس.؛ آستاخوف، ت.و.؛ رومانوف، ن.ن.، ۱۹۶۸. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر. مترجم دلیناد و نظری. سال ترجمه ۱۳۸۰. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ایران. ۶۱۰ صفحه.

زحمتکش، ع.، ۱۳۷۲. بررسی خانواده گاماریده دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال سوم. شماره ۴. پائیز ۱۳۷۲. صفحات ۷-۱.

درویش بسطامی، ک.؛ باقری، ح.؛ سلطانی، ف.؛ حمزه پور، ع.، ۱۳۹۳. ارزیابی کیفیت زیست محیطی سواحل دریای خزر (سیسنگان) بر اساس شاخص AMBI. مجله علوم و مهندسی محیط زیست. سال اول. شماره ۳. تابستان ۱۳۹۳. صفحات ۷۸-۶۹.

سلیمانی رودی، ع.، ۱۳۷۳. فون بنتیک حوضه جنوبی دریای مازندران اعماق ۴۰ تا ۸۰ متر. مجله علمی شیلات ایران. سال سوم. شماره۲. تابستان ۱۳۷۳. صفحات ۵۶-۴۱.

علیزاده لاهیجانی، ح.، ۱۳۸۳. مقدمه ای بر ویژگی های دریای خزر. انتشارات نوربخش. ایران. تهران. ۱۱۹ صفحه.

کوثری، س.؛ وثوقی، غ.؛ فارابی، م.و.؛ سلیمانی رودی، ع.، ۱۳۸۸. مقایسه فراوانی و زی توده ماکروبنتوزهای دریای خزر در حوضه استان مازندران. مجله علمی شیلات ایران. سال هجدهم. شماره ۲. تابستان ۱۳۸۸. صفحات ۱۲۸-۱۱۹.

لالویی، ف.؛ زلفی نژاد، ک.؛ هاشمیان، ع.؛ سالاروند، غ.؛ قانع، ا.؛ طالبی، د.، ۱۳۸۳. گزارش پروژه هیدروبیولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگیهای زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ساری. ایران. ۳۹۴ صفحه.

مایی سیو، پ.آ.؛ فیلاتووآ، ز.ا.، ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی

www.SID.ir

Archive of SID

دریای خزر. مترجم شریعتی. سال ترجمه ۱۳۷۳. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. تهران. ایران. صفحات ۲۴۴-۲۳۵.

میرزا جانی، ع.، ۱۳۷۶. تعیین توده زنده و پراکنش کفزیان حوضه جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۷۱. مجله پژوهش و سازندگی. زمستان ۱۳۷۶. شماره ۳۷. صفحات ۱۲۹-۱۲۶.

میدوز، پی.اس.؛ کمپل، جی.آی.، ۱۹۸۸. مبانی علوم دریایی. مترجم ولی الهی. سال ترجمه ۱۳۸۱. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ایران. صفحات ۱۶۰-۱۵۵.

هاشمیان کفشگری، ع.، ۱۳۷۷. پراکنش و تغییرات فصلی زی‌توده (بیوماس) و تنوع ماکروبنتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. رشته بیولوژی دریا. ۱۱۰ صفحه.

Aladin, N.; Plotnikov, I., 2004. The Caspian Sea. Lake basin management initiative thematic paper. 29P.

Ansari, Z.A.; Sreepada, R.A.; Kantia, A., 1994. Macrobenthic assemblage in the soft sediment of *Marmugao harbour*, Goa (central west coast of India). Indian Journal of Marine Sciences, 23: 225-231.

Bellan-Santini, D., 1980. Relationship between populations of amphipods and pollution. Marine Pollution Bulletin, 11: 224-227.

Clifford, H.F., 1991. Aquatic invertebrates of alberta. The University of Alberta Press, Canada, 538P.

Castro, P.; Huber, M.E., 2000. Marine Biology. 3th Edition. MacGraw Hill, 446P.

Celik, K., 2002. Community structure of macrobenthos of a southeast Texas Sand-pit lake related to water temperature, pH and dissolved oxygen concentration. Turkish Journal of Zoology, 26(4): 333-339.

Currie, D.R.; Small, K.J., 2004. Macrobenthic community responses to long-term environmental change in an east Australian sub-tropical estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 63(1-2): 315-331.

Dauvin, J.C.; Ruellet, T.; Desroy, N.; Janson, A.L., 2007. The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: use of biotic indices. Marine Pollution Bulletin, 55(1-6): 241-257.

Dumont, H.J., 1998. The Caspian Lake: History, biota, structure and function. Limnology and Oceanography, 43: 44-52.

Day, J.W.; Hall, A.S.; Kemp, W.M.; Yanez-Arancibia, A., 1989. Estuarine ecology. Wiley, New York, 558P.

Eleftheriou, A.; McIntyre, A., 2005. Methods for the study of marine benthos. Third edition, London, Blackwell Publishing, 440P.

Fauchald, K., 1977. The polychaete worms definitions and keys to the orders, family and genera. Natural history museum of Los Angeles county, Science Series 28, 198P.

Gloer, P.; Pesic, V., 2012. The freshwater snails (Gastropoda) of Iran, with descriptions of two new genera and eight new species. ZooKeys, 219: 11-61.

Gray, J.S., 1981. The ecology of marine sediment. Cambridge university press, 475P.

Heilskov, A.C.; Holmer, M., 2001. Effect of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediment: Importance of size and abundance. Journal of Marine Science, 58: 427-434.

Herman, P.M.J.; Middelburg, J.J.; Van de Koppel, J.; Heip, C.H.R. 1999. Ecology of estuarine macrobenthos. Advances in Ecological Research, 29: 195-240.

Holme, N.A.; Mcintyre, A.D., 1984. Methods for the study of marine benthos. Second Edition, Oxford Blackwell Scientific Publication, 387P.

Jordan, C.F.; Fryer, G.E.; Hemmen, E.H., 1971. Size analysis of silt and clay by hydrophotometer. Journal of Sedimentary Research, 41: 489-496.

Kerbs, C.J., 1999. Ecological methodology. University of British Colombia, 620P.

Margalef, R., 1969. Perspective s in ecological theory. The University of Chicago Press, Chicago, 111P.

Malloy, K.J.; Wade, D.; Janicki, A.; Grabe, S.A.; Nijbroek, R., 2007. Development of a benthic index to assess sediment quality in the Tampa Bay estuary.

www.SID.ir

Archive of SID

otros descriptores de contaminación orgánica en comunidades bentónicas marinas. Actas del Symposium sobre Diversidad Biológica. Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 219-223.

Shannon, C.E.; Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, 125P.

Smith, D.G., 2001. Pennak's freshwater invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea. Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc. USA. 658P.

Taheri, M.; Yazdani, F.M.; Noranian, M.; Mira, S.Sh., 2012. Spatial distribution and biodiversity of macrofauna in the southeast of the Caspian Sea, Gorgan Bay in relation to environmental conditions. Ocean Science Journal, 47(2): 113-122.

Welch, E.B., 1992. Ecological effect and waste water. Second Edition, Chapman and Hall, 425P.

Weisberg, S.B.; Dauer, D.M.; Schaffner, L.C.; Frithsen, J.B., 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-BI) for Chesapeake Bay. Estuaries, 20: 149-158.

Wildsmith, M.D.; Rose, T.H.; Potter, I.C.; Warwick, R.M.; Clarke, K.R., 2011. Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental deterioration in a large microtidal estuary. Marine Pollution Bulletin, 62: 525-538.

Zenkevitch, L.A., 1963. Biology of the USSR Seas. AN SSSR, Moscow, 956P.

Marine Pollution Bulletin, 54(1): 22-31.

Muniz, P.; Pires, A.M.S., 2000. Polychaeta association in a subtropical environment (Sao Sebastiao Channel, Brazil): A structural analysis. Marine Ecology, 21(2): 145-160.

Murugesan, P.; Ajithkumar, T.T.; Ajmal, S.; Balasubramanian, T., 2009. Use of benthic biodiversity for assessing the impact of shrimp farming on environment. Journal Environment Biology, 30: 865-870.

Nelson, D.W.; Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter (chemical methods). In: Methods of soil analysis. Second edition, Madison, Wisconsin USA: Soil science society of America (SSSA), American Society of Agronomy (ASA) Published, 1011-1071PP.

Nikoueian, A.R., 2001. Estimation of potential yield on demersal fishery resources based on the production of macrobenthic fauna in the Chabahar bay. Iranian Scientific Fisheries Journal, 10: 77-102.

Nybakken, J.W., 1993. Marine biology: an ecological approach. Harper Collins College Publishers, 445P.

Paine, R.T., 1966. Food web complexity and species diversity. The American Naturalist, 100 (910): 65-75.

Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematic, 5: 285-307.

Pielou, E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley Interscience, New York, 286P.

Ros, J.D.; Cardell, M.J., 1991. La diversidad especificay

www.SID.ir