مقاله تحقیقی

بررسی ساختار جمعیت و تنوع گونه ای ماکروبنتوزهای سواحل نوشهر،چالوس و عباس آباد

آرمین جم[1]، آریا اشجع اردلان [1,*]، عبدالوهاب مقصودلو[2]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی
۲. موسسه ملی اقیانوس شناسی، تهران

مسئول مکاتبات: آدرس الکترونیکی: A_ashjaardalan@yahoo.com

محل انجام تحقیق: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۵

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد ۱۰- شماره ۲- تابستان ۱۳۹۴

چکیده

بررسی ساختار و پراکنش جمعیت موجودات ماکروبنتیک طی سال های ۹۳-۱۳۹۲ در دو فصل زمستان و بهار در ۳ ترانسکت عمود بر ساحل از بندر نوشهر تا منطقه خشکه داران عباس آباد، ۱۲ ایستگاه در چهار عمق ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ متری با استفاده از نمونه بردار گرب مدل Van Veen در سه تکرار صورت گرفت. در مجموع، ۷ راسته جانوری و ۱۳ گونه ماکروبنتوز در مناطق مورد بررسی به دست آمد. راسته مالاکوستراکا با داشتن ۶ گونه از بیشترین غنای گونه‌ای برخوردار بود. به دنبال آن پرتاران با ۴ گونه و دوکفه ای ها با ۳ گونه، کم تاران و ماگزیلی پودا هر کدام با یک گونه گروه‌های دیگر را تشکیل دادند. از نظر تراکم، مالاکوستراکا بیشترین تراکم را داشته و به دنبال آن پرتاران و کوماسه آ بیشترین تراکم را داشته‌اند. نتایج بررسی درطی این دو فصل نشان داد که اختلاف معنی داری در میانگین تراکم ماکروبنتوزها وجود دارد ($P<0/05$)، بطوری که بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان با میانگین ۲۴/۱۱±۴۸/۶۸ و کمترین هم در بهار با میانگین ۱/۱۲±۰/۶۴۰ در متر مربع بدست آمد.

واژه های کلیدی: کفزیان، بی مهرگان، ماکروبنتوز، دریای خزر

مقدمه

در بستر دریا و اکوسیستم های آبی گروه های متنوعی از موجودات آبزی زندگی می کنند که در اصطلاح به آنها موجودات کفزی (بنتوز) گفته می شود (۱۵). بنتیک (benthic) به آن قسمت از محیط زیست دریا گفته می شود که جانوران دریا در این قسمت بطور دائم در قسمت بالا یا روی و یا لابلای رسوب زندگی می کنند. به موجوداتی که به این نحوه زندگی سازش یافته اند (benthos) گفته می شود. ماکروبنتوزها جانورانی بی‌مهره اند که با چشم غیرمسلح دیده می شوند و حداقل بخشی از زندگی خود را در بستر منابع آب سپری می کنند (۱۶). از جمله اجزای زنده اکوسیستم آبی موجودات کفزی هستند که با ایفای نقش های مختلف سهم مهمی در ایجاد عملکرد اکوسیستم مربوطه دارند. این موجودات جزیی از زنجیره غذایی بسیاری از گونه های آبزی به ویژه ماهیان می باشند و بدین ترتیب در چرخه انرژی و مواد غذایی اثر می گذارد (۱۷).

موجودات کفزی باعث معدنی شدن مواد آلی شده و همچنین به عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده سایر آبزیان قرار می گیرند و بعنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخصی برای کیفیت آب محسوب می شوند (۱۸).

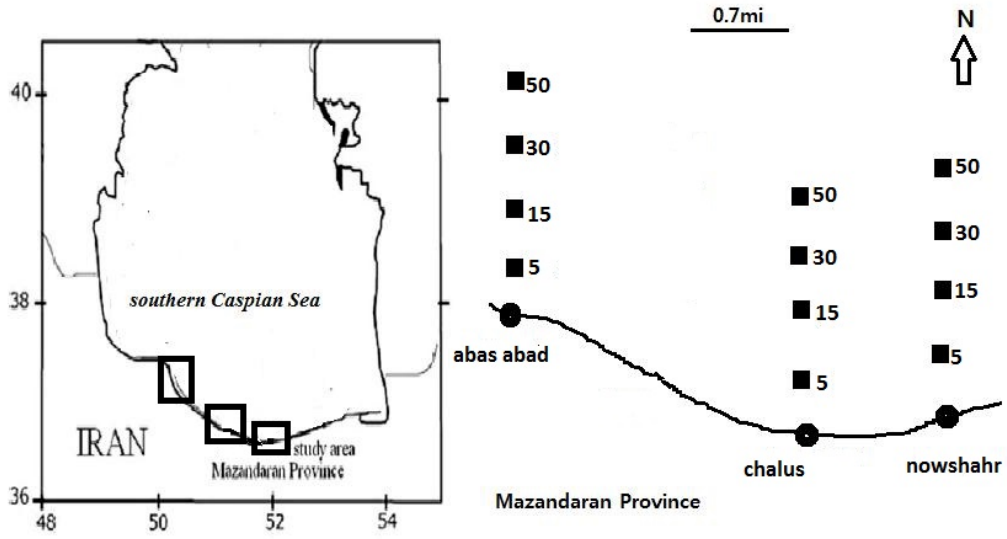
شاخص های زیستی بر اساس ماهیت گونه های موجود در جامعه به بررسی کیفیت زیستگاه می پردازند. شاخص های زیستی با توجه به حساسیت و بردباری گونه ها، اقدام به امتیازدهی به گونه ها کرده و از کمیت بدست آمده از حاصل جمع امتیازهای یک جامعه، کیفیت اکوسیستم موجود را ارزیابی می کند.

در نتیجه، در اکوسیستم های دست نخورده و بکر مانند رودخانه ها و دریاچه های کوهستانی که بطور طبیعی از تنوع و تراکم کمی برخوردارند، معیار صحیحی برای تعیین کیفیت زیستگاه نمی باشند.

در این خصوص در حوضه منطقه مورد بررسی مطالعاتی توسط لالویی (۱۳۷۲)، سلیمان رودی (۱۳۷۳)، میرزاجانی (۱۳۷۶)، عبدالملکی و همکاران (۱۳۷۵)، هاشمیان کفشگری (۱۳۷۷)، نبوی و همکاران (۱۳۸۰) انجام شده است (۶-۱). هدف اصلی از انجام این پژوهش شناسایی مجموعه ماکروبنتوزی، برآورد تاثیر شرایط محیط بر پراکنش آنها و اندازه گیری شاخص های تنوع، یکنواختی و غالبیت مجموعه ماکروبنتوزی در مناطق مورد مطالعه است.

مواد و روش ها

در این تحقیق، با توجه به شرایط محیطی و به صورت تصادفی، ۳ ترانسکت عمود بر ساحل از بندر نوشهر تا منطقه خشکه داران عباس آباد در نظر گرفته شد (شکل ۱). در روی هر ترانسکت با توجه به عمق، ایستگاه هایی در اعماق ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ متر انتخاب شد (در مجموع دو فصل ۱۲ ایستگاه) با سه تکرار به همراه یک نمونه رسوب برای اندازه گیری دانه بندی و مواد آلی و موقعیت آنها با دستگاه GPS ثبت و یادداشت گردید و عمق یابی هم توسط دستگاه عمق یاب دستی (اکوساندر) انجام شد.



شکل ۱ - نقشه منطقه مورد مطالعه.

در آزمایشگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی (مرکز اقیانوس شناسی دریای خزر-نوشهر) شستشوی نمونه ها توسط الک های با چشمه ۱، ۰/۵ و ۲ میلی متر صورت گرفت. بدین ترتیب ذرات اضافی و جانوران به راحتی از هم جدا شدند (۱۹). در مرحله بعد از محلول کلرید منیزیم برای ریلکس کردن اندام جانوران استفاده شد (۷۳ گرم کلرید منیزیم در یک لیتر آب). شناسایی گونه ای با استفاده از اطلس بی-مهرگان دریای خزر انجام شد. تراکم بر حسب تعداد در واحد سطح مقطع گرب (۳۰۰ سانتیمتر مربع) محاسبه و سپس به یک متر مربع تعمیم داده شد (۲۰). جهت اندازه گیری درصد مواد آلی کل رسوبات (TOM) نیز در هر ایستگاه، نمونه برداری توسط گرب Van Veen، در ۳ تکرار انجام گرفت. در قایق پس از خالی

کردن رسوبات، درون تشت پلاستیکی، با دقت از ۴ سانتی متر اول رسوب توسط قوطی خالی با قطر ۳ و ارتفاع ۴ سانتی متر نمونه برداری صورت گرفت (۲۱). در روی هر قوطی نام ایستگاه و تاریخ نمونه برداری ذکر گردید. در آزمایشگاه نمونه ها جهت جلوگیری از تجزیه طبیعی مواد آلی تا قبل از بررسی در فریزر قرار داده شدند. مجموع مواد آلی به روش سوزاندن محاسبه گردید (۲۲). بدین صورت که نصف بوته چینی را از رسوب پر کرده، در اون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس با دیسکاتور خنک گردید. سپس، بوته ها داخل کوره با دمای ۵۵۰ درجه به مدت ۸ ساعت قرار داده شد. در همه ی مراحل بوته را توزین کرده و با استفاده از فرمول ارائه شده درصد TOM محاسبه شد (۲۳). جهت بررسی دانه بندی رسوبات نیز در هر ایستگاه، نمونه برداری توسط گرب Van Veen در ۳ تکرار انجام گرفت و دانه بندی به روش خشک انجام شد.

شاخص زیستی (AMBI)

با توجه به حساسیت به شیب غلظت مواد آلی، جوامع ماکروبنتوز را به ۵ گروه اکولوژیک تقسیم و از ضریب ارزش مقاومتی هر گروه برای ارزیابی منطقه استفاده می شود (۲۴).

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

در این رابطه، GI گونه های بسیار حساس به مواد آلی و حضور در شرایط غیرآلوده مانند پرتاران گوشتخوار و رسوب خواران، GII, (Deposit-feeders) گونه های بی تفاوت به مواد آلاینده که همیشه در تراکم پایین و بدون اختلاف معنی دار نسبت به زمان حضور دارند و عمدتا معلق خوارند، GIII, (Suspension-feeders)، گونه‌های مقاوم به مواد آلاینده، این گونه ها ممکن است در شرایط طبیعی حضور داشته باشند اما جمعیتشان با افزایش بار آلاینده تحریک می شود، رسوب خواران معلق خوار GIV,(Suspension deposit-feeders) گونه های فرصت طلب درجه دو خصوصا پلی کت های سایز کوچک که از لایه های زیرسطحی رسوبات تغذیه می کنند (SubSurface deposit – feeders و GIV –گونه های فرصت طلب درجه اول همچون رسوب خواران (deposit-feeders) را شامل می شوند (۲۵).

برای استفاده از این شاخص، نزدیک به ۶۵۰۰ گروه جانوری مربوط به جوامع بنتیک بسترهای نرم دسته بندی شده اند. 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 می باشد (۲۴).

شاخص زیستی(BENTIX)

شاخص زیستی مانند AMBI می باشد و بر اساس حساسیت ماکروفونا نسبت به غلظت مواد آلی در محیط، جوامع ماکروبنتوز را به ۳ گروه اکولوژیک تقسیم می کند (۲۶).

$$BENTIX = (6*\%GI) + 2(\%GII + \%GIII) / 100$$

بر اساس این شاخص هنگامی که BENTIX بین ۶-۴/۵ باشد، کیفیت اکولوژیکی عالی، بین ۴/۵-۳/۵ کیفیت اکولوژیکی خوب، بین ۳/۵-۴/۵ کیفیت اکولوژیکی متوسط، بین ۲/۵-۲ کیفیت اکولوژیکی ضعیف و بین ۲-۰ کیفیت اکولوژیکی بد می باشد.

شاخص زیستی(BOPA)

این شاخص بر اساس نسبت فراوانی پلی کت ها به آمفی پودا منطقه را ارزیابی می کند.

BOPA = log10 (Polychaetes abundance / Amphipods abundance) + 1

بر اساس این شاخص هنگامی که BOPA بین ۰/۰۴۵-۰ باشد، کیفیت اکولوژیکی عالی، بین ۰/۰۴۵- ۰/۱۳۹ کیفیت اکولوژیکی خوب، بین ۰/۱۹۳-۰/۱۳۹ کیفیت اکولوژیکی متوسط، بین ۰/۲۶۷-۰/۱۰۳ کیفیت اکولوژیکی ضعیف و بین ۰/۳۰۱-۰/۲۶۷کیفیت اکولوژیکی بد می باشد. همچنین، شاخص تنوع شانون وینر با فرمول (Shannon Weiner diversity Index) محاسبه شد (۲۷).

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi\ (Log\ Pi)$$

Pi فراوانی نسبی گونه i ام است که برابر با ni/N می باشد. شاخص یکنواختی (Eveenness) به روش کیفی جاکارد با فرمول زیر محاسبه شد.

J= H'/ H' max=H/Ln(N)

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 (۲۸). همچنین، S نشان دهنده تعداد گونه ها می باشد و غنای مارگالف با رابطه زیر محاسبه شد (۲۹).

R=S-1/ Ln(N)

نرمال بودن داده ها از طریق آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) بررسی شد. همبستگی و تراکم ماکروبنتوزها از طریق ضریب همبستگی اسپیرمن محاسبه شد. همچنین، برای مقایسه بین ایستگاه ها از ازمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-way anova) استفاده شد. طبقه بندی اکولوژیک و ارزیابی کیفیت ایستگاه ها از طریق شاخص های زیستی صورت گرفت.

نتایج

در بررسی ماکروبنتوزها، از ۱۲ ایستگاه در ۲ فصل، نمونه‌برداری شد. در مجموع، ۷ راسته جانوری و ۱۳ گونه ماکروبنتوز در مناطق مورد بررسی به دست آمد. راسته مالاکوستراکا با داشتن ۶ گونه از بیشترین غنای گونه‌ای برخور دار بود. به دنبال آن پرتاران با ۴ گونه و دوکفه ای ها با ۳ گونه، کم تاران و ماگزیلی پودا هر کدام با یک گونه گروه‌های دیگر را تشکیل دادند. از نظر تراکم، مالاکوستراکا بیشترین تراکم را داشته و به دنبال آن پرتاران و کوماسه آ بیشترین تراکم را داشته‌اند.

بیشترین درصد تراکم ماکروبنتوزها به ترتیب مربوط به رده Polychaeta با ۴۳٪، Malacostraca با ۲۲٪، Bivalvia با ۱۸٪، Oligochaeta با ۱۰٪ و Maxillopoda با ۷٪ نسبت به کل زی‌توده ماکروبنتوزها بوده است. نتایج بررسی در طی این دو فصل نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میانگین تراکم ماکروبنتوزها وجود دارد (P<۰/۰۵)، بطوری که بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان با میانگین ۴۸/۶۸±۲۴/۱۱ و کمترین هم در بهار با میانگین ۰/۶۴±۱/۱۲ در متر مربع بدست آمد.

بیشترین فراوانی در فصل زمستان، عمق ۵ متر را گونه *Pontogammarus sp.* با کمترین و بیشترین ۱۹/۶۱±۷/۵۵، در عمق ۱۵ متر گونه *Hypania invalida* با کمترین و بیشترین ۴۸/۶۸±۲۴/۱۱، در عمق ۳۰ متری گونه *Stenocuma gracilis* با کمترین و بیشترین ۱۳/۰۲±۱۷/۱۱ و در عمق ۵۰ متری *Hediste diversicolor* با کمترین و بیشترین ۳۱/۵۵±۱۹/۴ می باشند.

بیشترین فراوانی در فصل بهار، عمق ۵ متر را گونه *Pontogammarus sp.* با کمترین و بیشترین ۲۹/۷۱±۹/۰۵، در عمق ۱۵ متر گونه *Amphibalanus improvisus* با کمترین و بیشترین ۲۵/۹۰±۱۰/۳۶، در عمق ۳۰ متری گونه *Hypania invalida* با کمترین و بیشترین ۲۰/۵۹±۲۰/۰۵ و در عمق ۵۰ متری *Hediste diversicolor* با کمترین و بیشترین ۲۳/۳۲±۶/۶۸ می باشند (جداول ۱و ۲).

جدول ۱- میانگین فراوانی نمونه ها در اعماق مختلف در فصل زمستان (۱۳۹۲).

عمق / نمونه	۵	۱۵	۳۰	۵۰
Hypania invalida	۶/۱۹±۱۰/۱۵	۲۴/۱۱±۴۸/۶۸	۷/۳۳±۱۳/۳۵	۶/۷۲±۹/۸۱
Amphartidae	۳/۵۷±۳/۶۴	۲/۶۳±۵/۶۰	۲/۰۲±۴/۵۲	۱/۰۳±۲/۷۸
Streblospio gynobranchiata	۴/۳۵±۴/۴۹	۱۰/۷۹±۹/۵۹	۱۰/۶۷±۱۰/۸۷	۲/۹۳±۳/۳۷
Hediste diversicolor	۵/۴۵±۳/۱۴	۳/۴۹±۳/۹۸	۵/۴±۱۲/۸۴	۱۹/۴۶±۳۱/۵۵
Oligochaeta	۱۰/۸±۱۰/۳۹	۶/۰۴±۱۴/۶۰	۸/۳۷±۷/۹۰	۵/۸۲±۴/۸۲
Stenocuma gracilis	۷/۱۷±۱۶/۹۶	۱/۱۱±۱/۲۵	۱۷/۱۱±۱۳/۰۲	۹/۷۶±۱۹/۰۲
Pterocuma pectinatum	۴/۴۹±۳/۶۹	۰/۴۷±۰/۲۷	۲/۸۹±۱/۶۷	-
Pterocuma sowinsky	-	-	-	-
Mysis caspia	-	-	-	۱/۰۳±۰/۵۹
Pontogammarus sp.	۷/۵۵±۱۹/۶۱	۳/۶۹±۲/۱۳	۱/۷۶±۲	-
Niphargoides motasi	۷/۷۵±۹/۶	۱/۲۳±۰/۷۱	۰/۷۷±۰/۴۴	-
Mytilaster lineatus	۵/۴۵±۳/۱۴	۵/۱۶±۲/۹۸	۰/۹۱±۱۰/۷۳	۹/۲۱±۸/۵۵
Cerastoderma glaucam	۱/۰۹±۰/۶۳	۲/۴۵±۲/۳۱	۴/۸۱±۲/۷۸	۰/۹۱±۰/۵۲
Amphibalanus improvisus	۲/۹۶±۳/۳۴	۲/۰۳±۲/۰۶	۸/۰۱±۱۰/۷۷	۸/۱۰±۸/۵۵
Abra segentum	۶/۰۲±۵/۴۲	۶/۵۲±۵/۶۱	۸/۷۰±۹/۱۱	۳/۷۶±۱۰/۳۹

جدول ۲- میانگین فراوانی نمونه ها در اعماق مختلف درفصل بهار (۱۳۹۳).

عمق / نمونه	۵	۱۵	۳۰	۵۰
Hypania invalida	۲/۰۶±۶/۹۹	۲۰/۰۵±۲۰/۵۹	۲/۱۰±۲۰/۶۴	۱/۷۴±۷/۷۱
Amphartidae	۱۵/۵۸±۹	۵/۲۳±۵/۸۹	۴±۳/۲۱	۱/۶۴±۰/۹۵
Streblospio gynobranchiata	۶/۶۸±۲۳/۳۲	۱۰/۴۱±۱۴/۵۷	-	۷/۷۹±۸/۷۷
Hediste diversicolor	۴/۵۷±۴/۹۹	۴/۴۴±۲/۵۶	۱۱/۸۴±۱۶/۱۷	۹/۱۰±۱۰/۸
Oligochaeta	۱۲/۷۲±۱۵/۹	۳/۸۹±۱۴/۷۴	۳/۳۶±۱/۹۴	۸/۶۶±۷/۸۴
Stenocuma gracilis	۱/۲۹±۰/۷۴	-	۱/۱۲±۰/۶۴	۱۰/۲±۱۱/۷۴
Pterocuma pectinatum	-	-	-	۳/۲۹±۲/۷۲
Pterocuma sowinsky	۱/۱۵±۰/۶۶	-	-	-
Mysis caspia	۱/۶۹±۱/۷۹	-	۱۲/۳۰±۸/۰۵	۹/۰۵±۲۹/۷۱
Pontogammarus sp.	۲/۳۰±۱/۳۳	-	۸/۰۱±۴/۶۲	۷/۱۰±۹/۸۷
Niphargoides motasi	۳/۹۳±۱۱/۲۴	۱۲/۷۲±۱۳/۸۸	۷/۰۸±۸/۱۵	۵/۵۰±۴/۴۹
Mytilaster lineatus	۲/۳۰±۱/۳۳	۱/۹۵±۲/۱۳	۱/۸۰±۴/۶۴	-
Cerastoderma glaucam	۶/۶۳±۴/۷۸	۲/۷۶±۴/۵۲	۱۰/۳۶±۲۵/۹	-
Amphibalanus improvisus	۱۹/۲±۱۵/۳۳	۶/۶۰±۲۰/۲۱	۱۰/۳۶±۵/۹۸	۹/۲۷±۵/۳۵
Abra segentum	۲/۰۶±۶/۹۹	۲۰/۰۵±۲۰/۵۹	۲/۱۰±۲۰/۶۴	۱/۷۴±۷/۷۱

بیشترین مقدار تراکم در فصل زمستان ۱۸۰۱/۴۷±۳۳۶/۹۵ و کمترین مقدار آن ۲۸۱/۸۶±۱۱۲/۳۱ بود. بیشترین میزان شاخص شانون ۰/۳۱ ±۲/۷۴ و کمترین مقدار آن ۰/۱۰ ±۱/۴۰ بود. بیشترین مقدار Evennes ۰/۰۹±۰/۷۶ و کمترین

مقدار آن۰/۰۳ ±۰/۹۴ بود. بیشترین مقدار Richnes ۲/۳۷±۰/۴۹ و کمترین مقدار آن ۰/۲۰ ±۱/۰۳ بود.

بیشترین مقدار تراکم در فصل بهار ۱۰۹۸/۷۶±۴۶۶/۹۷ و کمترین مقدار آن ۱۶۸/۴۷±۳۷/ ۳۷۰ بود. بیشترین میزان شاخص شانون ۲/۵۴±۰/۴۴ و کمترین مقدار آن ۰/۸۹±۰/۷۷ بود. بیشترین مقدار Evennes ۰/۹±۰/۰۵ و کمترین مقدار آن ۰/۹۱±۰/۰۲ بود. بیشترین مقدار Richnes ۱/۹۷±۰/۳۸ و کمترین مقدار آن ۰/۵۹±۰/۵۳ بود (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳- بررسی شاخص های زیستی در ایستگاه های مورد مطالعه (زمستان ۱۳۹۲).

ایستگاه ها	تراکم	شانون	Evenness	Richness
نوشهر۵	۱۱۲/۳۱± ۲۸۱/۸۶	۰/۱۰±۱/۴۰	۰/۰۶±۰/۸۸	۰/۲۰±۱/۰۳
نوشهر۱۵	۳۳۶/۹۵±۱۸۰۱/۴۷	۰/۴۱±۱/۴۱	۰/۰۸±۰/۵۸	۰/۳۹±۱/۱۲
نوشهر ۳۰	۲۸۰/۷۹±۸۷۰/۰۹	۰/۳۰±۲/۴۴	۰/۰۵±۰/۸۹	۰/۲۰±۱/۸
نوشهر ۵۰	۱۶۵/۷۸±۶۸۶/۲۷	۰/۵۶±۱/۷۶	۰/۱۴±۰/۷۹	۰/۳۸±۱/۲۶
چالوس۵	۴۹۴/۶۱±۵۱۴/۷	۱/۰۱±۱/۹۴	۰/۰۳±۰/۹۴	۰/۷۵±۱/۵۲
چالوس۱۵	۲۶۵/۹۶±۵۷۵/۹۸	۰/۰۹±۱/۶۳	۰/۰۸±۰/۸۸	۰/۲۲±۱
چالوس ۳۰	۷۴۳/۵۲±۹۱۹/۱۱	۰/۳۶±۲/۲۸	۰/۰۴±۰/۹۳	۰/۴۷±۱/۵۷
چالوس ۵۰	۴۶۵/۵۲±۷۵۹/۸	۱/۰۵±۱/۷۷	۰/۱۶±۰/۷۶	۰/۷۶±۱/۳۸
عباس آباد۵	۲۷۰/۹۹±۶۴۹/۵۱	۰/۲۹±۲/۶۲	۰/۰۴±۰/۸۹	۰/۴۹±۲/۳۷
عباس آباد۱۵	۲۰۴/۶۹±۱۵۰۷/۳۵	۰/۲۳±۲/۲۲	۰/۰۹±۰/۷۶	۰/۰۹±۱/۷۹
عباس اباد ۳۰	۲۰۴/۶۹±۷۳۵/۲۹	۰/۳۱±۲/۷۴	۰/۰۱±۰/۹۳	۰/۴۷±۲/۲۴
عباس آباد ۵۰	۷۳/۵۲±۷۷۲/۰۵	۰/۲۲±۲/۳۸	۰/۰۶±۰/۸۹	۰/۱۴±۱/۷۵
نوشهر۵	۱۱۲/۳۱± ۲۸۱/۸۶	۰/۱۰±۱/۴۰	۰/۰۶±۰/۸۸	۰/۲۰±۱/۰۳
نوشهر۱۵	۳۳۶/۹۵±۱۸۰۱/۴۷	۰/۴۱±۱/۴۱	۰/۰۸±۰/۵۸	۰/۳۹±۱/۱۲
نوشهر ۳۰	۲۸۰/۷۹±۸۷۰/۰۹	۰/۳۰±۲/۴۴	۰/۰۵±۰/۸۹	۰/۲۰±۱/۸
نوشهر ۵۰	۱۶۵/۷۸±۶۸۶/۲۷	۰/۵۶±۱/۷۶	۰/۱۴±۰/۷۹	۰/۳۸±۱/۲۶

جدول ۴- بررسی شاخص های زیستی در ایستگاه های مورد مطالعه (بهار ۱۳۹۳).

ایستگاه ها	تراکم	شانون	Evenness	Richness
نوشهر۵	۳۹۳/۱۱±۴۳۲/۱	۰/۵۲±۱/۴۶	۰/۰۵±۰/۹	۰/۳۹±۱/۰۱
نوشهر۱۵	۲۹۱/۸۱±۴۴۴/۴۴	۰/۷۷±۰/۸۹	۰/۱۷±۰/۷۶	۰/۵۳±۰/۵۹
نوشهر ۳۰	۶۳/۶۷±۴۸۱/۴۸	۰/۱۶±۱/۹۳	۰/۰۷±۰/۸۳	۰/۰۸±۱/۵۶
نوشهر ۵۰	۲۲۰/۵۸±۶۲۹/۶۲	۰/۵۴±۱/۸۵	۰/۰۱±۰/۸	۰/۷۰±۱/۴۹
چالوس۵	۱۴۸/۵۸±۵۸۰/۲۴	۰/۱۱±۲/۴۸	۰/۰۰±۰/۹۳	۰/۳۸±۱/۹۷
چالوس۱۵	۱۴۸/۵۸±۵۸۰/۲۴	۰/۵۴±۲/۰۱	۰/۰۷±۰/۹	۰/۷۸±۱/۴۹
چالوس ۳۰	۲۳۶/۳۶±۶۴۱/۹۷	۰/۳۸±۲/۱۶	۰/۰۳±۰/۹	۰/۱۹±۱/۵۲
چالوس ۵۰	۴۶۶/۹۷±۱۰۹۸/۷۶	۰/۴۴±۲/۵۴	۰/۰۸±۰/۸۸	۰/۰۵±۱/۹
عباس آباد۵	۲۵۸/۲۲±۶۹۱/۳۵	۰/۲۸±۲	۰/۰۹±۰/۸۵	۰/۴۱±۱/۴۹
عباس آباد۱۵	۷۳/۵۲±۴۸۱/۴۸	۰/۰۸±۲/۱۰	۰/۰۳±۰/۹	۰/۰۹±۱/۵۶
عباس اباد ۳۰	۱۶۸/۴۷±۳۷۰/۳۷	۰/۱۸±۲	۰/۰۸±۰/۹	۰/۱۷±۱/۶۸
عباس آباد ۵۰	۲۱/۲۲±۳۹۵/۰۶	۰/۳۱±۱/۷۹	۰/۰۲±۰/۹۱	۰/۳۹±۱/۲۶
نوشهر۵	۳۹۳/۱۱±۴۳۲/۱	۰/۵۲±۱/۴۶	۰/۰۵±۰/۹	۰/۳۹±۱/۰۱
نوشهر۱۵	۲۹۱/۸۱±۴۴۴/۴۴	۰/۷۷±۰/۸۹	۰/۱۷±۰/۷۶	۰/۵۳±۰/۵۹
نوشهر ۳۰	۶۳/۶۷±۴۸۱/۴۸	۰/۱۶±۱/۹۳	۰/۰۷±۰/۸۳	۰/۰۸±۱/۵۶
نوشهر ۵۰	۲۲۰/۵۸±۶۲۹/۶۲	۰/۵۴±۱/۸۵	۰/۰۱±۰/۸	۰/۷۰±۱/۴۹

بر اساس شاخص BOPA مقـادیراین شـاخص در فصل زمستان ایستگاه های نوشهر ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ متر و چالوس ۵ متر دارای وضعیت عالی اکولوژیک بودنـد و عباس آباد ۱۵ متر وضعیت اکولوژیـک ضـعیف را نشـان داد.

بر اساس مقادیر این شاخص در فصل بهـار عبـاس آباد ۵ متر وضعیت عالی، نوشـهر ۵۰ و چـالوس ۵ متـر وضعیت اکولوژیک ضعیف را نشان دادند.

بر اساس شاخص BENTIX مقادیر این شاخص در فصل زمستان ایستگاه چالوس ۵ متر وضعیت اکولوژیک عالی و نوشهر ۱۵ متر، چالوس ۱۵ متر و عباس آباد ۳۰ متر وضعیت اکولوژیک بد را نشان دادند.

بر اساس مقادیر این شاخص در فصل بهار ایستگاه چالوس ۵ متر و عباس آباد ۵ متر وضعیت اکولوژیک عالی و نوشهر ۳۰ متر وضعیت اکولوزیک ضعیف را نشان داد.

همچنین، بر اساس شاخص AMBI مقادیر این شاخص در فصل زمستان اکثر ایستگاه ها دارای وضعیت اکولوژیک خوب بودند.

بر اساس مقادیر این شاخص در فصل بهار اکثر ایستگاه ها دارای وضعیت اکولوژیک خوب بودند (جداول ۵ و ۶).

لازم به ذکر است که ایستگاه مشخص شده به علت کم بودن گونه (کمتر از سه گونه) توسط شاخص AMBI معنی دار شناخته نشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در دو فصل زمستان ۱۳۹۲ و بهار۱۳۹۳ میزان درصد مواد آلی با افزایش عمق، افزایش می یابد (نمودار ۱).

همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود درصد شن، حدود ۸۰ درصد ترکیب دانه‌بندی رسوبات را در تمام مناطق نمونه‌برداری شامل می‌شود. بیشترین و کمترین مقدار شن و سیلت در فصل زمستان به ترتیب ۷۲/۲۱ و ۸۷/۲۷ بود.

همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می گردد درصد شن در فصل بهار ۱۳۹۳ تقریبا مقدار ثابتی را دارد به جز نوشهر در عمق ۱۵ متر.

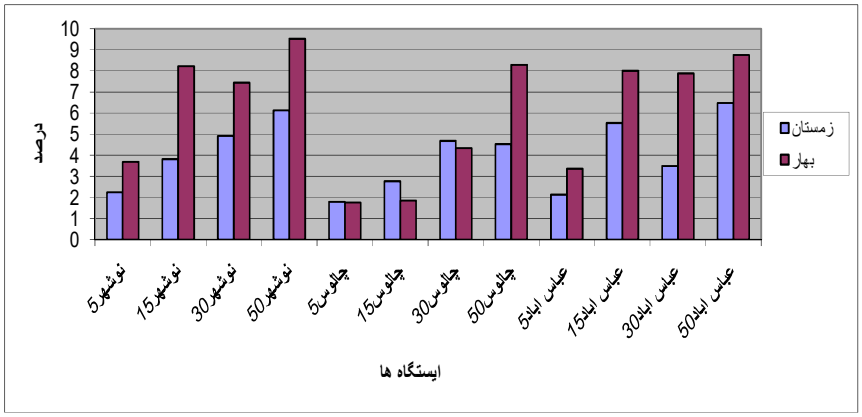
همچنین درصد سیلت هم مقدار ثابتی را داراست به استثنا ایستگاه نوشهر ۱۵ متر. بیشترین و کمترین مقدار شن و سیلت در فصل بهار به ترتیب ۸۶/۶۶ و ۱۳/۳۳ درصد می باشد.

جدول۵ - نتایج حاصل از شاخص‌های زیستی (زمستان ۱۳۹۲).

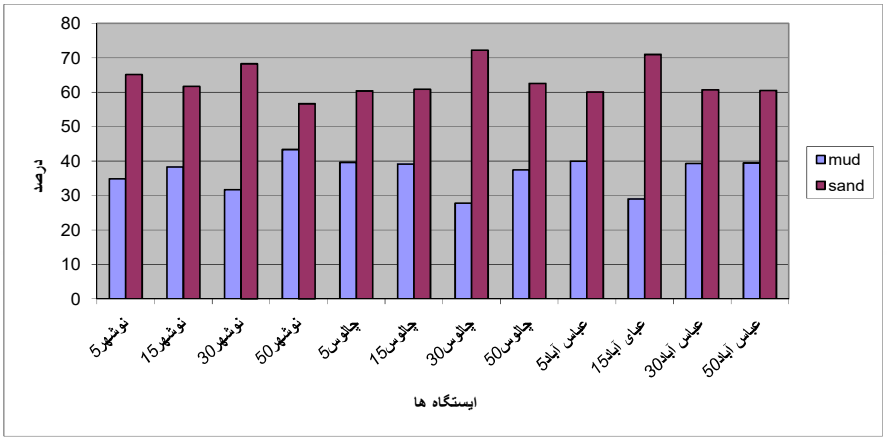
ایستگاه ها	BOPA		BENTIX		AMBI	
نوشهر۵	۰/۰۴	عالی	۴/۵	خوب	۱/۹۹۶	خوب
نوشهر۱۵	۰/۲۷	عالی	۱/۱	بد	۳/۲۷۷	خوب
نوشهر۳۰	۰/۱۶	عالی	۳/۷۸	خوب	۲/۲۷۷	خوب
نوشهر۵۰	۰/۲۱	عالی	۳/۲	متوسط	۲/۵۳۵	خوب
چالوس۵	۰/۰۹	عالی	۴/۹	عالی	۱/۱۲۶	عالی
چالوس۱۵	۰/۱۷	متوسط	۲	بد	۳/۰۲۶	خوب
چالوس۳۰	۰/۱۶	متوسط	۲/۷	متوسط	۲/۰۹	خوب
چالوس۵۰	۰/۱۶	متوسط	۲/۶	متوسط	۳/۰۳۶	خوب
عباس آباد۵	۰/۰۸	خوب	۳/۸	خوب	۲/۷۷۷	خوب
عباس آباد۱۵	۰/۲۱	ضعیف	۲/۴	ضعیف	۳/۰۷۸	خوب
عباس اباد۳۰	۰/۱۲	خوب	۱/۷	بد	۲/۸۵۸	خوب
عباس آباد۵۰	۰/۱۳	خوب	۳/۸	خوب	۲/۱۰۷	خوب
نوشهر۵	۰/۰۴	عالی	۴/۵	خوب	۱/۹۹۶	خوب
نوشهر۱۵	۰/۲۷	عالی	۱/۱	بد	۳/۲۷۷	خوب
نوشهر۳۰	۰/۱۶	عالی	۳/۷۸	خوب	۲/۲۷۷	خوب
نوشهر۵۰	۰/۲۱	عالی	۳/۲	متوسط	۲/۵۳۵	خوب

جدول ۶- نتایج حاصل از شاخص‌های زیستی (بهار ۱۳۹۳).

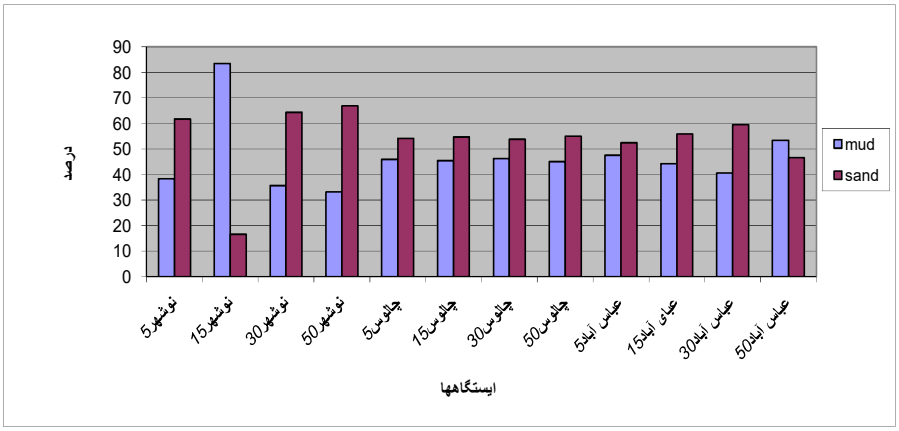
ایستگاه ها	BOPA		BENTIX		AMBI	
نوشهر۵	۰/۰۶	خوب	۴/۴	خوب	۱/۹۷۵	خوب
نوشهر۱۵	۰/۰۶	خوب	۴/۲	خوب	۲/۳۳۳	خوب*
نوشهر۳۰	۰/۱۹	متوسط	۲/۴	ضعیف	۳/۰۵۹	خوب
نوشهر۵۰	۰/۲۱	ضعیف	۲/۶	متوسط	۲/۹	خوب
چالوس۵	۰/۲۳	ضعیف	۴/۶	عالی	۱/۸۰۸	خوب
چالوس۱۵	۰/۰۸	خوب	۳/۱	متوسط	۳/۲۲۶	خوب
چالوس۳۰	۰/۱۱	خوب	۳/۸	خوب	۱/۹۸۵	خوب
چالوس۵۰	۰/۱۲	خوب	۳/۹	خوب	۲/۲۸۵	خوب
عباس آباد۵	۰/۰۲	عالی	۴/۹	عالی	۱/۰۹۹	عالی
عباس آباد۱۵	۰/۱۲	خوب	۲/۶	متوسط	۳/۴۳	متوسط
عباس اباد۳۰	۰/۱۴	متوسط	۳/۳	متوسط	۲/۳۵۷	خوب
عباس آباد۵۰	۰/۱۱	خوب	۳/۳	متوسط	۲/۲۵۵	خوب
نوشهر۵	۰/۰۶	خوب	۴/۴	خوب	۱/۹۷۵	خوب
نوشهر۱۵	۰/۰۶	خوب	۴/۲	خوب	۲/۳۳۳	خوب*
نوشهر۳۰	۰/۱۹	متوسط	۲/۴	ضعیف	۳/۰۵۹	خوب
نوشهر۵۰	۰/۲۱	ضعیف	۲/۶	متوسط	۲/۹	خوب



نمودار ۱ -درصد مواد آلی در اعماق مختلف و فصول زمستان و بهار.



نمودار ۲ - مقایسه شن و سیلت در اعماق مختلف در فصل زمستان ۱۳۹۲.



نمودار ۳ - مقایسه ماسه و سیلت در اعماق مختلف در فصل بهار ۱۳۹۳.

بحث

بطور کلی رسوبات ماسه ای به دلیل اندازه بزرگ در نواحی ساحلی ته نشین می شوند و با فاصله گرفتن از ساحل از رسوبات دانه درشت کاسته و میزان رسوبات دانه ریز افزایش می یابد. در این تحقیق در دریای خزر در فصل زمستان میزان گل در همه ایستگاه ها بیشتر از ماسه بود. در فصل بهار نیز درصد ماسه به جز ایستگاه نوشهر که ۱۵ متر بود، در بقیه ایستگاه ها تقریبا مقدار ثابتی را دارا بودند. همچنین، درصد گل هم به استثناء ایستگاه نوشهر ۱۵ متر مقدار ثابتی را دارا بود. بیشترین و کمترین مقدار ماسه و سیلت در فصل بهار به ترتیب ۸۶/۶۶ و ۱۳/۳۳ بود. به دلیل وجود رسوبات ماسه ای در نواحی ساحلی و تلاطم آب در این نواحی، مواد غذایی معلق می شوند. این بسترها برای زندگی فیلترکنندگان مناسب می باشد، زیرا در این نواحی می توانند به راحتی تغذیه کنند. بسترهای گلی جهت زندگی رسوب خواران مناسب است، زیرا این جانوران براحتی از مواد ته نشین شده روی رسوبات تغذیه می کنند و این نوع بستر بیشتر در نواحی دور از ساحل تشکیل می شود. در صورتی که لارو رسوب-خواران در این مناطق نشست کند، زنده می ماند، زیرا این جانوران براحتی می توانند در زیر رسوبات نقب زده و زندگی نمایند (۳۰). میزان مواد آلی و اندازه ذرات دو عامل مهم در پراکندگی موجودات کفزی در رسوبات می باشند. مواد ریز با داشتن نسبت سطح به حجم بیشتر و جذب یونی (۳۱) توانایی قابل ملاحظه ای در جذب مواد آلی و غیر آلی دارند. مواد آلی رسوب شده در بستر بعنوان غذا توسط ارگانیزم های موجود در بستر مصرف می شود. بطور کلی در ابتدا با افزایش مواد آلی تا حدی موجودات بنتوزی زیاد می شوند، ولی با افزایش بیش از حد مواد آلی اکسیژن محیط کم شده و گازهای مضری مانند سولفید هیدروژن در لایه های آب روی رسوب ایجاد می گردد و موجودات کفزی از بین می روند و فقدان حیات دیده می شود. در این تحقیق رابطه بین مواد آلی با تراکم بنتوزها در دریای خزر مثبت بود که احتمالا نشان دهنده این می باشد که ماده آلی موجود در رسوب مناسب بنتوزها می باشد.

در بررسی که روی فون بنتیک حوزه جنوبی دریای خزر انجام گرفت، ۷ راسته جانوری و ۲۱ گونه ماکروبنتوز در مناطق مورد بررسی به دست آمد. در بررسی دیگری ۴ رده از ماکروبنتوزها (۲) و در بررسی مشابه دیگری ۵ رده ماکروبنتوز (۱۰) معرفی شد. در دیگر تحقیقات انجام شده در خزر جنوبی نیز حداکثر سه گونه از پرتاران گزارش شده است (۲،۳،۵،۷). بطور کلی در طی این بررسی که در دو فصل زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳ صورت گرفت در مجموع، ۷ راسته جانوری و ۱۳ گونه ماکروبنتوز در مناطق مورد بررسی شناسایی گردید. تفاوت بین تعداد گونه های شناسایی شده در مطالعات مختلف به علت تفاوت در زمان و مکان نمونه برداری می باشد. نتایج بررسی درطی این دو فصل نشان داد که اختلاف معنی داری در میانگین تراکم ماکروبنتوزها وجود دارد ($P< ۰/۰۵$)، بطوری که بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان با میانگین ۲۴/۱۱±۴۸/۶۸ و کمترین هم در بهار با

میانگین ۱/۱۲±۰/۶۴۰ در متر مربع بدست آمد. تراکم ماکروبنتوزهای به دست آمده در اعماق مختلف سال نشان داد که در فصل زمستان تراکم ماکروبنتوزها با افزایش عمق، افزایش یافت. اما در فصل بهار اختلافی در بین اعماق مشاهده نشد. نتایج بررسی فصلی نشان داد که تنها در همه اعماق در فصل زمستان اختلاف معنی داری بین تراکم ماکروبنتوزها با فصل بهار دیده می‌شود. در نتیجه کمترین تراکم در همه فصول و اعماق در فصل بهار به دست آمد. در عمق ۱۳ متری بیشترین تراکم در تابستان و زمستان به دست آمد. دیگر بررسی های انجام شده در نقاط مختلف خزر بخصوص خزر جنوبی بیشترین و کمترین مقدار تراکم ماکروبنتوزها را در فصول مختلف سال متفاوت نشان داد. در سال ۷۷-۱۹۷۶ در نواحی شرقی و غربی خزر جنوبی بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها در ماه بهمن و کمترین در ماه مهر، در نواحی شرقی آن بیشترین در ماه اردیبهشت و کمترین در ماه بهمن دیده شده است. در خزر شمالی بیشترین تراکم ماکروبنتوزها در ماه خرداد و کمترین در فروردین دیده شده (۱۳). در سال ۱۳۷۵ در قسمت میانی خزر جنوبی، بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها در فصل بهار و کمترین در فصل تابستان بدست آمده است. در تغییرات فصلی تراکم ماکروبنتوزها در مطالعات ذکر شده هیچ روند خاصی مشاهده نمی شود. در این تحقیق در مقایسه بین دو فصل تراکم ماکروبنتوزها در بهار بسیار کمتر نسبت به زمستان بود. بطور کلی در فراوانی و تنوع موجودات کفزی عوامل مختلفی دخیل هستند، بطوری که می توان به مقدار غذا (۳۲،۸،۹)، عمق و نوع بستر (۸،۹)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (۳۳،۱۰)، مقدار مواد آلی (۸،۹،۳۴)، آلودگی محیط زیست (۴) اندازه ذرات رسوب (۱۵،۸،۹)، تغییرات فصول (۳۰،۸)، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی خوار (۱۱،۸،۹،۳۵). درجه حرارت آب و بستر، نقش مهمی را در نحوه و زمان تولید مثل موجودات کفزی ایفاء می کند. فعالیت تولیدمثلی اکثر گونه های ماکروبنتوزی این حوزه آبی (دریای خزر) با گرم شدن آب و افزایش تولیدات فیتوپلانکتونی، از اواسط فصل بهار آغاز و تا اوائل فصل تابستان به اوج خود می رسد. در نتیجه، جمعیت جوان و رشد یافته این موجودات را با فراوانی نسبتا بالا در فصل تابستان خواهیم داشت (۷،۱۱،۱۲).

البته خورده شدن این موجودات توسط ماهیان بنتوز خواررا باید مد نظر قرار داد (۷،۱۴). علت اصلی کاهش تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان را شاید بتوان بدلیل زمستان گذرانی ماهیان بنتوز خوار بخصوص تاسماهیان در مرز آبی خزر میانی و جنوبی دانست (۱۳). کاهش تراکم و زیتوده ماکروبنتوزها در این فصل ممکن است با حرکت ماهیان بنتوز خوار مهاجر و نیمه مهاجر از جمله تاسماهیان و کپورماهیان ارتباط مستقیم داشته باشد (۱۳). از طرفی زمان کاهش تراکم و زی‌توده کفزیان در نواحی مختلف دریای خزر با چگونگی پراکندگی ماهیان بنتوز خوار در چراگاه ها ارتباط مستقیم دارد (۱۳). البته علت کاهش تراکم و زیتوده ماکروبنتوزها در فصل زمستان فقط مصرف آنها توسط ماهیان بنتوز خوار نمیتواند باشد , بلکه شاید عواملی از قبیل کاهش دمای آب ,کاهش فعالیتهای زیستی از قبیل تغذیه و تولید مثل نیز موثر باشند. بر اساس نتایج بدست آمده، فراوانی گونه های غالب ماکروبنتوزی این تحقیق از قبیل *Pontogammarus sp.* در عمق ۵ متر که بیشتر از سایر گونه ها بود، در عمق ۱۵ متر گونه های *Hypania invalida* و *Balanus improvisus* به ترتیب بیشتر از سایر گونه ها حضور داشتند، در عمق ۳۰ متر گونه های *Hypania invalida* و *Stenocuma gracilis* به ترتیب بیشترین فراوانی را داشتند و در عمق ۵۰ متر گونه *Hediste diversicolor* بیشترین فراوانی را داشت. تراکم هر یک از این گونه ها در این اعماق میتواند چندین علت داشته باشد از قبیل نوع و جنس بستر، شرایط در دسترس بودن غذا و کم استرس بودن محیط. البته در بین تمامی گونه ها، گونه غیربومی *Streblospio gynobranchiata* با تمامی گونه ها بجز گونه *Hypania invalida* رابطه عکس دارد. چون این گونه دارای زاد و ولد سریع میباشد و معمولا در رقابت بر سر فضا برتری میابد.

در این تحقیق از میان ۵ رده ماکروبنتوزی شناسایی شده، بیشترین درصد زی توده به ترتیب مربوط به رده Polychaeta با ۴۳٪، malacostraca با ۲۲٪ ، bivalvia با ۱۸٪ , Oligochaeta با ۱۰٪ و

maxillopoda با ۷٪ نسبت به کل زی توده ماکروبنتوزها بوده است. شاخص تنوع گونه صرفا از لحاظ کمیت های گونه ای جامعه یعنی تعداد گونه ها و فراوانی افراد انها به بررسی کیفیت زیستگاه میپردازد. درنتیجه در اکوسیستم های دست نخورده و بکرمانند رودخانه ها و دریاچه های کوهستانی که بطور طبیعی از تنوع و تراکم کمی برخوردارند، معیار صحیحی برای تعیین کیفیت زیستگاه نمی باشد. دراین تحقیق میانگین کلی شاخص شانون در فصل زمستان ۰/۶۱±۲/۰۵ و در فصل بهار ۰/۵۴±۱/۹۳ بود. همچنین شاخص تنوع درآبهایی که به شدت آلوده هستند , کمتر از ۱ ,در آبهای با آلودگی متوسط بین ۳-۱ و آبهای فاقد آلودگی بیشتر از ۳ میباشد (۳۶). این مقادیر در اکوسیستم هایی که فشار عوامل زیستی مانند شکار و عوامل غیر زیستی مانند عوامل اقلیمی وجود ندارند محاسبه شده است (۳۷). بر این اساس مجموعه بنتیک در دریای خزر بر اساس شاخص شانون تحت تاثیر استرس (عوامل طبیعی و انسانی) است. در مطالعه اخیر در اکثر ایستگاه ها گونه های *Hediste diversicolor* و *Hypania invalida* حضور داشتند و غالب بودند که درگروه اکولوژیکی V و III قرار دارند که دراین گروه ها گونه های مقاوم به آلودگی و فرصت طلب قرار دارند. اگر چه AMBI شاخص خوبی برای ارزیابی های اکولوژیکی میباشد هنگامی که تعداد گونه ها کمتر از ۳ , تعداد افراد کمتر از ۶ و درصد افراد تایید نشده بیشتر از ۲۰٪ باشد , اعتبار ان کاهش میابد. در این تحقیق ایستگاه ۱۵ متربنوشهر دارای کمتر از سه گونه بود. بر اساس این شاخص هنگامی که AMBI بین ۱/۲-۰ باشد کیفیت اکولوژیکی عالی , بین ۲/۳-۱/۲ کیفیت اکولوژی 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 می باشد (۲۴). در این تحقیق این شاخص در دریای خزر در فصل زمستان بین ۳/۲۷-۱/۱۲ بود که نشان دهنده دهنده کیفیت اکولوژیک خوب درمنطقه می باشد. همچنین در فصل بهار نیز این شاخص در دریای خزر بین ۳/۴۳-۱/۰۹ بودکه نشان دهنده کیفیت اکولوژیکی خوب در منطقه است.

تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال تقدیر می گردد.

منابع مورد استفاده

۱. لالویی، ف. ۱۳۷۲. بررسی هیدروبیولوژیک خلیج گرگان. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، ص ۶۷-۵۳.

۲. سلیمان رودی، ع ، ۱۳۷۳. فون بنتیک حوضه جنوبی دریای مازندران اعماق ۴۰ تا ۸۰ متر. مجله علمی شیلات ایران، سال سوم، شماره ۲، ص ۴۱.

۳. میرزاجانی، ع. ۱۳۷۶. تعیین توده زنده و پراکنش کفزیان حوزه جنوبی دریای خزر (آستارا تا چالوس). پژوهش سازندگی، شماره ۴۷، جلد ۴، ص ۱۳۰-۱۲۱.

۴. عبدالملکی، ش. ۱۳۷۲. نگاهی به چگونگی موجودات کفزی ماکروفون در تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، سال دوم، شماره ۵، ص ۳۹-۲۷.

۵. هاشمیان کفشگری، ع. ۱۳۷۷. پراکنش و تغییرات فصلی زی توده و تنوع ماکروبنتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر (پایان نامه کارشناسی ارشد زیست دریا)، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۱۰.

۶. نبوی، م ب، سواری، ا، وثوقی، غ، نیکویان، ع. ۱۳۸۰. برآورد تولید زنده و تولید ثانویه ماکروبنتوزهای خور موسی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال پنجم، شماره ۴، ص ۱۴۹-۱۳۷.

۷. طاهری، م، ۱۳۸۴. بررسی پراکنش و تولید اولیه و ثانویه پرتاران حوزه جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۸. باقری، س. ۱۳۷۸. شناسایی و تعیین فون زنده بنتیک تالاب چغاخور. مجله علمی شیلات ایران، سال هشتم، شماره ۳، ص ۵۳-۳۷.
۹. عبدالملکی, ش. و باقری ., ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی مهرگان کفزی دریاچه ارس. مجله علمی شیلات ایران، سال یازدهم، شماره ۴، ص ۱۱-۱.
۱۰. شریعتی، ا، ۱۳۷۸. دنیای جانوران. اکولوژی دریای خزر. مولف قاسم اف، ع ح. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ص ۲۷۲.
۱۱. عادلی، ی، ۱۳۷۴. دستورالعمل آموزشی جهت بررسی و مطالعه بنتوزهای جنوبی اتحاد شوروی (سابق) تالیف رومانوا، ن، مسکو, شوروی (سابق). مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان, بندر انزلی، ص ۱۴.
۱۲. دلینا، ل، نظری، ف. ۱۳۷۹. اطلس بی مهرگان دریای خزر. تالیف بیرشتین، ی. آ، کارپوین، آ، بالیاو، ج م. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.
۱۳. شریفی، ا. ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. مولف مایی سپو، پ آ، فیلاتورا، ز آ. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.
۱۴. وثوقی، غ، مستجیر، ب، ۱۳۷۶. ماهیان آب شیرین، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۱۷.
15. Castro, P., Huber, M. E., 2008. Marine Biology. 8th ed. McGraw Hill, New York.
16. Rossenberg, D. M., 1999. Protocol for measuring Biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in freshwater. Department off fisheries and Oceans, Freshwater Institute. Winnipeg, Monitoba, pp.42.
17. Pinder, L. C. V., 1977. The chironomidae and their ecology in chalk stream. Rep Freshwater Boil Ass (4): 62-69.
18. Owen, T. L., 1974. Hand book of common methods in limnology institue of environmental studies and department biology Baylor Univercity. Waco Texas U.S.A. pp.120.
19. Muniz, P., Pires, A. M. S., 2000. Polychaeta association in a subtropical environment (Sao Sebastio Channel, Brazil): A structural analysis. Marine Ecology 21(2): 145-160.
20. Cinar, M. E., Ergen, Z., Dagli, E., Petersen, M. E., 2005. Alien species of spionid polychaetes (*Streblospio gynobranchiata* and *Polydora cornuta*) in Izmir Bay, eastern Mediterranean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 85: 821-827.
21. Macleod, C. K., Crawford, M. C., Moltschaniwskyj, N. A., 2004. Assessment of long term change in sediment condition after organic enrichment: defining recovery. Marine Pollution Bulletin 49: 79-88.
22. Abrantes A., Pinto, F., Moreira, M. H., 1999. Ecology of the polychaete Nereis diversicolor in the canal de mira (Ria de AveiroPortugal): population dynamics, production and oogenic cycle. Acta Oecol 20(4): 267–280.
23. Buchanan, A. V., Weiss, K. M., Schwartz, R. J., MacNaughton, N. L., McCartan, M. A., Bates, S. S., 1984. Reconstruction of genealogies from vital record s: the Laredo epidemiology project. Comp Biomed Res 17: 326-351.
24. 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 (12): 1100–1114.
25. Grall, J., 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.
26. Simboura, N., Zenetos, A., 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. Mediterranean Marine Science 3: 77-111.
27. Shannon, C. E., Weaner, W., 1949. The mathematical Theory of communication. Bell System Technical Journal 27: 379-423.
28. Jaccard, P., 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin Society Siences Naturale 44: 223-27.
29. Margalef, R., 1972. Interpretaciones no estrictamente estadísticas de la representación de entidades biológicas en un espacio multifactorial. Investigación Pesquera 36: 183-190.
30. Nybakken, J. W., 1993. Marine Biology: An Ecological Approach. Harper Collins College Publishing, New York.
31. McCave, I. N., 1984. Size spectra and aggregation of suspended particles in the deep ocean. Deep Sea Res 32: 329-352.
32. Row, G. T., 1971. Fertility of the sea. (ed. J. D. costlow). Gordon 7 Breach Sci Pub, New York, USA, pp.12.
33. Ansari, Z. A., Sreepada, R. A., Kanti, A., 1994. Macrobenthic assemblage in the sediments of marmugao Harbour, Goa

(Central West –Coast of India). Indian Journal of Marine Sciences 23: 231-235.
34. Jonasson, P. M., 1972. Ecology and production of the profundal benthos in relation to phytoplankton Lake Esrom. Oikos (suppl) 14: 1-148.
35. Paine, R. T., 1966. Food web compelexity and spicies divetsity. Am Nat 100: 65-75.
36. Wilhm, J. L., Dorris, T. C., 1966. Species diversity of benthic macro-invertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents. Am Midi Nat 76: 427-449.
37. Welch, E. B., 1992. Ecological effect & water. 2nd ed. Chapman & Hall, pp.425.