

بررسی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر

چکیده

مصب‌ها مناطق اصلی عبوری بین رودخانه و زیستگاه‌های دریایی هستند. رودخانه شیرود در غرب استان مازندران واقع شده است. نمونه‌برداری از رسوبات به مدت یک سال (تیر ۱۳۹۱ تا خرداد ۱۳۹۲) به‌صورت ماهانه در ۵ ایستگاه شامل دو ایستگاه در قسمت بالایی مصب، یک ایستگاه در دهانه مصب و دو ایستگاه در قسمت پایینی مصب و با سه تکرار با کمک نمونه‌بردار گرب ون وین با سطح مقطع ۰/۱ مترمربع انجام شد. شاخص‌های محیطی (شوری، pH، دما و عمق) در هر ایستگاه ثبت گردید. در مجموع ۵۱۸۲ عدد ماکروبنتوز متعلق به ۱۵ راسته، ۲۵ خانواده از ۳۶ جنس شناسایی شد. بیش‌ترین فراوانی مربوط به جنس *Obesogammarus* sp. با ۳۶ درصد بود. بر اساس نتایج بدست آمده فاکتور شوری و عمق آب بر روی تراکم ماکروبنتوزها اثر معنی‌داری داشت؛ اما فاکتور pH بر روی تراکم و تنوع اثری معنی‌داری نداشت. همچنین افزایش و کاهش دما در ماه‌های مختلف سال باعث تغییر در تنوع و تراکم ماکروبنتوزها شد که بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم به ترتیب در ماه تیر و دی و بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع به ترتیب در ماه مهر و اسفند دیده شد. به‌طور میانگین بیش‌ترین توده زنده در ماه مرداد (۱/۶۱ گرم در مترمربع)، کم‌ترین توده زنده در ماه اسفند (۰/۰۳ گرم در مترمربع) بود. جهت ارزیابی تنوع، غالبیت و غنای ماکروبنتوزها منطقه مورد مطالعه از شاخص شانون وینر، شاخص سیمپسون و شاخص مارگالف استفاده گردید. به‌طور میانگین بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص شانون وینر به ترتیب ماه شهریور و اسفند؛ شاخص سیمپسون به ترتیب ماه خرداد و اسفند و شاخص مارگالف به ترتیب ماه دی و بهمن بود. به‌طور میانگین در طول یک سال شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر ۰/۸۳، غالبیت گونه‌ای سیمپسون ۰/۴۸ و غنای گونه‌ای مارگالف ۲/۴۲ به دست آمد.

واژگان کلیدی: ماکروبنتوز، پراکنش، مصب، رودخانه شیرود، دریای خزر.

مصطفی باقری توانی^{*۱}

حمیدرضا جمال‌زاده^۲

۱. عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
۲. استادیار گروه بیولوژی دریا، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

*مسئول مکاتبات:

mostafa.bagheri@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۵

کد مقاله: ۱۳۹۳۰۳۰۱۶۵

مقدمه

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی منابع از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح در زمینه‌های مختلف محیط زیست، شیلات، کشاورزی است. تأثیر آلاینده‌ها بر موجودات با توجه به نوع و حجم ورودی آن‌ها متفاوت است. این اثرات در بالاترین سطوح موجب از بین رفتن فون و فلور منطقه شده و در مقادیر کم موجب حذف گونه‌های مقاوم می‌شود (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه گونه‌های مقاوم اکثراً کم‌تحرك و وابسته به بستر هستند، لذا توسط محققین زیادی به‌عنوان شاخص‌های زیست‌محیطی در بحران‌ها و پایش اثرات آلودگی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Andrew, 1996، Mclusky, 1990). در سال‌های اخیر بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی ساکن رسوبات اثرات ناشی از آلودگی‌های محیطی را به‌صورت تغییر در تنوع یا تراکم خود منعکس می‌کنند، که به همین دلیل در مطالعات

پایش زیستی بیش تر مورد توجه قرار گرفته اند (Rackville, 2006؛ Weslawski and Wlodarska, 2001). عوامل متفاوتی بر تراکم، پراکنش و تنوع ماکروبتوزها دخیل هستند که از جمله می توان به ساختار بستر و میزان مواد آلی موجود در بستر، دما، شوری، اکسیژن محلول و pH اشاره نمود (Mclusky, 1990). رودخانه شیروود در ۷ کیلومتری غرب شهرستان تنکابن و ۵۰۰ متری غرب شیروود قرار دارد و موقعیت جغرافیایی آن $36^{\circ}44'N - 51^{\circ}36'E$ می باشد. طول این رودخانه ۶۳ کیلومتر و عرض ۱۳ متر و مساحت حوضه آبریز رودخانه ۱۰۸/۱۹۲ کیلومترمربع می باشد (افشین، ۱۳۷۳). این رودخانه از نظر حساسیت جزء رودخانه های با درجه حساسیت متوسط می باشد (روشن طبری، ۱۳۸۸). رودخانه شیروود به عنوان مهم ترین رودخانه صید مولیدن ماهی سفید به شمار می رود بطوریکه براساس آمارهای موجود حدود ۷۰ درصد از مولد ماهی سفید جهت تکثیر از این رودخانه صید می گردد به طور متوسط سالانه ۳ تن تخم ماهی سفید از این رودخانه با استفاده از روش تکثیر نیمه طبیعی استحصال می گردد. که این مقدار معادل تولید ۸۰-۷۰ میلیون بچه ماهی یک گرمی است که تعداد ۱۰ الی ۱۵ میلیون قطعه از آن سالانه در فصل رهاسازی در این رودخانه رهاسده و بقیه در تمام رودخانه های مازندران رها می شود تا ذخایر ماهی سفید دریاچه خزر حفظ گردد (خارا و همکاران، ۱۳۸۹). مصب رودخانه شیروود بعد پل به طول ۱۴۵ متر و دهانه ۱۰۵ متر به دریا می رسد. از نظر توپوگرافی مصب رودخانه شیروود جزء مصب های مسطح ساحلی می باشد (ابو، ۱۳۷۳). با توجه به اهمیت ماکروبتوزها و تأثیر فاکتورهای محیطی بر آن مطالعات مشابه زیادی در همین زمینه توسط سایر محققین انجام شده که از آن جمله می توان به Alipoor و همکاران (۲۰۱۱) مصب رودخانه سفیدرود؛ Alipoor و همکاران (۲۰۱۱) مصب رودخانه چمخاله در حوزه جنوبی دریای خزر؛ Wazniad و Lianso (۲۰۰۳) جوامع بنتوز سواحل ماریلند؛ Azrin و همکاران (۲۰۰۵) اثر فعالیت های انسانی را بر توزیع و تنوع جوامع درشت کفزیان و کیفیت آب رودخانه لنگت در مالزی، اشاره نمود. به طور کلی در فراوانی و تنوع موجودات کفزی عوامل مختلفی دخیل هستند، به طوری که می توان به آلودگی محیط زیست (Nezami, 1993؛ حسین پور، ۱۳۶۹؛ اولاء، ۱۳۶۹؛ عبدالملکی، ۱۳۷۲)، نوع بستر (Lindesaard, 1972؛ Jegadeesan and Ayyakkannu, 1992؛ Welcomme, 1985)، شرایط حاکم بر زیستگاه (قاسم اف، ۱۹۸۷؛ Ansari et al., 1994)، اندازه ذرات رسوب (Grzybkowska, 1989؛ داودی، ۱۳۷۳)، مقدار مواد آلی (Jonasson, 1972)، مقدار غذا (باقری، ۱۳۷۸؛ عبدالملکی و باقری، ۱۳۸۱)، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی خوار (کریمپور و حقیقی، ۱۳۷۵؛ رومانووا، ۱۹۸۳؛ Paine, 1966)، تغییرات فصول (Seather, 1962) و مقدار اکسیژن محلول (Brundin, 1951) را نام برد. هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر تغییرات فاکتورهای محیطی (شوری، pH، دما و عمق آب) بر الگوی تنوع و تراکم ماکروبتوزها در طول یک سال و همچنین بررسی شاخص های بوم شناختی (تنوع، غالبیت و غنای گونه ای) ماکروبتوزهای ناحیه مصبی و در نهایت مشخص کردن سطح آلودگی مصب رودخانه شیروود می باشد.

مواد و روش ها

نمونه برداری از رسوبات به صورت ماهانه به مدت یک سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ در ۵ ایستگاه و با سه تکرار به کمک دستگاه گرب ون وین با سطح مقطع ۰/۱ مترمربع انجام شد (Mistri et al., 2002). ایستگاه های مطالعاتی شامل ایستگاه ۱ و ۲ در قسمت بالایی مصب، ایستگاه ۳ در دهانه مصب و ایستگاه ۴ و ۵ در قسمت پایینی مصب، که فاصله هر ایستگاه براساس وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه (فاصله پل تا دهانه مصب) و ناحیه بندی مصب، ۴۰ متر در نظر گرفته شد براساس (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مطالعاتی در جدول ۱ نشان داده شد. نمونه برداری از شاخص های محیطی (شوری، pH و دما) با سه تکرار در هر ایستگاه توسط دستگاه شوری سنج و دماسنج Cond 3210 SET1 (WTW) و دستگاه pH متر pH 3110 SET2 (WTW) ساخت کشور آلمان اندازه گیری گردید. نمونه های مربوط به ماکروبتوزها، با الکی به اندازه ی چشمه ۵۰۰ میکرون شستشو داده و در فرمالین ۴ درصد فیکس، و با درج تاریخ و شماره ایستگاه به آزمایشگاه منتقل شد (Mitra et al., 2002). ماکروبتوزهای جداسازی شده با استفاده از لوپ و میکروسکوپ به وسیله ویژگی های ظاهری و به وسیله منابع شناسایی معتبر (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸؛ Clifford, 1991؛ Sars, 1894-1986. Stock et

al., 1998) در حد جنس شناسایی و شمارش شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون همبستگی پیرسون، واریانس یک‌طرفه ANOVA و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ($P < 0.05$) استفاده گردید و همچنین شاخص‌های بوم‌شناختی شانون-وینر، سیمسون و مارگالف جهت تعیین تنوع، غالب و غنای گونه‌ای در ایستگاه‌های مختلف به کار برده شد (خاتمی، ۱۳۸۲). شاخص تنوع شانون-وینر از رابطه زیر محاسبه گردید (Shannon and Wearer, 1963). در این رابطه: H شاخص تنوع گونه‌ای شانون، N تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni جمعیت هرگونه، S تعداد کل گونه‌ها

$$1- H' = \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

شاخص تنوع سیمپسون در سال ۱۹۴۹ توسط سیمپسون ارائه شده است و در سال ۱۹۷۲ کربس رابطه محاسبه آن را به صورت ذیل ارائه کرد (Krebs, 1994). در این رابطه: D شاخص سیمپسون، N تعداد کل افراد جمعیت همگی گونه‌ها، Ni جمعیت هرگونه، S تعداد کل گونه‌ها

$$2- D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

شاخص غنای مارگالف در سال ۱۹۵۴ نشان داد که با افزایش خطی تعداد گونه‌ها، تعداد افراد گونه دارای افزایش لگاریتمی می‌باشند. به همین لحاظ فرمول زیر ارائه شد. در این رابطه: R غنای مارگالف، S تعداد گونه‌ها، N تعداد کل افراد گونه‌ها

$$3- R = \frac{S-1}{\ln N}$$



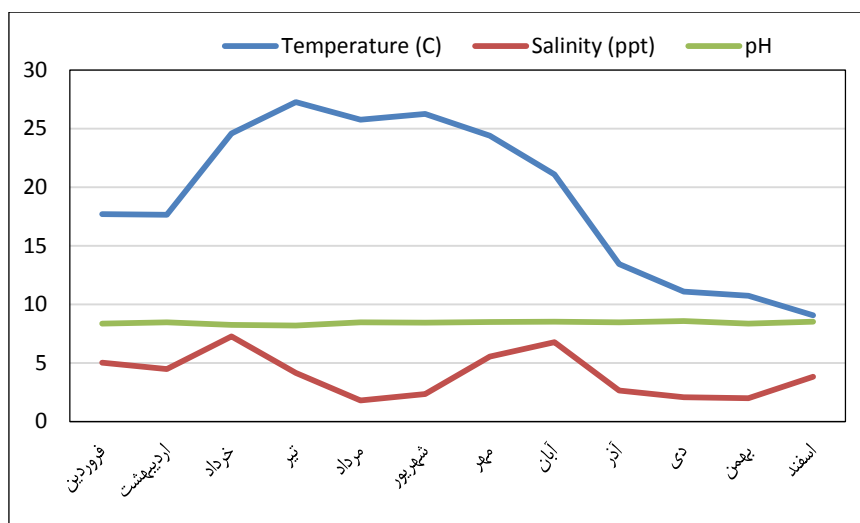
شکل ۱: ایستگاه‌های مطالعاتی در مصب رودخانه شیروود.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در مصب رودخانه شیروود.

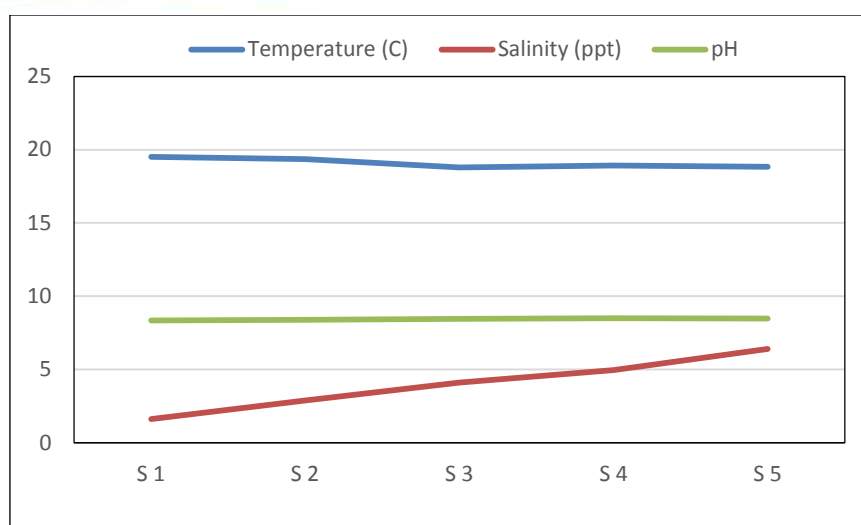
ایستگاه	موقعیت مکانی	ارتفاع از سطح دریا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	قسمت بالای مصب	-22 m	N 36°51.403	E 50°48.018
۲	قسمت بالای مصب	-22 m	N 36°51.412	E 50°48.025
۳	دهانه مصب	-19 m	N 36°51.421	E 50°48.033
۴	قسمت پایین مصب	-21 m	N 36°51.430	E 50°48.042
۵	قسمت پایین مصب	-23 m	N 36°51.439	E 50°48.048

نتایج

نتایج به دست آمده از شاخص های محیطی در طول یک سال، به طور میانگین فاکتور شوری ۳/۹۹ قسمت در هزار، بیشترین آن در ایستگاه ۵ (۶/۳۹ قسمت در هزار) و ماه آبان (۶/۷۷ قسمت در هزار)؛ کمترین آن در ایستگاه ۱ (۱/۶۱ قسمت در هزار) و ماه مرداد (۱/۸۰ قسمت در هزار) به دست آمد. میانگین pH ۸/۴۳؛ بیشترین آن در ایستگاه ۴ (۸/۴۸) و ماه دی (۸/۵۹)؛ کمترین آن در ایستگاه ۱ (۸/۳۴) و ماه مرداد (۸/۲۰) بود. همچنین میانگین درجه حرارت ۱۹/۰۸ درجه سانتی گراد؛ بیشترین آن در ایستگاه ۱ (۱۹/۳۶ سانتی گراد) و ماه مرداد (۲۷/۲۷ سانتی گراد)؛ کمترین آن در ایستگاه ۳ (۱۸/۷۹ سانتی گراد) و ماه اسفند (۹ سانتی گراد) بود. اشکال ۲ و ۳ نمودار خطی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی (دما، شوری و pH) را در ماهها و ایستگاههای مختلف ناحیه مصبی در طول یک سال را نشان می دهد. با توجه به جدول (۲) نتایج آزمون پیرسون نشان داد که فاکتور دما بر روی تنوع و تراکم، و فاکتور شوری و عمق بر روی تراکم تأثیر معنی دار داشته است. ($P < 0.05$). فاکتور pH بر روی تنوع و تراکم ماکروبنتهای اثر معنی داری نداشته است ($P > 0.05$). برای بررسی بیش تر و نشان دادن نوع ارتباط بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی از آزمون رگرسیون استفاده شد. که اشکال ۴ و ۵ نمودار خط رگرسیونی تأثیر فاکتور شوری، عمق بر روی تراکم و تنوع ماکروبنتهای و همچنین اشکال ۶ و ۷ نمودار خط رگرسیونی دما بر تراکم و تنوع ماکروبنتهای را نشان می دهد.



شکل ۲: نمودار خطی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی ناحیه مصبی در ماههای مختلف سال.



شکل ۳: نمودار خطی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی ناحیه مصبی در ایستگاه‌های مطالعاتی.

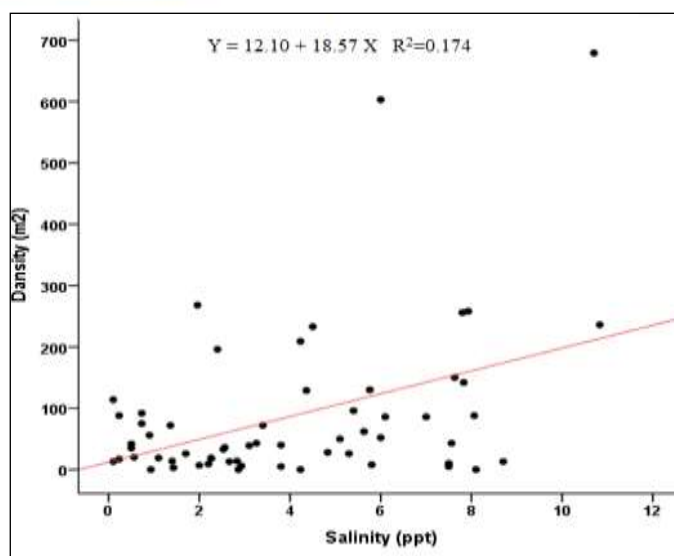
جدول ۲: نتایج آزمون همبستگی پیرسون بر تنوع و تراکم بنتوز ها.

متغیر	دما	شوری	pH	عمق
همبستگی پیرسون	۰/۴۱۲	۰/۴۱۶	-۰/۰۵۶	-۰/۰۱۶
تراکم				
سطح معناداری	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۶۷۳	۰/۹۰۵
همبستگی پیرسون	۰/۳۲۶	-۰/۰۲۷	۰/۱۹۴	-۰/۳۸۹
تنوع				
سطح معناداری	۰/۰۱۱*	۰/۸۳۸	۰/۱۳۸	۰/۰۰۲**

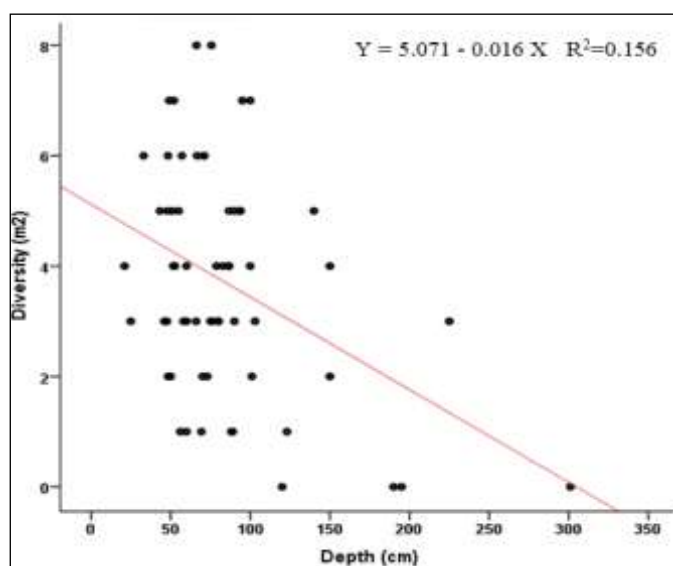
** (نشان‌دهنده سطح معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ اطمینان)

* (نشان‌دهنده سطح معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ اطمینان)

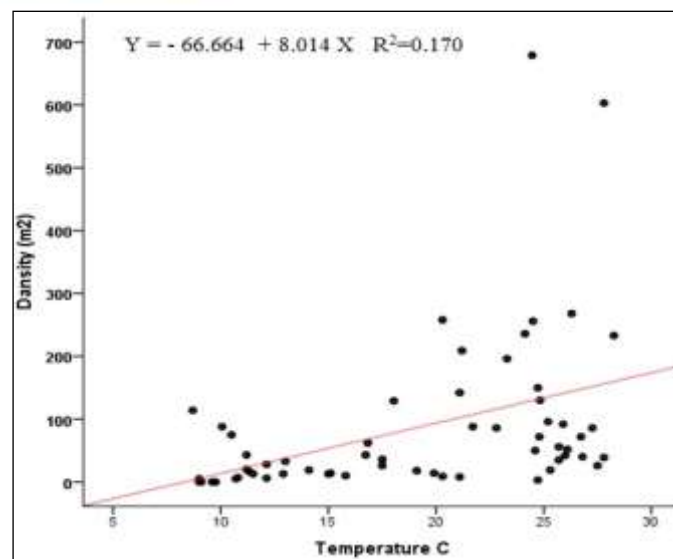
بررسی شاخص های بوم شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر / باقری توانی و جمال زاده



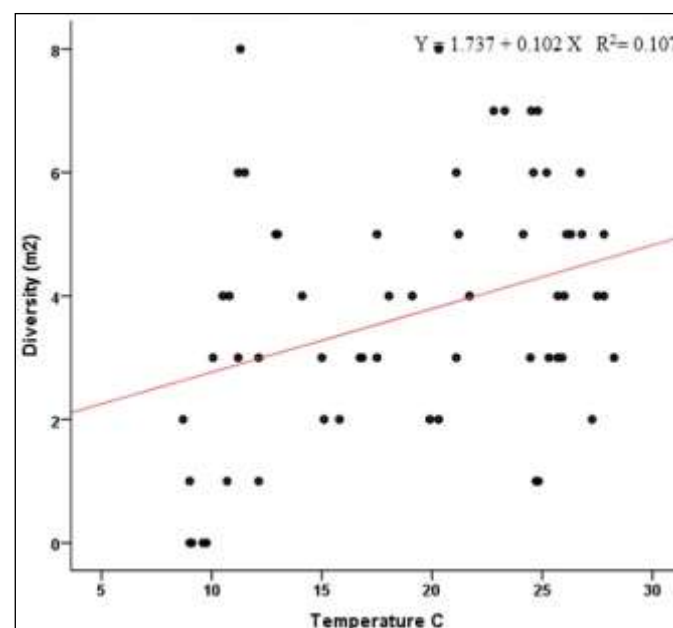
شکل ۴ نمودار خط رگرسیونی شوری بر تراکم بنتوزها.



شکل ۵: نمودار خط رگرسیونی عمق بر تنوع بنتوزها.



شکل ۶: نمودار خط رگرسیونی دما بر تراکم بنتوزها.



شکل ۷: نمودار خط رگرسیونی دما بر تنوع بنتوزها.

نتایج حاصل از شاخص‌های زیستی نشان داد که در مجموع ۵ ایستگاه در طول یک سال، ۵۱۸۲ عدد ماکروبنتوز شناسایی شد که متعلق به ۳۶ جنس از ۲۵ خانواده و ۱۵ راسته بود. که از این تعداد، جنس *Obesogammarus* sp. از خانواده *Pontogammaridae* با ۱۸۴۹ عدد در مترمربع گونه غالب در مصب بود. با توجه به جداول ۳ و ۴ به‌طور میانگین در ماه‌های مختلف سال بیش‌ترین تراکم در ماه تیر (۲۵۲/۴ عدد در مترمربع)، کم‌ترین تراکم در ماه دی (۱۲ عدد در مترمربع) و بیش‌ترین تنوع در ماه مهر (۶/۶ گونه در مترمربع)، کم‌ترین تنوع در ماه اسفند (۰/۶ گونه در مترمربع) و همچنین بیش‌ترین تنوع زنده در ماه مرداد (۱/۶۱ گرم در مترمربع)، کم‌ترین تنوع زنده در ماه اسفند (۰/۳ گرم در مترمربع) بود. در بررسی ایستگاه‌های مطالعاتی؛ بیش‌ترین تراکم در ایستگاه ۴ (۱۴۱/۶۶ عدد در مترمربع)، کم‌ترین تراکم در ایستگاه ۲ (۶۰/۹۱ عدد در مترمربع) و بیش‌ترین تنوع در ایستگاه ۳ (۴/۱۶ گونه در مترمربع)، کم‌ترین تنوع در ایستگاه ۵ (۳/۵ گونه در مترمربع) و همچنین بیش‌ترین تنوع زنده در ایستگاه ۳ و ۴ (۰/۷۸ گرم در مترمربع)، کم‌ترین تنوع زنده در ایستگاه ۲ (۰/۳۴ گرم در مترمربع) بود. اشکال (۸، ۹، ۱۰ و ۱۱) نمودار ستونی تراکم، تنوع و بیومس را در ماه‌های مختلف سال و ایستگاه‌های مطالعاتی نشان می‌-

بررسی شاخص های بوم شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه مصبی رودخانه شیرود منتهی به دریای خزر / باقری توانی و جمال زاده

دهد. با توجه به جدول ۵ نتایج آزمون ANOVA نشان داد که بین تراکم، تنوع و توده زنده در ماه های مختلف سال اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$). اما در بررسی ایستگاه های مختلف بین سه شاخص تراکم، تنوع و توده زنده اختلاف معنی داری وجود نداشت.

جدول ۳: میانگین و ($\pm$ انحراف معیار) شاخص های زیستی در ماه های مختلف سال.

شاخص	تراکم	تنوع			بیومس (توده زنده)		
		میانگین	انحراف معیار	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداکثر
فروردین	۱۴/۴ ^{b*}	۶/۸	۹	۲۶	۲/۸ ^{bcd}	۱/۳۰	۲
اردیبهشت	۵۷/۶ ^b	۴۲/۹۱	۱۸	۱۲۹	۳/۴ ^{bcd}	۰/۵۴	۳
خرداد	۲۳۹/۶ ^a	۲۵۹/۳۷	۳	۶۷۹	۲/۲ ^{de}	۱/۷۸	۱
تیر	۲۵۲/۴ ^a	۲۱۴/۳۴	۷۲	۶۰۳	۴ ^{bcd}	۱/۵۸	۲
مرداد	۴۰/۵ ^b	۱۴/۷۲	۱۹	۵۶	۳/۸ ^{bcd}	۰/۸۳	۳
شهریور	۷۸/۶ ^b	۷۰/۳۳	۲۶	۱۹۶	۴/۸ ^{abc}	۱/۴۸	۳
مهر	۱۱۲ ^{ab}	۸۲/۳۲	۵۰	۲۵۶	۶/۶ ^a	۰/۵۴	۶
آبان	۱۴۰ ^{ab}	۹۸/۵۱	۸	۲۵۸	۵ ^{ab}	۱/۸۷	۳
آذر	۱۷ ^b	۱۰/۰۷	۶	۳۳	۳/۴ ^{bcd}	۱/۸۱	۱
دی	۱۲ ^b	۶/۳۸	۵	۲۰	۵ ^{ab}	۲/۶۴	۱
بهمن	۴۶ ^a	۳۵/۵۳	۰	۸۸	۲/۶ ^{cde}	۱/۵۱	۰
اسفند	۲۳ ^a	۵۰/۴۶	۰	۱۱۴	۰/۶ ^e	۰/۸۹	۰

* متفاوت بودن حروف نشان دار معنی دار بودن بین میانگین ها می باشد.

جدول ۴: میانگین و ($\pm$ انحراف معیار) شاخص های زیستی در ایستگاه های مطالعاتی.

شاخص	تراکم	تنوع		بیومس (توده زنده)	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	۶۲/۱۶ ^{a*}	۵۹/۸۶	۳/۷۵ ^a	۱/۹۱	۰/۶۴ ^a
۲	۶۰/۹۱ ^a	۸۰/۹۱	۳/۴۱ ^a	۲/۲۷	۰/۳۴ ^a
۳	۸۲/۹۱ ^a	۷۳/۶۲	۴/۱۶ ^a	۲/۱۶	۰/۷۸ ^a
۴	۱۴۱/۶۶ ^a	۲۳۶/۶۱	۳/۵۸ ^a	۱/۶۲	۰/۷۸ ^a
۵	۸۳/۷۵ ^a	۱۰۲/۹۷	۳/۵ ^a	۲/۴۳	۰/۵۶ ^a

* متفاوت بودن حروف نشان دار معنی دار بودن بین میانگین ها می باشد.

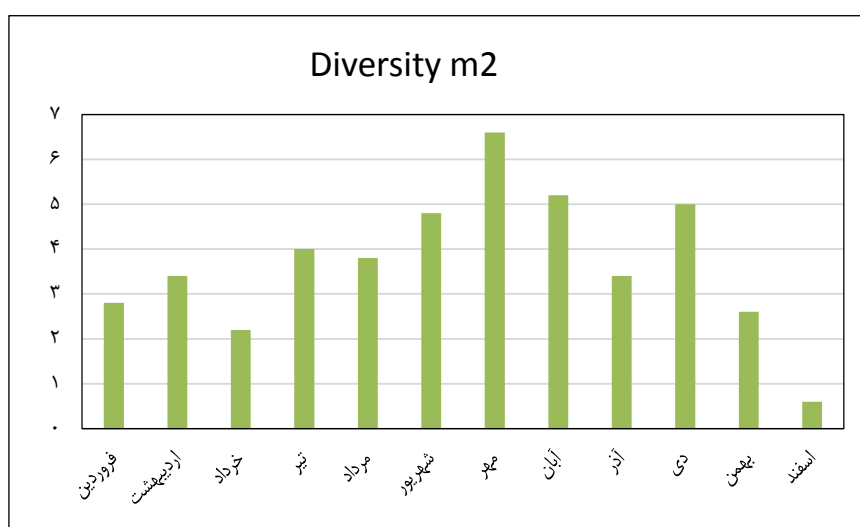
جدول ۵: نتایج آزمون ANOVA شاخص های زیستی در ماه های مختلف سال و ایستگاه های مطالعاتی.

شاخص ها	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی داری
---------	--------------	------------	----------------	--------------	---------------

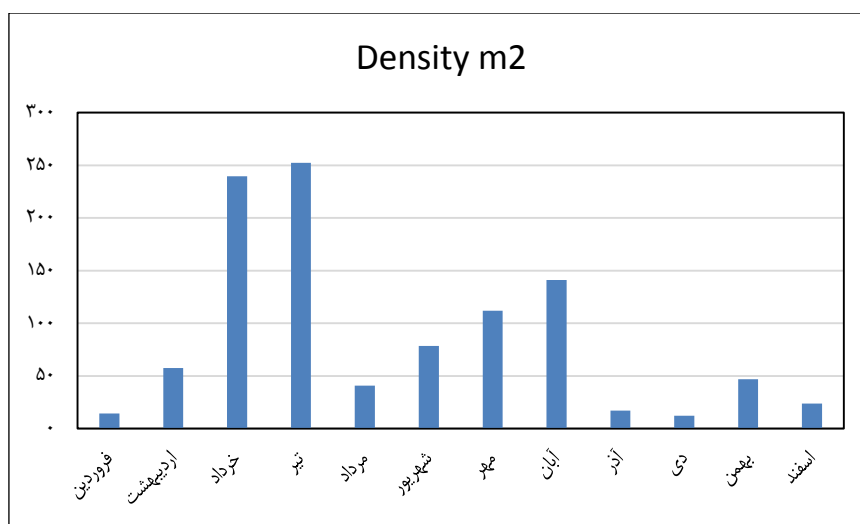
تراکم	۳۹۲۴۳۶/۵۸	۱۱	۳۵۶۷۶/۰۵	۳/۰۴	۰/۰۰۴**
تنوع	۱۳۵/۷۵	۱۱	۱۲/۳۴	۵/۳۲	۰/۰۰۰**
بیومس (توده زنده)	۱۲/۵۴	۱۱	۰/۱۴	۳/۶۷	۰/۰۰۱**
تراکم	۵۱۷۲۱/۷۶	۴	۱۲۹۳۰/۴۴	۰/۷۸۷	۰/۵۳۹
تنوع	۴/۲۳	۴	۱/۰۵	۰/۲۴۰	۰/۹۱۵
بیومس (توده زنده)	۱/۵۶	۴	۰/۳۹	۰/۸۳۲	۰/۵۱۱

(**) نشان‌دهنده سطح معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ اطمینان.

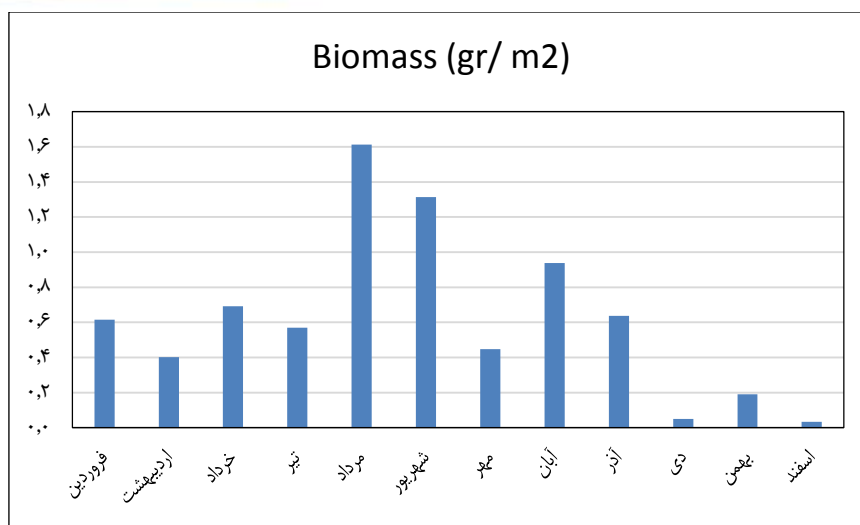
(*) نشان‌دهنده سطح معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ اطمینان.



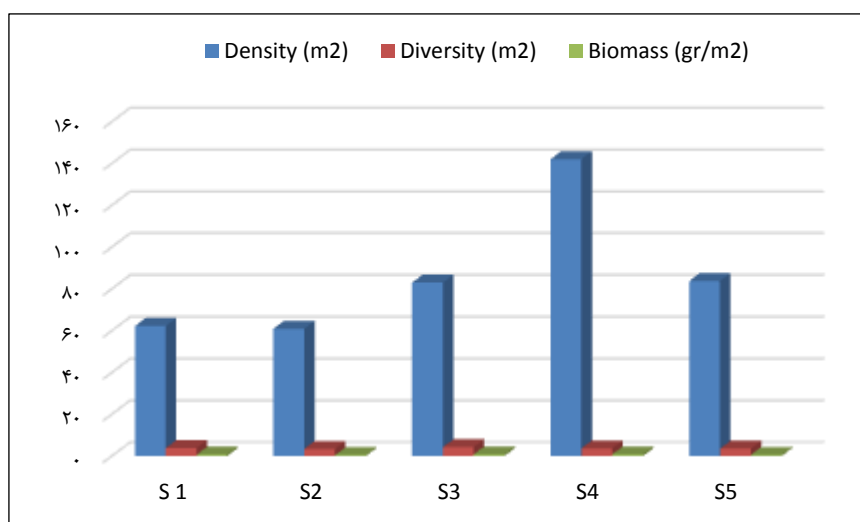
شکل ۸: نمودار ستونی تنوع ماکروبتوزها در ماه‌های مختلف سال.



شکل ۹: نمودار ستونی تراکم ماکروبتوزها در ماه‌های مختلف سال.



شکل ۱۰: نمودار ستونی بیومس ماکروبتنوزها در ماه های مختلف سال.



شکل ۱۱: نمودار ستونی تراکم، تنوع و بیومس ماکروبتنوزها در ایستگاه های مطالعاتی.

با توجه با جداول ۶ و ۷ نتایج حاصل از شاخص های بوم شناختی در ماه های مختلف سال نشان داد که به طور میانگین شاخص شانون وینر بیشترین و کمترین تنوع گونه ای به ترتیب در ماه شهریور ۱/۰۹ و در ماه اسفند ۰/۲۸؛ و شاخص سیمپسون بیشترین و کمترین غالبیت گونه ای به ترتیب در ماه خرداد ۰/۷۱ و ماه اسفند ۰/۳۲؛ و شاخص مارگالف بیشترین و کمترین غنای گونه ای در ماه دی (۶/۶۳) و ماه بهمن (۱/۲۲) بود. همچنین در بررسی سه شاخص در ایستگاه های مطالعاتی به طور میانگین شاخص شانون وینر بیشترین و کمترین تنوع گونه ای به ترتیب در ایستگاه ۲ (۰/۹۴) و در ایستگاه ۵ (۰/۷۷)؛ شاخص سیمپسون بیشترین و کمترین غالبیت گونه ای به ترتیب در ایستگاه ۱ و ۵ (۰/۵۵) و ایستگاه ۳ (۰/۴۵)؛ و شاخص مارگالف بیشترین و کمترین غالبیت گونه ای در ایستگاه ۵ (۲/۴۹) و ایستگاه ۳ (۱/۳) بود. جهت مشخص کردن وضعیت آلودگی مصب رودخانه شیرود نتایج شاخص شانون وینر منطقه مورد مطالعه با تطابق آن با مقیاس Welch (1992) در جدول (۸) سطح آلودگی مصب مشخص گردید. که نشان دهنده آلودگی در سطح بالا در کلیه ایستگاه ها و ماه های مختلف سال به جز ماه های (شهریور، مهر، آبان و دی) می باشد.

جدول ۶: میانگین و ($\pm$ انحراف معیار) شاخص‌های بوم‌شناختی در ماه‌های مختلف سال.

شاخص	شاخص تنوع شانون			غالبیت سیمپسون			غنای مارگالف		
ماه سال	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	انحراف معیار	حداکثر
فروردین	۰/۷۷ ^{abcd*}	۰/۴۰	۰/۳۳	۱/۳۵	۰/۵ ^a	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۸	۲/۳۵ ^{bc}
اردیبهشت	۰/۹۴ ^{abcd}	۰/۲۳	۰/۷۵	۱/۳۳	۰/۴۴ ^a	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۵۴	۱/۸۷ ^c
خرداد	۰/۵ ^{cde}	۰/۴۱	۰/۱۲	۱/۱۴	۰/۷۱ ^a	۰/۲۷	۰/۳۷	۱	۱/۹۸ ^c
تیر	۰/۹۵ ^{abcd}	۰/۴۵	۰/۵۳	۱/۶۱	۰/۴۶ ^a	۰/۲	۰/۲۲	۰/۶۹	۱/۵۵ ^c
مرداد	۰/۹۴ ^{abcd}	۰/۲۷	۰/۴۹	۱/۲۴	۰/۴۶ ^a	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۷۴	۱/۹۳ ^c
شهریور	۱/۰۹ ^{ab}	۰/۳	۰/۷۷	۱/۴۲	۰/۴ ^a	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۶۳	۱/۷۶ ^c
مهر	۱/۱ ^{ab}	۰/۳۸	۰/۵	۱/۵	۰/۴۵ ^a	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۸	۲/۳۸ ^{bc}
آبان	۱/۰۳ ^{abc}	۰/۳۳	۰/۷	۱/۵۸	۰/۴۳ ^a	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۶۵	۱/۷۸ ^c
آذر	۰/۶۷ ^{bcde}	۰/۴۳	۰/۲۶	۱/۳۸	۰/۶۹ ^a	۰/۲۸	۰/۲۴	۱	۳/۹ ^b
دی	۱/۲۵ ^a	۰/۴۹	۰/۴۵	۱/۷۹	۰/۳۹ ^a	۰/۳۴	۰/۱۶	۱	۶/۶۳ ^a
بهمن	۰/۴۴ ^{de}	۰/۴۲	۰	۱/۱	۰/۵۶ ^a	۰/۳۷	۰	۰/۹۶	۱/۲۲ ^c
اسفند	۰/۲۸ ^e	۰/۳۹	۰	۰/۷۹	۰/۳۳ ^a	۰/۴۶	۰	۰	۳/۱۴ ^c

*متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۷: میانگین و ($\pm$ انحراف معیار) شاخص‌های بوم‌شناختی در ایستگاه‌های مطالعاتی.

شاخص	شاخص تنوع شانون وینر			غالبیت سیمپسون			غنای مارگالف		
ایستگاه مختلف	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	انحراف معیار	حداکثر
۱	۰/۸۹ ^{a*}	۰/۴۵	۰/۱۲	۱/۶۱	۰/۵۳ ^a	۰/۲۷	۰/۲۲	۱	۲/۶۳ ^a
۲	۰/۹۴ ^a	۰/۴۲	۰/۱۶	۱/۷۹	۰/۴۶ ^a	۰/۲۲	۰/۱۶	۱	۲/۸۱ ^a
۳	۰/۷۳ ^a	۰/۵	۰	۱/۳۵	۰/۴۵ ^a	۰/۲۹	۰	۱/۳	۱/۷۶ ^a
۴	۰/۸۱ ^a	۰/۴۷	۰	۱/۵	۰/۴۶ ^a	۰/۲۵	۰	۱/۹۸	۲/۳۳ ^a
۵	۰/۷۷ ^a	۰/۴۵	۰	۱/۵۸	۰/۵۳ ^a	۰/۳	۰	۲/۴۹	۲/۵۶ ^a

*متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۹: الگوی معرفی شده توسط Welch (۱۹۹۲).

شاخص شانون	H < ۱	۱ < H < ۳	H > ۳
نتیجه	منطقه با آلودگی بالا	منطقه با آلودگی متوسط	منطقه فاقد آلودگی

بحث و نتیجه‌گیری

مصوب‌ها مناطق اصلی عبور بین رودخانه و زیستگاه‌های دریایی بوده و از نظر عملکرد ای مهم اکوسیستم، شامل چرخه بیوشیمیایی و حرکت مواد مغذی، حمایت می‌کند. همچنین مصب‌ها محل مناسبی برای سازگاری فیزیولوژیکی آبزیان مهاجر رودخانه‌ای و برعکس و

نوزادپروری بسیاری از ماهیان نریتیکی، ماهیان مهاجر کرانه‌ای و برخی ماهیان پلاژیک می‌باشد. نتایج بدست آمده از شاخص‌های محیطی در طول یک سال، به‌طور میانگین بیش‌ترین شوری در ایستگاه ۵ و ماه آبان و کم‌ترین آن در ایستگاه ۱ و ماه مرداد بود. علت بالا بودن شوری در ماه آبان به دلیل بادهای پاییزی و موج بودن دریا و نفوذ آب لب‌شور به داخل مصب و همچنین کاهش آب رودخانه با توجه به رژیم آبی رودخانه شیرود می‌باشد. تفاوت بالا و پایین بودن شوری در ایستگاه ۵ و ۱ به این علت بوده که ایستگاه ۵ در ناحیه بالا مصبی در داخل دریا (آب شور) بوده و ایستگاه ۱ در ناحیه پایین مصبی داخل رودخانه (آب شیرین) بوده است. در کل نتایج فاکتورهای فیزیکوشیمیایی نشان می‌دهد در فصل زمستان احتمالاً به دلیل افزایش دبی آب رودخانه کیفیت بالاتری داشته است. عامل اصلی آلودگی مصب رودخانه پساب‌های کشاورزی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در حاشیه رودخانه و همچنین در درجه بعدی اهمیت پساب‌های خانگی روستاهای اطراف آن می‌باشد. نتایج آزمون پیرسون نشان داد که فاکتور شوری بر روی تنوع اثر معنی‌دار نداشته ولی بر روی تراکم ماکروبتنوزها اثر معنی‌داری داشت و نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه Alipoor و همکاران (۲۰۱۱) و Ysebaert و همکاران (۲۰۰۳) بود که اعلام داشتند تراکم بتنوزها در مناطق لب‌شور کم‌تر از مناطق دریایی است و در آب شیرین نیز از آب شور کم‌تر است و تغییرات شوری بر تراکم ماکروبتنوزها موثر است. ساختار اجتماعات ماکروبتنیک دقیقاً وابسته به فاکتورهای فیزیکی - شیمیایی آب و ترکیب رسوبات بستر است که این پارامترها به مقدار بسیار زیادی تحت تأثیر اثرات منطقه‌ای مانند آلودگی جوی، پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌ها می‌باشد (نبوی و سواری، ۱۳۸۱). مطالعات Vizakat و همکاران (۲۰۰۱) در ساحل غربی کونکان هند نشان داد، با افزایش مقدار شوری میزان تولیدمثل موجودات کفزی افزایش یافته است و در آب‌های گرمسیری، میزان شوری پارامتر مؤثرتری روی تولید موجودات کفزی می‌باشد. اثر شوری به‌عنوان یک پارامتر مؤثر بر تراکم ماکروبتنوزها دریایی توسط Ingole و همکاران (۲۰۱۰) نیز تأیید شده است. Alipoor و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه مصب چمخاله اعلام کردند که در طول فصل تابستان با افزایش دما و کاهش درصد رسوب نفوذ آب دریا در ناحیه مصب بیش‌تر شده که باعث افزایش مقدار شوری و همچنین در فصل زمستان جریان آب‌های مانند سیل باعث کاهش شوری شده است؛ که این نتایج مشابه بررسی حاضر می‌باشد. علت معنی‌دار نبودن اثر شوری بر تنوع بتنوزها می‌تواند این‌طور توجیح کرد که تمام شوری‌ها که در طول یک سال از فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف ثبت شد بین ۰/۱ تا ۷/۵ قسمت در هزار می‌باشد که زیر ۱۰ قسمت در هزار بوده که جزء آب لب‌شور به حساب می‌آید و تمام موجودات گرفته‌شده تماماً در زیر این دامنه شوری زندگی می‌کنند و کاملاً با این محیط سازگاری دارند و این دامنه شوری زیر آستانه تحمل موجودات بوده و همچنین تغییرات شوری در بین ایستگاه‌ها بسیار اندک بوده به همین دلیل شوری نمی‌تواند بر روی تنوع اثر گزار باشد. نتایج آزمون پیرسون نشان داد که فاکتور pH بر روی تنوع و تراکم ماکروبتنوزها اثر معنی‌داری نداشت؛ و نتایج این مطالعه با پژوهش Mahapatro و همکاران (۲۰۱۱) مشابه بود. میزان شوری و افزایش و کاهش ورودی آب رودخانه در طی فصول مختلف می‌تواند عامل اصلی تغییرات pH در مصب باشد (Sammur et al., 2002)؛ اما تغییرات ثبت شده در مصب رودخانه نشان داد که این تغییرات بسیار کم بوده است. pH مناطق دریایی بین ۸/۲۵ تا ۹ می‌باشد در صورتی که بیشتر آب‌های شیرین طبیعی دارای مقادیر pH در محدوده ۶/۵ تا ۸ می‌باشد. کلاً pH آب بیشتر توسط سیستم بافوری دریا کنترل می‌شود تا بتواند pH را ثابت نگه دارد. پس تغییرات pH در قسمت پایینی مصب کم می‌باشد و در قسمت بالایی مصب یعنی در سمت رودخانه این تغییرات بیش‌تر است. به همین دلیل این تغییرات آن‌قدر زیاد نیست که باعث از بین رفتن گروهی از موجودات شود. از این رو بر تنوع و تراکم ماکروبتنوزها اثر معنی‌دار نداشته است. ولی این تغییرات می‌تواند در فیزیولوژی موجودات بتنوز اثر گذاشته و میزان تولیدمثل آنان را پایین آورد و به‌عنوان یک عامل استرس‌زا بر روی جمعیت گونه‌ها اثرگذار باشد.

طبق نتایج به دست آمده از شاخص‌های زیستی بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم موجودات به ترتیب در فصل تابستان و زمستان بود؛ و همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع به ترتیب در فصل پاییز و زمستان بود؛ و این تفاوت نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج مطالعات Ramesh و همکاران (۲۰۰۴) و Tabatabaie و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تنوع به ترتیب در فصل پاییز و زمستان می‌باشد که با مطالعه حاضر نیز هم‌خوانی دارد. طبق مطالعات پذیرا و همکاران (۱۳۸۷) اثر دما بر روی تنوع گونه‌ای بتنوزها نشان داد

که بنتوزها در دمای بالاتر تنوع گونه‌ای بالاتری دارند، زیرا دمای پایین باعث کاهش متابولیسم، کاهش تولیدمثل، کاهش حرکت و در نهایت فراوانی و تراکم کمتر موجودات می‌گردد که در این بین اثر افزایش جریان و حجم آب در فصول سرما نیز مزید بر علت می‌گردد. علت افزایش فراوانی ماکروبتوزها در فصل تابستان را می‌توان مرتبط با افزایش دما در اواخر بهار و تابستان با افزایش تولیدات فیتوپلانکتونی دانست (بیرشتین و همکاران، ۱۹۶۸). کاهش فراوانی و زی‌توده کفزیان در نواحی مختلف دریای خزر با چگونگی پراکندگی ماهیان بنتوز خوار در چراگاه‌ها ارتباط مستقیم دارد (مائی سیو و فیلاتووا، ۱۹۸۵). طبق مطالعات لولایی و همکاران (۱۳۸۳) که در اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر انجام دادند علت کاهش تراکم را در فصل زمستان علاوه بر مصرف آن‌ها توسط ماهیان بنتوزخوار و تأثیر فعالیت‌های صیادی که سبب به هم خوردن بستر و بی‌ثباتی فیزیکی بستر، کاهش تولیدات فیتوپلانکتونی و همچنین کاهش دمای آب در نتیجه کاهش فعالیت‌های زیستی این موجودات مرتبط اعلام کردند. یکی علت‌های مهم کاهش تراکم و تنوع ماکروبتوزها در فصل زمستان به‌خصوص ماه اسفند برداشت شن و ماسه از بستر مصب رودخانه جهت لایه‌روبی و تسهیل در تکثیر مصنوعی ماهی سفید توسط سازمان شیلات منطقه می‌باشد. مطالعاتی که توسط روشن طبری و همکاران (۱۳۸۸) در رودخانه شیروند انجام دادند اعلام کردند که ورود فاضلاب کارخانه و برداشت بی‌رویه شن و ماسه از بستر مصب رودخانه باعث کاهش تولیدمثل ماهیان، کاهش موجودات بنتیک و جلبک‌های بستر شده است.

نتایج شاخص‌های بوم‌شناختی نشان داد که به‌طور میانگین شاخص شانون وینر بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع گونه‌ای به‌ترتیب در ماه شهریور و ماه اسفند بود. علت بالا بودن تنوع گونه‌ای در ماه شهریور شرایط محیطی مناسب، افزایش دما و تولیدات بالا و کاهش تنوع گونه‌ای در ماه اسفند نیز به دلیل کاهش دما، آشفستگی بستر و فعالیت‌های صیادی می‌باشد. شاخص سیمپسون درجه غالبیت را نشان می‌دهد. بیش‌ترین و کم‌ترین غالبیت گونه‌ای به‌ترتیب در ماه خرداد و اسفند معمولاً هر چه غالبیت یک‌گونه در اجتماع بیش‌تر باشد، این مقدار به سمت ۱ میل می‌کند و برعکس هر چه توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، این مقدار به سمت صفر میل می‌کند. نتیجه شاخص سیمپسون در منطقه‌ی مورد مطالعه بیشتر به سمت صفر میل می‌کند. بنابراین توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت است (رهبری، ۱۳۸۴). طبق شاخص مارگالف بیش‌ترین و کم‌ترین غنای گونه‌ای در ماه دی و بهمن بود. همان‌طوری که گفته شد یکی از شاخص‌ها غنای کل یعنی تعداد کل گروه‌های بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده است. هر قدر کیفیت آب و زیستگاه در محل مورد بررسی بهتر باشد، مقدار این سنجح افزایش می‌یابد. عمده‌تاً شاخص غنای گونه‌ای یک اکوسیستم گویای وضعیت محیط ازلحاظ شرایط مناسب زیست آن‌ها می‌باشد، زیرا شرایط محیطی مطلوب محیطی موجب افزایش حضور گونه‌ها می‌شود. این شاخص نشان‌دهنده شرایط محیطی مناسب زیست در دی‌ماه است. استفاده از شاخص تنوع در تشخیص کیفیت آب بر این فرض استوار است که ساختار اجتماعات کفزیان همراه با آشفستگی‌های محیطی تغییر می‌نماید، زیرا برخی گونه‌ها بیش از سایرین تحت تأثیر فشار حاصله قرار می‌گیرند. به‌طور متوسط مقدار شاخص تنوع شانون در ایستگاه‌های مطالعاتی بین ۰/۷۷-۰/۹۴ و در ماه‌های مختلف بین ۰/۲۸-۱/۰۹ متغیر بوده است (جدول ۶ و ۷) با توجه به طبقه‌بندی Welch (۱۹۹۲) تمام ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر شدت آلودگی آلی با داشتن مقدار شاخص زیر ۱ جزء ایستگاه‌های آلوده بالا طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین تمام ماه‌های سال به جزء (شهریور، مهر، آبان و دی) که مقدار شاخص تنوع شانون آنان بین ۱ تا ۳ بوده بقیه ماه‌های سال در سطح آلودگی بالا قرار دارند.

در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان بیان داشت که فاکتور محیطی شوری باعث تغییر در تراکم ماکروبتوزها شد. فاکتور pH هیچ تأثیری بر روی تنوع و تراکم ماکروبتوزها نداشت. همچنین افزایش و کاهش دما در فصول مختلف سال باعث تغییر در تنوع و تراکم ماکروبتوزها شد که بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم به‌ترتیب در فصل تابستان و زمستان و بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع به‌ترتیب در فصل پاییز و زمستان دیده شد. شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر و شاخص غالبیت مارگالف در بین ماه‌های مختلف سال اختلاف معنی‌داری وجود داشت و نتایج شاخص‌های بوم‌شناختی در مصب رودخانه شیروند آلودگی در سطح بالا را نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقات شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن انجام پذیرفت. از تمامی عزیزان در انجام این پژوهش به ویژه آقای دکتر حمید فغانی و سرکار خانم دکتر مهنوش نوروزی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

- ابو، م. ۱۳۷۳. هیدرولوژی و هیدرو بیولوژی رودخانه شیرود. مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران. ۶۵ ص.
- افشین، س.، ۱۳۷۲. رودخانه های ایران. وزارت نیرو. ۵۷۵ ص.
- اولاء، ی.، ۱۳۶۹. اجرای کار مؤثر در بررسی های تعیین بار رودخانه های مرتبط با تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، استان گیلان، ۱۷ ص.
- باقری، س. و عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی مهرگان کفزی دریاچه ارس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۱۰-۱.
- باقری، س.، ۱۳۷۸. شناسایی و تعیین توده زنده فون بنتیک تالاب چغاخور (استان چهارمحال بختیاری). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، صفحات ۵۳-۳۷.
- پذیرا، ع.، امامی، م.، کوه گردی، الف.، وطن دوست، ص.، اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل بر تنوع زیستی ماکروبتنوزهای دالکی و حله بوشهر، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، ۶ ص.
- حسین پور، ن.، ۱۳۶۹. تالاب انزلی و بارهای وارده بر آن. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، ۹ ص.
- خاتمی، س.، ۱۳۸۲. آزمون های آماری در علوم زیست محیطی. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، صفحات ۱۶۴.
- خارا، ح؛ علیجانپور، ن.، شمس، ز.، موسوی، ه.، رهبر، م. و احمد نژاد، م.، ۱۳۸۹. اثر سن، طول و وزن مولدین ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) ماده مهاجر به رودخانه شیرود بر کارایی تکثیر مصنوعی. مجله شیلات، شماره ۴، صفحات ۵۶-۴۹.
- داودی، ف.، ۱۳۷۳. بررسی بتنوزهای خورهای غزاله و احمدی در منطقه ماهشهر (استان خوزستان). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۳۳-۴۴.
- روشن طبری، م.، مخلوق، آ.، سلیمان رودی، ع.، روحانی اردشیری، ر. و مهدوی، آ.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات بهره برداری شن و ماسه روی جلبک های بستر و بتنوز رودخانه شیرود. دومین همایش بیوتکنولوژی کشاورزی. پژوهشکده باغبانی و دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر، صفحات ۲۲۷-۲۲۲.
- رومانووا، ن.، ۱۹۸۳. دستورالعمل آموزشی جهت بررسی و مطالعه بتنوزهای جنوبی اتحاد شوروی (سابق). ترجمه: عادل، ی. ۱۳۷۴. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، صفحات ۱۲-۹.
- رهبری، ک.، ۱۳۸۴. مطالعه تأثیر برخی از پارامترهای زیست محیطی بر روی اجتماعات ماکروبتنیک در رودخانه کارون از بازه ملاثانی تا داروخین، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم تحقیقات اهواز. صفحات ۴۷-۵۲.
- طباطبایی، ط.، امیری، ف. و پذیرا، ع.، ۱۳۸۸. پایش ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتنیک به عنوان شاخص های آلاینده های در خورهای موسی و غنام، مجله علمی - پژوهشی شیلات، شماره ۴، صفحات ۴۱-۳۹.
- عبدالملکی، ش. و باقری، س.، ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی مهرگان کفزی دریاچه ارس. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴، صفحات ۱۱-۱.
- عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۲. نگاهی به چگونگی موجودات کفزی ماکروفون در تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۵، ص ۲۷-۳۹.
- قاسم اف، ع.، ۱۹۸۷. دنیای جانوران دریایی خزر. ترجمه: دارایی، ن. ۱۳۷۱. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، صفحات ۴۸.
- کریم پور، م.، ۱۳۷۵. ماهیان تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، بندر انزلی. صفحات ۵-۱۱.
- لالویی، ف؛ زلفی نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا. و طالبی، د.، ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدرو بیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریایی خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری. صفحات ۳۹۴.
- مائی سیو، پ. و فیلاتووا، ز.، ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. ترجمه: شریعتی، ا. ۱۳۷۳. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، صفحات ۴۷-۳۹.
- ممینی، ش.، ۱۳۷۸. مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبتنیک به عنوان شاخص های آلاینده های در رودخانه جراحی (محدوده مقبره سید عاشورتا ورودی شهر شادگان) پایان نامه کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.
- نبوی، س. م. ب. و سواری، ا.، ۱۳۸۱. شاخص های زیست محیطی بحران درخور موسی و رهیافت های بهبود آن ها، اولین همایش ملی بحران های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن ها، واحد علوم و تحقیقات مرکز اهواز، صفحات ۱۲.

نظامی، ش. و خارا، ح.، ۱۳۸۴. ارزیابی اثرات خشک‌سالی بر تنوع، تراکم، فراوانی و پراکنش موجودات کفزی تالاب امیر کلاهی لاهیجان. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، صفحات ۱۵۵-۱۴۱.

یا، آ. ب.، ۱۳۷۹. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر. ترجمه: دلنیا، ل؛ نظری، ف. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۶۱۰ ص.

Alipoor, V., Rahimibashar, M. R., and Aliov, A. R., 2011. Temporal and spatial variability of macrofauna in a microtidal estuary (Sefid-Rood River Estuary, South of Caspian Sea). Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, 6: 432-435p.

Alipoor, V., Rahimibashar, M. R., and Aliov, A. R. 2011. Temporal and spatial variability of macrozoobenthos in the chamkhalr estuary (South of Caspian Sea). Journal of Scientific Research 10: 654-658p.

Andrew, S.Y., 1996. Macrofauna: Polyeceates and Crustacean. In methods of the examination of organismal diversity in soil and sediment. Edited by Hall, G.S. UNESCO university press. Cambridge

Ansari, Z., Sreepada, R. and Kanti, A., 1994. Macrobenthic assemblage in the soft sediment of marmugao halrboul goa (Central west of India) India. Journal of Marine Sciences, 23: 231-235p.

Armcanz, A., 2000. Australian and newzealand guidelines for fresh and marine water quality.

Barundin, I., 1951. The relation of O₂ microstratification of mud surface to the ecology of profundal bottom fauna. Fresh Water Research, 32: 8-12p.

Clifford, H. F., 1991. Aquatic invetrtebrates of alberta. The University of Alberta Press, Canada, 538p.

Ingole, B. S., Sautya, S., Sanitha, S., Singh, R., Nanajkar, M., 2010. Macrofaunal community structure in the western Indian continental margin including the oxygen minimum zone. Marine Ecology, 31: 10-1111p.

Jonasson, P., 1972. Ecology and production of profundal benthos in relation to phytoplankton in lake Estrom. Oikos Suppl1, 14: 1-148p.

Krebs, C. J., 1994. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. Harper Collins. New York, 240p.

Lindesaard, P., 1972. An ecological investigation of the chironomidae from a danish lowland stream (Inding A). Arch Hydrobiol. 69: 465-507p.

Mahapatro, D., Mishra, K., Samal1, R. N. and Patanaik, A. K., 2012. Study of Macrobenthos in Relation to Eutrophication at Chilika Lagoon, East Coast of India. Marine Science, 2: 139-148p.

Mclusky, D. S., 1990. The estuarine ecosystem. Blackie, Glscow and London. 161-182.

Mclusky, D. S., 1993. Marine and estuarine gradients an overview. Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 27: 489-93p.

Miller, B. M., 2001. Issues for the modelling of fate and transport of viruses in estuarine environment. Australasian Coastal and Ocean Engineering Conference, 22: 40-89.

Mistri, M., Fano, E. A., Ghion, F. and Rossi, R., 2001. Disturbance and community pattern of Polychaetes inhabiting Valle Magnavacca(Valli di Comacchio, Northern Adriatic Sea, Italy). Mrine Ecology, 23:31-49p.

Mitra, A., Fano, E. A., Ghion, F. and Rossi, R., 2002. Academic. New York. 120p

Mora, S. D., Villeneuve, J. P., Sheikholeslami, M. R., Cattini, C. and Tolosa, I., 2004. Organochlorinated compounds in Caspian Sea sediments. Marine Pollution Bulletin. 48: 30-43p.

Muniz, P., Pires, S., 2000. Polychaete association in a subtropical environment (Sao sebastiao Channel, Brazil). A Structureal Analysis. Marine Ecology 21: 145-160p.

Nezami, S. H., 1993. Nutrient load community strucure and metabolism in the eutrophying Anzali lagoon Iran. PHD Thesis I.Kusseuth Unuersity and fish Culture Research Institute. Debreceen-Szarvas Hungry. 179p.

- Paine, R., 1966.** Food web complexity and species diversity. *Am Nar*, 100: pp. 65-75.
- Rackville, M. D., 2006.** Statgraphics Plus for Windows. Statgraphics Plus for Windows Users Manual. Manugistics Inc.
- Ramesh, C; Sharma, G.B. and Sngh, D. 2004. Aquatic macro invertebrate Diversity in Nanda Devi biosphere Reserve. India 102p.
- Sammut, J., Melville, M. D., Callinan, R. B. and Fraser, G. C., 2002.** Estuarine acidification: Impacts on aquatic biota of draining acid sulphate soils. *Australian Geogrphical Studies*, 33: 89-100p.
- Saravnakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G. A. and Rajkuma, M., 2007.** Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of gulf of kachchh – gujarat. *Journal of Ocean University of China*, 6: 303-309p.
- Sars, G., 1894.** Crustacea caspia amphipoda gammaridae. *Bull Acad Sci*, 4: 91-144p.
- Sars, G., 1895.** Crustacea caspia gammaridae and corophiidae. *Bull Acad Sci*, 3: 146-241p.
- Sars, G., 1896.** Crustacea caspia amphipoda supplement. *Bull Acad Sci*, 5: 243- 326
- Seather, O. 1962.** Larval overwintering in *Endochironomus tendens* Fabricius *Hydrobiologia*. 20: 377-381p.
- Shannon, C. E. and Weaver, W., 1963.** The Mathematical theory of communications. University of Illinois Press. Urbana, 117p.
- Stock, J., Mirzajani, A., Vonk, R., Naderi, S. and Kiabi, B., 1998.** Limnic and brackishwater amphipoda (crustacea) form iran. *Beauforita Institute for Systematics and Population Biology (Zoological Museum) Universtty of Amsterdam*, 48: 173-233p.
- Vizakat, L., Harkantra, S. N. and Parulekar. A. H., 2001.** Population ecology and community structure of subtidal soft sediment dwelling macroinvertebrates of Kankan, west coast of India. *India J. Mar. Sci.* 20:40-42p.
- Wazniak, C. and Lianso, R., 2003.** Marylands coastal bays: Ecosystem health assessment. 79-80.
- Welch, E. B., 1992.** Ecological effect and waste water. Capman & Hall press, Pp: 425.
- Welcome, R., 1985.** River fisheris fao. Fisheris Technical Report. Rome, 87-91p.
- Whitman, R., Inglis, J., Clark, W. and Clary, R., 1983.** An Inexpensive and simple elutration device for separation of invertebrates form sand and gravel. *Freshwat Invertebr Biol.*2: 159-163p.
- Wlodarska, M. and Weslawski, J. M., 2001.** Impact of climate warming on Arctic benthic biodiversity. *Institute of oceanology, polish Academy of Science. Powstancow Warszawy55, sopot, Poland*, 81-712
- Ysebaert, T. P. M. J., Herman, P., Meire, J., Craeymeersch, H. and Heip, C. H. R., 2003.** Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 57: 335-355p.