

تغییرات زمانی و مکانی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف زی آب‌های خوریات خور موسی بر اساس شاخصه‌ای اکولوژیک

چکیده

موجودات کف زی به لحاظ تعداد و تنوع، در ارتباط با زنجیره غذایی و تولیدات آب‌ها جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده‌اند. این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف زی آب‌های خوریات خور موسی بر اساس شاخصه‌ای اکولوژیک، طی ۲ دوره نمونه‌برداری در تابستان و زمستان ۹۳ از ۱۰ ایستگاه با سه تکرار انجام پذیرفت و وضعیت تراکم، پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی ماکروبن‌توزها را تحت پوشش قرارداد. در این مطالعه، فاکتورهای محیطی مانند: اکسیژن محلول، pH، شوری، دما، کدورت، درصد کل مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات موردسنجش قرار گرفت. به‌طور کلی در این بررسی ۴ گروه از ماکروبن‌توزها شناسایی و شمارش شدند. که در این میان در مجموع دو فصل بیشترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط به پرتاران با ۴۵/۷۸ درصد، دوکفه‌ای با ۲۷/۳۹ درصد، شکم‌پایان با ۲۶/۶۸ درصد و سخت‌پوستان با ۱۴/۸۹ درصد بوده است. بیشترین تراکم گروه ماکروبن‌توزی در فصل زمستان (۳۶۳۶ عدد در مترمربع) و کمترین تراکم هم در همین فصل (۸۱ عدد در مترمربع) ثبت شد. در کل دوره مطالعه، بیشترین مقدار شاخص در فصل تابستان با ۲/۵۱، بیشترین مقدار شاخص مارگالف در فصل تابستان برابر با ۲/۵۰۶، بیشترین مقدار شاخص بریلوئین در فصل زمستان برابر با ۲/۳۹، بیشترین مقدار شاخص یکنواختی هیل در فصل زمستان برابر با ۰/۹۹۹، بیشترین میزان شاخص سیمپسون در فصل زمستان با ۰/۸۹۵ و بیشترین مقدار شاخص منهنیک در فصل زمستان با ۰/۸۳۵ به ثبت رسید.

واژگان کلیدی: خورموسی، پراکنش، فراوانی، شاخصه‌ای اکولوژیک، ماکروبن‌توز.

مسعود اسلامی^۱

غلامرضا سبزقباپی^{۲*}

حمیدرضا پورخباز^۳

ستار سلطانیان^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا(ص) بهبهان، بهبهان، ایران

۲. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا (ص) بهبهان، بهبهان، ایران

۳. استادیار گروه محیط‌زیست دانشکده محیط‌زیست و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا (ص) بهبهان، بهبهان، ایران

۴. عضو هیئت‌علمی گروه محیط‌زیست دانشکده محیط‌زیست و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا (ص) بهبهان، بهبهان، ایران

*مسئول مکاتبات:

grsabz1@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۳۰۳۳۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۷

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی منابع از ارکان اساسی توسعه پایدار و اعمال مدیریت صحیح در زمینه‌های مختلف محیط‌زیست، شیلات، کشاورزی است. تأثیر آلاینده‌ها بر موجودات با توجه به نوع و حجم ورودی آن‌ها متفاوت است. ماکروبن‌توزها در محیط‌های آبی دارای چندین نقش مهم می

باشند که از مهم‌ترین وظایف آن‌ها تغذیه آبزیان، جابه‌جایی و چرخش مواد غذایی در اکوسیستم آبی و تبدیل مواد آلی به مواد معدنی است (Shokat *et al.*, 2010; Mohammadi Roozbahani *et al.*, 2010). اهمیت بنتوزها به ارزش‌های غذایی آن محدود نمی‌شود بلکه بیشتر فرایندهای فیزیکی، شیمیایی، زمین‌شناسی و زیستی در دهانه خلیج‌ها یا خورها و اکوسیستم‌های آبی داخل در نتیجه اثرات متقابل با سیستم بنتیک تنظیم می‌شود یا تغییر شکل می‌یابد (Latha and Thanga., 2010; Ahmad *et al.*, 2010). بسیاری از بنتوزها به‌عنوان شاخص‌هایی برای تشخیص مناطق آلوده و همچنین بسترهای خاص بکار می‌روند زیرا بی‌تحرک‌اند، به‌راحتی جمع‌آوری و تشخیص داده می‌شوند، نسبت به تغییرات کیفیت آب و رسوب از خود واکنش نشان می‌دهند و در همه‌جا حضور دارند بنابراین شناسایی و بررسی تنوع زیستی این موجودات مخصوصاً ماکروبنتوزها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Dehghan Madiseh *et al.*, 2012). استفاده از بی‌مهرگان کف زی بر این فرض استوار است که مناطقی که تحت تأثیر عوامل آلاینده نیستند، تنوع کف زیان بیشتری داشته و گونه‌های غیر مقاوم یا حساس در آنجا غلبه دارند و برعکس آن‌هایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند تنوع کمتری داشته و گونه‌های مقاوم غالب‌اند (John, 1986; Olomukoro *et al.*, 2009). در یک مقیاس جهانی، خورها اکوسیستم‌هایی هستند که حجم عظیمی از آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی را دریافت می‌کنند. تأثیر این آلاینده‌ها بر موجودات با توجه به نوع و حجم ورودی آن‌ها متفاوت است (طباطبائی و همکاران، ۱۳۸۹).

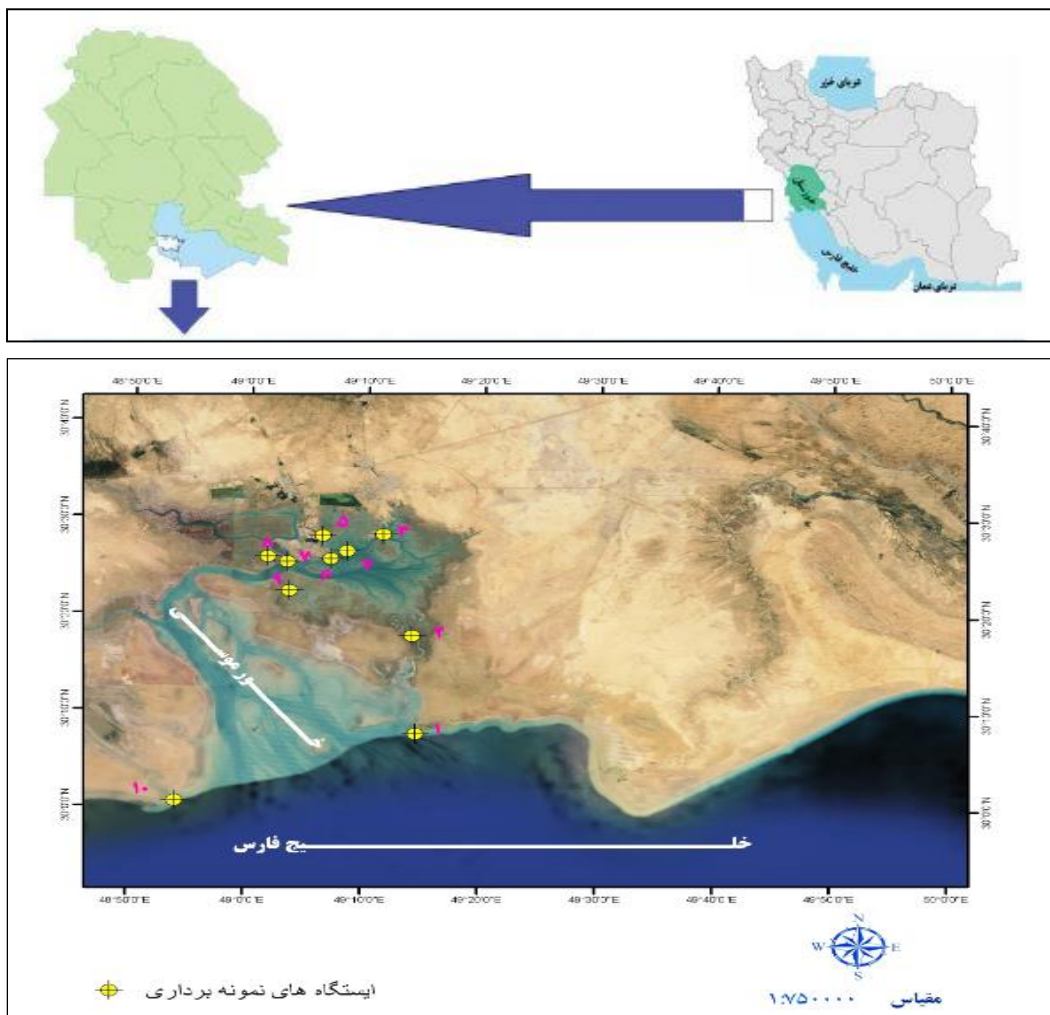
عوامل متفاوتی بر تراکم، پخش، پراکنش و تنوع ماکروبنتوزها دخیل هستند که از جمله می‌توان به ساختار بستر، میزان مواد آلی موجود در بستر، دما، شوری، اکسیژن محلول و pH اشاره نمود (Ingole *et al.*, 2010; Saghali *et al.*, 2013). در این مطالعه سعی شده تا مهم‌ترین گروه‌های ماکروبنتوزی منطقه شناسایی شوند و پراکنش و تنوع آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

در این زمینه مطالعات گوناگونی در سطح ایران و جهان انجام گرفته است. در تحقیقی که به بررسی وضعیت اجتماع کف زی خلیج Manifa Tanajib در عربستان پرداختند. در این مطالعه غنای گونه‌ای بالا با چندگونه نادر و کمیاب مشاهده شده و میزان بالای شاخص تنوع شانون-وینر وضعیت سالمی را از اجتماعات پرتار نشان داد (Joydas *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای طی سال ۱۳۸۳ که در اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر انجام دادند علت کاهش تراکم بنتوز را در فصل زمستان علاوه بر مصرف آن‌ها توسط ماهیان بنتوز خوار تأثیر فعالیت‌های صیادی که سبب به هم خوردن بستر می‌شود اعلام کردند (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). داراب پور و نبوی (۹۱) پراکنش روزنه داران کف زی در منطقه بحرکان را بررسی کردند و نتایج را با استفاده از مدل ولج تحلیل نمودند. در مطالعه دیگری که توسط Chen و همکاران (2010) در هنگ‌کنگ صورت گرفت مشخص شد که بیشترین فراوانی ماکروبنتوز در فصل تابستان و کمترین آن در فصل پاییز و زمستان بوده است. در مطالعه دیگری که به بررسی تنوع زیستی جوامع ماکروبنتیک در جزیره قشم صورت گرفت مشخص شد که بیشترین درصد فراوانی ماکروبنتوز مربوط به پلی‌کت‌ها و کمترین آن مربوط به دوکفه‌ای‌ها بوده است (Nassaj *et al.*, 2010). De Meria (۲۰۱۳) جوامع مایوفونای کف زی را به‌عنوان بیواندیکاتور آلودگی آب در پارک ایالتی میناس گرایس برزیل بررسی نموده‌اند. در این تحقیق جوامع مایوفونای لوتیک به‌عنوان بیواندیکاتور آلودگی آب مورد بررسی قرار گرفته و به این نتیجه رسیدند که تغییرات زیستگاه به خاطر آلودگی‌های انسان ساخت بر تنوع زیستی موجودات آن منطقه تأثیرگذار است.

مواد و روش‌ها

خور موسی یکی از مناطق مهم استان خوزستان و منطقه خلیج فارس است که شامل بخشی از شمالی‌ترین محدوده ساحلی خلیج فارس با انشعابات متعدد می‌شود که در محدوده طول شرقی ۴۹°۱۱' و عرض شمالی ۲۸°۳۰' قرار گرفته است. وسعت تقریبی خور موسی ۱۳۵۰ کیلومتر مربع است. دهانه این خور به پهنای حدود ۴۰ کیلومتر و طول ۱۲۰ کیلومتر تا بندر ماهشهر بوده و به سبب وجود جزر و مد با آب‌های دریا مرتبط می‌گردد (Dehghan Madiseh *et al.*, 2012).

نمونه‌برداری از رسوبات خور موسی در دو فصل گرم (تابستان- مرداد ۱۳۹۳) و سرد (زمستان- بهمن ۱۳۹۳) در ۱۰ ایستگاه و با سه بار تکرار و ثبت میانگین آن‌ها و بر اساس حضور منابع آلاینده، توزیع آن‌ها، امکانات و تجهیزات موجود و سهولت دسترسی به محل انجام نمونه‌برداری انجام شد. در شکل ۱ موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه مشخص گردیده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در آب‌های خوریات خور موسی (سال ۱۳۹۳).

در جدول ۱ مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری مورد مطالعه (نمونه‌برداری ۹۳).

ایستگاه	موقعیت ایستگاه نمونه‌برداری	عرض جغرافیایی	جغرافیایی طول
۱	دهانه شرقی خور موسی (موج‌شکن قمر)	۳۰° ۷' ۴۱/۴"	۴۹° ۱۴' ۱۹/۷"
۲	خور بی‌حد	۳۰° ۱۷' ۵۱/۳"	۴۹° ۱۴' ۶/۰"
۳	خور مجیدیه	۳۰° ۲۸' ۱۹/۸"	۴۹° ۱۱' ۲۸/۴"
۴	خور موسی (جنب خروجی پتروشیمی بندر امام)	۳۳/۸ °۳۰' ۲۶"	۴۹° ۸' ۲۳/۳"
۵	خور جعفری (جنب خروجی‌های پتروشیمی فجر)	۳۰° ۲۵' ۴۴/۷"	۴۹° ۶' ۱۶/۲"
۶	روبروی پتروشیمی رازی	۳۰° ۲۵' ۲۴/۸"	۴۹° ۶' ۵۹/۳"
۷	دهانه خور دورق	۳۰° ۲۵' ۵۶/۱"	۴۹° ۳' ۱۶/۱"
۸	خور معاوی	۳۰° ۲۵' ۲۴/۸"	۴۹° ۱' ۳۵/۳"
۹	خور غنام	۳۰° ۲۲' ۲۶/۸"	۴۹° ۳' ۱۹/۸"
۱۰	خور سلج	۳۰° ۰' ۳۵/۲"	۴۹° ۵۴' ۳۶/۶"

جهت برداشت رسوبات بستر از نمونه‌بردار گرب مدل ون وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع استفاده شد. در هر ایستگاه ۳ نمونه برای شناسایی موجودات ماکروبتوز و یک نمونه هم برای آنالیز دانه‌بندی رسوبات و سنجش مواد آلی برداشت شد. نحوه نمونه‌برداری، نگهداری و جداسازی بنتوزها از رسوبات بر اساس دستور مطالعه بنتوز (Holme and Melntyre, 1984)، انجام پذیرفت. پس از انتقال نمونه‌های رسوبی به آزمایشگاه محتویات هر ظرف پلاستیکی را به‌دقت در الک با چشمه ۰/۵ میلی‌متر آن قدر شستشو داده تا دیگر هیچ رسوبی از الک خارج نشود. سپس محتویات الک بر اساس روش (Walton, 1974) توسط محلول ۱ گرم در لیتر رزینگال رنگ‌آمیزی شدند و پس از گذشت ۴۵ دقیقه مجدد درون الک ۰/۵ میلی‌متر وارد کرده و زیر آب شستشو داده تا رنگ‌های اضافی از درون رسوبات خارج شود سپس نمونه رسوب به یک پتری دیش منتقل و تمامی گروه‌های ماکروبتوزی موجود در هر نمونه با استفاده از استریومیکروسکوپ یا لوپ شناسایی و جداسازی شدند. از کلیدهای شناسایی معتبر (Jones, 1986; Sterrer, 1986; Hutchings, 1997; Odonnel, 1982; Bruyne, 2003) جهت شناسایی ماکروبتوزها در حد جنس و گونه‌ها استفاده گردید. پس از شناسایی جنس‌ها و گونه‌های ماکروبتوز از شاخص‌های بوم‌شناختی شانون، سیمپسون، بریلوئین و یکنواختی هیل، غنای مارگالف و منهی نیک جهت تعیین تنوع گونه‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری استفاده شد (Mitra et al., 2004). که فرمول هر یک از این شاخص‌ها در جدول شماره (۲) ارائه شده است.

جدول ۲: فرمول شاخص‌های تنوع زیستی مورد استفاده.

شاخص	Shannon's index	Simpson's index	Brillouin index	Hill's diversity	Margalef's index	Menhinick's index
فرمول	$H = - \sum p_i \ln(p_i)$	$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$	$D_{Br} = \ln(N!) - \sum \ln(n_i!) / N$	$N a = 1 \sum \sqrt{(a-1) p_i}$	$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$	$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$

آنالیز دانه‌بندی رسوبات طبق روش استاندارد معرفی شده توسط (Buchannan, 1984) انجام شد. اساس این روش عبور دادن رسوب شسته شده از یک سری الک استاندارد با چشمه‌های (۰/۰۴، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۰۲۵، ۰/۰۱۲۵، ۰/۰۶۳ میلی‌متر) و محاسبه درصد وزنی رسوبات باقی‌مانده در هر الک

است. جهت تعیین درصد مواد آلی رسوبات در هر ایستگاه از روش استاندارد معرفی‌شده (El-wakeel riley, 1966) استفاده شد در این روش به‌منظور برآورد درصد مواد آلی از روش فیزیکی سوختن استفاده گردید. سنجش همزمان پارامترهای محیطی شامل دما، شوری، اکسیژن محلول، کدورت و pH توسط دستگاه HACH مدل HQ40D صورت پذیرفت.

همچنین با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS21؛ جهت بررسی توزیع فاکتورهای فیزیکی شیمیایی و داده‌های تنوع، از آزمون ناپارامتریک کولموگراف اسمیرنوف؛ برای مقایسه شاخص‌های تنوع و تراکم و فاکتورهای فیزیکی شیمیایی با توجه به توزیع نرمال و یا غیرنرمال به ترتیب از آزمون‌های آنالیز واریانس و کروسکال والیس استفاده شد. شاخص‌های بوم‌شناختی شانون، سیمپسون، بریلوئین و یکنواختی هیل، غنای مارگالف و منهی نیک با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه گردید.

نتایج

حداکثر درجه حرارت در فصل تابستان در ایستگاه ۳ با میانگین 34 ± 0.57 درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در فصل زمستان در ایستگاه ۶ با میانگین 17.2 ± 0.32 درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است (شکل ۲). نتایج ثبت‌شده از میزان اکسیژن محلول آب در مجاورت بستر ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان‌دهنده نوسانات فصلی قابل‌ملاحظه‌ای است (شکل ۳). بطوریکه حداکثر میزان اکسیژن محلول آب در زمستان با میانگین 9 ± 0.05 میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه ۹ و حداقل میزان اکسیژن محلول آب در تابستان با میانگین 5.6 ± 0.11 میلی‌گرم بر لیتر در ایستگاه ۵ و ۸ بوده است. نتایج به‌دست‌آمده از سنجش میزان pH در آب‌های مجاور بسترهای ایستگاه‌های نمونه‌برداری بیانگر این مطلب است که حداکثر مقدار pH در فصل تابستان در ایستگاه‌های ۴ و ۶ و ۸ با میانگین 8.1 ± 0.57 و حداقل مقدار pH در زمستان با میانگین 7.67 ± 0.17 در ایستگاه ۱ است (شکل ۴). میانگین شوری برای تمام ایستگاه‌ها و فصول چهار گرم در لیتر بوده است و از تغییرات محسوس برخوردار است (شکل ۵). همچنین حداکثر مقدار کدورت در فصل زمستان با میانگین 217 ± 17.3 تیرگی در ایستگاه شماره ۲ و حداقل مقدار کدورت در همین فصل با میانگین 5.7 ± 1.22 تیرگی در ایستگاه شماره ۱ ثبت‌شده است (شکل ۶). نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس مبین این موضوع بود که بین مقادیر پارامترهای pH و اکسیژن محلول در ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p > 0.05$). همچنین از نظر پارامتر کدورت، شوری و دما با توجه به غیر نرمال بودن داده‌های حاصل از نمونه‌برداری، نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد که بین مقادیر شوری در ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($p > 0.05$) ولی بین مقادیر کدورت در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($p > 0.05$) اما در ایستگاه‌های مختلف نوسانات چشمگیری وجود داشته است. و همچنین مقادیر دما در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشته ($p < 0.05$) اما بین ایستگاه‌های مختلف این اختلاف معنادار نبوده است.

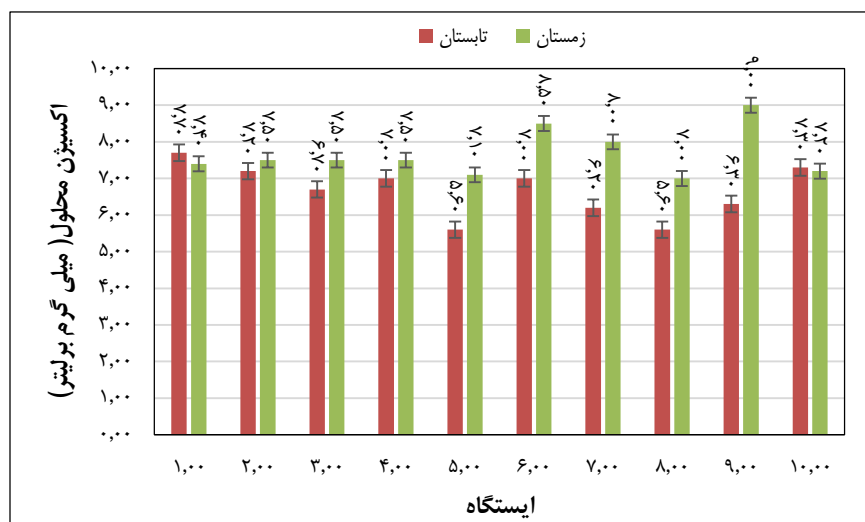
طبق نتایج به‌دست‌آمده از آزمون آنالیز واریانس، میزان کل مواد آلی در ایستگاه‌ها و فصول مختلف از نوسانات زیادی برخوردار بوده است ($p < 0.05$). بطوریکه حداکثر درصد مواد آلی در فصل تابستان در ایستگاه ۶ با میانگین 24.38 ± 0.85 درصد و حداقل درصد مواد آلی موجود در رسوبات در فصل زمستان 19.53 ± 0.33 ٪ در ایستگاه ۲ ثبت‌شده است (شکل ۷). بر طبق این بررسی حداکثر میانگین درصد دانه‌بندی رسوبات در فصل تابستان با دانه‌بندی $GSA3 < 0/063$ برابر با $69/05$ درصد میلی‌متر و حداقل میانگین درصد دانه‌بندی در همان فصل با دانه‌بندی $GSA1 > 0/125$ برابر با $2/61$ میلی‌متر است (شکل ۸).

در طول یک سال نمونه‌برداری در منطقه، جمعاً ۴ گروه از ماکروبتوزها جداسازی و شناسایی شدند. لیست گروه‌های ماکروبتیک شناسایی‌شده و درصد حضور هر گروه در شکل ۹ آورده شده است. در این بررسی جمعاً ۶۲ گونه مربوط به ۴ گروه از ماکروبتوزها شناسایی شدند (جدول ۳). طبق نتایج به‌دست‌آمده در مجموع ایستگاه‌های نمونه‌برداری و فصول مختلف تعداد ۲۳۸۰۸ عدد مورد شمارش قرار گرفتند که حداکثر تراکم گروه

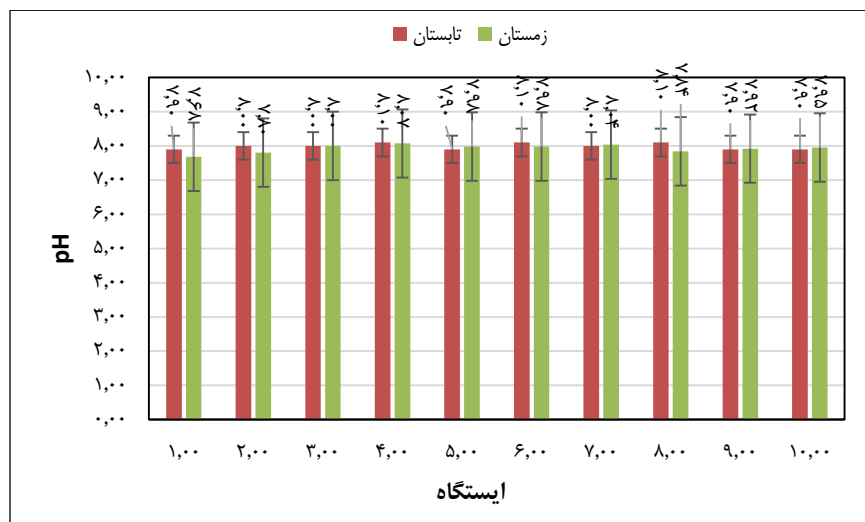
ماکروبتنوزی در فصل زمستان در ایستگاه ۶ با تراکم ۳۶۳۶ فرد در مترمربع و حداقل تراکم هم در همین فصل مربوط به ایستگاه ۹ با تراکم ۸۱ فرد در مترمربع است (شکل ۱۰). با توجه به نتایج آزمون آماری مشخص گردید که داده‌های تراکم گروه‌های شناسایی‌شده، تماماً دارای توزیع غیر نرمال بوده و همچنین مقادیر تراکم گروه‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف دارای تفاوت معنی‌داری نبوده است ($P > 0.05$). نتایج محاسبه شاخص‌های تنوع مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میزان عددی شاخص شانون مربوط به فصل تابستان با مقدار ۲/۵۱ و کمترین میزان عددی شاخص شانون مربوط به فصل زمستان با مقدار ۰/۵۹۷ ثبت شده است. همچنین در این بررسی مشخص شد که بیشترین میزان شاخص سیمپسون مربوط به فصل زمستان با میزان ۰/۸۹۵ و کمترین میزان عددی شاخص سیمپسون مربوط به فصل تابستان با میزان ۰/۳۸۸ ثبت شده است. حداکثر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف ۲/۵۰۶ در تابستان و کمترین میزان شاخص ۰/۲۸۳ در فصل زمستان است. حداکثر شاخص بریلوئین ۲/۳۹ در فصل زمستان و کمترین میزان شاخص ۰/۵۴۴ در همین فصل ثبت شده است. بیشترین شاخص هیل در فصل زمستان ۰/۹۹۹ و کمترین میزان این شاخص در همین فصل با میزان ۰/۶۰۲ ثبت شده است. و در نهایت بیشترین شاخص منهینیک در فصل زمستان ۰/۸۳۵ و کمترین میزان شاخص در همین فصل با میزان ۰/۳۵۶ ثبت شده است (اشکال ۱۱ و ۱۲). با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌های شاخص تنوع سیمپسون و شاخص غنای مارگالف و منهی نیک و شاخص یکنواختی هیل، نتایج آزمون واریانس مبین این موضوع بود که مقادیر تنوع سیمپسون و غنای مارگالف و منهی نیک در ایستگاه‌ها و فصول مختلف دارای تغییرات معنی‌داری بوده‌اند ($P < 0.05$) ولی برای شاخص یکنواختی هیل نتایج آزمون آنالیز واریانس مبین این موضوع بود که تغییر فصل اثر معنی‌داری بر شاخص یکنواختی هیل نداشته است ($P > 0.05$) اما این شاخص در ایستگاه‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P < 0.05$). نتایج آزمون کروسکال والیس پیرامون بررسی اختلاف احتمالی در میانگین داده‌های غیرنرمال شاخص تنوع شانون و بریلوئین نشان داد که در فصول مختلف دارای تغییرات معنی‌داری بوده‌اند ($P < 0.05$) اما در ایستگاه‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری نبوده است ($P > 0.05$).



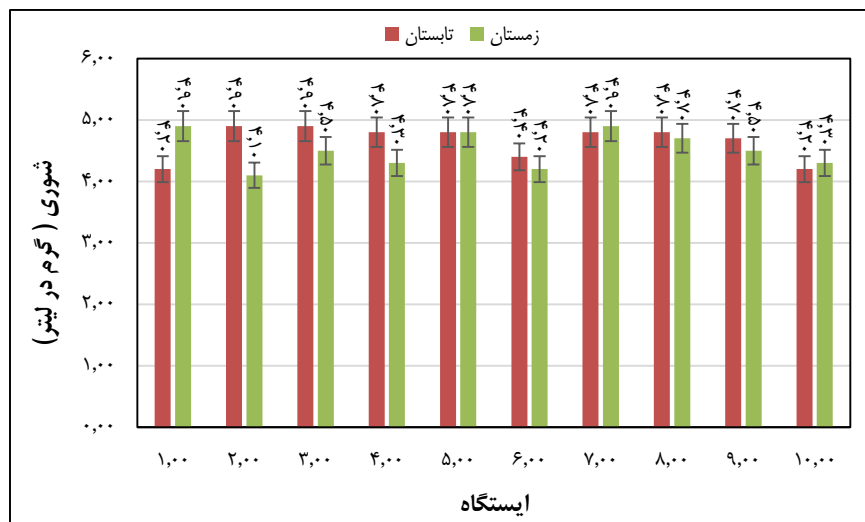
شکل ۲: میانگین تغییرات دما در فصول مختلف.



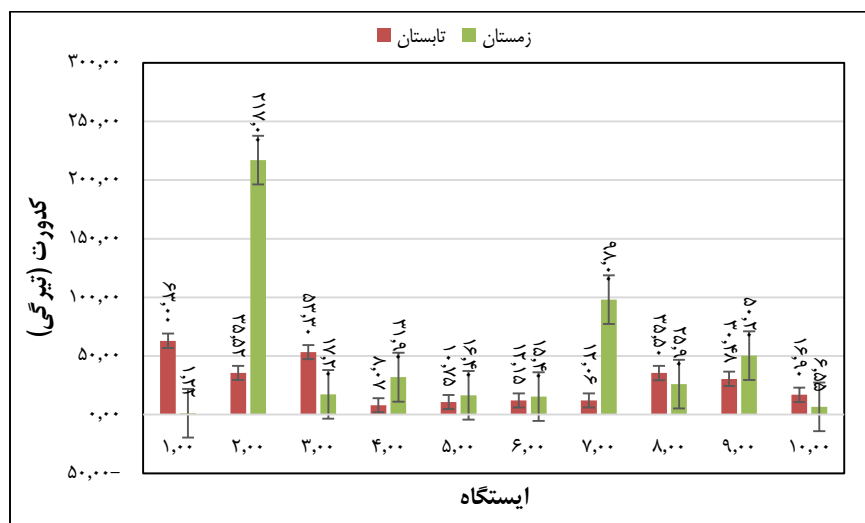
شکل ۳: میانگین تغییرات اکسیژن محلول در فصول مختلف.



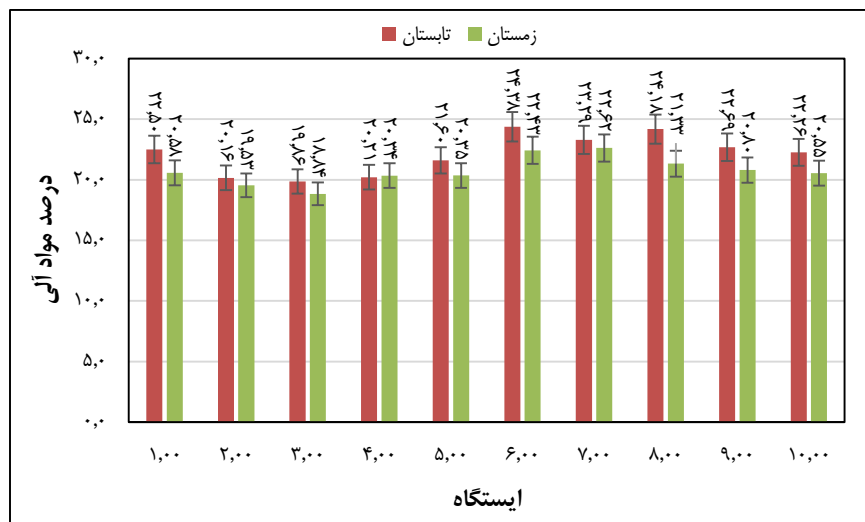
شکل ۴: میانگین تغییرات pH در فصول مختلف.



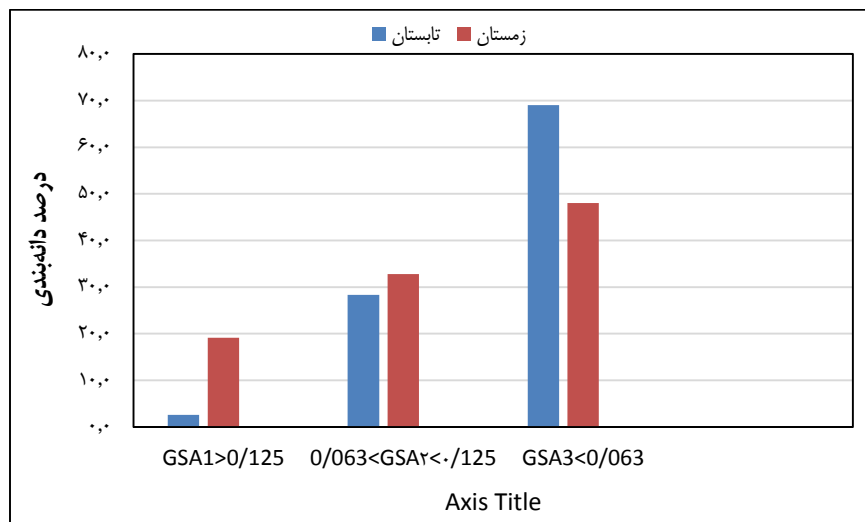
شکل ۵: میانگین تغییرات شوری در فصول مختلف.



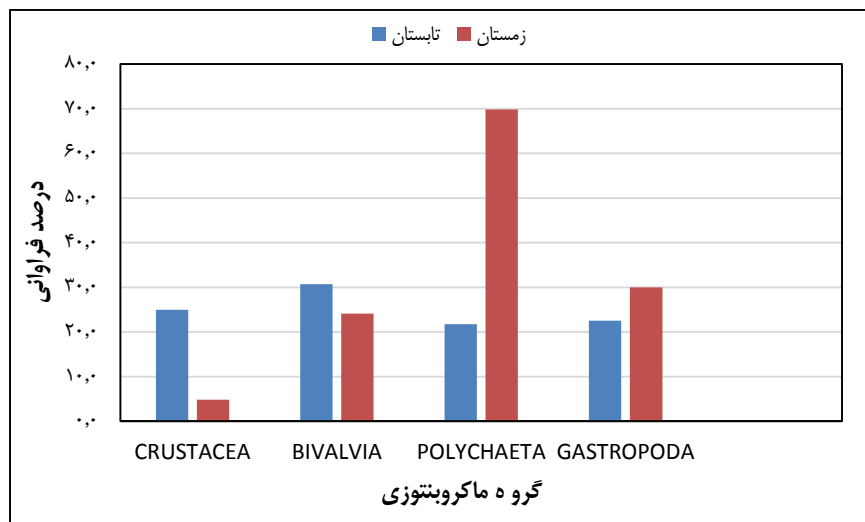
شکل ۶: میانگین تغییرات کدورت در فصول مختلف.



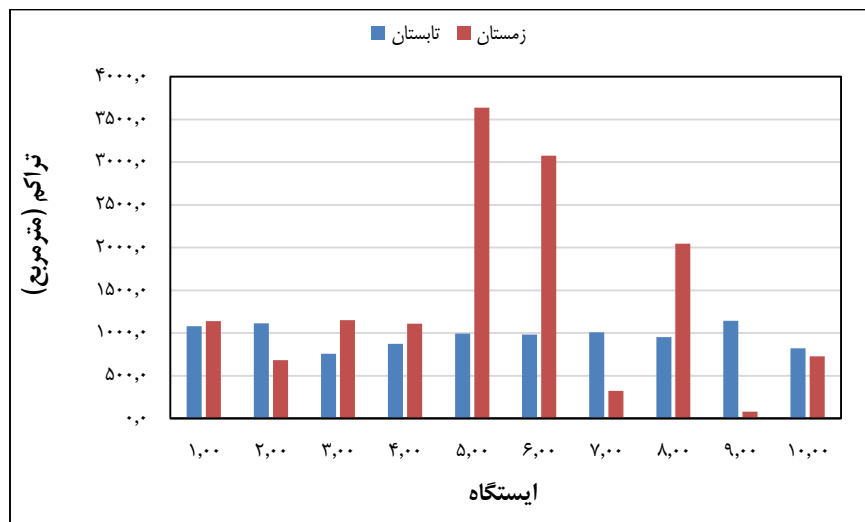
شکل ۷: میانگین تغییرات درصد مواد آلی در فصول مختلف.



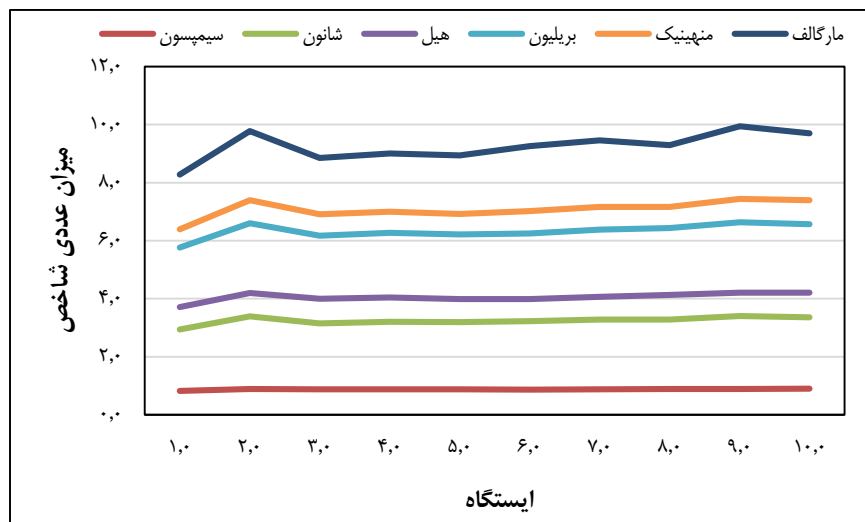
شکل ۸: درصد دانه‌بندی رسوبات.



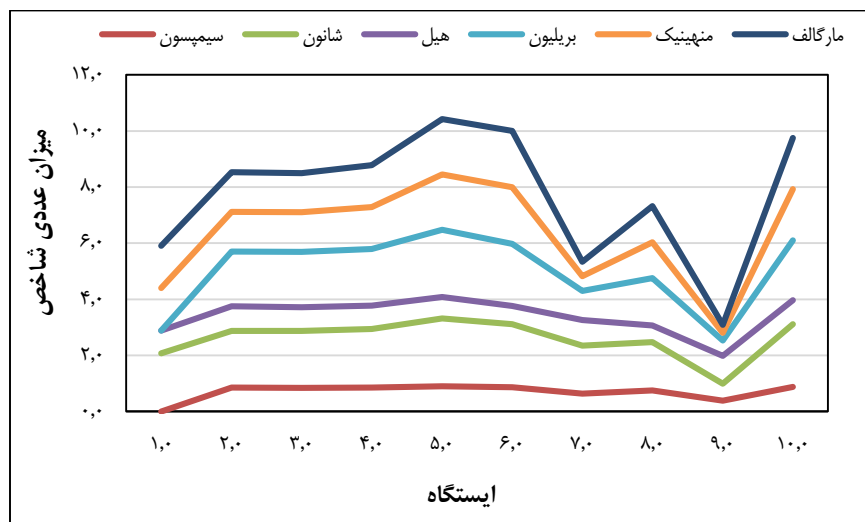
شکل ۹: گروه‌های ماکروبن‌تیک شناسایی شده



شکل ۱۰: میانگین تغییرات تراکم ماکروبن‌توز در فصول مختلف.



شکل ۱۱: مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع (تابستان ۹۳).



شکل ۱۲: مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع (زمستان ۹۳).

جدول ۳: گروه‌های ماکروبتوز شناسایی شده در خور موسی (۱۳۹۳).

گروه‌های ماکروبتوزی	گروه‌های ماکروبتوزی	گروه‌های ماکروبتوزی
CRUSTACEA	<i>Apseudes chilensis</i>	<i>Ampharetidae</i>
	<i>Maera hemigera</i>	<i>Amphinomidae</i>
	<i>Cyclaspis picta</i>	<i>Arcidae wassi</i>
	<i>Cymadusa sp.</i>	<i>Glycera sp1</i>
	<i>Maera sp.</i>	<i>Glycera sp2</i>
	<i>Crab larvae</i>	<i>Nephtys sp.1</i>
BIVALVIA	<i>Anadara sp.</i>	<i>Nephtys sp.2</i>
	<i>Circe callipyga</i>	<i>Nephtys glabra</i>
	<i>Corbula taitensis</i>	<i>Nereis sp.1</i>
	<i>Maori cardium sp</i>	<i>Nereis sp.2</i>
	<i>Marcia hiantina</i>	<i>Pelagobia longocirrata</i>
	<i>Tellina sp</i>	<i>Cossura sp.1</i>
	<i>Tellinafoliacea</i>	<i>Cossura sp.2</i>
	<i>paphia cor</i>	<i>Cossura sp.3</i>
	<i>paphia textile</i>	<i>Orbiniidae</i>
	<i>Brabatia fusca</i>	<i>Sternaspis otto</i>
	<i>Circenita sp.</i>	<i>Lopadorhynchidae</i>
	<i>Anadara ehrenbergi</i>	<i>Lumbrineridae</i>
	<i>Bassina calophylla</i>	<i>Syllis sp.</i>
	<i>Hytissa hyotis</i>	<i>Paranopsis sp.</i>
	<i>paphia gallus</i>	<i>Dentalium sp.</i>
	<i>Solen brevis</i>	<i>Marginella marginata</i>
	<i>Maora cardium</i>	<i>Mitrella misera</i>
GASTROPODA		<i>Nassarus coronatus</i>
		<i>Otopleura mitralis</i>
		<i>Turnatina persiana</i>
		<i>Laevi dentaliumsp.</i>
		<i>Umbonium vestiarium</i>
		<i>Truncatella subcylindrica</i>
		<i>Atys cylindrica</i>
		<i>Cerithidea cingulata</i>
		<i>Haminoae vitrea</i>
		<i>Trochus erythraeus</i>
		<i>Thais mutabilis</i>
		<i>Acmaea profunda</i>
		<i>Mitrella anachis</i>
		<i>Neverita didyma</i>
		<i>Bulla ampulla</i>
		<i>Architectonica perspectiva</i>

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر بیشترین تعداد ماکروبتوز در واحد سطح مربوط به فصل زمستان با تعداد ۱۳۹۷۰ عدد در مترمربع و کمترین تعداد مربوط به فصل تابستان با تعداد ۹۸۳۸ عدد در مترمربع در کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری بوده است. در مطالعه دشتی و همکاران (۹۲) در خور سماعیلی بیشترین تراکم ماکروبتوزها در واحد سطح مربوط به فصل زمستان با تعداد ۳۹۲۵ عدد، و کمترین تعداد مربوط به فصل بهار با تعداد ۲۰۹۰ عدد در کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری بوده است. فراوان‌ترین گروه‌های ماکروبتوزی شناسایی شده در آب‌های ساحلی منطقه مورد مطالعه (خور موسی) شامل کرم‌های پرتار و دوکفه‌ای‌ها که شکم پایان در رتبه سوم قرار دارند. مطالعات صورت گرفته توسط Harkantra و همکاران (1982) در سواحل شمال شرقی خلیج بنگال در اقیانوس هند نشان می‌دهند که حداکثر فراوانی ماکروبتوزها در هر مترمربع ۱۲۵۷۲ عدد بوده است؛ این منطقه از نظر تراکم ماکروبتوزها یکی از مناطق غنی محسوب می‌شوند. مطالعه صورت گرفته دیگری در سواحل Gangolli واقع در بخش غربی سواحل هندوستان فراوانی ماکروبتوزها را بین ۹۰۰ تا ۳۷۰۰ عدد در مترمربع تخمین زده است (Venkatesh Parabhu et al., 1993). همچنین Harkantra (۱۹۸۲) تراکم ماکروبتوزها را ۳۱۷۴ عدد در مترمربع در یک محدوده صنعتی در خلیج سوانسی انگلستان گزارش نموده است (Harkantra et al., 1982). با توجه به میزان فراوانی و تنوع ماکروبتوزها در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان در حوزه آبی مورد مطالعه، گویای آن است که گونه‌های موجود با ساختارهای دمایی خاصی قابلیت فیزیولوژیک و ساختاری پیدا کرده که در این محدوده دمایی اکثریت گونه‌ها از قابلیت تکثیر و فعالیت‌های زیستی برخوردارند. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتیجه مطالعه که بر روی تنوع زیستی درشت بی‌مهرگان کف زی رودخانه دالکی و حله بوشهر انجام گرفت تفاوت داشت. که این به دلیل افزایش میزان پساب ورودی و بار آلودگی بیشتر در فصل گرم نسبت به سرد سال بود (پذیرا و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین نتیجه این تحقیق نشان داد که گروه پرتاران در هر دو فصل در ایستگاه‌های مورد مطالعه بیشترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهند که می‌تواند بیانگر وضعیت آلوده منطقه باشد، درتانی این موضوع می‌توان به مطالعه نبوی و همکاران (۱۳۸۹) که تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران را درخور غزاله مورد مطالعه قرار می‌دهد، اشاره کرد. مطالعه Garcia-Gomez و Guerra-Garcia (2005) و AL-Darwish و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که گروه پرتاران گونه‌های نشانگر آلودگی است (Guerra-Garcia and Garcia, 2005). طبق تحقیق saunders و همکاران (۲۰۰۷) افزایش آلودگی باعث کاهش تنوع و فراوانی گونه‌های درشت بی‌مهرگان کف می‌شود (Saunders et al., 2007). طبق مطالعات Martin و همکاران (۱۹۹۳) یکی از دلایل تناوب در تراکم ماکروبتوزها نوع توزیع افراد است. در بسترهای گلی توزیع افراد به‌صورت توده‌ای یا کپه‌ای (patchiness) است که در نتیجه تراکم موجودات ماکروبتوزی در هر منطقه متفاوت است. این پدیده در منطقه مورد مطالعه در چند ایستگاه مشاهده شد. این محققین همچنین عقیده دارند که هرچه سطح نمونه‌برداری افزایش یابد، تفاوت در تراکم ماکروبتوزها نیز کاهش پیدا می‌کند.

از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند بر بیولوژی، فیزیولوژی و اکولوژی موجودات آبی تأثیرگذار باشد فاکتورهای محیطی و نوسانات فصلی آن‌ها است. البته باید توجه داشت که هنگام بررسی و مطالعه تأثیر شرایط محیطی بر فراوانی و پراکندگی و تنوع موجودات بتیک نمی‌توانیم فقط تأثیر یک فاکتور محیطی را در نظر بگیریم. زیرا مجموعه عوامل مختلف محیطی در این زمینه دخالت دارند. بر این اساس، ترکیب و تأثیر ساختارهای فونی بنتوزها می‌تواند در اثر تغییرات در میزان دما، شوری، بافت رسوبات و مواد آلی رسوبات باشد (Alentra and soils - emandez, 1991). تأثیر عوامل محیطی بر تنوع و تراکم ماکروبتوزها در مطالعات متعدد به اثبات رسیده است (نیکویان، ۱۳۷۶؛ نبوی، ۱۳۸۷؛ Heler, 2003; Prabhue et al., 1993). که به تجزیه و تحلیل هر یک از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در این مطالعه می‌پردازیم.

یکی از فاکتورهای مهم در تولیدمثل آبزیان نوسانات دمایی آب است. در منطقه مورد مطالعه حداکثر درجه حرارت در فصل تابستان (۳۴) درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در فصل زمستان (۱۷/۲) درجه سانتی‌گراد) به ثبت رسیده است. پارامتر دما یکی از فاکتورهای محیطی بوده که می‌تواند

به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، ساختار جمعیتی گونه‌ها را تحت تأثیر خود قرار دهد. در دمای مطلوب، شرایط فیزیولوژیک جاندار اعم از تغذیه، تولیدمثل و دفاع، در شرایط ایدئال قرار گرفته و باعث می‌شود که فراوانی و تنوع گونه‌ای جانداران حساس به تغییرات شدید دمایی که به‌نوعی یکی از فاکتورهای استرس‌زا و تعیین‌کننده شرایط زیست‌محیطی است، مقادیر متفاوتی را نشان دهد. با توجه به گونه‌های مختلفی که در محیط‌های آبی زیست می‌کنند، نشان داده‌شده که نیاز حرارتی هرگونه، جهت تغذیه و تولیدمثل متفاوت بوده و می‌تواند بر روی رشد، تولیدمثل و بقایابی موجود تأثیرگذار باشد (دشتی و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از فاکتورهای محیطی که پراکنش و تعداد گونه‌های بنتوزها را مخصوصاً در سواحل به‌شدت تحت تأثیر خود قرار می‌دهد، اکسیژن محلول است. میزان حلالیت اکسیژن در آب تابعی از دما و شوری است. برطبق قوانین علم شیمی هر چه قدر مقدار شوری و دما افزایش پیدا کند. میزان انحلال اکسیژن در آب کاهش می‌یابد. حداکثر اکسیژن محلول در زمستان (۹ میلی گرم در لیتر) در ایستگاه ۹ و کمترین میزان اکسیژن محلول آب در تابستان با (۵/۶ میلی گرم در لیتر) ثبت شده است. که رابطه معکوس بین دمای آب و اکسیژن محلول را نشان می‌دهد که دلیل این مسئله ممکن است نوسانات شدید جزرومدی، تولیدات اولیه (واکنش‌های فتوسنتزی) و افزایش فعالیت‌های جلبک‌های تک‌سلولی (فیتو پلانکتون‌ها) باشد.

یکی دیگر از فاکتورهای بسیار مهم در مناطق ساحلی شوری آب است. میزان شوری در یک ساحل با توجه به تغییر فصل، توپوگرافی بستر و جذرومدها تغییر می‌کند. رابطه مستقیمی بین میزان شوری و دما وجود دارد. بارندگی‌های فصلی از دیگر عوامل مؤثر بر شوری آب دریاها است. چندین بررسی در حوزه اقیانوس هند نشان داده که عامل شوری بر تراکم و پراکنش موجودات به تنوعی تأثیر دارد (Kumar et al., 1994). در منطقه مورد مطالعه حاضر میانگین شوری برای تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای دو فصل چهار گرم در لیتر بوده است. دلیل این امر عمق کم و تبخیر سطحی توده‌های آبی است که موجب افزایش شوری و کاهش میزان اکسیژن محلول در آب می‌شود. از دلایل دیگر این است که بسترهای گلی در رابطه با شوری از تغییرات محسوسی برخوردار نیستند و علت آن نیز رسوبات دانه‌ریز در این بسترها است که باعث نگهداری آب در رسوب شده و در نتیجه از تغییرات شدید شوری جلوگیری می‌نماید (دشتی و همکاران، ۱۳۹۲).

Mculusky (۱۹۸۶) معتقد است برخلاف موجودات نکتونی و پلانکتونی تأثیر شوری برای موجودات بنتوزی از اهمیت کمتری برخوردار است. البته باید توجه داشت که شوری در مراحل لاروی ماکروبنتوزها تأثیرات متفاوتی دارند. به‌طور کلی زمانی که موجودات در حال تخم‌گذاری هستند و همچنین تخم و مراحل لاروی بسیاری از موجودات نسبت به افزایش شوری در مقایسه با گونه‌های بالغ حساس‌تر است. از فاکتورهای تأثیرگذار دیگر در سواحل میزان کدورت است که در مطالعه حاضر حداکثر مقدار کدورت در فصل زمستان با میانگین ۲۱۷ تیگرگی در ایستگاه شماره ۲ و حداقل مقدار کدورت در همین فصل با میانگین ۱/۲۲ تیگرگی در ایستگاه شماره ۱ ثبت شده است. همان‌طوری که مشخص است میزان کدورت در فصل زمستان بیشتر از تابستان است که از دلیل آن این است که در فصل زمستان براض بارش، وزش بادهای جریانات آبی تلاطم و برهم زنی آب‌ها افزایش می‌یابد که باعث افزایش میزان کدورت می‌شود. از فاکتورهای تأثیرگذار خصوصاً در مورد میزان انحلال آلاینده‌ها pH است. بیش‌تر آب‌های طبیعی دارای pH در حدود ۵ تا ۱۰ است ولی بیشترین نوسانات pH همه آب‌ها بین ۶/۵ تا ۹ قرار دارد (Boyd, 1982). نوسانات pH در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که این سواحل از نظر میزان pH معمولاً حالت پایداری دارند. اندازه‌گیری ثبت شده از مقادیر pH در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری و دوره‌های متفاوت نشان می‌دهد که حداکثر pH در فصل تابستان (۸/۱) و حداقل آن در فصل زمستان با میانگین (۷/۶۷) بوده است. درواقع این مقادیر بیانگر این مطلبند که آب‌های منطقه مطالعه شده حالت قلیایی دارند. در pH های ۶ تا ۹ رشد آبزیان مناسب و بین ۹ تا ۱۱ رشد کم و در pH مای بالا مرگ‌آور است. بررسی مقادیر pH از نقطه نظر میزان انحلال فلزات سنگین در آب دریاها مهم است. که اگر مقدار pH در یک منطقه از ۸ کمتر شود میزان آلاینده‌ها مخصوصاً فلزات سنگین مثل سرب، نیکل، کرم، مس، کادمیوم که شدیداً سمی هستند زیاده‌تر می‌شود. نتیجه مطالعه مهدوی سلطانی (۱۳۸۶) نشان داد که از نظر زمانی (فصول) و مکانی (ایستگاه) در خور غزاله و غنام بین مقادیر pH

اختلاف معنی‌داری وجود دارد (مهدوی سلطانی، ۱۳۸۶). سبزیابی (۱۳۸۲) در مطالعه خود حالت نسبتاً پایداری را برای مقادیر pH گزارش کرده است.

از دیگر فاکتورهای تأثیرگذار درصد مواد آلی است. حداکثر درصد مواد آلی در فصل تابستان در ایستگاه ۶ با میزان ۲۴/۳۸ درصد و حداقل درصد مواد آلی موجود در رسوبات در فصل زمستان ۱۹/۵۳٪ در ایستگاه ۲ ثبت شده است. در تابستان احتمالاً به دلیل کاهش جریان آب و افزایش دما، تجزیه مواد آلی و میزان آن در بستر افزایش یافته است. نتایج این مطالعه با نتایج رهبری (۱۳۸۴) و نیز با نتایج ممبینی (۱۳۸۶) مطابقت داشته است. بر طبق گزارش‌ها Venkatash parabhu و همکاران (۱۹۹۳) فراوانی پرتاران در آب‌های سواحل غربی هند رابطه مستقیم با میزان مواد آلی رسوبات داشته است. ولی Ansari و همکاران (۱۱۹۴) در بررسی خلیج Marmugao در بخش مرکزی سواحل غربی هند هیچ رابطه مشخص بین فراوانی بنتوزها و مقدار مواد آلی رسوبات به دست نیاورده است که بامطالعه حاضر مطابقت دارد.

ترکیب دانه‌بندی رسوبات بسترها، فاکتور مهمی است که علاوه بر تأثیر بر سایر فاکتورهای محیطی در پخش و پراکنش بنتوزها نقش مهمی را ایفا می‌کند (Gray, 1981). مطالعه ترکیب بستر منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن ذرات سیلتی - رسی در این بسترها دارد، به‌طوری‌که ذرات رسوبی کوچک‌تر از ۶۳ میکرون در بسیاری از ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری ترکیب عمده رسوب را تشکیل می‌دهد. و در برخی از مطالعات این موضوع به اثبات رسیده است (نبوی، ۱۳۷۸؛ مظاهری نژاد، ۱۳۸۰؛ خواجه پور، ۱۳۸۵ و منوچهری، ۱۳۸۷).

از خصوصیات مهم اجتماعات جانوری، تنوع آن‌ها است که این تنوع در اکوسیستم آبی بیش از هر چیز به ثبات فیزیکی محیط بستگی دارد. با افزایش شاخص تنوع در یک فصل میزان غالبیت کاهش یافته و بالعکس. به‌طور کلی تنوع در مناطق گرمسیری بیشتر از مناطق قطبی و معتدل است و علت آن ثبات بیشتر بستر است که به دنبال ثبات بیشتر شرایط آب و هوایی و اقلیمی در این مناطق حادث می‌گردد؛ بطوریکه بروز تغییرات شدید جوی و محیطی و پیدایش هرگونه آلودگی در آب‌های ساحلی می‌تواند باعث کاهش تنوع و تراکم بنتوزها گردد. طبق نظر ساندرز از نظر تنوع گونه‌ای بسترهای صخره‌ای، ماسه‌ای و گلی به ترتیب در مقام‌های اول، دوم و سوم قرار دارند. بر اساس این نظریه هر چه ناهمگونی (Heterogeneity) و پیچیدگی (Complexity) در محیط بیشتر باشد تنوع زیستگاه و همچنین تنوع گونه‌ای بیشتر می‌شود. در بسترهای ماسه‌ای و گلی با ساختار ساختمانی ساده (Structural simplicity) کاهش تنوع می‌شود و موجودات خاصی در این بسترها زندگی می‌کنند (Mahapatro et al., 2012).

میزان شاخص‌های تنوع در فصول مختلف نمونه‌برداری دارای نوسانات مشخصی بوده است. جهت ارزیابی تنوع زیستی ماکروبنتوزهای منطقه مورد مطالعه از شاخص شانون، سیمپسون، بریلوئین، یکنواختی هیل و غنای مارگالف و منهینیک استفاده گردید. بیشترین مقدار شاخص‌های شانون، مارگالف، بریلوئین، یکنواختی هیل، سیمپسون و منهینیک به ترتیب ۲/۵۱، ۲/۵۰۶، ۲/۳۹، ۰/۹۹۹، ۰/۸۹۵ و ۰/۸۳۵ به ترتیب در فصول تابستان، تابستان، زمستان، زمستان و زمستان ثبت شد. مقدار عددی شاخص‌های به‌دست آمده در این تحقیق با میزان آن در مطالعاتی که سابقاً در این منطقه انجام گرفته است مشابه است؛ به‌طور مثال می‌توان به تحقیق نبوی و همکاران در سال ۱۳۸۹ درخورد غزاله اشاره کرد که بیشترین مقدار را برای هر یک از شاخص‌های شانون وینر و سیمپسون به ترتیب ۲/۱۱ و ۰/۵۲ به دست آوردند (نبوی و همکاران، ۱۳۸۹). در بسترهای نرم منطقه، منطقه Bahia در مکزیک و شاخص تنوع شانون بین ۲/۰۶ تا ۴/۸ بوده است که نشانگر تنوع فوق‌العاده زیاد این منطقه در مقایسه با منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر بوده است (Castaneda and Harris, 2004). ممبینی (۱۳۹۲) حداکثر میزان شاخص سیمپسون در رودخانه جراحی ۰/۹ در فصل زمستان و حداقل این شاخص ۰/۵ در فصل تابستان نشان داده است. درواقع هرکجا که شاخص شانون بالا باشد نشان‌دهنده تنوع بالا و درنتیجه میزان شاخص سیمپسون که نشان‌دهنده احتمال تعلق افراد به گروه خاص است کاهش می‌یابد برعکس پایین بودن شاخص شانون نیز با بالا بودن شاخص سیمپسون همراه است.

طبق نتایج به‌دست‌آمده در مجموع تعداد ۲۳۸۰۸ عدد ماکروبتوز از چهار گروه مختلف مورد شمارش و شناسایی قرار گرفتند که بیشترین تراکم گروه ماکروبتوزی در فصل زمستان به دست آمد. نتایج شاخص‌های تنوع و درصد فراوانی ماکروبتوزها نیز نشان داد که توزیع افراد جانوری در بین گروه‌های به‌دست‌آمده در فصل تابستان، از توزیع یکنواخت بیشتری نسبت به فصل زمستان برخوردار بوده است لذا این موضوع بیانگر این مطلب است که گونه‌های موجود در فصل تابستان با سازگاری‌های فیزیولوژیکی از نظر دمایی و شرایط ویژه محیطی تا حد زیادی قادر به تکثیر و افزایش فعالیت‌های زیستی خود می‌باشند به‌نحوی که بیشترین تنوع را در طی این فصل شامل شده‌اند. با توجه به ارزش شیلاتی این منطقه و حضور انواع آبزیان خوراکی در منطقه و وابستگی تغذیه‌ای مستقیم یا غیرمستقیم این موجودات به بستر و همچنین با توجه به افزایش جمعیت و صنایع در اطراف این منطقه، و شرایط خاص خوریات از نظر نوسانات شدید جزرومدی مطالعه بر روی کف زیان آبری در آن و پایش زیستی منظم منطقه امری ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- پذیرا، ع. ا.، امامی، س. م.، کوه گردی، ا.، وطن‌دوست، ص. و اکرمی، و. ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر. مجله شیلات، ۲(۴): صفحات ۶۵-۷۰.
- خواجه پور، س. ۱۳۸۵. بررسی و تعیین تراکم، تنوع و توده زنده ماکروبتوزها در سواحل استان خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران. صفحه ۱۴۶.
- داراب پور، م. و نبوی، س. م. ب. ۱۳۹۱. بررسی مقایسه‌ای استراکودهای منطقه جزر و مدی و زیر جزر و مدی با استفاده از مقیاس بندی چندجهته در منطقه بحرکان: اقیانوس‌شناسی. صفحات ۱۲: صفحات ۳۷-۴۵.
- دشتی، س.، نظری پرچستان، س.، سبزقبایی، غ. و صادق صبا، م. ۱۳۹۲. ارزیابی زیستی پهنه‌های جزرومدی خور سماعیلی ماهشهر با استفاده ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(۱): صفحات ۱۵۵-۱۶۵.
- رهبری، ک. ۱۳۸۴. مطالعه تأثیر برخی از پارامترهای زیست‌محیطی بر روی اجتماعات ماکروبتیک در رودخانه کارون از بازه ملاثانی تا داروخین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات اهواز. صفحات ۴۷-۵۲.
- سبزقبایی، غ. ۱۳۸۲. بررسی تنوع زیستی ماکروبتوزها در آب‌های ساحلی منطقه لافت جزیره قشم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و تحقیقات اهواز. صفحه ۹۵.
- طباطبائی، ط.، امیری، ف.، پذیرا، ا. و ممینی، ش. ۱۳۸۹. مطالعه ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک رودخانه حله. مجله بیولوژی دریا، ۴(۱): صفحات ۳۷-۴۶.
- لالویی، ف.، زلفی نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا. و طالبی، د. ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر، ساری. صفحه ۳۹۴.
- مظاهری‌نژاد، م. و فرهاد، ا. ۱۳۸۰. شناخت کانونی و همبستگی فلزات سنگین با در رسوبات، خوریات موسی و عوامل مؤثر بر جذب و دفع آن‌ها رساله دکتری تخصصی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. صفحه ۸۰.
- ممینی، ش. ۱۳۸۶. مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبتیک به‌عنوان شاخص‌های آلاینده‌گی در رودخانه جراحی (محدوده مقبره سید عاشورا تا ورودی شهر شادگان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- ممینی، ش.، باقر نبوی، م. ۱۳۹۲. مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبتیک به‌عنوان شاخص‌های آلاینده‌گی در رودخانه جراحی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(۱): صفحات ۱۱۸-۱۲۵.
- منوچهری، ح.، نیکویان، ع.، ولی نسب، ت. و نژاد بهادری، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثرات سرب و کادمیوم بر آب، رسوب و جوامع ماکروبتیک خور زنگی (از انشعابات خور موسی در خلیج فارس)، مجله شیلات، ۲(۲).
- مهدوی سلطانی، ژ. ۱۳۸۶. مقایسه ساختار اجتماعات ماکروبتیک در خوریات غزاله و غنام از خوریات موسی به‌عنوان نشانگرهای زیستی آلودگی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و تحقیقات اهواز.

نبوی، س. م. ب.، ۱۳۸۷. بررسی ماکروبتوزهای خوربات ماهشهر با تأکید بر نقش آن‌ها در تغذیه آبزیان شیلاتی. رساله دکترا بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات. ۱۸۷ص.

نبوی، س. م. ب.، **یاوری، و.**، **سید مرتضایی، س. ر.**، **دهقان مدیسه، س. و جهانی، ن.**، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران در زیر قفس‌های پرورش ماهی‌خور غزاله (خورموسی)، مجله اقیانوس‌شناسی، ۱ (۱)، صفحات ۹-۱.

نیکویان، ع.، ۱۳۷۶. بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کف زی خلیج چابهار، رساله دکتری (بیولوژی دریا)، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران. ۱۸۶ص.

Ahmad, K., Mehdi, Y., Haque, R. and Mondol, P., 2010. Heavy metal concentrations in some macrobenthic fauna of the Sundarbans mangrove forest, south west coast of Bangladesh, pp.105-110.

Al-Darwish, H. A., Abdel-Gawad, E. A., Mohammad, F. H. and lotfy, M. M., 2005. Assessment of organic pollutants in the offshore sediment of Dubai, United Arab Emirates. Environ. Geol 48 (4),531-542. doi: 10.1007/s00254-005-1305-3.

Ansari, Z. A., Sreepada, R. A. and Kanti, A., 1994. Macrobenthic assemblage in the soft sediment of Marmugao harbour, Goa (Central Westcoast of India). Ind. J. Mar. Sci., Vol 23, Pp 225 _231.

Boyd, C. E., 1982. Water quality in warm water fish ponds. Elsevier science, Amsterdam. 318 Pages.

Bruyne, R. H. D. E., 2003. The complete encyclopedia of shell, International B.V., Lisse. P. 336.

Buchanan, J. B. and Kian, J. M., 1984. Measurement of the physical and chemical environment. In: Holme, N.A., McIntyre, A.D. Methods for the study of marine benthos. Blackwell scientific publications, Oxford, pp. 30-50.

Castaneda, V. D. and Harris, L. H. 2004. Biodiversity and structure of the polychaete fauna from soft bottoms of Bahia Todos Santos. Baja California. Mexico. Deep-Sea Research. 51:827-847.

Chen, K., Tian, S. and Jiao, J. J., 2010. Macrobenthic community in Tolo harbour, Hong Kong and its relations with heavy metals. Estuaries and coasts, 33(3), 600-608.

De Meira, J. R., 2013. Water Quality of the "Água Limpa" stream in the State Park Biribiri, Minas Gerais State, Brazil. Advances in Environmental Biology, 7(11): 3487-3496.

Dehghan, Madiseh, S., Esmaily, F., Marammazi J. and Koochak nejad, Gh., 2012. Benthic invertebrate community in Khur-e-Mussa creeks in northwest of Persian Gulf and the application of the AMBI. Iranian Journal of fisheries Sciences 11(3) 460-474.

EL-Wakeel, S. K. and Riley, J. P., 1966. Determination of organic carbon in the marine muds. Journal of Du Conseil International Exploration. 22. pp 180-183.

Gray, J. S., 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge university press. Cambridge. 185 Pp.

Guerra-Garcia, J. M. and Garcia-Gomez, J. C., 2005. Oxygen levels versus chemical pollutions: do they have similar influence on macro faunal assemblages? A case study in a harbour with two opposing entrances, Environmental pollution, 281-291.

Harkantra, S. N., Rodreigues, C. L., Parulaekar, A. H., 1982. Macrobenthos of the shelf off northeastern Bay of Bengal. Indian J. Mar. Sci., 11: 115-121.

Heler, J., 2003. offshore oil platforms and fouling communities in the southern Gulf. Marine pollution Bulletin. 44:843-860

Hernandez-Alcantara, P. and Solis-Weoss, V., 1991. Ecological aspects of the polychaete populations associated to the red mangrove Rhizophora mangle at Laguna de Terminos, southeastern part of Gulf of Mexico. Ophelia, Elsinore, 5 (Suppl):451-462.

Holm, N. A. and MachIntyre, A., 1984. Method for the study of Marine benthos. IBP Hand book, No 16.

Hutchings, P. A., 1997. The Terebellidae (Polychaeta) of Northern Australia with a key to all the described species of the region. In Proc. 6th Int. Mar. Biol. Workshop. The marine flora and fauna of Darwin Harbour, Northern Territory, Australia. (J.R. Hanley, G. Caswell, D. Megirian and H.K. Larson eds) pp. 133±161.

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.

- Jones, A. and Dawid, A., 1986.** Field guide to the sea shores of Kuwait And the Persian Gulf, university of Kuwait Distributed by Blandford press.
- Joydas, T. V., Krishnakumar, P. K., Qurban, M., Ali, S. M., Al-Suwailem, A. and Al-Abdulkhader, K., 2011.** Status of macrobenthic community of Manifa - Tanajib Bay System of Saudi Arabia based on a once-off sampling event. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 1249-1260.
- Kumar, S., Cheng, X., Klimasauskas, S., Mi, S., Posfai, J., Roberts, R. and Wilson, G. G., 1994.** The DNA (cytosine-5) methyltransferases. *Nucleic Acids Res.* 22, 1-10.
- Latha, C., Thanga, V. S. G., 2010.** Macroinvertebrate diversity of Veli and Kadinamkulam lakes, South Kerala, India. *Journal of environmental biology Academy of Environmental Biology India* 31, 543-547.
- Mahapatro, D., Mishra, K., Samal, 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.
- Martin, J. H., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Hunter, C. N. and Tanner, S. J., 1993.** Iron, primary production and carbon nitrogen flux studies during the JGOFS North Atlantic bloom experiment, *Deep Sea Res. Part II*, 40(1-2), 115-134, doi:10.1016/0967-0645(93)90009-C.
- McLusky, D. S., Bryant, V. I. C. T. O. R. I. A. and Campbell, R. U. T. H., 1986.** The effects of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates. *Oceanography & Marine Biology: An Annual Review*, 24, 481-520.
- Mitra, A., Banerjee, K. and Gangopadhyay, A., 2004.** Introduction to marine plankton. Daya Publishing House. 104 pp.
- Mohammadi Roozbahani, M., Nabavi, S. M. B., Farshchi, P. and Rasekh, A., 2010.** Studies on the benthic macroinvertebrates diversity species as bio-indicators of environmental health in Bahrekan Bay (Northwest of Persian Gulf). *African journal of Biotechnology* vol.9 (39), pp.
- Nassaj, S. M. S., Nabavi, S. M. B., Yavari, V., Savari, A. and Maryamabadi, A., 2010.** Species Diversity of Macrobenthic Communities in Salakh Region, Qeshm Island, Iran. *World*, 2(6), 539-544
- O'donell, M. A., 1982.** Persian Gulf Spionidae. - TSI 57-129 "Biostandards identification sheets". Illustrated keys to the flora and fauna of the Persian Gulf. Prepared for Persian American Oil Company Dharan, Saudi Arabia. 34 S. - Jeddah, Saudi Arabia Tetra Tech, LTD.
- Olomukoro, J. O. and Azubuike, C. N., 2009.** Heavy metals and macroinvertebrate communities in bottom sediment of Ekpan Creek, Warri, Nigeria. *Jordan Journal of Biol. Sciences*, 2(1), 1-8.
- Prabhu, V., Narayana, A. C. and Katti, R. J., 1993.** Macrobenthic fauna in nearshore sediments off Gangolli, west coast of India. *Indian journal of marine sciences*, 22(3), 168-171.
- Saghali, M., Baqraf, R., Hosseini, S. A. and Patimar, R., 2013.** Benthic community structure in the Gorgan Bay (Southeast of the Caspian Sea, Iran): Correlation to water physiochemical factors and heavy metal concentration of sediment. *International Journal of Aquatic Biology*, 1(5), 245-253.
- Saunders, J., Al Zahed, Kh. M. and Paterson, D., 2007.** The impact of organic pollution on the macrobenthic fauna of Dubai creek (UAE). *Marine pollution Bulletin*. 54(11):1715-1723. doi:10.1016/J.marpolbul.
- Shokat, P., Nabavi, S. M. B., Savari, A. and Kochanian, P., 2010.** Ecological quality of Bahrekan coast, by using biotic indices and benthic communities. *Transitional Waters Bulletin*, 4(1), 25-34.
- Sterrer, W., 1986.** Marine Fauna and flora of Bermuda, John Wiley & Sons. Inc. PP. 232-256.
- Venkatesh Prabhu, H., Narayana, A. C. and Katti, R. J., 1993.** Macro benthic fauna in near shore sediments of Gangoli, west coast of India. *Ind. J. mar. Sci.*, vol 22, Pp 168 - 171.
- Walton, S. G., 1974.** "Hand book of marine science." Vol 1. CRC Press. Cleveland. Pp 117.