مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

بررسی فراوانی ماکروبنتوزها و رابطه آن با عوامل محیطی دهانه خلیج گرگان (جنوب شرق دریای خزر)

سلاله ترابی[۱]، محمد قلی زاده*[۱]، حجت الله جعفریان[۱]، محمد فرهنگی[۱]

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Gholizade_mohammad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۰ **تاریخ بازنگری:** ۱۳۹۹/۰۶/۲۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۹/۰۶/۲۳

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/jmst.2020.224901.2361

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی جمعیت ماکروبنتوزها و ارتباط آنها با عوامل محیطی در محدوده ورودی خلیج گرگان است. بررسی فروانی بی‌مهرگان کف‌زی طی سال۱۳۹۶ در سه فصل از ۹ ایستگاه در سه منطقه دهانه ورودی خلیج، ساحل آشوراده و محدوده پرورش ماهی خاویاری با استفاده از نمونه بردار گرب (۲۲۵ سانتی متر مربع) با سه تکرار انجام شد. در این بررسی، در مجموع فون کفزیان شامل: ۳ شاخه، ۶ رده، ۱۲ خانواده و ۱۲ جنس شناسایی شدند. بیشترین فراوانی مربوط به پرتاران جنس‌های *(Streblospio) gynobranchiata* (۱۷۷±۲۳۴۷ عدد، ۴۷ درصد) و نرئیس (Hediste diversicolor) (۱۰۱±۸۷۳، ۱۷ درصد) بود. بیشترین فراوانی گونه ای در فصل بهار و کمترین فراوانی گونه در فصول پاییز مشاهد شد. کمترین مقدار شاخص شانون (۱/۱۲) و یکنواختی (۰/۶۲) در محدوده پرورش ماهی بدست آمد. همچنین نمودار dbRDA براساس مدل DistLM نشان داد که متغیرهای دمای آب، شوری و رس در درجه اول و متغیر شن، سیلت و اکسیژن محلول در درجه دوم در ایجاد اختلافات فراوانی ماکروبنتوزها میان ایستگاه‌های مختلف در فصول نمونه‌برداری نقش داشتند. با توجه به این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که ماکروبنتوزها در فصول و مکان‌های مختلف دارای تغییرات زیادی در فراوانی و شاخص تنوع هستند. بنابراین در هنگام استفاده از این جوامع برای ارزیابی اثر عوامل زیست محیطی، باید تغییرات طبیعی آن‌ها را در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: بی‌مهرگان کف‌زی، فراوانی، عوامل محیطی، خلیج گرگان

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه

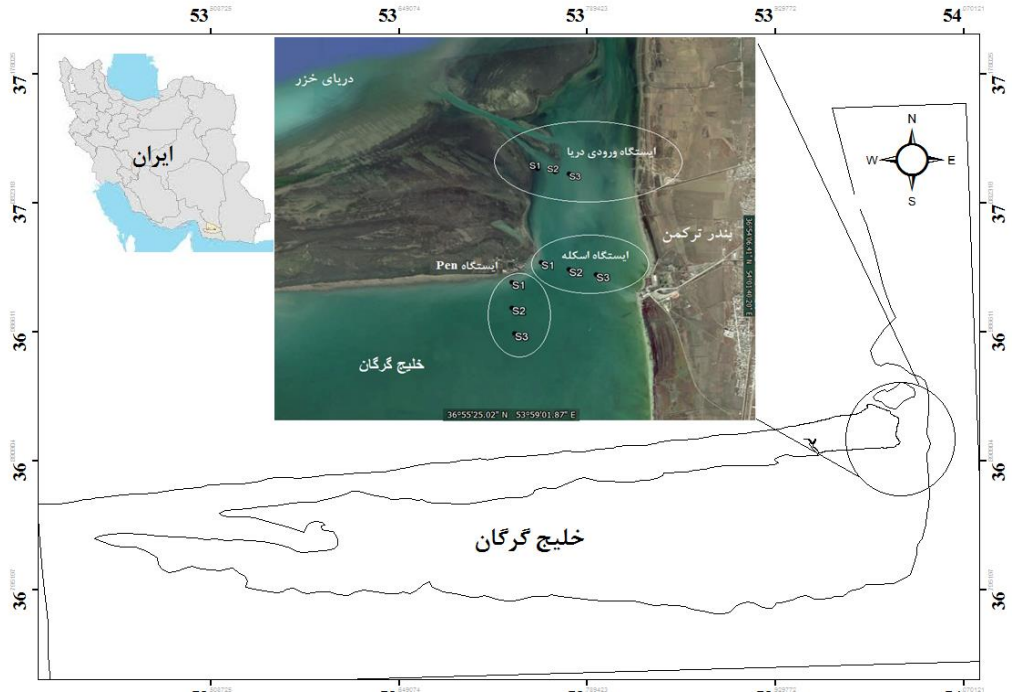
شناسایی موجودات زنده و بررسی شاخص‌های زیستی آن در ارزیابی اکوسیستم خلیج دارای اهمیت است (Cooper and Knight, 1991). ماکروبنتوزها بخشی از زنجیره غذایی زیستگاه های آبی بوده و نیاز غذایی بسیاری از گونه های آبزی به ویژه ماهیان را تامین می نمایند (Gholizadeh et al., 2012). موجودات ماکروبنتوزها در تغذیه ماهیان کف زی خوار و حتی بطور غیر مستقیم در تغذیه برخی از ماهیان سطح زی اهمیت دارند. در دریای خزر موجودات کفزی دارای اهمیت ویژهای هستند، زیرا ۷۰-۸۰ درصد غذای مصرفی ماهیان با ارزش اقتصادی (استخوانی و غضروفی) را تامین می‌نمایند (Soleimani, 1994). بنتوزها مواد آلی با منشأ درون زا و برون زا را معدنی می کنند، همچنین به عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده سایر آبزیان قرار گرفته و می توانند به عنوان نمایه های از میزان کل تولیدات و شاخص زنده در آب حساب آیند (Wang et al., 2014).

بی مهرگان کفزی با داشتن رژیم غذایی گوناگون به عنوان یک فیلتر برای آبها عمل کرده و در بهبود کیفیت آبها موثرند و هرگونه تغییر در محیط زیست پیرامون آنها صدمات زیانباری را به این اجتماعات وارد می کند (Occhipinti Ambrogi and Forni, 2004). شرایط مختلف اکولوژیکی مانند عمق، دما، فصل، شوری، اکسیژن محلول، pH، میزان مواد آلی و دانه بندی رسوبات بستر روی پراکنش و تنوع درشت بی مهرگان کفزی موثرند (Bremner, 2005). این عوامل به مقدار بسیار زیادی تحت تأثیر اثرات منطقه‌ای مانند آلودگی جوی، فاضلاب‌ها، پساب‌های کشاورزی و فعالیت‌های آبزی پروری می‌باشند. تأثیر آلاینده‌ها برموجودات با توجه به نوع و حجم ورودی آنها متفاوت است. این اثرات در بالاترین سطوح موجب ازبین رفتن فون و فلور منطقه شده و در مقادیر کم موجب حذف گونه های حساس از منطقه و حضور فراوان گونه های مقاوم می شوند (Bustos-Baez and Frid, 2003)، با توجه به اینکه گونه های مقاوم اکثراً کم تحرک و وابسته به بستر هستند، لذا توسط محققین زیادی به عنوان شاخص های زیست محیطی بحران ها و پایش اثرات آلودگی مورداستفاده قرار گرفته‌اند (Diaz et al., 2003; Grebmeier et al., 2006; Lin et al., 2018).

خلیج گرگان یک اکوسیستم نیمه بسته با شرایط زیستی مناسب برای آبزیان است. از نظر مسائل بوم‌شناختی و اقتصادی واجد ارزش‌های فراوان است که تا به امروز بخش ورودی این اکوسیستم کمتر مطالعه شده است. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در مورد فراوانی و تنوع ماکروبنتوزها در خلیج گرگان صورت گرفته است. نتایج مطالعه‌ای که بر پراکنش، فراوانی و توده زنده ماکروبنتوزهای خلیج گرگان انجام شد، نشان داد که در مجموع ۱۳ خانواده از موجودات ماکرو بنتوز جداسازی و شناسایی شد (Saghali et al., 2012). در مطالعه‌ای دیگر به پراکنش و نوسانات فصلی ماکرو بنتوز خلیج گرگان (جنوب شرقی دریای خزر) با اندازه‌گیری دانه بندی رسوبات بستر و میزان مواد آلی طی دوره یک ساله و به صورت فصلی از زمستان ۱۳۸۳ تا پائیز ۱۳۸۴ پرداخته شد. به‌طور کلی هفت گروه از ماکروبنتوزها شناسایی و جداسازی شد که بیشترین فراوانی به‌ترتیب مربوط به پرتاران با ۴۲ درصد، شکم پایان با ۲۶ درصد، دوکفه‌ای‌ها با ۱۹ درصد نسبت به کل جمعیت ماکروبنتوزها بود. حداکثر فراوانی ماکروبنتوزها مربوط به فصل تابستان و معادل ۳۴۱ عدد در مترمربع و حداقل آن مربوط به فصل زمستان و معادل ۱۹۹ عدد در مترمربع تعیین گردید (Mousavi Keshka et al., 2010). مطالعه‌ای بر اثرات پرورش ماهیان خاویاری بر پراکنش، تراکم و توده زنده بزرگ بی‌مهرگان در خلیج گرگان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در مجموع ۱۱ جنس و ۱۰ خانواده از ۳ شاخه بزرگ جانوری شامل نرمتنان، بندپایان و کرمها مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده بیشترین درصد فراوانی نمونه‌ها متعلق به شکم پایان و کمترین درصد فراوانی آن متعلق به خانواده گاماریده از سخت پوستان بودند (Farhangi et al., 2017). باتوجه به این موارد مطالعه و بررسی بوم‌شناختی، تنوع بنتوزهای ورودی خلیج گرگان و رابطه عوامل محیطی با فراوانی بی‌مهرگان کفزی لازم است تا با نمونه‌برداری فصلی از جانوران منطقه به الگوهای تجمعی موجودات بنتیک منطقه دست یافت.

۲. مواد و روش‌ها

خلیج گرگان تنها خلیج ایران در سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشد که در کنوانسیون رامسر به عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره به ثبت رسیده است. خلیج گرگان در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی قرار گرفته است. وسعت خلیج حدود ۴۶۶ کیلومترمربع و دارای حداکثر طول ۶۰ و حداکثر عرض ۱۲ کیلومتر می‌باشد. خلیج گرگان کم عمق بوده و دارای میانگین عمق ۱/۵ متر و حداکثر عمق ۳/۶ متر می‌باشد. (Gholizadeh and Patimar, 2018). تنها راه ارتباطی مستمر خلیج گرگان با آب‌های دریای خزر دهانه آشوراده بندرترکمن و دهانه چاپاقلی در شمال شرقی خلیج می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig. 1- Location of the study area

نمونه برداری در سه فصل از بهار تا پاییز ۱۳۹۶ از ۳ منطقه و از هر منطقه ۳ ایستگاه (ایستگاه اول ورودی خلیج، ایستگاه دوم بین ساحل اسکله و آشوراده و ایستگاه سوم در محدوده قفس‌های پرورش ماهی خاویاری)، با ۳ تکرار انجام گردید. مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری در جدول (۱) آمده است. جهت نمونه برداری بی‌مهرگان کف‌زی از نمونه بردار رسوب مدل Van Veen با سطح مقطع ۲۲۵ سانتی متر مربع استفاده شد. نمونه های هر ایستگاه پس از انتقال به آزمایشگاه بااستفاده از الک با چشمه ۶۳ میکرون شستشوداده شده و سپس موجودات باقی مانده در الک، با فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و برای شمارش و شناسایی نگهداری شدند. نمونه‌های ماکروبنتوز به تفکیک شمارش و با در نظرگرفتن سطح دهانه بنتوزگیر تعداد آن در مترمربع محاسبه شد. با استفاده از کلیدهای شناسایی (Needham and Needham, 1962; Schultz, 1979; Thorp and Covet, 1991) تا حد خانواده و جنس شناسایی گردید.

درصد مواد آلی از اختلاف وزن قبل و بعد از سوزاندن رسوب خشک (۷۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت) در دمای ۵۵۰ درجه به مدت ۶ ساعت در کوره محاسبه شد (Buchanan et al., 1984).

مقداری از رسوب (به‌اندازه تقریبی یک قاشق غذاخوری) به درون پتری دیش منتقل شده و به مدت هشت ساعت در درجه حرارت ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد، در داخل آون، کاملا خشک شد .مقدار ۲۵ گرم از رسوب خشک، توزین و در داخل بشر به آن ۲۵۰ سانتیمتر مکعب آب معمولی و ۱۰سانتیمتر مکعب محلول سدیم هگزامتافسفات ۶/۲ گرم در لیتر اضافه شد(برای جداسازی ذرات رسوب) پس ازآن که مخلوط فوق به مدت حدود ۱۵ دقیقه هم زده شد، در مکان آرامی به مدت هشت ساعت، کاملا بی‌حرکت قرار داده شد تا مواد جامد آن ته‌نشین شوند .محتوای بشر، دوباره به مدت ۱۵دقیقه به هم زده و سپس در آون خشک شد. رسوب خشک، توسط الکهای استاندارد (۱۰۰۰، ۴۲۵، ۱۲۵ و ۶۳ میکرون) الک شد. رسوبات باقیمانده روی هر الک توزین شده و درصد وزنی هر گروه از کل نمونه اولیه ۲۵ گرمی محاسبه شد. اختلاف مجموع جرم رسوبات باقیمانده روی هر یک از الکها با کل رسوب ۲۵ گرمی اولیه مربوط به ذرات سیلت و رس بوده که باید محاسبه گردد (Eleftheriou and McIntyre, 2005).

از شاخص‌های تنوع زیستی برای نشان دادن تنوع گونه‌های ماکروبنتوز استفاده شده است که شامل: شاخص Taxa (تعداد گونه‌ها)، شاخص فراوانی گونه‌ها، شاخص شانون وینر و شاخص

جدول ۱ – مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری از خلیج گرگان (۱۳۹۶)

Table 1- Geographical coordinates of sampling stations of Gorgan Bay (2017)

ایستگاه		طول جغرافیای E	عرض جغرافیایی N	عمق (متر)
دهانه ورودی خلیج	۱	۰۲°۵۴′۱۶ ″	۵۴°۳۶′۴۸″	۲/۰۸
	۲	۰۲°۵۴′۲۱ ″	۵۴°۳۶′۲۱″	۲/۳
	۳	۰۲°۵۴′۵۳ ″	۵۳°۳۶′۵۴″	۱/۸
بین اسکله و آشوراده	۴	۰۱°۵۴′۴۹ ″	۵۴°۳۶′۵۳″	۱/۶
	۵	۰۱°۵۴′۵۴ ″	۵۴°۳۶′۲۲″	۲/۴
	۶	۰۱°۵۴′۵۱ ″	۵۳°۳۶′۵۷″	۱/۴
قفس های پرورش ماهی خاویاری	۷	۵۸°۵۳′۳۹,۲ ″	۵۳°۳۶′۵۲″	۰/۷
	۸	۵۸°۵۳′۳۹,۰۵ ″	۵۳°۳۶′۵۱″	۱/۰۳
	۹	۵۸°۵۴′۳۸ ″	۵۳°۳۶′۴۹″	۱/۱

مارگالف که بوسیله نرم افزار PRIMER Ver.6 محاسبه شدند.

نرمالیته داده‌ها با تست Kolmogorov-Smirnov بررسی گردید و جهت تعیین سطوح اختلاف بین میانگین فراوانی بی‌مهرگان کف‌زی در بین مناطق، ایستگاه‌ها و فصول مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون Tukey استفاده گردید. آنالیز داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS -26 در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای بررسی تفاوت ماکروبنتوز در ایستگاه‌های مطالعاتی از آزمون خوشه‌بندی (Cluster analysis) و مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک (n.MDS) با استفاده از شاخص شباهت نسبتی Bary-curtis، با تبدیل ریشه دوم داده‌ها برای همه نمونه‌ها در ماتریس گونه‌های اصلی درشت بی‌مهرگان در ایستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار PRIMER Ver.6 انجام گرفت (Clarke and Ainsworth, 1993). همچنین به منظور بررسی روابط بین عوامل محیطی و فراوانی جوامع درشت بی مهرگان کفزی، بعد از مشاهده شیب تغییرات که کمتر از ۳ بدست آمد، از آنالیز dbRDA براساس مدل DistLM در نرم افزار PRIMER Ver.6 انجام شد، علاوه بر جزییات نتایج dbRDA از طول بردار هر متغییر می توان به شدت تاثیر آن بر توزیع جوامع درشت بی مهرگان کفزی نیز پی برد.

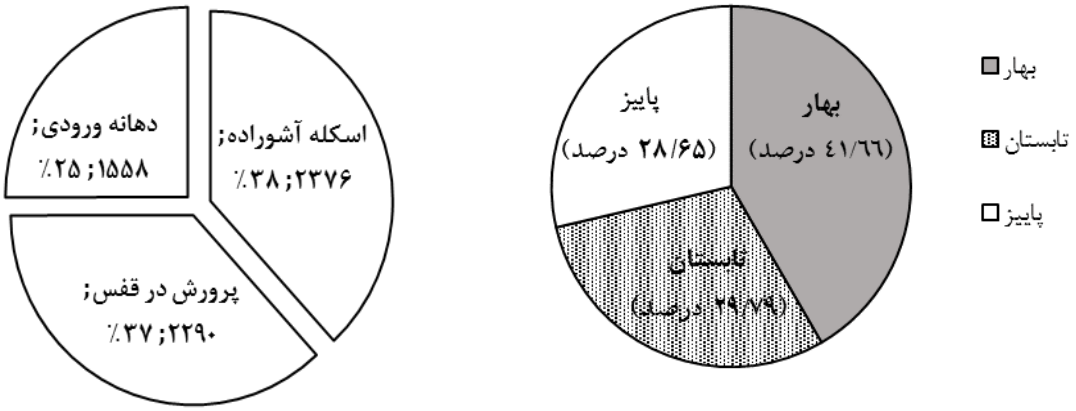
۳. نتایج

در این بررسی، ماکروبنتوزهای شناسایی شده در دهانه خلیج گرگان از سه سایت مختلف طی فصول مختلف سال ۱۳۹۶ شامل: شاخه، ۶ رده، ۱۲ خانواده و ۱۲ جنس شناسایی شدند (جدول ۲). بیشترین فراوانی مربوط به خانواده *Spionidae* و جنس *Streblospio gynobranchiata* با فراوانی ۱۷۷±۲۳۴۷ عدد (۴۷ درصد) بود و بعد از آن خانواده‌های *Nereidae*، گونه *Hediste diversicolor* و *Naididae*، گونه *Tubificoides fraseri* به ترتیب با فراوانی ۱۰۱±۸۷۳ (۱۷ درصد) و ۱۱۴±۷۸۲ (۱۵ درصد) است. کمترین درصد بی‌مهرگان (کمتر از ۱ درصد) مشاهده شده متعلق به *Stenocuma gracilis* و *Dreissena polymorpha* به ترتیب با فراوانی ۶ و۴ عدد در طول دوره نمونه‌برداری است. بیشترین فراوانی شکم‌پایان (۴۴±۱۹۸ عدد،۱۵/۳۷ درصد) در ورودی خلیج و کمترین فراوانی (۲۳±۱۵۵ عدد، ۸/۱۹ درصد) در محدوده پرورش در قفس مشاهده شد. بیشترین فراوانی شیرونومیده در مکان بین اسکله و آشوراده (۸۸ عدد) مشاهده گردید. از شاخه بندپایان تنها گونه *Pontogammarus rubustoides* مشاهده که بیشترین فراوانی آن در مکان پرورش ماهی (۱۷±۵۹ عدد، ۳/۵ درصد) است. در بین گروه‌های شناسایی شده بیشترین درصد تراکم در منطقه مورد مطالعه به پرتاران اختصاص داشت. بیشترین فراوانی (۶۱۹±۹۸ عدد، ۳۲/۴۳ درصد) اندازه‌گیری شده از پرتاران در مکان‌های مختلف مربوط به ایستگاه ۵ (بین اسکله و آشوراده) است. همچنین اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های ۴ و ۸ با دیگر ایستگاه‌ها از نظر فراوانی بی‌مهرگان مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲- فراوانی موجودات شناسایی شده در طول دوره نمونه برداری از دهانه خلیج گرگان
Table 2- Abundance of identified organisms during the sampling period of Gorgan Bay the mouth part

		ورودی خلیج			بین اسکله و آشوراده			پرورش در قفس		
خانواده	جنس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
Semelidae	*Abra segmentum*	۳۱	۳۷	۳	۱۲	۶	۰	۸	۹	۳۶
Cardiidae	*Cerastoderma glaucum*	۲۶	۳۰	۳۸	۱۹	۴۷	۳۹	۶	۳۰	۳۸
Cardiidae	*Didacna* sp.	۱	۴	۳	۰	۱۰	۱۰	۰	۱	۴
Dreisseniidae	*Dreissena polymorpha*	۰	۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
Hydrobiidae	*Pyrgohydrobia sp*	۹	۹	۲	۱	۲۱	۱۹	۳	۱۰	۱۰
Nereididae	*Hediste diversicolor*	۹۹	۹۵	۴۰	۱۰۲	۱۳۶	۵۸	۱۶۸	۱۰۴	۷۵
Spionidae	*Streblospio gynobranchiata*	۱۸۷	۱۹۵	۱۰۹	۳۶۵	۴۵۵	۱۵۱	۱۹۳	۳۹۷	۳۴۴
Ampharetidae	*Hypaniola kowalewskii*	۱۴	۱۳	۲	۱۸	۲۸	7	۲۲	۴	۴۰
Naididae	*Tubificoides fraseri*	۶۸	۹۵	۵۳	۸۶	۱۳۲	۵۹	۶۰	۸۰	۱۴۹
Gammaridae	*Pontogammarus rubustoides*	۴	۶	۳۶	۱	۶	۲۶	۰	۰	۵۹
Pseudocumidae	*Stenocuma gracilis*	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰
Chironomidae	*Chironomus albidus*	۱۵	۲۷	۳۲	۱۱	۴۰	۳۷	۶	۹	۲۸

بیشترین درصد از کل بی‌مهرگان مکان اسکله آشوراده (۲۳۷۶±۲۵۵ عدد، ۳۸ درصد) و کمترین فراوانی مربوط به ورودی خلیج (۲۸۶±۱۵۵۸ عدد، ۲۵ درصد) بود. بالاترین فراوانی گونه‌های کفزیان در فصول بهار و کمترین فراوانی در فصل تابستان مشاهد شد (شکل ۲). همچنین فصل بهار با دیگر فصول نمونه برداری اختلاف معنی داری را نشان داد ($p<0/05$).

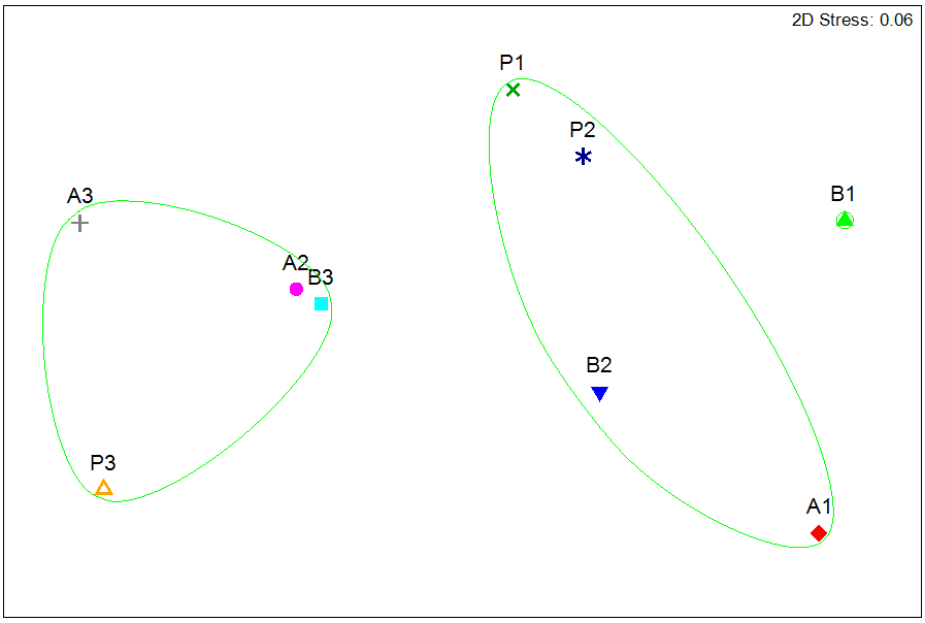


شکل ۲- درصد فراوانی کفزیان در فصول و مکان‌های مختلف سال در منطقه مطالعاتی از خلیج گرگان

Fig. 2- Percentage of benthic abundance in different seasons and stations of the year in the study area of Gorgan Bay

در مقیاس‌گذاری چند بعدی (MDS) گروه‌های ماکروبنتوزها به‌طور واضح به ۳ گروه تقسیم شدند. در گروه اول که با فاصله نسبت به دو گروه دیگر قرار گرفته است، شامل ایستگاه ۱ در فصل بهار در مکان ورودی خلیج می‌باشد. در گروه دوم

ایستگاه‌هایی که ازنظر فراوانی تقریباً نزدیک به هم بودند حوالی یک نقطه کنار هم قرار گرفتند. در گروه سوم نیز ایستگاه‌های که از ساحل فاصله دارند (ایستگاه ۳ از هر مکان) در فاصله کمی از هم واقع شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- مقیاس‌گذاری چند بعدی (MDS) در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف از منطقه مطالعاتی از خلیج گرگان (۱۳۹۶). B= ورودی خلیج، A= آشوراده، P= پرورش ماهی (اعداد نشان‌دهنده ایستگاه‌ها در هر مکان است).

Fig. 3- Multidimensional scaling (MDS) between sampling stations in different seasons of the study area of Gorgan Bay (2017). B = Bay entrance, A = Ashuradeh, P = fish farming (Numbers indicate stations in each location).

بررسی شاخص شانون تغییراتی را در بین ایستگاه‌ها نشان داد. دامنه این شاخص از ۱/۱۲ تا ۱/۷۶ بود. به‌طوری‌که بالاترین مقدار آن در ورودی خلیج و در ایستگاه ۱ و کمترین مقدار این شاخص در محدوده پرورش ماهی برای ایستگاه ۹ بدست آمد (جدول ۳). نتایج نشان داد که شاخص تنوع شانون بین منطقه ساحل و میانه دهانه خلیج اختلاف معنی داری نشان دادند($p<۰/۰۵$). همچنین فصل بهار با دیگر فصول نمونه برداری اختلاف معنی داری را در شاخص شانون نشان دادند($p<۰/۰۵$).

بررسی شاخص غنای گونه‌ای مارگالف تغییرات محسوسی در بین ایستگاه‌ها نشان داد. دامنه این شاخص از ۰/۷۴ تا ۱/۲۲ بود. به‌طوری‌که بالاترین مقدار آن در ورودی خلیج و در ایستگاه ۱ مشاهده شد و کمترین مقدار این شاخص در پرورش ماهی و در ایستگاه ۸ بدست آمد (جدول ۳). شاخص غنای گونه‌ای مارگالف اختلاف معنی داری را در بین ایستگاه‌های ساحلی با میانی، فصول و ایستگاه‌های مختلف نشان داد($p<۰/۰۵$).

دامنه شاخص یکنواختی گونه‌ای از ۰/۶ تا ۰/۸۴ بود، که تغییرات محسوسی در بین ایستگاه‌ها نشان نداد. به‌طوری‌که بالاترین مقدار آن در ورودی خلیج (ایستگاه ۱) و پرورش ماهی (ایستگاه ۷) و کمترین مقدار این شاخص در بین اسکله و آشوراده از ایستگاه ۵ بدست آمد (جدول ۳). نتایج نشان داد که شاخص یکنواختی پیلو بین مناطق، ایستگاه‌ها و فصول نمونه برداری از دهانه خلیج گرگان اختلاف معنی داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). کمترین مقدار آن در ایستگاه ۷ (۵۳/۱ درصد) در فصل بهار مشاهده شد. میانگین دوره مورد بررسی از مواد آلی در خلیج ۵/۱۶ درصد اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان کل مواد آلی در ایستگاه ۷ در فصل بهار و کمترین آن در ایستگاه ۱ در فصل پاییز مشاهده شد (جدول ۴).

میانگین دمای آب در منطقه نمونه برداری از خلیج گرگان ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. بیشترین مقدار (۱۸/۹ سانتی‌گراد) در فصل تابستان و کمترین مقدار آن (۱۷/۹ سانتی‌گراد) در فصل پاییز مشاهده شد. نتایج تغییرات دمایی اندازه‌گیری شده یک روند کاهشی از بهار به پاییز نشان داد. تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه اختلاف معنی‌داری بین میزان درجه حرارت در فصول مختلف نشان داد($p<۰/۰۵$). میانگین شوری ppt ۱۰/۹ اندازه‌گیری شد که نشان‌دهنده لب شور بودن این محیط است.

جدول ۳: میانگین شاخص زیستی محاسبه شده از ایستگاه‌های مختلف در منطقه مطالعاتی از خلیج گرگان (۱۳۹۶)

Table 3– Average of biological index calculated from different stations in the study area of Gorgan Bay (2017)

منطقه	ایستگاه	تعداد گونه	فراوانی گونه‌ها	شانون-وینر	غنای گونه‌ای مارگالف	یکنواختی پیلو
ورودی خلیج	۱	۹	۴۷۳±۲۱	۱/۷۶±۰/۳۳	۱/۲۲±۰/۱۵	۰/۸۴±۰/۱۳
	۲	۸	۶۴۲±۳۳	۱/۵۶±۰/۲۵	۰/۹۷±۰/۱۸	۰/۸±۰/۱۱
	۳	۸	۵۹۰±۴۸	۱/۵۱±۰/۳۱	۰/۹۹±۰/۲۳	۰/۷۷±۰/۱
بین اسکله و آشوراده	٤	۸	۸۶۴±۱۰۱	۱/۴۵±۰/۴۱	۰/۹۱±۰/۲۳	۰/۷۵±۰/۱۲
	٥	۸	۷۹۷±۹۸	۱/۱۶±۰/۳۶	۰/۹۳±۰/۳۳	۰/۶±۰/۱
	٦	۷	۶۲۴±۱۱۱	۱/۳۲±۰/۲۳	۰/۹۸±۰/۲۶	۰/۶۸±۰/۱۱
پرورش در قفس	۷	۷	۵۰۸±۷۸	۱/۴۹±۰/۲۹	۰/۸۵±۰/۳۱	۰/۸۳±۰/۱۵
	۸	۶	۹۷۳±۱۱۳	۱/۲۵±۰/۲۳	۰/۷۴±۰/۲۴	۰/۷±۰/۱۴
	۹	۶	۷۵۳±۸۵	۱/۱۲±۰/۳۱	۰/۷۸±۰/۳۱	۰/۶۲±۰/۱۲

جدول ٤. مقادیر میانگین و انحراف معیار عوامل محیطی در ایستگاه‌های مطالعاتی در فصول مطالعاتی در خلیج گرگان (۱۳۹۶)

Table 4– Mean values and standard deviation of environmental factors in study stations in study seasons in Gorgan Bay, 2017

مکان	مواد آلی (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	شوری (ppt)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	عمق (متر)	درجه حرارت (°C)
دهانه خلیج								
۱	۴/۱±۱۸/۵	۱۱/۲±۷/۲	۲۵/۲±۶/۲	۶۲/۲±۷/۲	۸/۱±۸/۲	۹/۱±۳/۲	۲/۰±۰۸/۵	۱۸/۴±۷/۲
۲	۴/۱±۸/۳	۱۶/۳±۹/۲	۲۲/۳±۶/۱	۶۰/۲±۵/۲	۱۰/۰±۱/۷	۹/۱±۱/۱	۲/۰±۳/۲	۱۸/۶±۸/۱
۳	۴/۲±۶۸/۲	۱۲/۲±۶/۴	۲۳/۲±۱/۶	۶۳/۲±۱/۲	۹/۱±۸/۴	۹/۱±۵/۳	۱/۰±۸/۳	۱۸/۷±۷/۸
اسکله آشوراده								
۴	۵/۱±۸/۵	۱۲/۴±۴/۴	۱۸/۴±۲/۲	۶۹/۲±۴/۴	۱۱/۱±۸/۲	۸/۱±۳/۲	۱/۰±۶/۵	۱۸/۴±۱/۹
۵	۵/۱±۳/۳	۸/۳±۶/۱	۳۵/۵±۱/۱	۵۶/۴±۳/۱	۱۱/۰±۱/۷	۸/۱±۴/۱	۲/۰±۴/۲	۱۷/۵±۹/۳
۶	۵/۲±۲/۲	۱۶/۲±۱/۷	۱۵/۳±۸/۶	۶۸/۷±۱/۲	۱۱/۱±۶/۴	۸/۱±۶/۳	۱/۰±۴/۳	۱۸/۵±۲/۸
قفس پرورش ماهی								
۷	۶/۱±۱/۵	۲۸/۵±۴/۴	۱۸/۴±۲/۲	۵۳/۶±۱/۸	۱۱/۱±۹/۱	۸/۱±۶/۳	۰/۰±۷/۳	۱۸/۴±۹/۹
۸	۵/۱±۴/۳	۲۳/۶±۵/۱	۱۵/۵±۷/۱	۵۸/۵۵±۸	۱۱/۰±۷/۹	۸/۱±۷/۴	۱/۰±۱/۴	۱۸/۵±۶/۳
۹	۵/۲±۱/۲	۱۹/۸±۲/۱	۲۰/۳±۸/۶	۸±۶۱/۹	۱۱/۱±۷/۲	۸/۱±۷/۱	۱/۰±۳/۲	۱۸/۵±۵/۱

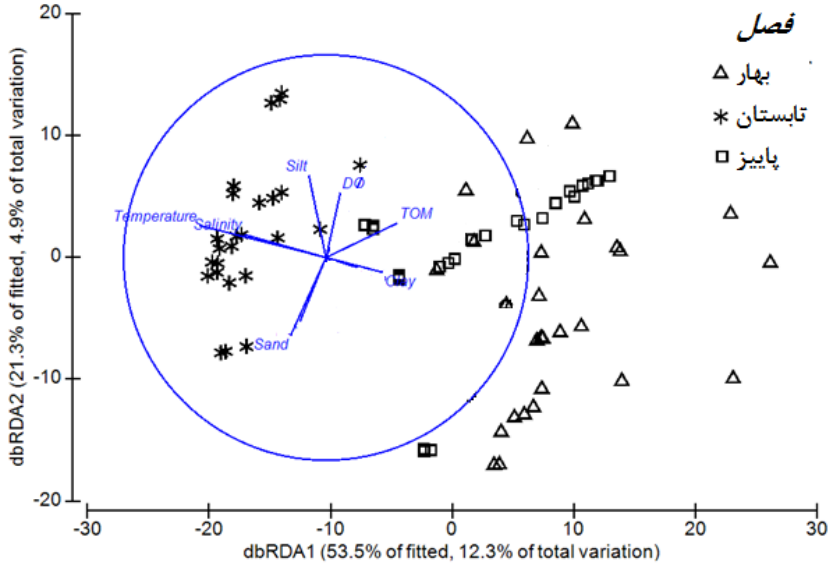
بیشترین مقدار شوری (۱۱/۹ ppt) در فصل تابستان و کمترین مقدار آن (۸/۸ ppt) در فصل پاییز ثبت گردید. میانگین میزان اکسیژن محلول در دهانه خلیج ۸/۸ میلی‌گرم بر لیتر است. بیشترین مقدار اکسیژن محلول (۹/۵ میلی‌گرم بر

لیتر) در فصل پاییز و کمترین مقدار آن (۸/۳ میلی‌گرم بر لیتر) در فصل تابستان ثبت گردید. تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه اختلاف معنی‌داری بین میزان اکسیژن محلول در فصول مختلف نشان داد($p<۰/۰۵$).

در بررسی دانه‌بندی رسوبات، میانگین دوره بررسی از میزان شن، سیلت و رس را در منطقه نمونه‌برداری از خلیج به ترتیب ۱۵/۶۳، ۲۸/۳۹ و ۵۵/۹۸ درصد نشان داد. نتایج نشان داد که دانه‌بندی بستر منطقه مطالعاتی از خلیج گرگان، سیلت لوم (متشکل از سیلت و شن) می‌باشد. بیشترین مقدار شن در مکان پرورش ماهی و ایستگاه ۷ (۲۸/۴درصد) و کمترین مقدار آن در مکان بین اسکله و آشوراده و ایستگاه ۵ (۸/۶ درصد)، بیشترین مقدار سیلت (۳۵/۱ درصد) در ایستگاه ۵ و کمترین (۱۵/۷ درصد) در ایستگاه ۸ و همچنین بیشترین مقدار رس در ایستگاه ۶ در فصل تابستان و فصول مختلف نشان دهنده تأثیر قابل توجه این عامل بر تفکیک فصل تابستان از فصول بهار و پاییز است. درمجموع با توجه به نمودار حاصل می‌توان بیان کرد که پارامتر دمای آب، شوری و رس توانستند ۱۲/۳ ٪ از واریانس کل موجود در داده‌ها را تبیین نمایند و در دسته‌بندی ایستگاه‌ها از فصول مختلف نمونه‌برداری براساس فراوانی بی‌مهرگان کفزی خلیج مؤثرتر از سایر عوامل نقش داشتند.

در شکل ۴ ارتباط میان عوامل محیطی و فراوانی بی‌مهرگان کفزی در میان ایستگاه‌های مختلف از فصول نمونه‌برداری از طریق نمودار dbRDA براساس مدل DistLM نشان داده شده است. بردارها وزن و جهت عوامل محیطی را در پلات dbRDA نشان می‌دهند که بعنوان بهترین عوامل پیش‌بینی کننده از فراوانی بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های مختلف از فصول نمونه‌برداری مشخص شده‌اند و سایر عوامل پیش بینی کننده براساس این آنالیز کنار گذاشته شدند. محور عمودی dbRDA حدود ۲۱ ٪ واریانس برازش شده در داده‌ها را در مقایسه با محور افقی dbRDA (۵۴٪) تبیین می‌کند همچنین این نمودار نشان می‌دهد که متغیرهای دمای آب، شوری و رس با تغییرات حول محور افقی (X) و متغیر ضریب شن، سیلت و اکسیژن محلول با تغییرات حول محور عمودی (Y) نشان داده شده‌اند. لذا متغیرهای دمای آب، شوری و رس در درجه اول اهمیت قرار دارند و به ترتیب بر تفاوت فراوانی ماکروبنتوزها در

ایستگاه‌های مختلف از فصول نمونه‌برداری نقش داشتند. همچنین جهت بردار دمای آب و شوری نسبت به موقعیت ایستگاه‌ها در فصول مختلف نشان دهنده تأثیر قابل توجه این عامل بر تفکیک فصل تابستان از فصول بهار و پاییز است. درمجموع با توجه به نمودار حاصل می‌توان بیان کرد که پارامتر دمای آب، شوری و رس توانستند ۱۲/۳ ٪ از واریانس کل موجود در داده‌ها را تبیین نمایند و در دسته‌بندی ایستگاه‌ها از فصول مختلف نمونه‌برداری براساس فراوانی بی‌مهرگان کفزی خلیج مؤثرتر از سایر عوامل نقش داشتند.



شکل ٤- نمودار dbRDA حاصل از مدل خطی (DistLM) براساس بهترین متغیرهای پیش‌بینی کننده پراکنش بی‌مهرگان کفزی در فصول مختلف نمونه‌برداری از خلیج گرگان (۱۳۹٦)

Fig. 4- DBRDA diagram obtained from the linear model (DistLM) based on the best variables predicting the distribution of benthic invertebrates in different seasons of Gorgan Bay sampling, 2017.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

جوامع بنتوزی نقش مهم و ویژه‌ای در انتقال انرژی در اکوسیستم‌های آبی دارند و مطالعه این جوامع معیار مناسبی برای ارزیابی وضعیت اکولوژیکی یک اکوسیستم آبی می‌باشد (Bagenal, 1978). در مطالعه حاضر۳ شاخه، ۷ رده و ۱۲ خانواده از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی شناسایی شدند. بیشترین فراوانی بنتوزها در ساحل آشوراده (۲۳۷۶ عدد، ۳۸ درصد) مشاهده گردید. همچنین فراوانی کل بنتوزها در دهانه خلیج گرگان ۶۲۲۴ عدد بی مهره مشاهده شد. بیشترین درصد فراوانی بزرگ بی-مهرگان کف‌زی در فصل بهار (۴۱/۶۶ درصد) و کمترین آن نیز در فصل پاییز (۲۸/۶۵ درصد) مشاهده گردید. در مطالعه سقلی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی ماکروبنتوزهای خلیج گرگان بیشترین تراکم را در فصل بهار برابر ۴۱۱۰ و کمترین تراکم را در فصل زمستان برابر ۲۹ عدد در متر مربع گزارش نمودند. در مطالعه موسوی کشکا و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای در خلیج گرگان در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴ بیشترین تراکم ماکروبنتوزها مربوط به فصل تابستان برابر ۳۴۱ عدد در متر مربع و کمترین آن مربوط به فصل زمستان برابر ۱۹۹ عدد در متر مربع گزارش نمودند، که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. تفاوت فراوانی و زیتوده کفزیان می‌تواند با عوامل متعددی از جمله مقدار غذا، عمق و نوع بستر (Malloy *et al.*, 2007)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر محیط زیست و مقدار مواد آلی (Nybakken and Bertness, 2001) و تغییرات بیولوژیکی مثل رقابت، شکار و احیاء (Dobson and Frid, 1998) ارتباط داشته باشد. بیشترین درصد فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در فصل بهار مشاهده شد، علت افزایش فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار را می‌توان عنوان نمود که افزایش دما در بهار با افزایش تولیدات فیتوپلانکتونی همراه است، در نتیجه با ریزش این تولیدات، مواد غذایی بیشتری در اختیار ماکروبنتوزها قرار می‌گیرد. همچنین در این دوره زمانی فعالیت‌های زیستی این جانداران از قبیل تغذیه و تولیدمثل افزایش یافته و سپس فراوانی و پراکنش آنها نیز افزایش خواهد یافت (Laloei *et al.*, 2002). در مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که افزایش نسبی فراوانی ماکرو بنتوزها در منطقه پرورش ماهی در قفس به دلیل افزایش مواد آلی ناشی از فعالیت‌های آبزی پروری است. کمترین فراوانی ماکروبنتوزها در فصل پاییز مشاهده شد، علت کاهش فراوانی بی‌مهرگان در فصول سرد علاوه بر مصرف آنها توسط ماهیان و تأثیر قایق‌های توریستی (سبب به‌هم خوردن بستر و بی‌ثباتی فیزیکی بستر می‌شود) می‌تواند با کاهش دمای آب در فصول سرد و همچنین کاهش تولیدات فیتوپلانکتونی مرتبط باشد (Laloei et al., 2002). روند تغییرات شاخص شانون بسیار جزئی بود که بین ایستگاه‌ها در ماه‌های مختلف اختلاف معناداری مشاهده شد. بیشترین مقدار این شاخص در اردیبهشت ماه و کمترین مقدار آن نیز در مرداد ماه مشاهده شد. بر طبق الگوی Duc (2014) این شاخص تحت تأثیر شرایط محیطی پر استرس و بدون تنوع، کمتر از یک و در اکوسیستم پایدار پر تنوع بیشتر از سه را نشان می‌دهد. در این بررسی نیز این شاخص، عدد کمتر از ۲ بود و در برخی از موارد (مرداد) نیز به عدد ۱ نزدیک شد و این نشان می‌دهد منطقه دارای استرس‌های محیطی است به خصوص در فصل تابستان شرایط برای بی‌مهرگان کفزی دشوار است و در این فصل تنوع بی‌مهرگان کفزی کاسته شد. بنابراین در بررسی شاخص شانون با سطوح مختلف اکولوژیکی نشان داد که ایستگاه‌های خلیج گرگان در کل از وضعیت فقیر تا متوسط برخوردار است به خصوص در دو ایستگاه اسکله و منطقه پرورش ماهی در قفس آلودگی افزایش داشت. با توجه به نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر در بین بزرگ بی‌مهرگان کفزی گونه‌های *Streblospio gynobranchiata* و *Hediste diversicolor* بالاترین فراوانی را داشتند که می-تواند به دلیل درصد گل و لای (لجن) بیشتر در منطقه مورد مطالعه باشد. بر اساس نتایج مشاهده شده در مطالعه حاضر میزان فراوانی زی‌توده بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در دهانه خلیج گرگان و مقایسه آن با سایر اکوسیستم‌های ساحلی دریایی، مشخص گردید که خلیج گرگان از نظر فراوانی و زی‌توده در وضعیت پایین‌تری نسبت به سایر مناطق قرار دارد. احتمالاً می‌توان گفت ساختار تشکیلات رسوبی این این حوضه به نوعی است که نمی‌تواند پذیرای تنوع و فراوانی بالایی از جوامع کف‌زی باشد (به لحاظ فقر در تولیدات ثانویه). این موضوع با بافت رسوبات و همچنین میزان مواد آلی منطقه مرتبط می‌باشد (Laloei *et al.*, 2002). در نتیجه گیری کلی می‌توان این‌گونه بیان کرد که کمترین فراوانی در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری مربوط به جنس‌های *Stenocuma gracilis* و *Pontogammarus rubustoides* بود که می‌تواند دلیل بر حضور اتفاقی این گونه‌ها باشد. در بین نرمتنان حضور خانواده Hydrobiidae در ایستگاه‌های با فعالیت انسانی دلیلی بر مقاومت این گونه در برابر عوامل محیطی بوده و از طرفی فراوانی بالا گونه‌های شناسایی شده در ایستگاه‌هایی که از ساحل فاصله داشته می‌تواند دلیلی برکاهش آلودگی و اثرپذیری کمتر ناشی از فعالیت انسانی از جمله پرورش ماهی در این ایستگاه‌ها باشد و از طرفی کمترین فراوانی گونه‌ها در ایستگاه‌های ۳ و ۶ بود که خود دلیلی بر وجود آلودگی بیشتر این دو ایستگاه می‌باشد. متغیرهای دمای آب، شوری و رس بیشترین تاثیر و سپس متغیرهای شن، سیلت و اکسیژن محلول در

درجه بعدی در ایجاد اختلافات فراوانی ماکروبنتوزها میان ایستگاه‌های مختلف در فصول نمونه‌برداری نقش داشتند، که با مطالعات Torabi et al. (2017) و Sotohian و Ranjbaran (2016) مزابقت دارد. علیرغم آلودگی پایین ناشی از فعالیت انسانی در محدوده مطالعاتی از خلیج گرگان (از جمله تردد قایق‌ها و پرورش ماهیان خاویاری)، باید توجه داشت که شناسایی گونه‌ها، زیستگاه‌های آنها و همچنین بررسی نوسانات جمعیت گونه‌ها براساس روشهای علمی، می‌تواند نقش مهمی در تعیین وضعیت کمی و کیفی تغییرات به وجود آمده داشته باشد و این امر خود می‌تواند مدیریت‌های لازم را جهت کنترل به موقع اعمال کند.

Refrences:

Bremner J. 2005. Assessing Ecological Functioning in marine Benthic Communities (Doctoral dissertation). University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tynehttps.

Buchanan, J.B., Holme, N.A. and McIntyre, A.D., 1984. Methods for the study of marine benthos. *IBP Hand Book*, *16*, pp.41-65.

Bustos-Baez, S. and Frid, C., 2003. Using indicator species to assess the state of macrobenthic communities. In *Advances in Polychaete Research: Proceedings of the 7th International Polychaete Conference held in Reykjavik, Iceland, 2–6 July 2001* (pp. 299-309). Springer Netherlands.

Clarke, K.R. and Ainsworth, M., 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series*, *92*, pp.205-205.

Cooper, C.M. and Knight, S.S., 1991. Water quality cycles in two hill land streams subjected to natural, municipal, and non-point agricultural stresses in the Yazoo Basin of Mississippi, USA (1985–1987). *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, *24*(3), pp.1654-1663.

Diaz, R.J., Solan, M. and Valente, R.M., 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of environmental management*, *73*(3), pp.165-181.

Dobson, M. and Frid, C., 2008. *Ecology of aquatic systems*. Oxford University Press.

Duc A.P. 2014. Study on the Water Quality Assessment using Benthic Macroinvertebrates for Lower Dong Nai River Monitoring. PhD. Thesis. National University in HoChiMinh City, HCMC. pp.159.

Eleftheriou A., and McIntyre AD. 2005. Methods for study of Marine Benthos. 3rd eds. Blackwell, Oxford. 440 pp.

Farhangi, M., Hosseini, S.A., Jafaryan, H., Ghorbani, R., Harsij, M. and Sudagar, M., 2017. The study of effects of Sturgeon pen culture on distrubtion, abundance and biomass macroinvertebrate in Gorgan Gulf. *Journal of Animal Environment*, *9*(4), pp.347-354.

Gholizadeh M., Yahya K., Talib A., and Ahmad O. 2012. Effects of environmental factors on polychaete assemblage in Penang National Park, Malaysia. Paper presented at the Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. (In Persian)

Gholizadeh M., and Patimar R. 2018. Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Gorgan Bay, Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin 137: 662-667.(In Persian)

Grebmeier, J.M., Cooper, L.W., Feder, H.M. and Sirenko, B.I., 2006. Ecosystem dynamics of the Pacific-influenced northern Bering and Chukchi Seas in the Amerasian Arctic. *Progress in Oceanography*, *71*(2-4), pp.331-361.

Laloei F., Nasrollahzadeh H. S., Varedi E., Vahedi F., Unesipour H., Najafpour S., Tabari R M., Makhlough A. H., Ganjian A., Tahami F., Rostamian M. T., Roohi A., and Hashemian A. 2002. Caspian Sea Investigation of Hydrology and Hydrobiology (Iranian Coast, 10 m Depth). EACS Publisher, 315pp. (In Persian).

Lin, H., Liu, K., Wang, J., Huang, Y., Li, Z., Lin, J., He, X., Zhang, S., Mou, J., Wang, Y. and Xing, B., 2018. Spatial pattern of macrobenthic communities along a shelf-slope-basin transect across the Bering Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, *37*, pp.72-81.

Malloy, K.J., Wade, D., Janicki, A., Grabe, S.A. and Nijbroek, R., 2007. Development of a benthic index to assess sediment quality in the Tampa Bay Estuary. *Marine pollution bulletin*, *54*(1), pp.22-31.

McIntyre, A.D. and Eleftheriou, A., 2005. *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Science.

Mousavi Keshka M., Seif Abadi J., Ofi F., Dalir Khah Azadeh H., and Tavoli M. 2010. Seasonal distribution and fluctuations of the Great Benthic Gorgan Gulf (Caspian Sea). *Journal of Biology, 4* (23), pp. 612-605. (In Persian).

Needham JG., Paul R., and Needham PR. 1962. A guide to the study of freshwater biology, fifth edition. Holden- Day. San Francisco, USA.

Nybakken, J.W. and Bertness, M.D., 2001. Marine Biology; An Ecological Approach 5th edition.

Occhipinti Ambrogi A., and Forni G. 2004. Biotic indices. Biologia Marina Mediterranea 11: 545–572.

Saghali, M., Baghraf, R., Patimar, R., Hosseini, S. A. and Makhtomi N. M. 2013. Distribution, abundance and biomass of macrobenthos of Gorgan Bay and southeast of Mazandaran Sea, Golestan Province. *Journal of Marine Science and Technology Research, 4*, pp. 45- 58. (In Persian)

Schultz E. 1979. Aspects of the evolution and origin of the deep-sea isopod crustaceans. Sarsia, 64:77-83.

Soleimani A. 1994. Benthic fauna of the southern Caspian Basin 40 to 80 m deep. *Iranian Journal of Fisheries, 3*(2), pp. 46-51. (In Persian)

Sotohian F., and Ranjbaran M. 2017. Introduction to environmental impact assessment of ostracods species southeast of the Caspian Sea. *Journal of Marine science and Technology*, *15*(4), pp. 1-12 (In Persian).

Thorp, J.H. and Covich, A.P. eds., 2009. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic press.

Torabi, H., Rahimi, M. R., and Taghavi, H. 2017. The Effect of Environmental Factors on the Distribution Pattern of *Mytilaster Lineatus* (Gmelin,1789) Bivalves in the Rocky Shores of the Southern Caspian Sea Basin. *Journal of Marine science and Technology*, *16*(2), pp. 93-102. (In Persian)

Wang, J., He, X., Lin, H., Lin, J., Huang, Y., Zheng, C., Zheng, F., Li, R. and Jiang, J., 2014. Community structure and spatial distribution of macrobenthos in the shelf area of the Bering Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, *33*, pp.74-81.

Journal of Marine Science and Technology

Summer 2022, Vol. 21, No.2, pp. 17-28

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

Original Article

Abundance of macrobenthos and its relationship with environmental factors in Gorgan Bay mouth (southeast of Caspian Sea)

Solaleh Torabi, Mohammad Gholizadeh*, Hojatillah Jafarian, Mohammad Farhangi

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad- e -Kavous University, Gonbad- e -Kavous, Iran.

*Corresponding Author E-mail: Gholizade_mohammad@yahoo.com

Received: 29 March 2020 **Revise Date:** 12 September 2020 **Accepted:** 13 September 2020

DOI: 10.22113/jmst.2020.224901.2361

Abstract

The purpose of this study was to investigate the population of benthic invertebrates and their relationship with environmental factors of Gorgan Bay Inlet. The abundance of benthic invertebrates during 2017 in three seasons from 9 stations in three sites, bay mouth, Ashuradeh coast and sturgeon culture area was studied using three replicates (225 cm^2). In this study, in total, fauna was identified: 3 phyla, 6 classes, 12 families and 12 Genus. *Streblospio gynobranchiata* (2347±177, 47%) and *Hediste diversicolor* (873±101, 17%) had the highest abundance. The highest species abundance was observed in spring and the lowest species abundance in autumn. The lowest Shannon (1.12) and Pielu index (0.62) were obtained in the sturgeon culture area. Also, the dbRDA graph based on DistLM model showed that temperature, salinity and clay temperature variables and sand, silt and dissolved oxygen variables were responsible for causing abundance of fauna among different stations in the sampling seasons. According to these results, it can be concluded that macrobenthos in different seasons and areas have many changes in abundance and diversity index. Therefore, when using these communities to assess the impact of environmental factors, their natural changes should be considered.

Keywords: Benthic macroinvertebrates, Abundance, Environmental factors, Gorgan Bay

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.