مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مطالعه اثر دانه‌بندی بستر و تغییر فصل بر ساختار اجتماعات ماکروبنتوزهای خط ساحلی جنوب و جنوب شرقی دریای خزر

آرزو نامدار آزادگله[۱]، سارا حق پرست[۱*]، حسین رحمانی[۱]، هادی رییسی[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۹/۱۲/۱۹
اصلاح: ۴۰۰/۰۵/۲۷
پذیرش: ۴۰۰/۰۶/۰۹

کلمات کلیدی:
تنوع
جنس بستر
خط ساحلی
دریای خزر
ماکروبنتوز

چکیده

در این مطالعه اثر دانه‌بندی بستر و تغییر فصل بر ساختار اجتماعات ماکروبنتوزهای خط ساحلی جنوب و جنوب شرقی دریای خزر طی یک سال به صورت فصلی و با استفاده از مغزه‌گیر دستی بررسی شدند. نمونه‌برداری از رسوب در چهار ایستگاه با بسترهای متفاوت انجام شد. نتایج آزمون PERMANOVA حاکی از وجود اثر متقابل معنی‌دار میان فصل و ایستگاه‌های نمونه‌برداری بود و ترکیب گونه‌ای غالب در هر ایستگاه با تغییر فصل متفاوت بود. جنس *Stenogammarus* sp. و گونه‌های *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* با ترتیب همانند از سهم مشارکت، نقش بارزی در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان سواحل بندر ترکمن و ساری در تابستان، زمستان و بهار داشتند. در تمامی فصول، جنس *Stenogammarus* sp. به‌طور غالب در اکثریت تکرارهای نمونه‌برداری با فراوانی یکنواخت در ساحل ساری حضور داشت. در ایستگاه‌های خواجه نفس-آشوراده و سیسنگان به ترتیب گونه‌های *C. albidus* و *C. littoralis* طی چهار فصل غالب بودند. بر اساس گراف dbRDA، متغیرهای مقدار ماده آلی و ضریب هدایت الکتریکی در تابستان؛ شوری، pH و سیلت در پاییز؛ مقدار ماده آلی رسوب و pH در زمستان و مقدار ماده آلی و درصد رس در رسوب در بهار بیشترین نقش را در پراکندگی ماکروبنتوزها و اختلاف فراوانی آن‌ها در بسترهای متفاوت داشتند.

مقدمــه

منطقه‌ی ساحلی، ناحیه‌ای است که آب و خشکی را به هم پیوند می‌دهد و در بیشتر بخش‌هایی از آن، آب شیرین و شور با هم مخلوط می‌شوند. این ناحیه دارای پیچیده‌ترین و درعین‌حال از غنی‌ترین اکوسیستم‌های روی زمین است. محیط زیست ساحلی یک سیستم تکامل‌یافته طبیعی است که به شدت آسیب‌پذیر بوده و نسبت به آلودگی‌های آب و تغییرات اقلیمی حساس می‌باشد (Marandi, 2001). خط ساحلی جهان، به‌عنوان رابط بین زمین و اقیانوس، تحت سلطه سواحل قرار دارد و

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: s.haghparast@sanru.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

زیستگاه دینامیک فیزیکی است (McLachlan and Brown, 2006). سواحل سیستم‌های پویایی هستند که میزبان طیف وسیعی از جانوران هستند (McLachlan *et al*., 2018).

تحلیل اندازه دانه‌بندی رسوب، ابزار مهمی برای طبقه‌بندی محیط رسوبی می‌باشد و در ایجاد فرسایش و انتقال رسوب یک عامل کلیدی محسوب می‌گردد (Sadeghifar and Azarm Sa, 2016). بر اساس دانه‌بندی رسوب، سواحل را می‌توان به ۴ دسته کلی اعم از سواحل گلی (۰/۰۶۲۵-۰/۹۸ میلی‌متر)، سواحل شنی (۳۲-۲ میلی‌متر)، سواحل ماسه‌ای (۲-۰/۵ میلی‌متر) و سواحل رسی (ریزتر از ۰/۰۶۲۵ میلی‌متر) تقسیم‌بندی کرد (Port and Maritime Organization, 2014).

بنتیک[1] (benthic) به آن قسمت از محیط زیست بستر دریا گفته می‌شود که جانوران دریا به‌طور دائم در روی و یا لابلای رسوب زندگی می‌کنند. ماکروبنتوزها[2] (بزرگ بی‌مهرگان کفزی) طیف وسیعی از جانوران را تشکیل می‌دهند کـه در صـخره‌هـا یـا رسوبات ماسه‌ای و گلی از کم‌عمق‌ترین تا عمیق‌ترین بخش دریاها زندگی می‌کنند و با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند (Rossenberg *et al*., 1997). این موجودات کفزی باعث معدنی شدن مواد آلی شده و همچنین به عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده سایر آبزیان قرار می‌گیرند و به‌عنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخصی برای کیفیت آب محسوب می‌شوند (Owen, 1974). ماکروبنتوزها بـه سـبب وابسته بودن به بستر از جوامع آسیب‌پذیر بـه شـمار می‌روند؛ بنابراین، به منزلهٔ نشانگر اثر توسعه در محیط یا به عبارت دیگر، به جهت شاخص‌های زیستی کیفیـت آب و تغییرات آن در مطالعات اکولوژیک و آثار زیست‌محیطی انسان حائز اهمیت هستند (Izadpanahi *et al*., 2007).

ماکروبنتوزها بخش مهمی از فون بستر منابع آبی را تشکیل می‌دهند که غالباً شامل پرتاران، سخت‌پوستان و نرم‌تنان‌اند. این جوامع در سم‌زدایی آلاینده‌ها بسیار مؤثر بوده و به عنوان منبع مهمی از غذا برای ماهیان و پرندگان محسوب می‌شوند که در نهایت می‌توانند برای انسان‌ها نیز غذا فراهم کنند (Thrush and Dayton, 2002; Snelgrove, 1999). ماکروبنتوزها با حفر کانال‌ها در درون رسوبات می‌توانند روی سرعت ورود مواد آلی به رسوب، توزیع عمودی این مواد، مقدار و مسیر مواد آلی و باز چرخ مواد مغذی به درون آب اثر بگذارند (Dunn *et al*., 2012; Jordan *et al*., 2009; Welsh, 2003) کاهش مواد غذایی و عدم تعادل ویژگی‌های محیطی از قبیل دما، بر روی رشد و تولیدمثل ماکروبنتوزها مؤثر است (Zalmon *et al*., 2011). شرایط مختلف اکولوژیکی مانند عمق، دما، فصل، شوری، اکسیژن محلول، pH، میزان مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات بستر بر پراکنش و تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی اثر گذارند (Nybakken, 1995; McLusky, 1990). دانه‌بندی علاوه بر تعیین بستر مناسب برای گونه‌های درون بسترزی، در تعیین نحوه تغذیه آن‌ها نیز اثرگذار است. به عنوان مثال، معلق خواران در بسترهای شنی و ماسه‌ای و پوده‌خواران در بسترهایی با دانه‌ی ریزتر یافت می‌شوند (Currie and Small, 2005). Netto و همکاران (۱۹۹۹)، طی مطالعه در اقیانوس اطلس جنوبی در جزیره مرجانی به نام (Rocas) در ۵۰ ایستگاه طی چهار فصل در اعماق مختلف دریافتند که در این منطقه شکم‌پایان و فورامینیفرا بیشترین تراکم را داشتند. از مطالعات انجام شده بر روی ماکروبنتوزها در داخل کشور می‌توان به Shapouri و همکاران (۲۰۱۶) اشاره کرد که تراکم و پراکنش ماکروبنتوزها را در حوضه جنوبی دریای خزر (ساحل شهرستان رودسر) طی چهار فصل در سال ۱۳۹۰ بررسی کردند. همچنین T′avoli و همکاران (۲۰۱۶) نوسانات زمانی و مکانی جمعیت کفزیان ساحل شهرستان چالوس را به‌صورت فصلی مطالعه کردند. Sharbati و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای در ساحل جنوب شرقی دریای خزر به صورت فصلی در ۱۲ ایستگاه در عمق‌های ۱ و ۵ متری با استفاده از دستگاه ون وین در سه تکرار، فراوانی و پراکنش ماکروبنتوزها را بررسی کردند. تاکنون، مطالعه‌ای در خصوص اثر جنس بستر و تغییر فصل بر تغییر ترکیب جوامع ماکروبنتوزهای خط ساحلی صورت نگرفته و اثر متقابل این دو عامل نیز بررسی نشده است. لذا هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر متقابل میان جنس بستر و فصول مختلف بر تنوع و تراکم ماکروبنتوزهای خط ساحلی در نواحی جنوبی و جنوب شرقی دریای خزر بود.

[1] Benthic
[2] Macrobenthic

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر جنس بستر بر تنوع و تراکم ماکروبنتوزها، در خط ساحلی (نزدیک به انتهایی‌ترین نقطه حضور آب در ساحل) جنوب و جنوب شرقی دریای خزر، ابتدا با توجه به مشاهدات عینی اولیه پنج ایستگاه با بسترهای متفاوت در اسکله بندر ترکمن و ایستگاه خواجه نفس، آشوراده، ساحل فرح‌آباد ساری و سیسنگان نوشهر انتخاب شدند و سپس دسته‌بندی ایستگاه-های مذکور بر اساس نتایج حاصل از آزمون خوشه‌بندی (Cluster) بر روی داده‌های جنس بستر (درصد سیلت، رس و ماسه) در فصول مختلف انجام شد. با توجه به نتیجه این آزمون، ایستگاه بندر ترکمن در گروه اول و به‌طور مجزا از سایر ایستگاه‌ها قرار گرفته و در گروه دوم نیز، ایستگاه‌های خواجه نفس و آشوراده در یک زیرگروه قرار گرفتند؛ از این رو، دو ایستگاه مذکور با یکدیگر ادغام گشته و سایر ایستگاه‌ها شامل سیسنگان نوشهر و فرح آباد ساری نیز به‌طور مستقل دسته‌بندی شدند (شکل ۱). نمونه‌برداری از رسوب بستر جهت بررسی ماکروبنتوزها طی چهار فصل (هر فصل یک بار و اواسط فصل) با استفاده از Core دستی (لوله فلزی) به طول ۵۰ سانتی‌متر و قطر ۵ سانتی‌متر در هر منطقه و با در نظر گرفتن سه نقطه به فاصله تقریبی ۳۰۰ متر در تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۹۸ و بهار ۱۳۹۹ صورت گرفت. در هر نقطه نیز سه نمونه از رسوب به عنوان سه تکرار برداشت شد و در مجموع ۹ تکرار از هر ایستگاه بررسی شد. مختصات جغرافیایی هر یک از نقاط نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS تعیین و تصویر مکان‌های نمونه‌برداری در شکل ۲ ارائه شده است.

با قرار دادن Core دستی در رسوب تا عمق پنج سانتی‌متر، نمونه رسوب از هر نقطه تهیه شد و سپس با افزودن چند قطره رز بنگال (با رقت ۱/۱۰۰۰)، نمونه‌های ماکروبنتوز رنگ‌آمیزی شدند و در نهایت با افزودن الکل اتانول ۹۶٪ فیکس و به آزمایشگاه جهت شمارش و شناسایی منتقل شدند (Derjavin, 1962). در آزمایشگاه از الک ۵۰۰ میکرونی (شماره مش ۳۵) جهت غربالگری نمونه‌های ماکروبنتوز استفاده شد (Callaway, 2006). شناسایی و شمارش ماکروبنتوزها با کمک کلیدهای شناسایی معتبر (Denilad and Nazari, 2000; Eleftheriou and McIntyre, 2005) و راهنمایی متخصصین مجرب و تا حد امکان در حد گونه صورت گرفت.

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب

پارامترهای غیرزیستی شامل pH، ضریب هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، دما، شوری و پتانسیل کاهش اکسیداسیون[3] (ORP) در لایه نزدیک به رسوب، در هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری طی چهار فصل با استفاده از دستگاه آنالیز آب Lutron (مدل WA-2017SD) در عمق ۰/۵متری مورد سنجش قرار گرفتند.

تعیین دانه‌بندی و بافت رسوب

برای تعیین دانه‌بندی و بافت رسوب از روش هیدرومتری استفاده شد (Sadeghifar and Azarm Sa, 2015).

سنجش مواد آلی رسوب

با استفاده از اختلاف وزن رسوب قبل از کوره‌گذاری و بعد از کوره‌گذاری (به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد) توسط رابطه زیر میزان مواد آلی به‌صورت درصد بیان شد (Abrantes *et al.*, 1999).

$$\%TOM = \frac{A - B}{B - C}$$

A: وزن بوته چینی با رسوب قبل از خشک شدن در آون

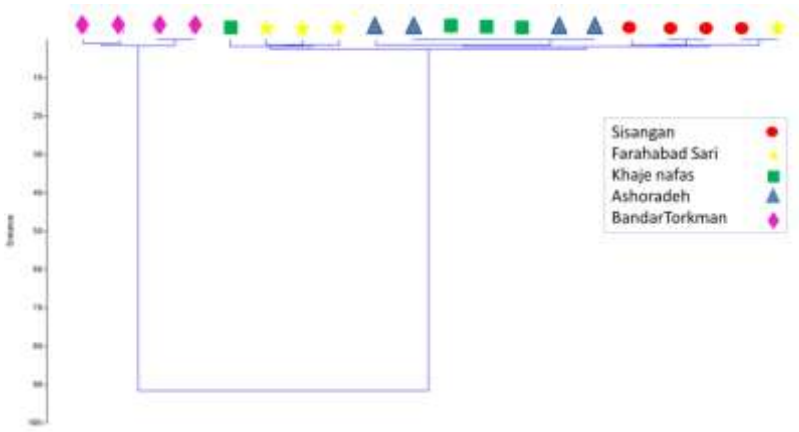
B: وزن بوته چینی با رسوب بعد از خشک شدن در کوره

C: وزن بوته چینی خالی

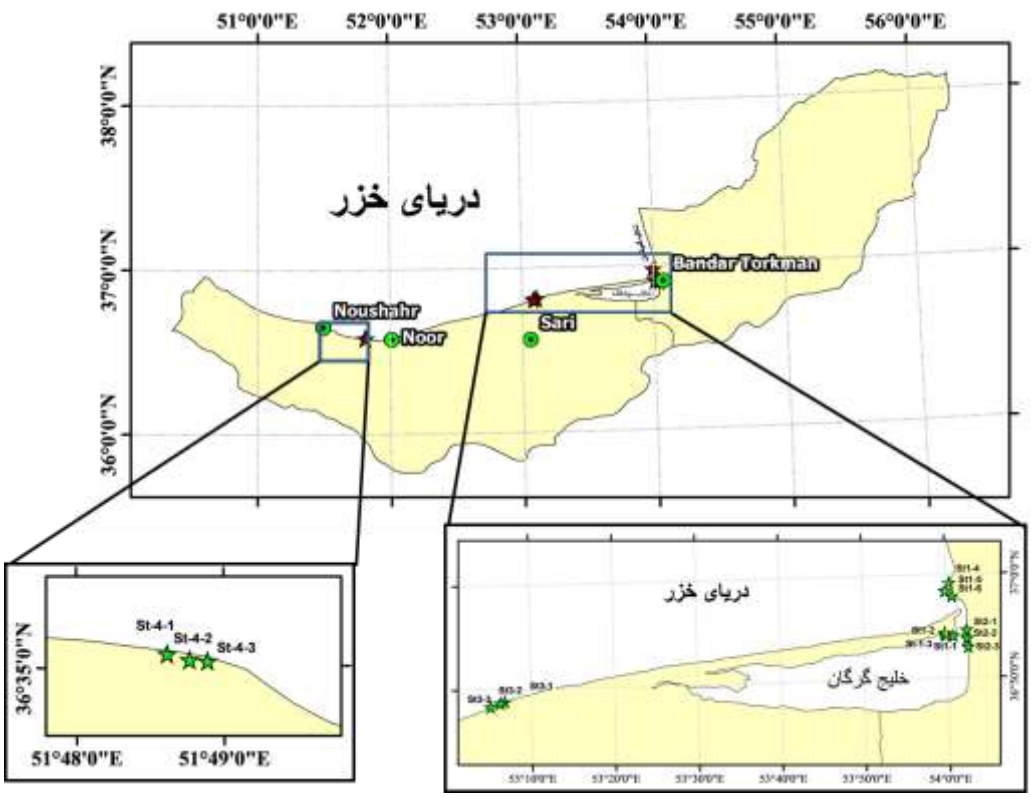
[3] Oxidation Reduction Potential

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]



شکل ۱. دسته‌بندی ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس آنالیز Cluster بر روی اطلاعات حاصل از دانه‌بندی بستر



شکل ۲. مکان‌های نمونه‌برداری (St1 : خواجه نفس- آشوراده،St2: بندر ترکمن؛ St3: فرح‌آباد ساری و St4: سیسنگان نوشهر)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جهت مشخص کردن ارتباط میان نوع بستر و عوامل فیزیکوشیمیایی متغیر در هر فصل با تنوع و تراکم گونه‌ای ماکروبنتوزها از آزمون دسته‌بندی dbRDA بر اساس مدل DistLM و انتخاب روش Best (گزینش بهترین پارامترهای محیطی پیش‌بینی کننده) و معیار ضریب تشخیص تعدیل شده (Adjusted R^2) استفاده گردید. به این منظور، ابتدا متغیرهای محیطی نرمال شده و ماتریکس Resemblance در پلات dbRDA بر اساس ماتریکس تشابه Bray Curtis روی داده‌های اصلی فراوانی ماکروبنتوزها با تبدیل به ریشه دوم (جذر) به دست آمد. جهت یافتن تاثیر متقابل میان فصل و جنس بستر از آنالیز PERMANOVA و جهت تعیین عدم تشابه بین ایستگاهی در هر فصل از آنالیز Simper استفاده شد. آنالیزهای DistLM، PERMANOVA

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

و Simper با استفاده از نرم‌افزار آماری Primer 6+PERMANOVA و آنالیز Cluster بر اساس فاصله اقلیدسی به روش Paired group در نرم‌افزار Paste ۳ انجام گرفتند (PRIMER-E, Plymouth Marine Laboratory, UK). مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب میان ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در نرم‌افزار R و به کمک تجزیه و تحلیل واریانس ANOVA و آزمون تعقیبی Duncan's Multiple Range Test صورت گرفت.

نتایـج

در مطالعه حاضر طی چهار فصل، میانگین درصد ماسه و سیلت و رس به ترتیب در ایستگاه ساری (۲/۲۵ درصد، ۶/۷۵ درصد، ۹۱ درصد) در ایستگاه سیسنگان (۴/۵ درصد، ۷ درصد، ۸۶/۵ درصد)، ایستگاه خواجه نفس-آشوراده (۳/۲۵ درصد، ۶/۱ درصد، ۹۰/۳۷ درصد) و ایستگاه بندر ترکمن (۶/۵ درصد، ۶۹/۵ درصد، ۲۳/۷۵ درصد) اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل از مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و ماده آلی رسوب میان ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. در فصل تابستان، پارامترهای شوری، ضریب هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول میان چهار ایستگاه اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>۰/۰۵$) ولی سایر پارامترها میان ایستگاه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در این فصل، پتانسیل اکسیداسیون-احیا در ایستگاه سیسنگان نوشهر بیشترین مقدار بوده که با خواجه نفس-آشوراده و فرح‌آباد ساری تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$) اما با ایستگاه اسکله بندر ترکمن با کمترین پتانسیل اکسیداسیون-احیا اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$). در فصل پاییز، پارامترهای شوری، پتانسیل ردوکس، ضریب هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول و pH آب میان چهار ایستگاه اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>۰/۰۵$) درحالی‌که سایر پارامترها تفاوت معنی‌داری را میان ایستگاه‌های مختلف نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در این فصل، بالاترین مقدار ماده آلی در ایستگاه اسکله بندر ترکمن به دست آمد که با تمامی ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$) و کمترین مقدار ماده آلی در ایستگاه سیسنگان نوشهر مشاهده شد. در فصل زمستان، بالاترین سطح از اکسیژن محلول در دو ایستگاه فرح‌آباد ساری و سیسنگان نوشهر مشاهده شد که باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>۰/۰۵$) ولی با ایستگاه اسکله بندر ترکمن با کمترین سطح اکسیژن محلول تفاوت معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). در فصل بهار، پارامترهای درجه حرارت، شوری و پتانسیل ردوکس میان چهار ایستگاه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P>۰/۰۵$) اما دیگر پارامترها میان ایستگاه‌های نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در این فصل، کمترین و بیشترین درصد ماده آلی در رسوب به ترتیب در ایستگاه‌های فرح‌آباد ساری و اسکله بندر ترکمن مشاهده شد که با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$).

در مطالعه حاضر بر روی چهار ایستگاه انتخابی در خط ساحلی دریای خزر (فرح‌آباد ساری، اسکله بندر ترکمن، آشوراده-خواجه نفس و سیسنگان نوشهر) در مجموع ۱۴۵۶ عدد ماکروبنتوز طی یک سال جمع‌آوری شد که متعلق به ۱۰ جنس و ۸ گونه شامل Niphargoides sp.، *Pyrgula pseudospica*، *Mytilaster Lineatus*، *Amphibalanus improvises*، Stenogammarus sp.، *Pyrgohydrobia eichwaldiana*، *Chironomus albidus*، *Nereis succinea*، *Abrsegmentum Cyprideis Littoralis* بودند.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل PERMANOVA بر اساس فراوانی گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان داد که اثر مستقل فصل (Pseudo-F= ۲/۴۰۴۴، P(perm)) =۰/۰۰۷)، اثر مستقل ایستگاه (Pseudo-F= ۱۹/۱۲۱، P(perm)) =۰/۰۰۱) و اثر متقابل ایستگاه در فصل (Pseudo-F= ۲/۱۵۲۳، P(perm)) =۰/۰۰۱) بر تغییرات فراوانی گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی معنی‌دار بود.

مقایسات زوجی و درصد عدم تشابه در فصول مختلف

با توجه به نتایج نشان داده شده در جدول ۲، جنس *Stenogammarus* sp. و گونه‌های *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* با ترتیب کاملاً مشابه در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان ایستگاه‌های اسکله بندر ترکمن و فرح‌آباد ساری در فصول تابستان، زمستان و بهار نقش داشتند. در واقع، عدم حضور جنس *Stenogammarus* sp. و حضور گونه‌های *P. eichwaldiana* و *A.*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

improvisus در ایستگاه اسکله بندر ترکمن در مقایسه با حضور جنس .*Stenogammarus* sp به‌طور غالب در اکثریت تکرارهای نمونه‌برداری با فراوانی یکنواخت و حضور جنس .*Niphargoides* sp به‌طور نادر و عدم حضور گونه *A. improvisus* در ایستگاه فرح‌آباد ساری در این فصول نشان‌دهنده عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان ترکیب گونه‌ای این دو ایستگاه بود.

در فصل تابستان، عدم حضور جنس .*Niphargoides* sp و حضور قابل‌توجه گونـه‌هـای *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه اسکله بندر ترکمن در مقایسه بـا حضـور گونـه *C. albidus* و حضـور نـادر جـنس .*Niphargoides* sp و عـدم حضـور گونه‌های *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده نشان‌دهنده عدم تشابه ۱۰۰ درصـدی میـان ترکیب گونه‌ای این دو ایستگاه بود.

در فصل پاییز، حضور جنس .*Stenogammarus* sp در غالب تکرارهای نمونه‌برداری و عدم حضور گونه‌های *C. littoralis* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه فرح‌آباد ساری در مقایسه با عدم حضور جنس .*Stenogammarus* sp و حضور فراوان گونه *C. littoralis* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده به‌طور قابل‌توجهی در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان دو ایستگاه نقش داشتند. حضور فراوان و یکنواخت گونه‌های *A. improvisus* و *M. lineatus* در غالب تکرارهای نمونه‌برداری و عدم حضور گونه *C. littoralis* در ایستگاه سسیسنگان نوشهر در مقایسه با عدم حضور گونه‌های *A. improvisus* و *M. lineatus* و حضور فراوان گونه *C. littoralis* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده به‌طور قابل‌توجهی در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان دو ایستگاه در این فصل نقش داشتند (جدول ۲).

در فصل زمستان، اغلب مقایسات زوجی میان ایستگاه‌های نمونه‌برداری، عدم تشابه ۱۰۰ ٪ را نشان دادند، همانند حضور جنس .*Stenogammarus* sp در غالب تکرارهای نمونه‌برداری و عدم حضور جنس .*Niphargoides* sp در ایستگاه فرح‌آباد ساری در مقایسه با عدم حضور جنس .*Stenogammarus* sp و حضور کمابیش جنس .*Niphargoides* sp در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده که به‌طور قابل‌توجهی در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان دو ایستگاه نقش داشتند. عدم حضور جنس .*Niphargoides* sp و حضور قابل‌توجه گونه‌های *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه اسکله بندر ترکمن در مقایسه با عدم حضور گونه‌های *A. improvisus* و *P. eichwaldiana* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده نشان‌دهنده عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میان ترکیب گونه‌ای این دو ایستگاه در فصل زمستان بود.

در فصـل بهـار، حضـور گونـه‌هـای *A. improvisus* و *M. lineatus* و عـدم حضـور جـنس .*Stenogammarus* sp در ایسـتگاه سیسنگان نوشهر در مقایسه با عدم حضور گونه‌های *A. improvisus* و *M. lineatus* و حضور یکنواخت‌تر .*Stenogammarus* sp در غالب تکرارهای نمونه‌برداری در ایستگاه فرح‌آباد ساری در عدم تشابه ۱۰۰ درصدی میـان ایـن دو ایسـتگاه نقـش داشـتند. حضور گونه‌های *A. improvisus*، *M. lineatus* و .*Niphargoides* sp در غالب تکرارهای نمونه‌بـرداری و عـدم حضـور گونـه *P. eichwaldiana* در ایستگاه سیسنگان نوشهر در مقایسه با عدم حضور گونه‌های .*Niphargoides* sp و حضـور کمابیش گونه‌های *P. eichwaldiana* و *C. littoralis* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده به‌طور قابل‌توجهی در عـدم تشـابه ۱۰۰ درصدی میان دو ایستگاه مذکور در این فصل نقش داشتند (جدول ۲).

نتایج حاصل از دسته‌بندی dbRDA بر اساس مدل DistLM در فصول مختلف

ارتباط میان متغیرهای محیطی و فراوانی ماکروبنتوزها میان ایستگاه‌های مختلف در خط ساحلی دریای خزر در فصول مختلف از طریق دسته‌بندی dbRDA بر اساس مدل DistLM در شکل ۳ نشان داده شده اسـت. محورهـای dbRDA درصـد واریـانس برازش شده و واریانس کل تبیین شده را نشان می‌دهند. درصـد واریـانس بـرازش شـده در داده‌هـا توسـط محورهـای افقـی و عمودی dbRDA به ترتیب ۷۰٪ و ۱۸٪ در فصل تابستان، ۵۱٪ و ۲۶٪ در فصل پاییز، ۵۵٪ و ۲۷٪ در فصل زمسـتان و ۵۳/۵٪ و ۲۱/۱٪ در فصل بهار بود. درصد تبیین واریانس‌های برازش شده و کل موجود در داده‌ها توسط محورهای dbRDA به همـراه هم به ترتیب ۸۸/۲ ٪ و ۴۳/۷ ٪ در فصل تابستان، ۷۶/۷ ٪ و ۴۷/۶ ٪ در فصـل پـاییز، ۸۱/۹ ٪ و ۵۴/۹ ٪ در فصـل زمسـتان و ۷۴/۶ ٪ و ۵۱/۳ ٪ در فصل بهار بود. بر اساس این گراف، متغیرهای مقدار ماده آلی رسوب و ضـریب هـدایت الکتریکـی آب در فصل تابستان؛ شوری و pH آب و درصد سیلت رسوب در فصل پاییز، مقدار مـاده آلـی رسـوب و pH آب در فصـل زمسـتان و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

جدول ۱. مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و ماده آلی رسوب میان ایستگاه‌های مورد مطالعه به تفکیک فصل

فصل	ایستگاه	درجه حرارت (° C)	شوری (ppt)	پتانسیل اکسیداسیون-احیا (mv)	ضریب هدایت الکتریکی (µs)	ماده آلی کل (٪)	اکسیژن محلول (mg/l)	pH
تابستان	فرح‌آباد ساری	۲۹/۹۶۶±۰/۲۰۸ A	۹/۶۶۶±۰/۰۵۷ A	۷۲/۶۶۶±۲/۳۰۹ A	۰/۰۱۸±۰ A	۲/۸۰۰±۰ B	۴/۲۳۳±۱/۷۱۵ A	۸/۲۲۳±۰/۰۴۰ AB
	اسکله بندر ترکمن	۲۵/۸۰۰±۰ D	۱۲/۷۰۰±۰ A	۶۵±۰ B	۰/۰۲۱±۰ A	۸±۰ A	۲/۷۰۰±۰ A	۸/۱±۰ B
	خواجه نفس-آشوراده	۲۷/۳۰۰±۰/۲۸۲ C	۱۲/۳۵۰±۴/۵۹۶ A	۷۰/۵۰۰±۴/۹۴۹ AB	۰/۰۲۱±۰/۰۰۶ A	۵/۲۰۰±۴/۸۰۸ AB	۷/۱۰۰±۰ A	۸/۱۹۵±۰/۰۷۷ AB
	سیسنگان نوشهر	۲۹/۱۰۰±۰/۳۶۰ B	۹/۳۳۳±۰/۴۰۴ A	۷۵±۵ A	۰/۰۱۷±۰ A	۲/۹۰۰±۰ B	۷/۳۰۰±۴/۲۰۳ A	۸/۲۶۶±۰/۰۸۶ A
پاییز	فرح‌آباد ساری	۲۱/۸۶۶±۰/ ۰۵۷ A	۹/۵۰۰±۰/۲۶۴ A	۷۴/۶۶۶±۱/۱۵۴ A	۰/۰۱۶±۰ A	۲/۴۰۰±۰ B	۹/۳۰۰±۱/۱۳۵ A	۶/۴۱۰±۰/۳۵۵ A
	اسکله بندر ترکمن	۲۰±۰ B	۱۰/۱۰۰±۰ A	۷۲±۰ A	۰/۰۱۷±۰ A	۱۲/۸۰۰±۰ C	۸/۲۰۰±۰ A	۶/۵۶۰±۰ A
	خواجه نفس-آشوراده	۱۸/۱۰۰±۱/۹۷۹ AB	۹/۵۵۰±۱/۷۶۷ A	۷۷/۵۰۰±۵/۵۳۵ A	۰/۰۱۷±۰/۰۰۳ A	۲/۷۰۰±۰/۴۲۴ AB	۸/۸۵۰±۱/۲۰۲ A	۶/۶۳۵±۰/۰۴۹ A
	سیسنگان نوشهر	۱۹/۸۳۳±۰/۰۱۱ AB	۷/۸۶۶±۰/۶۰۲ A	۸۱/۶۶۶±۶/۴۲۹ A	۰/۰۱۵±۰/۰۰۱ A	۱/۹۰۰±۰ A	۱۲/۰۶۶±۲/۷۷۹ A	۶/۶۷۳±۰/۰۳۰ A
زمستان	فرح‌آباد ساری	۱۳/۳۳۳±۱/۴۲۲ A	۶/۹۶۶±۳/۱۸۱ ABC	۷۷±۴/۳۵۸ A	۰/۰۳۱±۰/۰۲۶ AB	۱/۶۰۰±۰ A	۸/۵۳۳±۰/۴۵۰ A	۷/۲۱۶±۰/۳۷۵ AB
	اسکله بندر ترکمن	۱۲±۰ A	۳±۰ B	۹۸±۰ B	۰/۰۷۱±۰ A	۶/۸۰۰ ±۰ C	۶/۱۰۰±۰ B	۷/۰۶۰±۰ B
	خواجه نفس-آشوراده	۸/۵۰۰±۲/۵۴۵ A	۹/۶۰۰±۱/۵۵۵ ABC	۷۹/۵۰۰±۰/۷۰۷ A	۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ AB	۳/۲۵۰±۰/۴۹۴ ABC	۶/۴۵۰±۰/۶۳۶ AB	۶/۶۳۵±۰/۰۰۷ A
	سیسنگان نوشهر	۱۱/۲۳۳±۰/۷۰۹ A	۸/۹۰۰±۰/۱۰۰ C	۷۹/۶۶۶±۲/۰۸۱ A	۰/۰۱۶±۰ B	۲/۸۰۰±۰ B	۸/۱۶۶±۰/۱۱۵ A	۶/۶۳۳±۰/۰۴۱ A
بهار	فرح‌آباد ساری	۲۷/۳۳۳±۱/۱۵۴ A	۵/۲۰۰±۳/۹۹۵ A	۷۵/۳۳۳±۱/۵۲۷ A	۰/۰۴۳±۰/۰۳۱ AB	۱/۷۰۰±۰ A	۳/۶۶۶±۰/۱۱۵ A	۶/۶۱۳±۰/۰۲۵ A
	اسکله بندر ترکمن	۲۷/۱۰۰±۰ A	۹/۳۰۰±۰ A	۷۰±۰ A	۰/۰۱۸±۰ B	۷/۱۰۰±۰ C	۲/۴۰۰±۰ B	
	خواجه نفس-آشوراده	۲۶±۴/۲۴۲ A	۶±۳/۸۱۸ A	۸۰±۱۱/۳۱۳ A	۰/۰۱۸±۰/۰۰۲ AB	۳/۳۰۰±۰/۲۸۲ ABC	۲/۵۰۰±۰/۴۲۴ AB	۶/۶۷۰±۰/۱۸۳ AB
	سیسنگان نوشهر	۲۷/۹۳۳±۰/۴۰۴ A	۸/۷۳۳±۱/۲۶۶ A	۱۳۲/۳۳۳±۷۷/۴۳۶ A	۰/۰۱۷±۰ A	۲±۰ B	۳/۴۶۶±۰/۴۷۲ AB	۶/۹۱۰±۰/۳۱۷ AB

حروف متفاوت (A-C) در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان ایستگاه‌های مختلف در هر فصل است ($p<0.05$).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

جدول ۲. مقایسات زوجی (درصد عدم تشابه و سهم مشارکت گونه‌های غیرمتشابه) میان ایستگاه‌های مورد مطالعه در آزمون SIMPER در فصل تابستان

مقایسات زوجی	درصد عدم تشابه بین ایستگاهی				گونه‌های غیر متشابه (سهم مشارکت در عدم تشابه٪)			
	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار
اسکله بندر ترکمن و فرح‌آباد ساری	۱۰۰	۹۸/۳۴	۱۰۰	۱۰۰	(۴۳/۸۲) *Stenogammarus* sp. (۲۶/۲۰) *A. improvises* (۲۱/۳۵) *P. eichwaldiana*	(۵۰/۷۹) *Stenogammarus* sp. (۳۲/۶۳) *C. littoralis* (۱۶/۵۸) *A. improvises*	(۴۵/۷۵) *Stenogammarus* sp. (۴۱/۵۹) *A. improvises* (۸/۴۵) *P. eichwaldiana*	(۵۱/۱۲) *Stenogammarus* sp. (۲۳/۹۸) *A. improvises* (۲۲/۵۳) *P. eichwaldiana*
خواجه نفس-آشوراده و فرح‌آباد ساری	۹۸/۳۷	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۶۴	(۵۴/۳۸) *Stenogammarus* sp. (۲۴/۹۳) *C. albidus* (۲۰/۶۹) *Niphargoides* sp.	(۶۸/۱۱) *Stenogammarus* sp. (۲۰/۴۸) *C. littoralis* (۴/۹۸) *P. eichwaldiana*	(۸۴/۰۱) *Stenogammarus* sp. (۱۵/۹۹) *Niphargoides* sp.	(۷۷/۱۹) *Stenogammarus* sp. (۱۱/۵۷) *P. eichwaldiana* (۱۱/۲۴) *C. littoralis*
سیسنگان نوشهر و فرح‌آباد ساری	۹۹/۴۰	۹۸/۳	۱۰۰	۱۰۰	(۵۷/۸۸) *A. improvises* (۲۵/۲۹) *Stenogammarus* sp. (۹/۵۸) *M. lineatus*	(۵۰/۸۲) *Stenogammarus* sp. (۲۸/۱۰) *M. lineatus* (۲۱/۰۸) *A. improvises*	(۵۸/۲۵) *Stenogammarus* sp. (۲۱/۴۵) *Niphargoides* sp. (۱۴/۰۲) *A. improvises*	(۶۷/۹۲) *Stenogammarus* sp. (۱۴/۶۶) *A. improvises* (۱۰/۳۶) *Niphargoides* sp.
خواجه نفس-آشوراده و اسکله بندر ترکمن	۱۰۰	۹۲/۶۴	۱۰۰	۸۷/۴۴	(۳۲/۹۷) *A. improvises* (۲۹/۱۱) *P. eichwaldiana* (۲۵/۸۶) *C. albidus* (۱۲/۰۶) *Niphargoides* sp.	(۶۵/۵۸) *C. littoralis* (۲۵/۸۲) *A. improvises*	(۷۰/۵۷) *A. improvises* (۱۲/۸۶) *Niphargoides* sp. (۱۱/۰۵) *P. eichwaldiana*	(۴۷/۳۷) *A. improvises* (۴۲/۴۸) *P. eichwaldiana* (۱۰/۱۵) *C. littoralis*
سیسنگان نوشهر و اسکله بندر ترکمن	۸۴/۵۸	۹۱/۱۸	۷۸/۹۹	۷۵/۵۵	(۷۰/۳۳) *A. improvises* (۱۴/۶۷) *P. eichwaldiana* (۱۱/۴۶) *M. lineatus*	(۳۷/۲۸) *C. littoralis* (۳۱/۴۶) *M. lineatus* (۳۱/۲۷) *A. improvises*	(۵۰/۹۲) *A. improvises* (۲۴/۰۲) *Niphargoides* sp. (۱۱/۸۲) *P. eichwaldiana* (۵/۹۱) *C. littoralis*	(۴۵/۰۷) *P. eichwaldiana* (۳۵/۶۷) *A. improvises* (۱۴/۰۶) *Niphargoides* sp.
سیسنگان نوشهر و خواجه نفس-آشوراده	۹۸/۹۷	۱۰۰	۸۶/۸۷	۱۰۰	(۶۶/۲۴) *A. improvises* (۱۴/۲۴) *C. albidus* (۱۰/۷۰) *M. lineatus*	(۴۲/۵۲) *M. lineatus* (۲۸/۲۶) *A. improvises* (۲۰/۸۹) *C. littoralis*	(۵۶/۸۳) *Niphargoides* sp. (۳۰/۷۵) *A. improvises* (۸/۴۸) *M. lineatus*	(۳۵/۶۸) *A. improvises* (۲۲/۵۶) *Niphargoides* sp. (۱۸/۹۳) *P. eichwaldiana* (۱۴/۵۳) *C. littoralis*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

مقدار ماده آلی و درصد رس در رسوب در فصل بهار با تغییرات حول محور افقی (X) به بهترین شکل تشریح شده‌اند. همچنین طول و جهت بردارهایی که در طول محور دوم (عمودی) قرار گرفته‌اند، نشان‌دهنده اهمیت آن‌ها در درجه دوم بر اختلافات فراوانی ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف است که می‌توان به بردارهای شوری، دما و درصد سیلت رسوب در فصل تابستان؛ دما و مقدار ماده آلی رسوب در فصل پاییز؛ شوری، پتانسیل اکسیداسیون-احیا و دما آب در فصل زمستان؛ و شوری، دما و پتانسیل اکسیداسیون-احیا آب و درصد سیلت رسوب در فصل بهار اشاره کرد.

در فصل تابستان جهت بردار ماده آلی و شوری نسبت به موقعیت ایستگاه‌ها، نشان‌دهنده تاثیر قابل‌توجه این عوامل بر تفکیک این دو ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها است که در این خصوص، هم‌جهت بودن بردارهای *C. albidus* و *P. eichwaldinia* با بردارهای دو ایستگاه اسکله بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده (شکل ۳، b تابستان) حاکی از تاثیر مثبت درصد ماده آلی و شوری بر حضور این دو گونه است، به گونه‌ای که *C. albidus* در این فصل تنها در خواجه نفس- آشوراده و گونه *P. eichwaldinia* تنها در اسکله بندر ترکمن مشاهده شد و دو ایستگاه مذکور بالاترین درصد ماده آلی و شوری را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشتند (شکل ۳، a-تابستان). جهت بردارهای شکل ۳، قسمت b-تابستان نشان‌دهنده همبستگی مستقیم میان حضور *A. improvisus* و *M. lineatus* با ایستگاه سیسنگان نوشهر است که در خلاف جهت بردارهای درصد ماده آلی رسوب، شوری و ضریب هدایت الکتریکی آب قرار گرفته است (شکل ۳، a-تابستان). این امر نشان‌دهنده نقش غیرمستقیم عوامل مذکور بر پراکندگی و فراوانی این دو گونه در این ایستگاه است. جهت بردارهای درجه حرارت و ضریب هدایت الکتریکی با بردار ایستگاه فرح‌آباد ساری (شکل ۳، a-تابستان) نشان‌دهنده نقش این عوامل در تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌هاست که سبب حضور انحصاری *Stenogammarus* sp. تنها در این ایستگاه شده است (شکل ۳، b- تابستان).

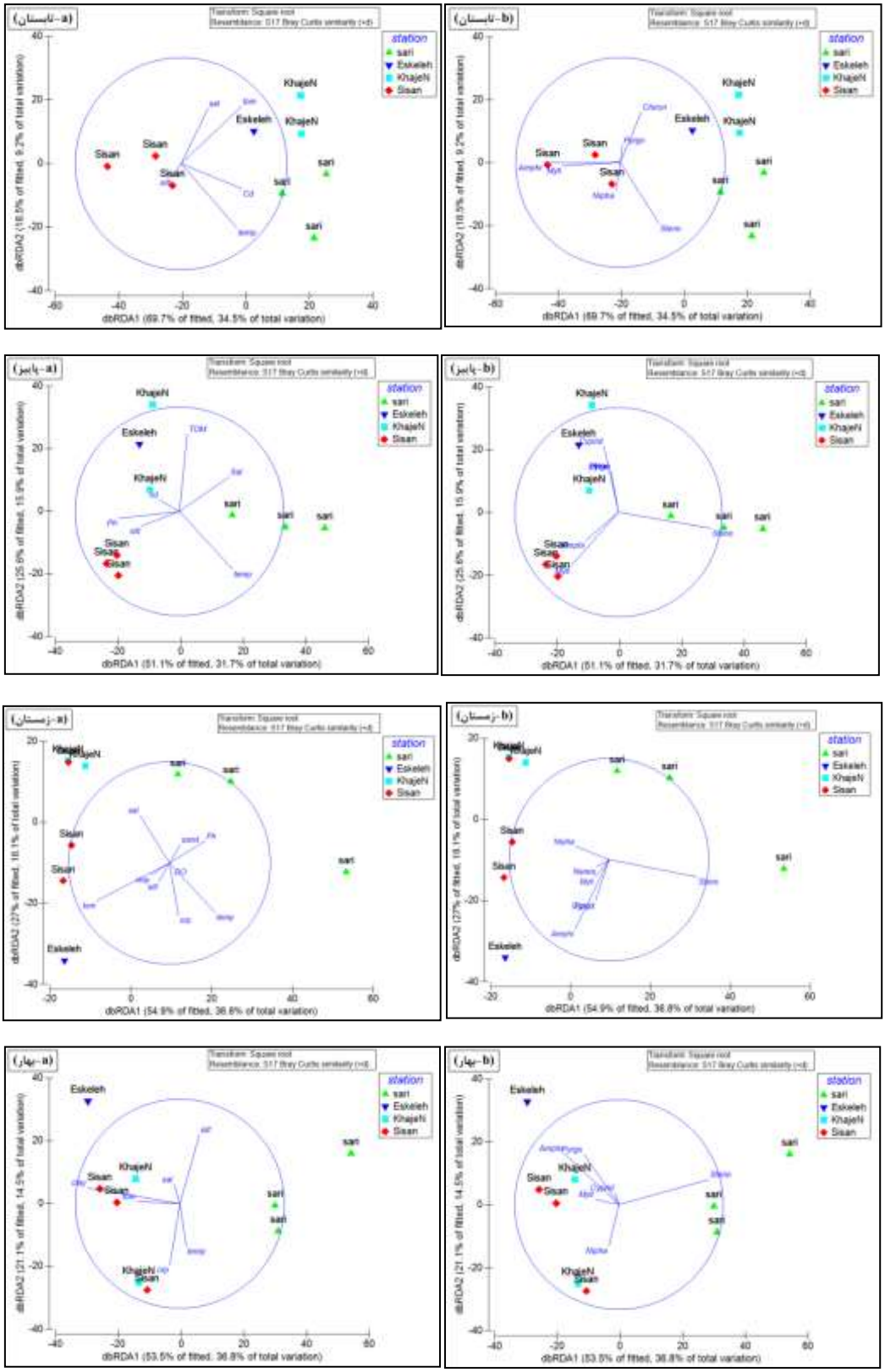
در فصل پاییز جهت بردارهای سیلت و pH نسبت به موقعیت ایستگاه سیسنگان نوشهر نشان‌دهنده تاثیر قابل‌توجه این عوامل بر تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها است (شکل ۳، a-پاییز) که بر حضور و فراوانی بیشتر گونه‌های *A. improvisus* و *M. lineatus* در ایستگاه مذکور در این فصل نقش داشته‌اند (شکل ۳، b-پاییز). هم‌سو بودن جهت بردارهای *P. eichwaldinia* و *P. pseudospica* با بردارهای اسکله بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده (شکل ۳، b-پاییز) و بردار مقدار ماده آلی نیز بازگوکننده تاثیر مقدار ماده آلی بر حضور این گونه‌هاست؛ به‌طوری‌که استراکود *C. littorals* در هر دو ایستگاه و صدف‌های *P. pseudospica* و *P. eichwaldinia* تنها در ایستگاه خواجه نفس مشاهده شدند و بالاترین مقدار ماده آلی در ایستگاه اسکله بندر ترکمن در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها به دست آمد (شکل ۳، a-پاییز). برخلاف فصل تابستان، در پاییز بردارهای درجه حرارت و شوری با بردار ایستگاه فرح‌آباد ساری (شکل ۳، a-پاییز) هم سو بوده که با توجه به هم‌جهت بودن بردار *Stenogammarus* sp. با بردار این ایستگاه (شکل ۳، b-پاییز)، می‌توان به نقش این عوامل بر حضور این جنس در این ایستگاه پی برد به گونه‌ای که جنس مذکور در سایر ایستگاه‌ها مشاهده نشد.

همسو بودن بردارهای *A. improvisus*، *C. littoralis* و *P. eichwaldinia* با بردار اسکله بندر ترکمن (شکل ۳، b-زمستان) و هم‌جهت بودن بردار مقدار ماده آلی، درصد سیلت و رس نسبت به موقعیت این ایستگاه حاکی از نقش پارامترهای مذکور بر حضور این گونه‌ها است؛ به‌ویژه دو گونه آخر که تنها در اسکله بندر ترکمن مشاهده شدند و بالاترین مقادیر از پارامترهای مذکور در این ایستگاه در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها مشاهده شد (شکل ۳، a-زمستان). جهت بردارهای pH و درصد ماسه رسوب با بردار ایستگاه فرح‌آباد ساری (شکل ۳، a-زمستان) نشان‌دهنده نقش این عوامل در تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌هاست که سبب حضور *Stenogammarus* sp. تنها در این ایستگاه در فصل زمستان شده است (شکل ۳، b-زمستان).

همچنین جهت و طول بردار شوری نسبت به بردار ایستگاه‌های خواجه نفس-آشوراده و سیسنگان نشان‌دهنده نقش این عامل در تفکیک این دو ایستگاه از سایر ایستگاه‌هاست؛ به‌طوری‌که بالاترین درصد شوری را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشتند (شکل ۳، a-زمستان) و با جهت بردارهای *Niphargoides* sp.، *M. lineatus* و *N. succina* هم سو می‌باشند (شکل ۳، b-زمستان)؛ به گونه‌ای که گاماروس مذکور در هر دو ایستگاه و دو گونه آخر تنها در ایستگاه سیسنگان نوشهر مشاهده شدند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]



شکل ۳. گراف dbRDA بر اساس بهترین متغیرهای پیش‌بینی کننده پراکنش ماکروبنتوزها در فصول مختلف

در فصل بهار، جهت بردار مقدار ماده آلی و درصد رس رسوب نسبت به موقعیت ایستگاه فرح‌آباد ساری نشان‌دهنده تاثیر قابل‌توجه این عوامل بر تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها است که کم‌ترین درصد ماده آلی و رس رسوب را در مقایسه با

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

سایر ایستگاه‌ها داشت (شکل ۳، a-بهار). همچنین هم‌جهت بودن بردار *Stenogammarus* sp. با بردار این ایستگاه نیز حاکی از نقش این عوامل بر حضور این جنس در این ایستگاه است به گونه‌ای که در سایر ایستگاه‌ها مشاهده نشد (شکل ۳، b-بهار). مقادیر بالای درصد ماده آلی و به ویژه درصد رس در رسوب ایستگاه‌های خواجه نفس-آشوراده، سیسنگان و اسکله بندر ترکمن با حضور گونه‌های *C. littoralis*، *A. improvisus*، *P. eichwaldinia* و *M. lineatus* همبستگی مستقیم نشان داد؛ همان‌گونه که از جهت بردارهای آن‌ها در قسمت‌های a و b شکل ۳ مشخص می‌باشد. علاوه براین، هم سو بودن جهت بردار *Niphargoides* sp. با بردار پتانسیل اکسیداسیون- احیا در ایستگاه سیسنگان دلیل بر تاثیر این پارامتر بر حضور این جنس بوده که تنها در ایستگاه مذکور با بالاترین پتانسیل اکسیداسیون-احیا یافت شد (شکل ۳، a و b بهار).

بحث

در مطالعه حاضر، بیش‌ترین ماده آلی در رسوبات در سواحل بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده در تمام فصول به دست آمد (جدول ۱). با توجه به مقادیر بالای سیلت در سواحل استان گلستان، طبیعتاً مواد آلی در رسوبات خط ساحلی این بخش بیشتر است (Bagheri, 2016). همچنین بیشترین میزان اکسیژن محلول در فصل پاییز در ایستگاه‌های سیسنگان (mg/l ۱۲/۰۶۶) و ساری (۹/۳۰۰mg/l) مشاهده شد و کمترین سطح آن در فصل بهار در ایستگاه‌های بندر ترکمن (۲/۴۰۰ mg/l) و خواجه نفس-آشوراده (۲/۵۰۰mg/l) اندازه‌گیری شد. در این مطالعه بیشترین ضریب هدایت الکتریکی (۰/۰۴۳ µs) ثبت شده در فصل بهار بوده است. با توجه به مطالعه Jamshidi (۲۰۱۸)، دلیل این امر سرد شدن هوا و کاهش pH می‌باشد که به دنبال آن، افزایش شوری را خواهیم داشت؛ در نتیجه ضریب هدایت الکتریکی در این فصل در هر چهار ایستگاه بیشتر از فصول دیگر است. در مطالعه حاضر، دامنه pH ایستگاه‌های بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده بین ۸/۲۵-۶/۵ اندازه‌گیری شده است. در این رابطه، بر اساس مطالعه Jamshidi (۲۰۱۸) در دو فصل گرم و سرد در سواحل خلیج گرگان صورت گرفت، میزان pH آب خلیج در تیرماه عمدتاً حول عدد ۸/۵ ثبت شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری دانه‌بندی بستر در ایستگاه‌های واقع در خط ساحلی دریای خزر در این مطالعه نشان داد که در اسکله بندر ترکمن برخلاف ایستگاه‌های دیگر میزان سیلت بیشتر از ماسه و ماسه بیشتر از رس بوده است. در مجموع، درصد رس و سیلت در فصول پاییز و زمستان و درصد ماسه در فصول بهار و تابستان در خط ساحلی دریای خزر (جنوب و جنوب شرقی) بیشتر بود. بر اساس مطالعه Akhundian و همکاران (۲۰۱۸)، سواحل جنوبی دریای خزر در فصول پاییز و زمستان نسبت به بهار و تابستان دارای درصد رس بیشتری بود. همچنین، Hashemian و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه بر روی درصد دانه‌بندی بستر سواحل دریافتند که میزان سیلت و رس در نوشـهر و تنکابن نسبت به سواحل گمیشان، بندر امیرآباد، آستارا و بندر انزلی کمترین مقدار بود.

در این تحقیق، در چهار ایستگاه انتخابی در خط ساحلی دریای خزر (فرح‌آباد ساری، اسکله بندر ترکمن، آشوراده-خواجه نفس و سیسنگان نوشهر) در مجموع ۱۴۵۶ عدد ماکروبنتوز طی یک سال جمع‌آوری شد که متعلق به ۷ رده و ۱۰ جنس و ۸ گونه بودند. برخی از گونه‌های ماکروبنتوزی به‌طور انحصاری فقط در یک ایستگاه مشاهده شدند و در سایر ایستگاه‌ها حضور نداشتند. به‌طورکلی تفاوت در فراوانی و بیوماس کفزیان در نقاط مختلف را می‌توان به عوامل متعددی از جمله مقدار غذا، عمق آب و نوع بستر، شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط زیست و مقدار مواد آلی، تغییرات بیولوژیکی مثل رقابت، شکار و احیاء مرتبط دانست (Nybakken, 2001). محققین کشور روسیه در دریای خزر تغییرات سطح دریا و به دنبال آن تغییرات شوری و اکسیژن را از عوامل اصلی تغییرات جوامع بنتوز در این دریا می‌دانند (Katunin, 1994). در مطالعه Tajari و همکاران (۲۰۱۳) در تالاب گمیشان در خصوص تاثیر عوامل زیستی و غیرزیستی بر روی پراکنش ماکروبنتوزها، مشخص شد که خانواده *Pyrgulidae* در آذر ماه بیشترین فراوانی را داشته و کمترین تراکم از ماکروبنتوزها از خانواده *Chironomidae* در ماه آبان مشاهده شد. آن‌ها دریافتند که شرایط مختلف اکولوژیکی مانند عمق، دما، فصل، میزان مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات بستر روی پراکنش این موجودات مؤثرند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

نتایج حاصل از مطالعه حاضر در خصوص ارتباط عوامل زیستی و غیرزیستی نشان داد که در فصل تابستان ایستگاه‌های اسکله بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده بالاترین درصد ماده آلی و شوری را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشتند و بالا بودن شوری و ماده آلی تاثیر مستقیمی بر حضور دو گونه *C. albidus* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده و *P. eichwaldinia* در ایستگاه اسکله بندر ترکمن داشت. اگرچه، گونه *C. albidus* با تراکم ۴ عدد تنها در ایستگاه خواجه نفس- آشوراده و در فصل تابستان مشاهده شد و در سایر ایستگاه‌ها و فصول مشاهده نشد. گونه *C. albidus* به دلیل نورگریز بودن و وابستگی به عمق در نواحی ساحلی فراوانی قابل ملاحظه‌ای دارد (Haghparast *et al*., 2014). ازآنجایی‌که هر گروه از درشت کفزیان در رسوبات خاصی زندگی می‌کنند، بنابراین تغییر در جوامع کفزی می‌تواند به دلیل تغییر در نوع دانه‌بندی بستر باشد (Nasrollahi *et al*., 2017). گونه‌های شیرونومیده در ذرات سیلتی غالبیت دارند و با افزایش عمق بر میزان ذرات ریز و مواد آلی افزوده می-شود. رسوبات سیلتی به دلیل بافت تشکیل‌دهنده قابلیت نگهداری مواد آلی بیشتری را در خود دارند. یکی از مهم‌ترین نقش این رسوبات فراوانی غذای در دسترس برای دتریت خواران می‌باشد (Hashemian *et al*., 2011). این امر نیز می‌تواند دلیل حضور *C. albidus* در ایستگاه خواجه نفس-آشوراده با میانگین درصد سیلت ۶/۳۷ ٪ و مناسب بودن شرایط محیطی در فصل تابستان برای زیست این گونه در ایستگاه مذکور در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها باشد. با ریز شدن دانه‌بندی بستر، افزایش درصد رس و لای میزان فضای موجود بین ذرات و همچنین اکسیژن محلول کاهش یافته که می‌تواند باعث کاهش فراوانی و زی‌توده درشت کفزیان شود (Tajari *et al*., 2013). این امر می‌تواند دلیل عدم حضور دو جنس *Stenogammarus* sp. و *Niphargoides* sp. در ایستگاه اسکله بندر ترکمن با بیشترین ماده آلی در تمامی فصول در این تحقیق باشد. میزان مواد آلی که خود تابعی از دانه‌بندی بستر است نیز اثرات مهمی بر جوامع کفزی دارد. رسوبات دانه‌ریز مقادیر آب و مواد آلی بیشتری در خود نگهداری می‌کنند و حرکت آب در بین این ذرات نیز کند است. در نتیجه عواملی نظیر دما و شوری نیز در این رسوبات دیرتر دستخوش تغییر می‌شوند (Nasrollahi *et al*., 2017).

در ایستگاه سیسنگان نوشهر درصد ماده آلی رسوب، شوری و ضریب هدایت الکتریکی نقش غیرمستقیم بر پراکندگی و فراوانی دو گونه *A. improvisus* و *M. lineatus* داشته و در ایستگاه فرح‌آباد ساری درجه حرارت و ضریب هدایت الکتریکی نقش مستقیمی بر روی گونه *Stenogammarus* sp. داشتند. گاماروس‌ها اکثراً در آب‌های لب شور زندگی می‌کنند و معمولاً در کف بستر در میان جلبک‌ها به سر می‌برند (Mac-Neil *et al*., 1997). گونه‌ی *Abra segmentum* یک گونه‌ی تالابی محسوب می‌شود و بیشتر در مناطق ساحلی و جزرومدی، آب‌های لب شور دیده می‌شود (Bachelet, 1989).

در مطالعه حاضر، دو عامل سیلت و pH بر تفکیک ایستگاه سیسنگان نوشهر از سایر ایستگاه‌ها نقش داشتند و بر حضور و فراوانی بیشتر گونه‌های *A. improvisus* و *M. lineatus* در ایستگاه مذکور در فصل پاییز اثرگذار بودند (شکل ۳). گونه دوکفه‌ای *M. lineatus* وابستگی زیادی به بستر داشته و به علت کم‌تر بودن جریانات آبی و مواد غذایی زیاد، بیشتر در قسمت‌های عمیق دیده می‌شود. همچنین بر اساس مطالعه Bahrbar و همکاران (۲۰۱۸)، این گونه بیشتر در بسترهای ماسه‌ای (درشت‌تر) یافت می‌شود که این امر می‌تواند دلیل حضور بیشتر این گونه در این ایستگاه در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها باشد.
بالاتر بودن مقدار ماده آلی در ایستگاه اسکله بندر ترکمن اثر قابل توجهی بر تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها داشته و بر حضور گونه‌های *P. eichwaldinia*، *C. littorals* و *P. pseudospica* در ایستگاه اسکله بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده در فصل پاییز تاثیر مثبت داشت. دو گونه *P. eichwaldinia* و *P. pseudospica* بیشتر در قسمت‌های عمیق‌تر حضور دارند؛ به‌سبب اینکه یک گونه کم‌تحرک وابسته به بستر بوده و بیشتر در بسترهای رسی یا سیلتی (همانند ایستگاه‌های بندر ترکمن و خواجه نفس-آشوراده در مطالعه حاضر) یافت می‌شوند (Sharbati *et al*., 2013). *C. littorals* معمولاً در آب‌های ساکن دیده می‌شود (Haghparast *et al*., 2014). ساکن بودن سطح آب در ایستگاه بندر ترکمن و خواجه نفس- آشوراده در مقایسه با ایستگاه‌های دیگر طی دوره یک‌ساله نمونه‌برداری در این مطالعه مشخص گردید. گونه‌ی *C. littoralis* بسترهای دانه‌ای ماسه ریز و سیلتی دانه متوسط تا دانه‌درشت را برای زیست ترجیح می‌دهد و اصولاً نسبت به تغییرات متغیرهای مختلف محیطی حساس بوده و در محیط‌های دریایی از خط ساحلی تا منطقه عمیق زندگی می‌کند (Holmes and Chivas, 2002). اگرچه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

Akrami و همکاران (۲۰۰۸) اظهار کردند که *C. littorals* به دلیل مقاوم بودن در برابر شوری معمولاً در بسترهای مختلف و در فصول مختلف سال قابل مشاهده‌اند.

در فصل زمستان مقدار ماده آلی، درصد سیلت و رس تاثیر قابل‌توجهی بر تفکیک ایستگاه اسکله بندر ترکمن از سایر ایستگاه‌ها داشتند که بالاترین مقادیر از پارامترهای مذکور را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشت و این پارامترها بر حضور و فراوانی گونه‌های *A. improvisus*، *C. littoralis* و *P. eichwaldinia* در این ایستگاه نقش مستقیمی داشتند. پارامترهای pH و درصد ماسه رسوب سبب تفکیک ایستگاه فرح‌آباد از سایر ایستگاه‌ها شده و بر حضور *Stenogammarus* sp. تنها در این ایستگاه در فصل زمستان نقش داشتند. جنس *Stenogammarus* sp. به ایستگاه‌های کم‌عمق‌تر و بستر ماسه‌ای گرایش داشته که احتمالاً به دلیل وجود مواد غذایی و نقب زدن برای دسترسی راحت‌تر به مواد غذایی می‌باشد (Denilad and Nazari, 2000). همچنین، شوری موجب تفکیک ایستگاه‌های خواجه نفس-آشوراده و سیسنگان از سایر ایستگاه‌ها شده؛ به‌طوری‌که بالاترین درصد شوری در ایستگاه‌های مذکور مشاهده شد و بر حضور *Niphargoides* sp.، *M. lineatus* و *N. succina* اثر مستقیم داشت. گونه *N. succina* جزء رسوب‌خواران بوده و بیشتر در بسترهای سیلتی دیده می‌شود و وجود تلاطم‌های دریایی موجب فرار آن‌ها از لابلای رسوبات می‌گردد (Akrami *et al.*, 2008)؛ لذا به نظر می‌رسد که افزایش تلاطم و جریانات دریایی در فصل زمستان بر حضور این گونه در ساحل سیسنگان نوشهر نقش داشته است.

در فصل بهار، کمترین مقادیر از پارامترهای درصد ماده آلی و رس در رسوب ایستگاه فرح‌آباد ساری به دست آمد که در تفکیک این ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها تاثیر قابل‌توجهی داشته و بر حضور و فراوانی *Stenogammarus* sp. نقش داشتند، به گونه‌ای که در سایر ایستگاه‌ها مشاهده نشد. در بسترهای شنی – ماسه‌ای تنوع و تراکم گونه‌های مختلف موجودات ماکروفونا غالباً بیشتر از بسترهای گلی- رسی است، زیرا ذرات درشت‌تر بسترهای شنی یا ماسه‌ای محیط مناسب‌تری برای سکونت اغلب موجودات کفزی می‌باشد (Kiyabi *et al.*, 2008). همچنین، در این فصل مقادیر بالای درصد ماده آلی و به ویژه درصد رس در رسوب ایستگاه‌های خواجه نفس-آشوراده، سیسنگان و اسکله بندر ترکمن با حضور گونه‌های *C. littoralis*، *A. improvisus*، *P. eichwaldinia* و *M. lineatus* همبستگی مستقیم نشان داد. فراوانی دوکفه‌ای‌ها (نرم تنان) در دو فصل بهار و تابستان احتمالاً به دلیل کلسیم بالای آب و تکثیر و تولید مثل آن‌ها بوده است (Haghparast *et al.*, 2014). گونه *A. improvises* گرایش بیشتری به بخش‌هایی با عمق متوسط و عمیق دارد و اکثراً در بسترهای قلوه‌سنگی (همانند سیسنگان نوشهر در مطالعه حاضر) دیده می‌شود. علت این موضوع به دلیل خاصیت چسبندگی آن به اشیا، جانوران و یا پوست اندازی است که در مناطق عمیق‌تر به علت کم‌تر شدن تلاطم آب دریا، این کار راحت‌تر صورت می‌پذیرد. در سواحل سنگی به دلیل چسبندگی آن‌ها به بسترهای سنگی فراوانی بیشتری نسبت به بسترهای دیگر دارند (Bahrbar *et al.*, 2018). علاوه بر این، سطح بالای پتانسیل اکسیداسیون- احیا در ایستگاه سیسنگان نوشهر در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها بر حضور جنس *Niphargoides* sp. در فصل بهار تاثیر مثبتی داشت.

بر اساس یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تنوع و حضور گونه‌های مختلف ماکروبنتوز شناسایی شده کاملاً وابسته به ایستگاه، به عبارت بهتر وابسته به جنس بستر و دانه‌بندی بود. در این بین، ترکیب گونه‌ای غالب در هر ایستگاه با تغییر فصل نیز متفاوت بود. همچنین متغیرهای مقدار ماده آلی و ضریب هدایت الکتریکی در تابستان؛ شوری، pH و سیلت در پاییز؛ مقدار ماده آلی رسوب و pH در زمستان و مقدار ماده آلی و درصد رس در رسوب در بهار از مهم‌ترین عواملی هستند که در پراکندگی ماکروبنتوزها و اختلاف فراوانی آن‌ها در بسترهای متفاوت نقش داشته‌اند.

منابـع

Abrantes, A., Pinto, F., Moreira, M.H. 1999. Ecology of polychaete, *Nereis diversicolor*, in the Canal de Mira (Ria de Averio, Portugal). Population dynamics, production and oogenic cycle. Acta Oecnologica. 20(4): 267-283.

Akhundian, M., Javandel, N., Kardel, F. 2018. Seasonal variations in the diversity and frequency of benthic ringworms in sediments of the Caspian Sea southern shores (Mzandaran, Sari). Aquatics Ecology. 8(1): 77-91. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

Akrami, R., Bandani, G.A., Qaraei, A., Mirdarharijani, J., Karami, R. 2008. Benthic study and its relationship with organic matter of bed sediments on the north coast of the Gorgan Bay (Caspian Sea). Caspian Sea Aquatic Magazine. 18 p. (in Persian)

Bachelet, G. 1989. Recruitment in *Abra tenuis* (Montagu) (Bivalvia, Semelidae), a species with direct development and a protracted meiobenthic phase. In: Ryland, J.S., Tyler, P.A. (eds.). Reproduction, genetics and distribution of marine organisms. Olsen & Olsen. Fredensborg. pp. 23-30.

Bagheri, H. 2016. Sedimentological and mineralogical study of coastal sediments in the southern part of the Caspian Sea (Iran). Journal of Marine Science & Technology Research. 11(4):43-60. (in Persian)

Bahrbar, S., Negarestan, H., Maghsoudloo, A., Danehkar, A. 2018. Evaluation of organic matter, sediment type and distribution of microbenthic species in the Boojagh Marine National Park. Southern Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 26(5): 51-60. (in Persian)

Callaway, R.M. 2006. Soil biota and invasive plants. New phytologist. 170(3): 445-457.

Currie, D.R., Small, K.J. 2005. Macrobenthic community responses to long-term environmental change in an east Australian sub-tropical estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 63(1-2): 315-331.

Denilad, L., Nazari, F. 2000. Caspian Sea Invertebrate Atlas, Birestein, I. A. 1st edition. Iran Fisheries Research Institute. Scientific Information Management and International Relations. 609 p. (in Persian)

Derzhavin, A.N. 1962. New species of gammarus in Caspian Sea. academy science of Soviet Union. Moscow. 231 p.

Dunn, R.J., Welsh, D.T., Jordan, M.A., Arthur, J.M., Lemckert, C.J., Teasdale, P.R. 2012. Interactive influences of the marine yabby (*Trypaea australiensis*) and mangrove (*Avicennia marina*) leaf litter on benthic metabolism and nitrogen cycling in sandy estuarine sediment. Hydrobiologia. 693(1): 117-129.

Eleftheriou, A., McIntyre, A.D. 2005. Methods for the study of marine benthos. Blackwell Science. 3rd edition. 410 p.

Haghparast, S., Ghorbani, R., Vesaghi, M. 2014. Study of diversity and abundance of zooplankton population in Gomishan wetland and its relationship with environmental factors. Journal of Animal Environment. 6(4): 195-208. (in Persian)

Hashemian, A., Soleimani, Rudi, A., Salarvand, G., Elyasi, F., Nazaran, M., Dashti, A., Nourani, A., Islami, F., Gholami, M., Kardar Rostami, M., Shabani, Kh. 2011. Investigation of diversity, distribution and abundance of macrobenthos biomass in the southern Caspian Sea, Iran Fisheries Research Institute. 95 p. (in Persian)

Holmes, J.A., Chivas, A. 2002. The Ostracoda. American Geophysical union. pp. 225-244.

Izadpanahi, Q., Owfi, F., Haqshenas, A. 2007. Report of Persian Gulf Hydrobiology in the Bushehr Province Waters. Iranian Fisheries Research Organization. 100 p. (in Persian)

Jamshidi, S. 2018. Evaluation of physico-chemical characteristics in Gorgan Bay water in warm and cold seasons. Iranian Journal of Marine Technology. 5(2): 105-119. (in Persian)

Jordan, M.A., Welsh, D.T., Dunn, R.J., Teasdale, P.R. 2009. Influence of *Trypaea australiensis* population density on benthic metabolism and nitrogen dynamics in sandy estuarine sediment: a mesocosm simulation. Journal of Sea Research. 61(3): 144-152.

Katunin, A. 1994. A study of hydrology and hydrobiology of the southern coasts of the Caspian. Mazandaran Fisheries Research Center. 389 p.

Kiyabi, B., Abdoli, A., Ghaemi, R. 2008. Wetland and river ecosystems of Golestan Province. Golestan Environmental Protection Organization. 182 p. (in Persian)

Mac-Neil, C., Dick, J.T.A., Elwood, R. 1997. The trophic ecology of freshwater *Gammarus* sp. (Crustacea: Amphipoda): Problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. Biological Review. 72: 349-364.

Marandi, A. 2001. A national program study of dealing with oil pollution in an emergency. MS.c thesis. Islamic Azad University, North of Tehran Branch. 87 p.

McLachlan, A., Brown, A. 2006. The Ecology of Sandy Shores. 2nd edition. Elsevier, Burlington, MA, USA.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]

McLachlan, A., Defeo, O., Short, A.D. 2018. Characterizing sandy beaches into major types and states: Implications for ecologists and managers. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 215: 152-160.

McLusky, D.S. 1990. The estuarine ecosystem. Blackie, Glasgow and London. pp. 161-182.

Nasrollahi, A., Farshchi, M., Shukri, M. 2017. Temporal and spatial changes of large benthic communities on the southern shores of the Caspian Sea. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology). 30(2): 178-193. (in Persian)

Netto, S.A., Warwick, R.M., Attrill, M.J. 1999. Meiobenthic and macrobenthic community structure in carbonate sediments of Rocas Atoll (North-east, Brazil). Estuarine, Coastal and Shelf Science. 48(1): 39-50.

Nybakken, J.W. 1995. Marine biology, an ecological approach. Harper Collins college publishers. California. pp. 328-438.

Nybakken, J.W. 2001. Marine biology: an ecological approach. Vol. 5. San Francisco: Benjamin Cummings.

Owen, T.L. 1974. Hand book of common methods in limnology. institute of environmental studies and department biology Baylor University. Waco Texas U.S.A. 120 p.

Ports and Maritime Organization. 2014. Geomorphology in integrated coastal zone management of Iran (Vol. 1: Caspian Sea Coasts). General Office of Coastal and Ports Engineering of Port and Maritime Organization, Publication of Port and Maritime Organization, Tehran, Iran. 188 p. (in Persian)

Rosenberg, D.M., Davies, I.J., Cobb, D.G., Wiens, A.P. 1997. Protocols for measuring biodiversity: Benthic macroinvertebrates in fresh waters. Department of Fisheries and Oceans, Freshwater Institute. 501 p.

Sadeghifar, I., Azarm Sa, A. 2015. Analysis of sediment grain size distribution and texture in the south part of the Caspian Sea (A Case Study; Noor Coastal Zone). Quarterly Journal of Marine Science and Technology. 19(73): 36-23. (in Persian)

Shapouri, M., Gholami, Sh., Pajand, Z., Mahdi Nejad, K. 2016. Investigation of density and diversity of macrobenthos on the southern shores of the Caspian Sea (Rudsar city). Caspian Sea Aquatic Journal. 1: 57-45. (in Persian)

Sharbati, S., Akrami, R., Yalghi, S., Mirdar, J., Ahmadi, Z. 2013. Identification, determination of abundance and biomass of macrobenthic communities in the southeastern coastal waters of the Caspian Sea (Golestan province). Iranian Journal of Fisheries. 21(4): 23-31.

Snelgrove, P.V. 1999. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats: ocean bottoms are the most widespread habitat on earth and support high biodiversity and key ecosystem services. Bioscience. 49(2): 129-138.

Tajari, M., Razi'i, M., Afsa, S., Azimi, A., Shamekhi Ranjbar, Kh., Hami Tabari, A. 2013. Study of diversity, frequency and biomass of benthic wetlands in Gomishan wetland, Golestan province. Animal Biology. 6(2): 11-19. (in Persian)

Ta′voli, M., Seifabadi, S.J., Nejatkhah Maanavi, P. 2016. Ecological and biological study of the benthic population of the coast of Chalous (Caspian Sea), Oceanography. 7(26): 43-54. (in Persian)

Thrush, S.F., Dayton, P.K. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. Annual Review of Ecology and Systematics. 33(1): 449-473.

Welsh, D.T. 2003. It's a dirty job but someone has to do it: the role of marine benthic macrofauna in organic matter turnover and nutrient recycling to the water column. Chemistry and Ecology. 19(5): 321-342.

Zalmon, I.R., Krohling, W., Ferreira, C.E.L. 2011. Abundance and diversity patterns of the sessile macrobenthic community associated with environmental gradients in Vitória Harbor, southeastern Brazil. Zoologia (Curitiba). 28(5): 641-652.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-04]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.2.6.1]