بررسی نوسانات فصلی تراکم و زی‌توده گروه‌های ماکروبنتیک در آب‌های منطقه ساحلی دریای خزر و منطقه مصبی رودخانه بابلرود (شهرستان بابلسر)

چکیده

جهت مطالعه نوسانات فصلی، تراکم و زی‌توده فون ماکروبنتیک، نمونه‌برداری فصلی با نمونه‌بردار گرب بمدت یکسال (۸۷-۱۳۸۶) در سه عمق مختلف (۵، ۱۰ و ۱۵ متری) در سه ترانسکت (۹ ایستگاه) در سواحل دریای خزر (شهرستان بابلسر) و سه ایستگاه در منطقه مصبی رودخانه بابلرود انجام شد. سخت پوستان، دوکفه ایها و پلی‌کتها گروه‌های غالب ماکروبنتیک در فصول مختلف سال در اعماق مختلف دریا بودند؛ در حالی که دوکفه‌ایها و سخت پوستان در مصب غالبیت داشتند. تراکم و بیوماس ماکروبنتوزها با افزایش عمق روند صعودی نشان داد به طوری که بیشترین مقدار در عمق ۱۵ متری به دلیل دانه‌بندی ریزتر ذرات رسوب، افزایش مواد آلی و ثبات بستر دیده شد. دو عامل دانه‌بندی رسوبات و عمق آب بیشترین تاثیر را بر ماکروبنتیک‌های نواحی ساحلی دریا داشته، در حالی که شوری آب بیشترین تاثیر را در مصب رودخانه بر میزان تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها داشت. داده‌های این مطالعه نشان داد که ناحیه مصبی رودخانه بابلرود دارای گروه‌های ماکروبنتیک کمتری نسبت به ناحیه دریایی بوده ولی تراکم و زی‌توده آنها در ناحیه مصبی بیشتر از سواحل دریا بود.

واژگان کلیدی: تراکم و زی‌توده، فون ماکروبنتیک، دریای خزر، رودخانه بابلرود.

محمد برهانی جلودار[۱]

ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی[۲*]

سید محمد باقر نبوی[۳]

۱. دانشگاه علوم و فنون دریایی، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، خرمشهر، ایران

۲. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده علوم دامی و شیلات، استادیار گروه شیلات، ساری، ایران

۳. دانشگاه علوم و فنون دریایی، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، استادیار بیولوژی دریا، خرمشهر، ایران

***مسئول مکاتبات:**

a.esmaeili@sanru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۲۸

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

مقدمه

ماکروبنتیک‌ها گروه‌های متنوع و مهمی از موجودات آبزی واقع در سطح، درون بستر و یا در ارتباط با بستر اکوسیستم‌های آبی با نقشی کلیدی در چرخه غذایی آب‌ها بوده که حلقه ارتباطی مهمی بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان برقرار می‌نمایند (Heilskov and Holmer, 2001). این موجودات می‌توانند شاخص مناسبی برای تعیین کیفیت آب جهت توصیف شرایط اکولوژیکی محیط‌های آبی بوده و در پیش‌بینی به استرس‌های ناشی از عوامل طبیعی و یا انسانی کمک شایانی نمایند (Dauer *et al.*, 2000; Butcher *et al.*, 2003). این گروه‌ها نقش مهمی در معدنی کردن، تهویه و اختلاط رسوبات حاوی مواد آلی دارند. تراکم، تنوع و پراکندگی ماکروبنتیک‌ها در بستر آب‌ها وابستگی بالایی به شرایط فیزیکی و شیمیایی مانند عمق آب، شوری، جریانات و حرکات آبی، فصول مختلف سال، اندازه رسوبات، مقدار مواد آلی و آلودگی‌های احتمالی موجود در رسوبات دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

دریای خزر به عنوان بزرگ‌ترین پیکره آبی داخل خشکی حدوداً ۴۰ درصد از حجم آب‌های داخلی کره زمین را در خود جای داده است (Dumont, 1998, 2000). این محیط آبی طی پنج میلیون سال گذشته به دلیل داشتن شوری پایین (در محدوده بین ۱۳-۱ در هزار)، نوسانات محدود شوری، جداشدن جغرافیایی و تکامل کاملاً مستقل خود دارای تنوع زیستی نسبتاً کمی است (Birshtein *et al.*, 1968)؛ با این حال بر طبق نظر Kosarev and Yablonskaya (۱۹۹۴)، نزدیک به ۴۰۰ گونه بنتیک در دریای خزر شناسایی شده که اکثر گونه‌ها بومی این محیط بوده و می‌توانند به عنوان شاخصی مناسب جهت مطالعات بیولوژیکی و تکامل موجودات ساکن در این محیط باشند. محیط‌های مصبی از نظر وسعت حدوداً ۱۳ درصد از نوار ساحلی آبی کره زمین را تشکیل داده و سیستم‌های اکولوژیک ویژه‌ای از نظر جوامع زیستی هستند که به دلیل عمق کم و واقع شدن بین دریا و خشکی از تولید اولیه و ثانویه بالایی برخوردار بوده و حتی می‌توانند مواد مغذی اکوسیستم‌های دریایی مجاورشان را فراهم نمایند (Knoppers, 1994; Berhamer *et al.*, 2006).

رودخانه بابلرود با رژیم دائمی از ارتفاعات ۲۱۷۰ متری سوادکوه و بندپی در بخش مرکزی دامنه شمالی رشته کوه البرز سرچشمه و پس از پیوستن شعبات سجادرود، کلاررود و نهری‌کاری و عبور از قسمت غربی شهرستان بابل نهایتاً در شهرستان بابلسر به دریای خزر می‌پیوندد. طول این رودخانه حدودا ۷۸ کیلومتر و شیب متوسط آن ۳/۲ درصد و عرض آن در منطقه مصبی تقریبا ۷۹ متر می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه در حوضه آبریز این رودخانه ۷۵۰ میلی‌متر در سال بوده و مجموع دبی سالیانه آن حدوداً ۵۶۱ میلیون متر مکعب می‌باشد. بستر رودخانه در نواحی بالادست متشکل از قلوه سنگ‌های ریز و درشت و در منطقه مصبی منتهی به دریا دارای بسترهای سنگی بسیار ریز تا شنی-ماسه‌ای و نهایتاً گلی می باشد (مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ۱۳۷۴). از نظر اکولوژیکی این رودخانه نقش مهمی بعنوان محل تخم‌ریزی انواع ماهیان آنادروموسی دریای خزر دارد. همچنین ماکروبنتوزهای واقع در بستر ناحیه مصبی رودخانه می‌توانند در تغذیه لارو و یا بچه ماهیان قبل از ورود به دریا نقش مهمی ایفاء نمایند.

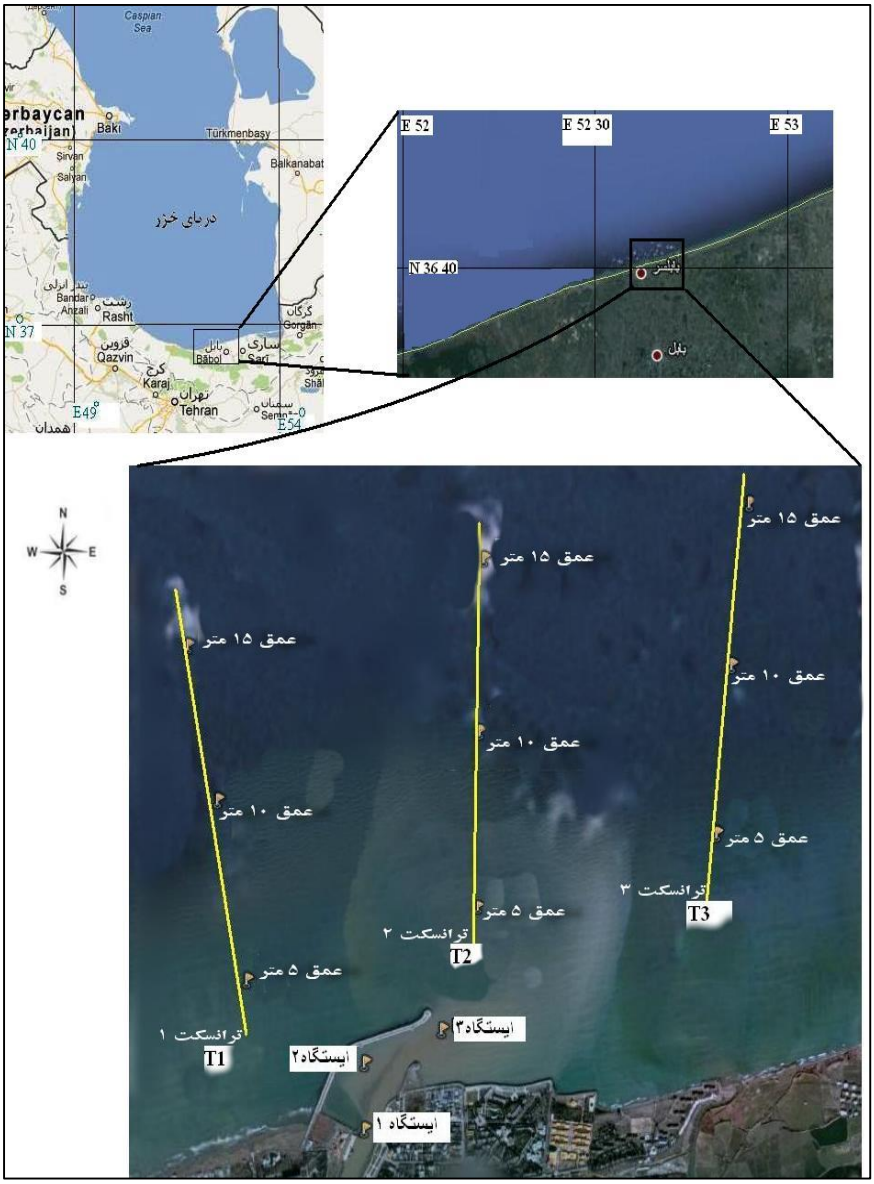
اگرچه مطالعات فراوانی روی انواع جوامع ماکروبنتیک در اکوسیستم‌های مختلف آبی دنیا انجام گرفته، ولی داده‌های محدودی در زمینه نوسانات فصلی گروه‌های مختلف ماکروبنتیک، تراکم و زی‌توده آن‌ها در اعماق ساحلی دریای خزر و مناطق مصبی منتهی به آن صورت گرفته است (Kasymov, 1989; Taheri and Yazdani Fashtomi, 2011). تاکنون مطالعات قبلی انجام شده در بخش‌های جنوبی دریای خزر (در محدوده سواحل ایران) تاکید بیشتری روی شناسایی گونه‌ها و تراکم آن‌ها در اعماق مختلف دریا داشته‌اند (مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ۱۳۷۴؛ هاشمیان کفشگیری، ۱۳۷۷). با توجه به این که این داده‌ها می‌توانند در ارزیابی، مدیریت و تاثیر عوامل انسانی بر آب‌های نواحی ساحلی و مناطق مصبی مفید باشند؛ لذا هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی نوسانات فصلی گروه‌های مختلف ماکروبنتیک، تراکم و زی‌توده آن‌ها در دو منطقه اعماق ساحلی آب‌های نواحی جنوب دریای خزر و منطقه مصبی رودخانه بابلرود در شهرستان بابلسر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به مدت یک سال (از زمستان سال ۱۳۸۶ تا پاییز سال ۱۳۸۷) در دو منطقه سواحل دریای خزر و مصب رودخانه بابلرود به صورت نمونه‌برداری فصلی (شامل ماه اسفند برای فصل زمستان، خرداد برای فصل بهار، شهریور برای فصل تابستان و آذر برای فصل پاییز) توسط قایق انجام گردید. رودخانه بابلرود در منطقه مصبی شهرستان بابلسر به عنوان ایستگاه ناحیه مصبی انتخاب شده، به طوری که تعداد سه ایستگاه نمونه‌برداری در این منطقه با عناوین ایستگاه مصبی بخش بالایی، میانی و پایینی انتخاب شدند. جهت تعیین ایستگاه‌های سواحل دریا نیز سه ترانسکت در نظر گرفته شد که یک ترانسکت دقیقاً به موازات مصب و دو ترانسکت دیگر در سمت شرقی و غربی آن هر کدام با فواصل تقریبی ۱۲۰۰ متری تعیین شدند. بر روی هر ترانسکت نیز سه ایستگاه بر مبنای عمق آب (اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متر) در نظر گرفته شد. کل فاصله عرضی در نظر گرفته شده برای ایستگاه‌های واقع در ساحل حدودا ۲/۵ کیلومتر بوده ولی فواصل طولی داخل دریا بسته به

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

منطقه متفاوت بودند. با این حال، برای تشخیص دقیق اعماق مذکور در یک مرحله از عملیات میدانی با استفاده از دستگاه موقعیت یاب (GPS) مکان دقیق ایستگاه‌های نمونه برداری واقع در دریا مشخص گردید (شکل ۱؛ جدول ۱).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نواحی ساحلی دریایی و مناطق مصبی منطقه بابلسر.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نواحی ساحلی دریایی (اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متر) و مناطق مصبی منطقه بابلسر.

مختصات ایستگاه‌های ساحلی دریایی			
ترانسکت	**ایستگاه‌های دریایی**	**عرض جغرافیایی**	**طول جغرافیایی**
	عمق ۵	۳۶ ° ۴۳/۱۲۴ ' N	۵۲ ° ۳۸/۷۱۱ ' E
ترانسکت غربی	عمق ۱۰	۳۶ ° ۴۳/۵۶۳ ' N	۵۲ ° ۳۸/۶۷۰ ' E
	عمق ۱۵	۳۶ ° ۴۳/۹۴۰ ' N	۵۲ ° ۳۸/۵۶۸ ' E
	عمق ۵	۳۶ ° ۴۳/۳۰۳ ' N	۵۲ ° ۳۹/۵۶۹ ' E
ترانسکت میانی	عمق ۱۰	۳۶ ° ۴۳/۷۳۱ ' N	۵۲ ° ۳۹/۵۷۵ ' E
	عمق ۱۵	۳۶ ° ۴۴/۱۵۳ ' N	۵۲ ° ۳۹/۵۹۰ ' E
	عمق ۵	۳۶ ° ۴۴/۴۸۲ ' N	۵۲ ° ۴۰/۳۹۴ ' E
ترانسکت شرقی	عمق ۱۰	۳۶ ° ۴۳/۸۹۳ ' N	۵۲ ° ۴۰/۴۴۵ ' E
	عمق ۱۵	۳۶ ° ۴۴/۲۸۸ ' N	۵۲ ° ۴۰/۵۰۷ ' E
مختصات ایستگاه‌های منطقه مصبی			
ایستگاه‌های مصبی	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
بخش بالایی	ایستگاه ۱	۳۶ ° ۴۲/۷۶۱ ' N	۵۲ ° ۳۹/۲۲۵ ' E
بخش میانی	ایستگاه ۲	۳۶ ° ۴۲/۹۲۳ ' N	۵۲ ° ۳۹/۲۳۰ ' E
بخش پایینی	ایستگاه ۳	۳۶ ° ۴۳/۰۰۳ ' N	۵۲ ° ۳۹/۴۹۸ ' E

در هر ایستگاه جهت نمونه‌برداری از رسوبات از نمونه‌بردار گرب با سطح ۲۲۵ سانتی‌متر مربع (سه تکرار برای هر ایستگاه) استفاده شد. نمونه‌های جمع شده روی رسوب توسط الک با چشمه ۵۰۰ میکرون با آب دریا شستشو و باقی‌مانده رسوب به درون قوطی‌های پلاستیکی به ظرفیت ۲ لیتر منتقل و نهایتاً با فرمالین ۵ درصد تثبیت شدند. در هر ایستگاه، یک نمونه جداگانه نیز برای سنجش مواد آلی و نیز دانه‌بندی رسوبات برداشته شد. جهت حذف بقایای گل و لای باقی‌مانده، کلیه نمونه‌های رسوب مجددا پس از انتقال به آزمایشگاه روی الک ۵۰۰ میکرون شستشو شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها توسط الکل اتانول ۷۰ درصد تثبیت و شناسایی با لوپ و با کمک کلید (اطلس بی‌مهرگان دریای خزر ۱۹۶۸) انجام گردید.

جهت سنجش فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در نزدیکی بستر اعماق مختلف دریای خزر از بطری‌های نمونه‌برداری روتنر استفاده شد. پارامترهای مهم مانند میزان اکسیژن محلول توسط دستگاه اکسیژن‌متر، pH توسط pH متر و EC، TDS و شوری توسط دستگاه EC meter اندازه‌گیری شدند. کلیه عملیات آزمایشگاهی در زمینه شناسایی نمونه‌ها در آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و عملیات مربوط به دانه‌بندی رسوبات در آزمایشگاه مرکز تحقیقات زمین‌شناسی دریای خزر انجام شد.

جهت اندازه‌گیری میزان مواد آلی رسوبات (Total organic matter, TOM) از روش سوزاندن استفاده شد. به طوری که ابتدا بوته‌های چینی حاوی رسوب به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و وزن نمونه اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در کروزه‌ها به مدت ۸ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی قرار گرفته و درصد مواد آلی رسوبات بر مبنای اختلافات وزنی نمونه قبل و بعد از قرارگیری در کوره و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Holme and McIntyre, 1989):

$$TOM = \frac{A-B}{A-C} \times ۱۰۰$$

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

در این رابطه، A وزن بوته‌های چینی با رسوبات خشک؛ B وزن بوته‌های چینی پس از خروج از کوره و C وزن بوته‌های چینی کروزه خالی و خشک می‌باشد.

مقداری از نمونه رسوب از هر ایستگاه در بوته چینی به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و مقدار ۲۵ گرم از رسوب توزین و درون بشر ریخته شد. سپس ۲۵۰ میلی‌لیتر آب و ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۶/۲ گرم در لیتر سدیم هگزامتافسفات به آن اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه دیگر بهم زده و سپس به مدت ۸ ساعت برای رسوب ذرات معلق به حالت سکون گذاشته شدند (Holme and McIntyre, 1989). مخلوط حاصله از الک ۶۳ میکرونی عبور و رسوب باقی‌مانده در بوته چینی جمع‌آوری و به مدت ۲۴ ساعت دیگر در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در مرحله بعد نمونه خشک شده خارج و از یک سری الک‌های استاندارد ASTM با قطرهای ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میکرون عبور کرده و مخلوط روی لرزاننده (Shaker) بمدت ۱۰-۵ دقیقه با ۱۵۰ دور در دقیقه تکان داده شد. پس از الک کردن، رسوبات باقی‌مانده روی هر گروه از الک‌ها با ترازوی یک دهزارم توزین و درصد اندازه‌ای هر گروه از ذرات رسوب بر مبنای شن (قطر بیشتر از ۲۰۰۰ میکرون)، ماسه (قطر بین ۲۰۰۰-۶۲/۵ میکرون)، سیلت و رس (قطر کمتر از ۶۲/۵ میکرون) جداسازی گردید.

نمونه‌های جمع‌آوری شده از هر ایستگاه بعد از جداسازی در آزمایشگاه بر مبنای تراکم ماکروبنتوزها (تعداد نمونه در هر متر مربع) و زی‌توده (بر مبنای گرم بر متر مربع) که حاصل برآورد وزن انفرادی نمونه‌های حاصله بعد از خشک کردن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (Holme and McIntyre, 1989).

$$FD = i \times a$$

در این رابطه، i تعداد افراد جمع‌آوری شده در هر نمونه و a ضریب تبدیل به واحد متر مربع می‌باشد. کلیه مقادیر بر مبنای (Mean ± S.E.) بیان شدند.

به منظور آنالیز آماری داده‌های حاصل از ماکروبنتیک‌های نمونه‌برداری شده از ایستگاه‌های واقع در رسوبات آب‌های ساحلی دریای خزر و منطقه مصبی رودخانه بابلرود از نرم‌افزار SPSS (Version 15) استفاده شد. قبل از آنالیز ابتدا نرمال‌سازی داده‌ها توسط تست Kolmogorov- Smirnov انجام گردید. برای تعیین سطوح معنی‌دار بودن نیز از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در سطح ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم کلیه شکلها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

حداکثر درجه حرارت آب در ایستگاه‌های دریایی ۲۳/۷ درجه سانتی‌گراد (در تابستان و در عمق ۵ متری) و حداقل آن ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد (در زمستان و در عمق ۵ متری) ثبت شد. تفاوت معنی‌داری از نظر تغییرات دمایی در فصول مختلف سال مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)؛ اما تفاوت معنی‌داری بین تغییرات دمایی در اعماق مختلف دیده نشد ($p>۰/۰۵$). حداکثر میزان اکسیژن محلول ۶-۵/۹ میلی‌گرم در لیتر (در دو فصل زمستان و بهار) و حداقل آن ۵ میلی‌گرم در لیتر (در تابستان و عمق ۱۵ متری) بود. اختلاف معنی‌داری در اکسیژن محلول در اعماق دیگر در بین فصول مختلف سال مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). میزان pH آب اختلاف معنی‌داری بین غالب فصول و در اعماق مختلف نشان نداد ($p>۰/۰۵$). حداکثر مقدار مواد آلی رسوبات در ایستگاه‌های دریایی ۴/۸ درصد (در عمق ۱۵ متری در فصل بهار) و حداقل آن ۲/۶ درصد (در عمق ۵ متری و در زمستان) دیده شد. تفاوت معنی‌داری بین تغییرات مقدار مواد آلی رسوبات در اعماق مختلف در هر فصل دیده نشد ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

جدول ۲: نوسانات فصلی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متری سواحل دریای خزر (منطقه بابلسر).

فصل	بهار			تابستان			پاییز			زمستان		
اعماق آبی (متر)	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵
TOM (درصد)	^{ab}۳/۷$^{\alpha}$ ±۰/۱۱	^{ab}۳/۸$^{\alpha}$±۰/۲۵	^{a}۴/۸$^{\alpha}$±۰/۲۷	^{a}۳/۸$^{\alpha}$±۰/۲۹	^{a}۴$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۴/۱$^{\alpha}$±۰/۰۵	^{a}۳/۸$^{\alpha}$±۰/۱۶	^{ab}۳/۸$^{\alpha}$±۰/۱۹	^{a}۴/۱$^{\alpha}$±۰/۲۷	^{b}۲/۹$^{\alpha}$±۰/۳	^{b}۳/۳$^{\alpha}$±۰/۱۸	^{a}۳/۰۷$^{\alpha}$±۰/۲۱
دما (°C)	^{a}۲۱/۶$^{\alpha}$±۰/۱۳	^{a}۲۱/۱$^{\alpha}$±۰/۳۲	^{a}۲۰/۶$^{\alpha}$±۰/۴۷	^{b}۲۳/۷$^{\alpha}$±۰/۳۳	^{b}۲۲/۸$^{\alpha}$±۰/۴۲	^{b}۲۲/۷$^{\alpha}$ ±۰/۲۹	^{c}۱۵$^{\alpha}$±۰/۰۹	^{c}۱۴/۸$^{\alpha}$±۰/۰۷	^{c}۱۴/۸$^{\alpha}$±۰/۰۹	^{d}۱۰/۲$^{\alpha}$±۰/۲۰	^{d}۱۰/۵$^{\alpha}$±۰/۱۴	^{d}۱۰/۶$^{\alpha}$±۰/۱
TDS	^{a}۱۰/۳۳$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{a}۱۰/۲۳$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۱۰/۲۵$^{\alpha}$±۰/۱۵	^{a}۱۰/۳۳$^{\alpha}$±۰/۰۹	^{a}۱۰/۴۳$^{\alpha}$±۰/۱۵	^{a}۱۰/۴$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{b}۹/۵۷$^{\alpha}$±۰/۰۸	^{b}۹/۶۸$^{\alpha}$±۰/۱	^{b}۹/۸۱$^{\alpha}$±۰/۰۷	^{b}۹/۳۴$^{\alpha}$±۰/۱۹	^{b}۹/۵$^{\alpha}$±۰/۱۲	^{b}۹/۵۶$^{\alpha}$±۰/۰۷
شوری (ppt)	^{a}۱۳/۰۴$^{\alpha}$±۰/۱۶	^{a}۱۳/۰۶$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۱۳/۱۰$^{\alpha}$±۰/۱۸	^{a}۱۳/۲۴$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{a}۱۳/۳۰$^{\alpha}$±۰/۱۱	^{a}۱۳/۲۶$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{b}۱۲/۲۴$^{\alpha}$±۰/۱	^{b}۱۲/۳۹$^{\alpha}$±۰/۱۳	^{b}۱۲/۵۵$^{\alpha}$±۰/۰۹	^{b}۱۱/۹۶$^{\alpha}$±۰/۱۹	^{b}۱۲/۲۰$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{b}۱۲/۴۷$^{\alpha}$±۰/۰۷
pH	^{a}۸/۳۵$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{a}۸/۴۵$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{a}۸/۴۱$^{\alpha}$±۰/۰۵	^{a}۸/۲۷$^{\alpha}$±۰/۰۵	^{a}۸/۳۰$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۸/۳۶$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{b}۸/۱۶$^{\alpha}$±۰/۱۱	^{b}۸/۲$^{\alpha}$±۰/۰۴	^{a}۸/۳$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{a}۸/۲۱$^{\alpha}$±۰/۱	^{b}۸/۱۹$^{\alpha}$±۰/۱۴	^{a}۸/۳۸$^{\alpha}$±۰/۰۳
EC (ms)	^{a}۲۰/۳۷$^{\alpha}$±۰/۲۵	^{a}۲۰/۴$^{\alpha}$±۰/۵۷	^{a}۲۰/۴۷$^{\alpha}$±۰/۲۸	^{a}۲۰/۷$^{\alpha}$±۰/۱	^{a}۲۰/۸$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{a}۲۰/۷۳$^{\alpha}$±۰/۳۳	^{b}۱۹/۱۴$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{b}۱۹/۳۶$^{\alpha}$±۰/۱۹	^{b}۱۹/۶۲$^{\alpha}$±۰/۱۴	^{b}۱۸/۶۹$^{\alpha}$±۰/۳	^{b}۱۹/۰۷$^{\alpha}$±۰/۲۷	^{b}۱۹/۴۹$^{\alpha}$±۰/۱۱
DO (mg/l)	^{a}۵/۵$^{\alpha}$±۰/۴	^{a}۵/۸$^{\alpha}$±۰/۵۸	^{a}۵/۹$^{\alpha}$±۰/۸۵	^{a}۵/۳$^{\alpha}$±۰/۴۰	^{b}۵/۲$^{\alpha}$±۰/۴۹	^{a}۵$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{a}۵/۶$^{\alpha}$±۰/۱۰	^{ab}۵/۴$^{\alpha}$±۰/۲۳	^{a}۵/۷$^{\alpha}$±۰/۲۹	^{a}۵/۸$^{\alpha}$±۰/۶۳	^{a}۶$^{\alpha}$±۰/۲۲	^{a}۵/۹$^{\alpha}$±۰/۸

* اعداد بالایی درون هر خانه جدول بیانگر مقادیر میانگین و اعداد پایینی بیانگر مقادیر اشتباه از معیار (S.E.) پارامتر مورد نظر می‌باشند. حروف غیرمشابه انگلیسی (a,b,c,d) واقع در سمت چپ میانگین‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین فصول مختلف سال در یک عمق بوده ولی حروف غیرمشابه لاتین (α,β,γ) واقع در سمت راست میانگین‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین اعماق مختلف در یک فصل می‌باشند..

جدول ۳: نوسانات فصلی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه‌های مصبی رودخانه بابلرود (منطقه بابلسر).

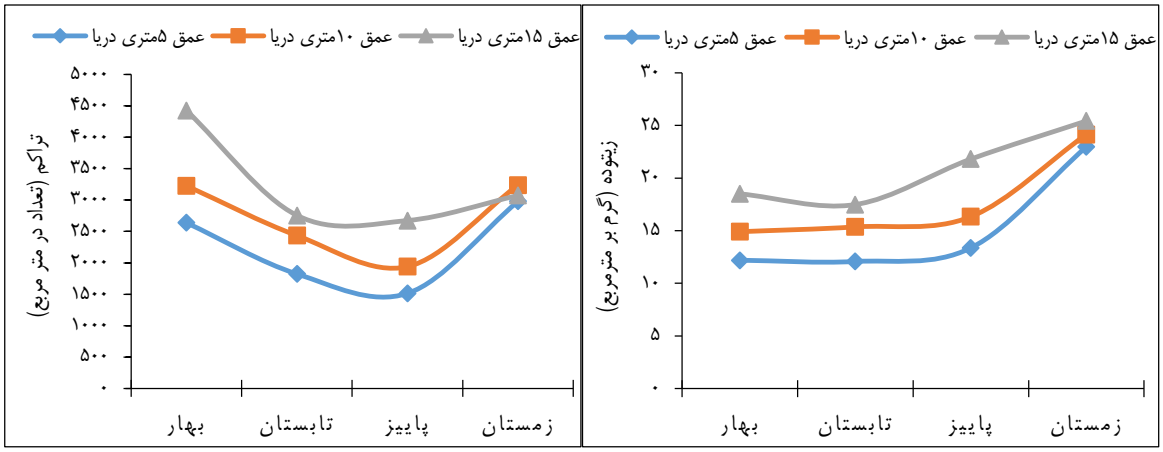
فصل	بهار			تابستان			پاییز			زمستان		
ایستگاه	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
TOM (درصد)	^{a}۷/۸$^{\alpha}$±۰/۱۶	^{a}۹/۸$^{\beta}$±۰/۴۰	^{a}۳/۸$^{\gamma}$±۰/۱۶	^{a}۶/۷$^{\alpha}$±۰/۸۸	^{a}۱۰/۱$^{\beta}$±۰/۶۰	^{a}۴/۱$^{\gamma}$±۰/۱۶	^{a}۶/۳$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{a}۹$^{\beta}$±۰/۲۸	^{a}۳/۷$^{\gamma}$±۰/۴۴	^{a}۶/۵$^{\alpha}$±۰/۵	^{a}۸$^{\beta}$±۰/۲۸	^{a}۳/۳$^{\alpha\beta}$±۰/۱۶
دما (°C)	^{a}۲۱$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۲۰/۶$^{\beta}$±۰/۱۵	^{a}۲۰/۵$^{\gamma}$±۰/۰۳	^{b}۲۴/۵$^{\alpha}$±۰/۲۰	^{b}۲۴/۴$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{b}۲۳/۸$^{\beta}$±۰/۱۰	^{c}۱۵/۹$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{c}۱۵/۷$^{\beta}$±۰/۰۳	^{c}۱۵/۴$^{\gamma}$±۰/۰۳	^{d}۱۰/۶$^{\alpha}$±۰/۱۰	^{d}۱۱$^{\beta}$±۰/۰۳	^{d}۱۰/۸$^{\gamma}$±۰/۰۳
TDS	^{a}۱/۱۰$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۲/۰۷$^{\beta}$±۰/۰۱	^{a}۴/۸۶$^{\gamma}$±۰/۰۱	^{b}۱/۵۱$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۲/۵۱$^{\beta}$±۰/۰۲	^{b}۶/۶۰$^{\gamma}$±۰/۰۳	^{b}۰/۷۸$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{a}۱/۶۳$^{\beta}$±۰/۰۲	^{c}۳/۹۳$^{\gamma}$±۰/۰۸	^{a}۰/۷۴$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۱/۴۶$^{\beta}$±۰/۰۱	^{c}۳/۷۱$^{\gamma}$±۰/۱۲
شوری (ppt)	^{a}۱/۴$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{a}۲/۶$^{\beta}$±۰/۰۱	^{a}۶/۲$^{\gamma}$±۰/۰۱	^{ab}۱/۹$^{\alpha}$±۰/۰۴	^{a}۳/۲$^{\beta}$±۰/۰۲	^{b}۸/۴$^{\gamma}$±۰/۰۳	^{b}۱$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{a}۲/۱$^{\beta}$±۰/۰۲	^{c}۵$^{\gamma}$±۰/۱	^{a}۱$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۱/۹$^{\beta}$±۰/۰۱	^{c}۴/۷$^{\gamma}$±۰/۱۵
pH	^{a}۷/۸$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۷/۹$^{\beta}$±۰/۰۳	^{a}۷/۷۳$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{ab}۷/۶۸$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{a}۷/۷۸$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{b}۸/۰۴$^{\beta}$±۰/۰۲	^{b}۷/۵۴$^{\alpha}$±۰/۰۷	^{a}۷/۶۶$^{\alpha\beta}$±۰/۱۳	^{c}۷/۹۴ $^{\beta}$±۰/۰۳	^{a}۷/۷۶$^{\alpha}$±۰/۰۲	^{a}۷/۷۵$^{\alpha}$±۰/۰۸	^{c}۷/۹۳$^{\alpha}$±۰/۰۳
EC (ms)	^{a}۲/۲۱$^{\alpha}$±۰/۰۵	^{a}۴/۱۴$^{\beta}$±۰/۰۲	^{a}۹/۷۲$^{\gamma}$±۰/۰۱	^{b}۳/۰۳$^{\alpha}$±۰/۰۶	^{b}۵/۰۳$^{\beta}$±۰/۰۳	^{b}۱۳/۲۰$^{\gamma}$±۰/۰۵	^{c}۱/۵۷$^{\alpha}$±۰/۰۱	^{c}۳/۲۶$^{\beta}$±۰/۰۳	^{c}۷/۸۶$^{\gamma}$±۰/۱۵	^{c}۱/۴۹$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{d}۲/۹۳$^{\beta}$±۰/۰۲	^{c}۷/۴۲$^{\gamma}$±۰/۲۴
DO (mg/l)	^{a}۶/۵$^{\alpha}$±۰/۰۸	^{a}۶/۲$^{\beta}$±۰/۰۳	^{a}۶/۲$^{\beta}$±۰/۱۰	^{b}۵/۳$^{\alpha}$±۰/۱۵	^{b}۵$^{\alpha}$±۰/۰۸	^{b}۵$^{\alpha}$±۰/۱۰	^{c}۵/۹$^{\alpha}$±۰/۰۷	^{c}۵/۷$^{\alpha}$±۰/۱۷	^{c}۵/۶$^{\alpha}$±۰/۰۹	^{d}۷/۱$^{\alpha}$±۰/۰۳	^{d}۶/۷$^{\beta}$±۰/۰۳	^{d}۶/۴$^{\gamma}$±۰/۱۰

* اعداد بالایی درون هر خانه جدول بیانگر مقادیر میانگین و اعداد پایینی بیانگر مقادیر اشتباه از معیار (S.E.) پارامتر مورد نظر می‌باشند. حروف غیرمشابه انگلیسی (a,b,c,d) واقع در سمت راست میانگین‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین فصول مختلف سال در یک ایستگاه بوده ولی حروف غیرمشابه لاتین (α,β,γ) واقع در سمت چپ میانگین‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های مختلف در یک فصل می‌باشند..

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

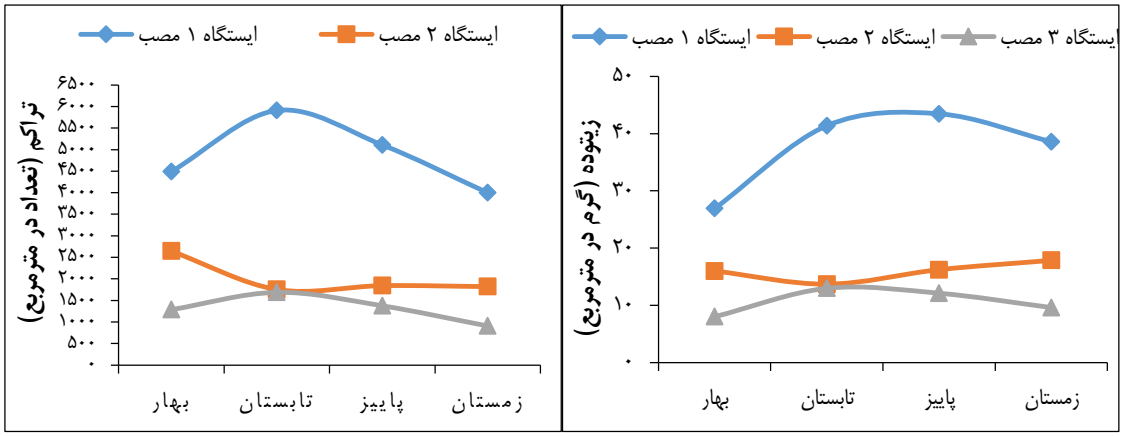
در منطقه مصبی، درجه حرارت آب دارای نوسانات شدیدی بوده به طوری که حداکثر دمای ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد (در تابستان و در ایستگاه ۱) و حداقل آن ۱۰/۶ درجه سانتی‌گراد (در زمستان و در ایستگاه ۱) دیده شد. همچنین از نظر تغییرات دمایی، اختلاف آماری معنی‌داری بین فصول مختلف سال دیده شد ($p<0/05$). حداکثر میزان اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مصبی، ۷/۱ میلی‌گرم در لیتر (در ایستگاه ۱ و در فصل زمستان) و حداقل آن ۵ میلی‌گرم در لیتر (در ایستگاه ۳ و در تابستان) بود. تغییرات اکسیژن محلول اختلاف معنی‌داری در بین فصول نشان نداد ($p>0/05$) در حالی که میزان pH آب اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها نشان داد ($p<0/05$). حداکثر میزان مواد آلی موجود در رسوبات ۱۰/۱ درصد (در ایستگاه ۱ و در تابستان) و حداقل آن ۳ درصد (در ایستگاه ۳ و در زمستان) بود. تفاوت معنی‌داری بین تغییرات میزان مواد آلی در فصول مختلف سال دیده نشد ($p>0/05$)؛ اما بین تغییرات مواد آلی در ایستگاه‌های مختلف در تمامی فصول اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$) (جدول ۳).

مجموعاً تعداد ۱۴۴ نمونه رسوب در کل نمونه‌برداری ها از منطقه برداشت شد. در مجموع ۱۸ تاکسا در ایستگاه‌های دریایی و ۸ تاکسا در ایستگاه‌های مصبی شناسایی و شمارش شدند. در ایستگاه‌های دریایی، حداکثر تراکم ۴۷۱۰ فرد در متر مربع (در فصل بهار و در عمق ۱۵ متری) و حداقل ۱۲۴۵ فرد در متر مربع (در فصل پاییز و در عمق ۵ متری) بود. همچنین، حداکثر زی‌توده در این منطقه ۲۸/۱۰ گرم بر متر مربع (در زمستان و در عمق ۱۵ متری) و حداقل آن ۹/۸ گرم بر متر مربع (در بهار و در عمق ۵ متری) بود. تفاوت معنی‌داری بین تغییرات تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در اعماق گوناگون و در فصول مختلف سال دیده شد ($p<0/05$) (شکل ۱). در منطقه مصبی، حداکثر تراکم ۵۹۰۹ فرد در متر مربع (در تابستان) و حداقل ۹۱۰ فرد در متر مربع (در زمستان) بود. همچنین، حداکثر زی‌توده در این منطقه ۴۳/۴۵ گرم بر متر مربع (در پاییز) و حداقل ۸/۰۲ گرم بر متر مربع (در بهار) بود. تفاوت معنی‌داری بین تغییرات تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در فصول مختلف سال در بین ایستگاه‌ها دیده شد ($p<0/05$) (شکل ۲).



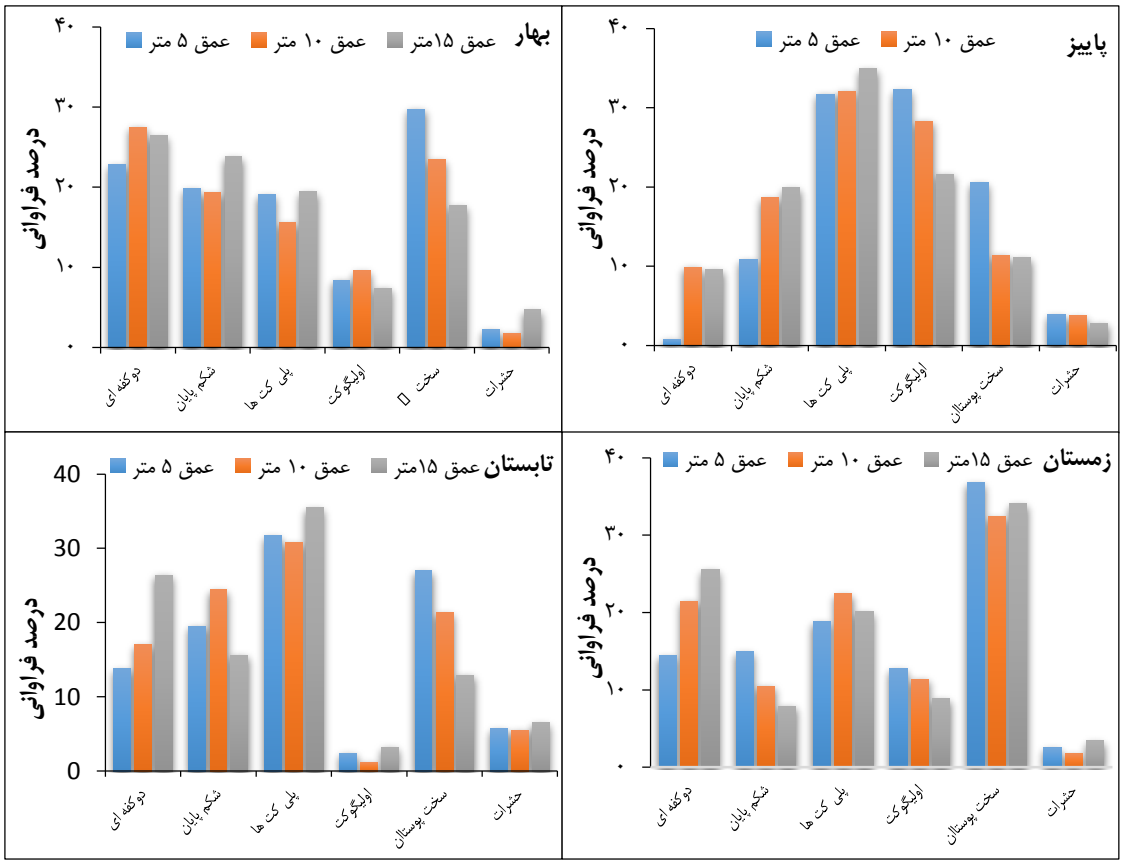
شکل ۱: تغییرات فصلی میانگین مقادیر تراکم (تعداد بر متر مربع) **و زی‌توده** (گرم بر متر مربع) **گروه‌های ماکروبنتوزی در اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متری دریای خزر (منطقه بابلسر).**

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]



شکل ۲: تغییرات فصلی میانگین مقادیر تراکم (تعداد بر متر مربع) **و زی‌توده** (گرم بر متر مربع) **گروه‌های مختلف ماکروبنتوزی در ایستگاه‌های مصبی رودخانه بابلرود (منطقه بابلسر).**

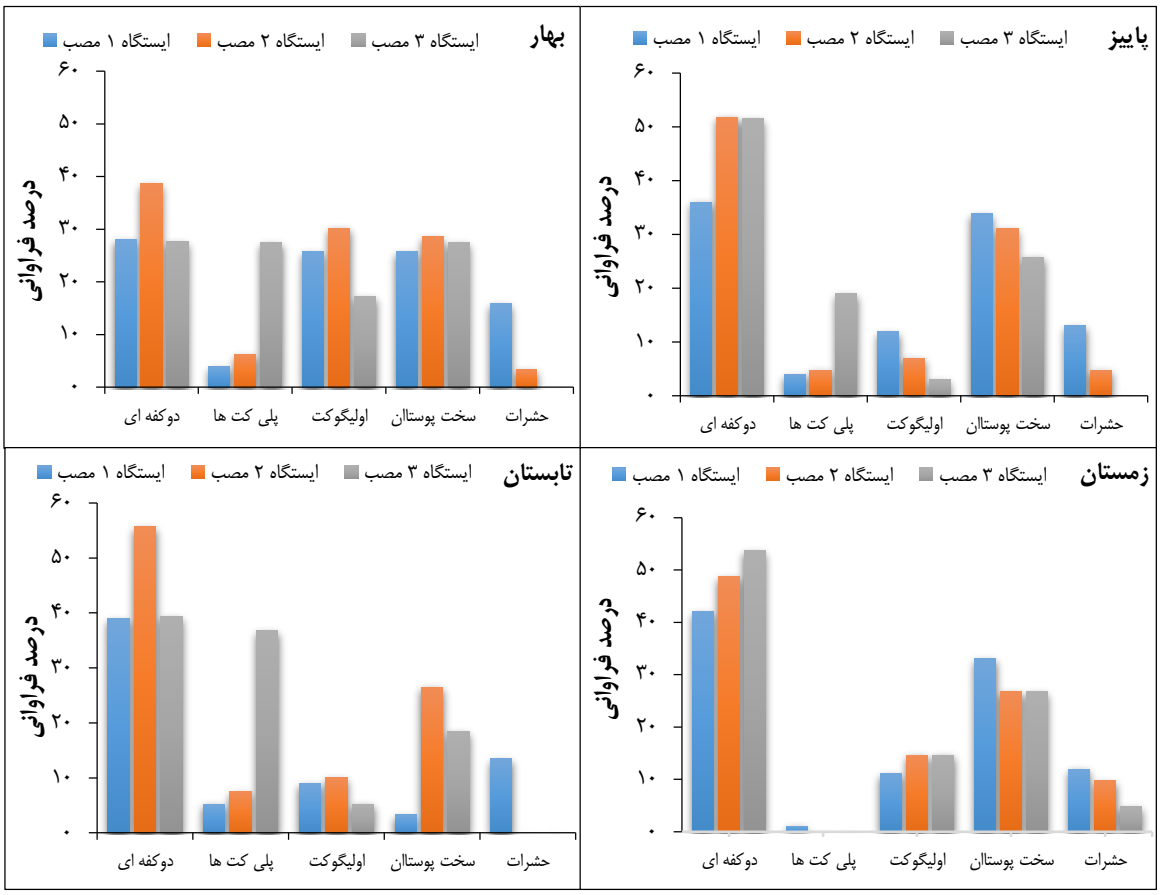
تغییرات فصلی گروه‌های مختلف ماکروبنتوز در ایستگاه‌های دریایی نشان داد که در فصول بهار و تابستان بیشترین فراوانی در اکثر اعماق مربوط به گروه های دوکفه‌ای، شکم‌پایان، سخت‌پوستان و پلی‌کت‌ها بوده (شکل ۲)؛ در حالی که در فصول پاییز و زمستان گروه‌های اولیگوکت، سخت‌پوستان و پلی‌کت‌ها فراوانی بالاتری را به خود اختصاص دادند. حشرات در کلیه فصول و در تمامی اعماق مطالعه شده کمترین فراوانی را داشتند (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات فصلی (درصد فراوانی) **گروه‌های مختلف ماکروبنتیک در اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متری دریای خزر (منطقه بابلسر).**

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

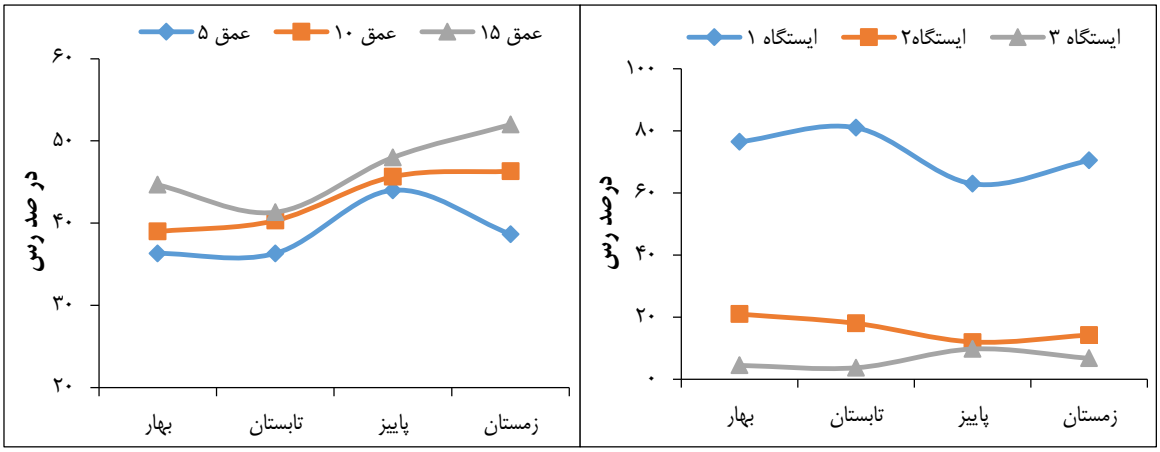
در ایستگاه‌های مصبی، دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان جزء فراوان‌ترین گروه‌های ماکروبنتوزی در کلیه فصول سال بودند. با این حال، گروه‌های مختلف اولیگوکت نیز دارای فراوانی نسبتاً مناسبی در فصول بهار و تابستان بودند (خصوصاً در ایستگاه ۳) (شکل ۴).



شکل ٤: تغییرات فصلی (درصد فراوانی) **گروه‌های مختلف ماکروبنتیک در ایستگاه‌های مصبی رودخانه بابلرود (منطقه بابلسر).**

در ایستگاه‌های دریایی حداکثر میزان رس ۵۵ درصد (در عمق ۱۵ متری و در زمستان) بوده و حداقل آن ۳۱ درصد (در عمق ۵ متری و در تابستان) ثبت شد. اختلاف معنی‌داری بین درصد رس در فصول مختلف سال دیده نشد ($p>۰/۰۵$)؛ اما بین درصد رس موجود در رسوبات در اعماق مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). در ایستگاه‌های مصبی حداکثر میزان رس ۸۱ درصد (در ایستگاه ۱ و حداقل آن ۴ درصد (در ایستگاه ۳) بود. بین درصد رس موجود در رسوبات در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۵).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]



شکل ۵: روند تغییرات فصلی میانگین درصد رس در رسوبات بستر در اعماق مختلف آب دریای خزر و منطقه مصبی رودخانه بابلرود (منطقه بابلسر).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، ۱۸ تاکسا در ایستگاه‌های دریایی و ۸ تاکسا در ایستگاه‌های مصبی شناسایی شدند. همچنین، ۷ تاکسای مشترک بین ایستگاه‌های دریایی و مصبی وجود داشته که جزء گروه‌های یوری‌هالینی بوده که خود می‌توانند اغلب به عنوان شاخصی برای بررسی اثرات آلودگی در آب‌ها به شمار روند. به طور کلی عواملی مانند پارامترهای مختلف فیزیکوشیمیایی آب و برخی از عوامل زیستی اثرات فراوانی بر الگوی پراکندگی، تنوع، تراکم و زی‌توده کفزیان دارند (Nybakken, 1993). در این میان، نوع بستر (از نظر جنس و قطر ذرات تشکیل‌دهنده آن) و میزان مواد آلی موجود در رسوبات نیز نقشی کلیدی بر عهده دارند (Diaz-Castaneda and Harris, 2004; Smale, 2008). Ansari و همکاران (۱۹۹۴) عنوان کردند که جنس بستر، میزان مواد آلی رسوبات، درجه حرارت و شوری آب، در کنار وجود یا عدم وجود پوشش‌های گیاهی بر توزیع، تنوع و تراکم ماکروبنتوزها اثرات واضح دارند. در ایستگاه‌های دریایی مطالعه حاضر، اندازه ذرات رسوب با افزایش عمق آب روند کاهشی نشان داده و میزان درصد رس نیز به تدریج افزوده شد؛ به طوری که بیشترین درصد رس در عمق ۱۵ متری ثبت شده که به فرصت رسوب‌گذاری ذرات ریزتر به‌دلیل کاهش تلاطم و شدت جریانات آبی نسبت داده می‌شود (McLachlan and Brown, 2006). از این نظر نتایج مطالعه حاضر با مطالعه هاشمیان (۱۳۷۷) و Taheri و Yazdani Fashtomi (۲۰۱۱) مطابقت دارد. در مطالعه Taheri و Yazdani Fashtomi (۲۰۱۱)، درصد TOM و سهم ذرات سیلت–رس با افزایش عمق بیشتر شده ولی مقدار ماسه به شدت کاهش یافت. آنها عنوان کردند که بخش‌های ساحلی خزر در منطقه نور (استان مازندران) از نظر دانه‌بندی و جنس رسوبات به دو بخش مجزا تقسیم‌بندی می‌شود؛ به طوری که درصد ذرات ماسه در مناطق کم عمق (تا عمق متوسط بین ۱۵–۵ متر) بالا بوده ولی میزان مواد آلی رسوبات در بخش‌های عمیق‌تر (اعماق ۳۰ متری) افزایش و جنس ذرات رسوب نیز به سمت سیلت–رس متمایل شده است. در مطالعه حاضر و در منطقه ساحلی بابلسر سهم ذرات با اندازه ریزتر در اعماق ۱۵ متری روند افزایشی داشته است. همچنین، اندازه رسوبات با افزایش عمق کاهش یافته و به همین دلیل میزان مواد آلی موجود در رسوبات افزایش یافتند. در این مطالعه، همبستگی مثبتی مابین تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها با عمق آب و میزان درصد رس رسوبات مشاهده گردید. از آنجایی که محیط‌های حاوی بسترهای نرم دارای مواد آلی بیشتری‌اند، لذا در چنین بسترهایی زی‌توده موجودات کف‌زی افزایش و غالبیت موجودات با رژیم تغذیه‌ای deposite feeder بیشتر می‌شوند (Lu, 2005). بر اساس نتایج مطالعه حاضر سهم مواد آلی رسوب کرده در بستر دریا مقدار نسبتا ناچیزی (تنها ۴ درصد) بوده و نوسانات فصلی نیز در این مقادیر مشاهده نمی‌گردد. مقایسه تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های دریایی نشان داد که با افزیش عمق، میزان تراکم و

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

زی‌توده آن‌ها افزایش یافته که از این نظر با یافته هاشمیان و کفشگیری (۱۳۷۷) و Taheri و Yazdani Fashtomi (۲۰۱۱) مطابقت دارند. تراکم و زی‌توده کل ماکروبنتیک‌ها در ایستگاه‌های دریایی در کلیه فصول سال و در عمق ۱۵ متری در مقایسه با اعماق ۵ و ۱۰ متری بالاتر بود. McLachlan و Brown (۲۰۰۶) عنوان کردند که با افزایش عمق شرایط محیطی پایدارتری همراه با کاهش استرس‌های محیطی دیده شده و همچنین ثبات و پایداری به مراتب بالاتری در بخش‌های عمیق‌تر ایجاد می‌گردد. در ایستگاه‌های دریایی مطالعه حاضر، مقدار زی‌توده ماکروبنتوزها در طی فصول مختلف سال از فصل بهار به تابستان با اندکی کاهش همراه بوده که احتمالاً به دلیل تغذیه فعال ماهیان کف‌زی‌خوار (انواع ماهیان از جمله ماهی سفید، خاویاری، گاوماهیان و سایر ماهیان کفزی) در فصول گرم‌تر در دریای خزر می‌باشد؛ در حالی که مقدار زی‌توده در فصول پاییز و زمستان افزایش یافته که احتمالاً به دلیل افزایش وزن انفرادی ماکروبنتوزها در این فصول و نبود صیادان بنتوزخوار بوده که از این نظر با مطالعه میرزاجانی (۱۳۷۶)، Mistri و همکاران (۲۰۰۲) و Kevrekidis (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

در مناطق مصبی، میزان درصد ذرات ماسه با نزدیک شدن به سمت سواحل دریا به تدریج افزایش یافت، به طوری که دانه‌بندی رسوبات در ایستگاه‌های مصبی ۱ و ۲ از نوع گلی دانه ریز و در ایستگاه ۳ حالت ماسه‌ای داشت. McLusky و Elliote (۲۰۰۴) و McLachlan و Brown (۲۰۰۶) عواملی مانند تاثیر امواج دریا در بخش‌های پایین‌دست مصب، افزایش تلاطم و ناپایداری بستر، بار بالای ذرات معلق وارد شده از رودخانه به مصب و نهایتاً سرعت ته‌نشینی انواع ذرات را جزء مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در توزیع و پراکنش ذرات رسوب عنوان کردند. میزان مواد آلی رسوبات در ایستگاه‌های ۱و ۲ مصبی از ایستگاه ۳ بیشتر بوده که بالاتر بودن درصد گل و رس بیانگر روند افزایشی آن در این مناطق می‌باشند. از طرف دیگر، میزان مواد آلی موجود در رسوبات منطقه مصبی به مراتب بیشتر از مناطق دریایی بوده که علت آن به حجم زیاد مواد آلی وارد شده از رودخانه‌ها و تولیدات اولیه شدیدتر در این مناطق مرتبط می‌گردد (McLusky and Elliote, 2004).

در میان عوامل مهم فیزیکوشیمیایی دیگر تاثیرگذار بر تنوع، تراکم و زی‌توده گروه‌های مختلف ماکروبنتیک می‌توان به تاثیر درجه حرارت، شوری و میزان اکسیژن محلول آب در نواحی رسوبات و حتی در درون رسوبات اشاره کرد (Ansari *et al.*, 1994; Dauer *et al.*, 2000). در این مطالعه، درجه حرارت آب در نزدیکی بستر تابعی از نوسانات فصلی درجه حرارت آب بوده و تقریبا در کلیه ایستگاه‌های دریایی و مصبی در هر فصل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. علت احتمالی چنین روندی را می‌توان به اختلاط احتمالی آب از ناحیه مصب تا اعماق ۱۵ متری دریا در مناطق ساحلی بابلسر نسبت داد. برعکس، درجه حرارت آب در ایستگاه‌های دریایی و مصبی در بین فصول سال تغییرات معنی‌داری را نشان داد. وضعیت حرارتی اعماق مختلف ایستگاه‌های دریایی مطالعه حاضر با مطالعات قبلی انجام شده توسط هاشمیان و کفشگیری (۱۳۷۷)، علیزاده (۱۳۸۳) و قاسم اف (۱۹۸۷) مطابقت دارد. نوسانات فصلی درجه حرارت می‌توانند بر اجتماعات زیستی ماکروبنتوزها در بستر تأثیرگذار باشند؛ به طوری که بر اثر کاهش درجه حرارت در فصل پاییز از میزان تنوع زیستی در ایستگاه‌ها کاسته شده ولی در فصل بهار با مساعد شدن شرایط محیطی و همزمانی آن با آغاز زادآوری ماکروبنتوزها، افزایش جمعیت و تراکم دیده می‌شود (Dauer *et al.*, 2000).

همچنین از نظر مقایسه شوری در بین ایستگاه‌های دریایی مشاهد شد که در هر فصل اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها وجود نداشته که نشان‌دهنده اختلاط آب در اعماق بررسی شده می‌باشد. مقایسه بین فصول، افزایش اندک شوری در تابستان و کاهش شوری در زمستان را نشان داده که دلیل آن کاهش ورودی آب از سمت رودخانه به دریا و تا حدی افزایش میزان تبخیر آب در فصل تابستان می‌باشد. در تمام فصول سال میزان شوری آب در ایستگاه‌های دریایی بیشتر از مناطق مصبی در مطالعه حاضر بود. به مانند نوسانات شوری آب، وضعیت نسبتاً مشابهی نیز در مورد پارامترهایی مانند EC و TDS دیده می‌شود. میزان شوری در آب‌های لب شور به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در توزیع و پراکندگی جوامع جانوری محسوب می‌شود (Leppakoski, 1999). مناطق جنوبی دریای خزر در مقایسه با بخش‌های میانی و شمالی خود دارای بیشترین میزان شوری بوده (تقریبا ۱۳ در هزار) و به همین دلیل احتمالا کمترین تنوع ماکروبنتیک را در خود جای می‌دهند (Dumont, 2000).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

در ایستگاه‌های مصبی، شوری آب در نزدیک بستر در فصل تابستان افزایش زیادی داشته که دلیل آن کاهش ورودی آب رودخانه به مصب و نفوذ آب دریا و نیز افزایش احتمالی میزان تبخیر به دنبال افزایش دمای محیط می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۳؛ قاسم اف، ۱۹۸۷). از نظر تفاوت در میان ایستگاه‌ها و در منطقه مصبی از ایستگاه ۱ به ۳ میزان شوری آب در تمام فصول به تدریج روند افزایشی داشته که نشانه تاثیر ورود آب شیرین از رودخانه بابلرود (در ایستگاه ۱) و تاثیر آب دریا (در ایستگاه ۳) می‌باشد. تغییرات شوری به عنوان یک فاکتور کلیدی حضور یا عدم حضور بعضی از گونه‌ها در مناطق مصبی می‌باشند. برخی از موجودات قادر به تحمل این شرایط نیستند و لذا بخش عمده‌ای از جانوران شناسایی شده در مصب‌ها جزء گروه‌های مقاوم یا نسبتا مقاوم به تغییرات شوری محسوب می‌شوند (McLusky and Elliote, 2004). در ایستگاه‌های مصبی تحقیق حاضر مشخص شد که شوری یکی از مهم‌ترین عوامل در تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها می‌باشد، به طوری که با فاصله گرفتن از مناطق مصبی بالادست و حرکت به طرف دریا میزان شوری آب روند افزایشی یافته و تراکم و زی‌توده ماکروبنتیک‌ها کاهش می‌یابد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان عنوان کرد که به غیر از دانه‌بندی رسوبات، سایر فاکتورهای محیطی در مناطق ساحلی دریایی منطقه بابلسر با تغییر عمق تا ۱۵ متر تغییرات چندانی را نشان نمی‌دهند. همچنین، عمق آب یک فاکتور موثر بر تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در نواحی دریایی بوده به طوری که با افزایش عمق، بستری پایدارتر و دانه‌بندی رسوبات ریزتر (افزایش درصد رس) و سهم مواد آلی موجود در رسوبات افزایش می‌یابد. در حالی که در مصب رودخانه بابلرود، اغلب فاکتورهای محیطی به ویژه شوری تغییرات فاحشی را نشان دادند. بنابراین، شوری آب به عنوان مهم‌ترین فاکتور موثر بر تراکم و زی‌توده جوامع ماکروبنتیک در مصب رودخانه بابلرود مشخص گردید؛ به طوری که با افزایش شوری از ایستگاه ۱ (با شوری کمتر) به ایستگاه ۳ (با شوری بالاتر) میزان تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها کاهش می‌یابد. از نظر مقایسه‌ای (بین ایستگاه‌های دریایی و مصبی منطقه بابلسر) نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که ناحیه مصبی رودخانه بابلرود از گروه‌های ماکروبنتیک کمتری نسبت به نواحی دریایی برخوردار بوده ولی تراکم و زی‌توده آن‌ها در منطقه مصبی بیشتر از نواحی ساحلی دریایی می‌باشد.

منابع

علیزاده، ح. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر ویژگی‌های دریای خزر. انتشارات نوربخش، ۱۱۹ ص.

مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ۱۳۷٤. پروژه هیدرولوژی، هیدروشیمی و هیدروبیولوژی آب‌های ساحلی ایران در سال ۱۳۷۴-۱۳۷۱. گزارش تحقیقات انجام شده در تابستان۱۳۷۳، موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مازندران، ۱۴۳ ص.

میرزاجانی، ع. ۱۳۷٦. تعیین توده زنده و پراکنش کفزیان حوزه جنوبی دریای خزر (آب‌های آستارا تا چالوس). پژوهش و سازندگی، شماره ۳۷، سال دهم، جلد ۴، صفحات ۱۳۰-۱۲۶.

قاسم اف، ع. ح. ۱۹۸۷. دنیای جانوران دریای خزر. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، بندرانزلی، ۴۸ ص.

هاشمیان کفشگیری، ع. ۱۳۷۷. پراکنش و تغییرات فصلی زی‌توده و تنوع ماکروبنتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۰ ص.

Ansari, Z. A., Sreepada, R. A. and Kanti, A., 1994. Macrobenthic assemblage in the soft sediment of Marmagoa harbour, Goa (central west coast of India). Indian Journal of Marine Sciences, 23: 225-231.

Berhamer, P., Do Chi, T. and Mouillot, D., 2006. Amphidromous fish school migration revealed bycombining fixed sonar monitoring (horizontal beaming) with fishing data. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 334: 139-150.

Birshtein, Y. A., Vinogradov, L. G., Kondakov, N. N., Astakhova, M. S. and Romanova, N. N. 1968. Atlas of invertebrates of the Caspian Sea. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost.

Butcher, J. T., Stewart, P. M. and Simon, T. P., 2003. A benthic community index for streams in the northern lakes and forests ecoregion. Ecological Indicators, 3: 181-193.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

Dauer, D. M., Ranasinghe, J. A. and Weisberg, S. B., 2000. Relationships between benthic community condition, water quality, sediment quality, nutrient loads, and land use patterns in Chesapeake Bay. Estuaries, 23: 80-96.

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

Dumont, H. J., 1998. The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. Limnology. Oceanography, 43: 44-52.

Dumont, H. J., 2000. Endemism in the Ponto-Caspian fauna, with special emphasis on the Onychopoda (Crustacea). Advances in Ecological Research, 31: 181-196.

Heilskov, A. C. and Holmer, M., 2001. Effect of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediment: importance of size and abundance. Journal of Marine Science, 58: 427-434.

Holme, N. A. and McIntyre, A. D., 1989. Methods for the Study of Marine Benthos, IBP Handbook Blackwell, Oxford, 334P.

Kasymov, A. G., 1989. Abundance of zooplankton and zoobenthos in Baku Bay, Caspian Sea. Oceanology, 28: 524-526.

Kevrekidis, T., 2005. Population dynamics, reproductive biology and productivity of *Streblospio shrubsolii* (Polychaeta: Spionidae) in different sediment and salinities in a Mediterranean lagoon (Monolimni Lagoon, Northern Aegean). International Review of Hydrobiology, 90: 100-121.

Knoppers, B., 1994. Aquatic primary production in coastal lagoons. In: Kjerfve, B. (Ed.), Coastal Lagoon Processes. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 243-286.

Kosarev, A. N. and Yablonskaya, E. A., 1994. The Caspian Sea. SPB Academic Publishing, The Hague, 259 P.

Leppakoski, E., 1999. *Balanus improvisus* (Darwin 1854), Balanidae, Cirripedia. In: Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. Published by University of Kiel, Germany, Department of Fishery Biology. Institute for Marine Science, pp. 49-54.

Lu, L., 2005. The relationship between soft-bottom macrobenthic communities and environmental variables in Singaporean waters. Marine Pollution Bulletin, 51: 1034-1040.

McLachlan, A. and Brown, A. C., 2006. The Ecology of Sandy Shores. Blackwell. 373P.

Mclusky, D. S. and Elliotz, M., 2004. The Estuarine Ecosystem. Oxford University Press, London, 214P.

Mistri, M., Fano, E. A., Ghion, F. and Rossi, R., 2002. Disturbance and community pattern of polychaetes inhabiting Valle Magnavacca (Valli di Comacchio, Northern Adriatic Sea, Italy). Marine Ecology, 23: 31-49.

Nybakken, J., 1993. Marine biology: an ecological approach. 3rd edition. Harper Collins College Publishers, New York.

Smale, D., 2008. Spatial variability in the distribution of dominant shallow-water benthos at Adelaide Island, Antarctica. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 357: 140-148.

Taheri, M. and Yazdani Foshtomi, M., 2011. Community structure and biodiversity of shallow water macrobenthic fauna at Noor coast, South Caspian Sea, Iran. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 91(3): 607-613.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-06]