بررسی رابطه اکوژئومورفولوژی و دانه‌بندی رسوبات بستر مطالعه موردی: رودخانه بهمنشیر

مریم سعادتمند[۱]
هیوا علمیزاده[۲*]
محمدعلی سالاری علی‌آبادی[۳]

۱. گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۲. گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۳. گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Elmizadeh@kmsu.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۲۰۳۶۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۴
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

شناخت و مطالعه دقیق ویژگی‌های اکولوژیک و ژئوفیزیکی زیستگاه‌های بنتیک بسیار حائز اهمیت است، زیرا نوع بستر موجود در این زیستگاه‌ها به شکل وسیعی با حضور یا عدم حضور گونه‌های کف‌زی خاص و نیز با نحوه پراکنش آن‌ها در جوامع بنتیک در ارتباط است. هدف از این پژوهش بررسی رابطه اکوژئومورفولوژی و دانه‌بندی (*GS*) رسوبات بستر و شناسایی و بررسی اکولوژیک ماکروبنتوزها، فاکتورهای زیست‌محیطی دما، هدایت الکتریکی، شوری، میزان اسیدیته (*pH*) و اکسیژن محلول (*DO*) رودخانه بهمنشیر است. این پروژه طی دو فصل در زمستان ۱۳۹۰ و تابستان ۱۳۹۱ و در سه قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی رودخانه بهمنشیر انجام گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه محیطزیست دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل و پس از بررسی‌های آزمایشگاهی، نتایج در نرم‌افزارهای آماری تجزیه‌وتحلیل گردید. به‌طورکلی در این مطالعه ۶ جنس و گونه متعلق به رده پرتاران (*Nereis sp. Nephtys sp. Capitella capitata*)، سخت‌پوستان (*Sphaeroma sp.*)، شکم پایان (*Triphora sp.*) و نماتودها (*Nematode sp.*) مشاهده شدند. ذرات تشکیل‌دهنده رسوبات محدوده مطالعاتی را ذرات دانه‌ریز (mμ063/0>) تشکیل داده‌اند. با افزایش عمق (تا ۲۰۰ متری) دانه‌بندی رسوبات ریزتر و مواد آلی بستر بیشتر می‌گردد. بررسی حاصل از دانه‌بندی نیز حکایت از سیلتی- رسی بودن ذرات رسوبی داشت. نتایج همچنین نشان می‌دهد که درصد ذرات درشت‌تر از سیلت و رس در تابستان افزایش‌یافته است که می‌توان علت آن را ناشی از ورود جریانات به رودخانه بهمنشیر در تابستان دانست.

واژگان کلیدی: رودخانه بهمنشیر، اکوژئومورفولوژی، فاکتورهای زیست‌محیطی، دانه‌بندی رسوبات، ماکروبنتوز.

مقدمه

دانش اکوژئومورفولوژی از تلفیق دو دانش اکولوژی و ژئومورفولوژی منشأ می‌گیرد که به بررسی موجودات زنده و محل زندگی آن‌ها با توجه به تأثیرات ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی زیستگاه‌ها می‌پردازد. شناخت و مطالعه دقیق ویژگی‌های اکولوژیک و ژئومورفیکی زیستگاه‌های بنتیک بسیار حائز اهمیت است، زیرا پارامترهای ژئومورفیک از عوامل تعیین‌کننده و تأثیرگذار بر کیفیت اکولوژیکی رودخانه‌ها هستند و نوع بستر موجود در این زیستگاه‌ها به شکل وسیعی با حضور یا عدم حضور گونه‌های کف‌زی خاص و نیز با نحوه پراکنش آن‌ها در جوامع بنتیک در ارتباط است (Brown and Blondel, 2009). در این راستا، با توصیف اختصاصات یک زیستگاه می‌توان مرزهای فضایی و محدوده‌ی فاکتورهای فیزیکی در پراکنش یک موجود خاص یا گروهی از موجودات با اولویت‌های زیست‌محیطی مشترک و ساکن در یک زیستگاه مشابه را تعیین نمود. ترکیب دانه‌بندی رسوبات، فاکتور مهمی است که علاوه بر تأثیر بر پارامترهای محیطی در پخش و پراکنش بنتوزها نقش مهمی را ایفا

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

می‌کند، به‌طوری‌که توزیع بسیاری از گونه‌ها مستقیماً به‌اندازه‌ی دانه‌ی رسوبات بستگی دارد، درحالی‌که در گونه‌های دیگر عوامل دیگری چون رژیم جریانات هیدرولیکی به همراه دانه‌بندی رسوبات اثرگذار است (Gray *et al.*, 2002).

ماکروبنتوزها به‌عنوان یک شاخص زیستی (Biotic index) بیان‌کننده‌ی شرایط حاکم بر محیط زندگی خود هستند و از سوی دیگر در رژیم غذایی ماهیان رودخانه‌ای و همچنین ماهیان رودکوچ دریایی نقش بسزایی دارند. ترکیب دانه‌بندی رسوبات، فاکتور مهمی است که علاوه بر تأثیر بر پارامترهای محیطی در پخش و پراکنش بنتوزها نقش مهمی را ایفا می‌کند (Gray *et al.*, 2002). دانه‌بندی رسوبات درحرکت و پراکنش جانوران کف‌زی، مقدار آب موجود در بین رسوبات، میزان جریان آب، مقدار مواد آلی و اکسیژن موجود در بین رسوبات تأثیرگذار است. مواد آلی موجود در رسوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع غذایی بنتوزها از اهمیت خاصی برخوردار است (Hosseini *et al.*, 2015). با توجه به نقش عوامل مذکور مطالعه فاکتورهای زیست‌محیطی حاکم بر منطقه، تعیین‌کننده تغییرات زمانی و مکانی جمعیت جانوری این مناطق است و ازنظر حفاظت و مدیریت این جوامع حائز اهمیت است. بر این اساس مطالعه متغیرهای محیطی در تغییر جوامع کفزی به‌عنوان یک روش اکولوژیکی به‌منظور شناسایی استرس‌های محیطی پیشنهاد می‌شود. به‌طورکلی ویژگی‌های عملکردی و ساختاری جوامع کفزی این اجازه را می-دهد که پاسخ رودخانه را به عوامل استرس‌زا بررسی کرده و آسیب‌های وارده را با شاخص‌های مختلف ازجمله شاخص‌های زیستی مشخص کرد (Stephens and Farris, 2004).

در سال‌های اخیر ماکروبنتوزها به دلیل اینکه اثرات ناشی از آلودگی‌های محیطی را به‌صورت تغییر در ترکیب یا تراکم منعکس می‌کنند در مطالعات پایش زیستی بیشتر موردتوجه قرارگرفته‌اند. با توجه به این‌که گونه‌های مقاوم در این مناطق کم‌تحرک و وابسته به بستر هستند، بنابراین توسط محققان زیادی به‌عنوان شاخص‌های زیست‌محیطی بحران‌ها و پایش اثرات آلودگی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. در این رابطه سلیمانی‌راد و همکاران (۱۳۹۰) طی بررسی بوم‌شناختی جمعیت ماکروبنتوزهای منطقه حفاظت‌شده خور گابریک در شهرستان جاسک (دریای عمان) ۵۳ گونه متعلق به ۳۱ خانواده از ماکروبنتوزها را مورد شناسایی قرار داد. درزمینه‌ی مدل‌سازی پراکنش گونه‌های دریایی، هاشمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰)، به مطالعه‌ی تأثیر پارامترهای محیطی حاصل از سنجش‌ازدور در تخمین پراکنش شانه‌دار مهاجم در دریای خزر پرداختند. حقی و همکاران (۱۳۹۲)، الگوهای تجمعی ماکروبنتوزها در آب‌های کم‌عمق سواحل دریایی جنوب جزیره‌ی قشم را با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور اکوستیک موردبررسی قراردادند و مشاهده نمودند به دلیل یکنواختی موجود در ویژگی زمین‌شناختی بستر منطقه موردمطالعه، بافت و اندازه ذرات رسوبی تأثیر زیادی در پراکنش ماکروبنتوزها نداشته و الگوهای تجمعی را در ارتباط با الگوهای نزدیک–دور از ساحل و متأثر از عمق یافتند. فارسی و همکاران (۱۳۹۲)، به مطالعه‌ی پراکنش مکانی جمعیت ماکروبنتوزها در طول سواحل ایرانی خلیج‌فارس در محدوده‌ی استان بوشهر پرداختند و مشاهده نمودند با افزایش عمق و رسوبات نرم تراکم بالا و بیومس کاهش می‌یابد و این تراکم و بیومس ارتباط معناداری را نشان داد که می‌تواند با ترکیبی از فاکتورهای مختلف مانند عمق، ترانسکت، ویژگی‌های رسوب، شرایط هیدرودینامیک و آلودگی دریا مرتبط باشد. باقری‌توانی و جمال‌زاده (۱۳۹۳)، شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه‌ی مصبی رودخانه‌ی شیرود منتهی به دریای خزر را موردبررسی قرار دادند و بر اساس نتایج خود عوامل شوری و عمق و دما را به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر تراکم گونه‌ها معرفی کردند. شکوری و همکاران (۱۳۹۳)، فراوانی و تنوع زیستی گونه‌های کرم‌های پرتار را در یک منطقه‌ی جزرومدی در ساحل تیس خلیج چابهار بررسی نمودند. در این مطالعه بین فراوانی پرتاران و میزان سیلت –رس رابطه‌ی معناداری مشاهده شد، چراکه در مناطقی که میزان سیلت– رس بیشتر بود فراوانی پرتاران نیز افزایش نشان داد. صالحی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی اجتماعات کفزیان مصب بهمنشیر و تأثیر متغیرهای محیطی بر آن پرداختند. در این مطالعه سلامت اکولوژیک مصب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص‌های متکی بر کف‌زیان AMBI و Bentix بررسی شد. جافریان و همکاران (۱۳۹۴) به‌منظور بررسی و تعیین مهم‌ترین عوامل فیزیوگرافی تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌ی ارغوان افغانی به بررسی عواملی چون شیب جهت دامنه و ارتفاع پرداختند و جهت ارائه‌ی یک مدل پراکنش مکانی ازاین‌گونه از روش آماری رگرسیون لجستیک استفاده کردند. همچنین غلامی و نبوی (۱۳۹۴)، تأثیر میزان کل مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات در پراکنش اجتماعات ماکروبنتیک رودخانه حفار غربی در

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

خرمشهر را بررسی نمودند. نتیجه‌ی این بررسی نشان داد که TOM با تنوع ماکروبنتوزها رابطه خطی معکوسی دارد و ماکروبنتوزها شرایط دارای کمترین مواد آلی را ترجیح می‌دهند و به‌طورکلی در ایستگاه‌هایی با میزان موادآلی زیاد از شمار ماکروبنتیک‌ها کاسته شده و در بسترهای رسوبی با دانه‌بندی سیلتی- رسی و شن ریز گروه‌های بنتوزی بیشتری مشاهده شد.

Van der Wal و همکاران با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور به بررسی متغیرهای مؤثر بر توزیع فضایی ماکروبنتوزهای یک ناحیه‌ی جزرومدی و به نقشه‌برداری از زیستگاه در مناطق ساحلی با استفاده از مدل مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند (Van der Wal *et al.*, 2008). Choi و همکاران به ساخت نقشه‌های حضور بالقوه‌ی پنج گونه‌ی ماکروبنتیک در یک‌تخت جزرومدی پرداختند (Choi *et al.*, 2011). در این بررسی عوامل کنترل‌کننده‌ی پراکنش گونه‌های ماکروبنتیک با استفاده از نمونه‌برداری مستقیم، داده‌های سنجش از راه دور و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در GIS به یک مدل احتمالی وارد شد. بر اساس مدل به‌دست‌آمده نقشه‌های حضور بالقوه‌ی گونه‌ها تهیه شد. در این بررسی پس از مقایسه‌ی نقشه‌های به‌دست‌آمده بر اساس مدل احتمالی با زیستگاه، همبستگی آشکار و قوی بین نقشه بالقوه و حضور واقعی گونه‌ها مشاهده نمودند. Lee و همکاران به تهیه‌ی نقشه‌ی بالقوه‌ی حضور سه گونه‌ی ماکروبنتیک در یک منطقه‌ی جزرومدی پرداختند، در این بررسی هشت عامل کنترل‌کننده‌ی پراکنش گونه‌ها از نمونه‌برداری مستقیم، استفاده از روش‌های سنجش از راه دور و تجزیه تحلیل داده‌ها در GIS به دست آمد. در این تحقیق نتیجه اعتبار سنجی دقت‌ها در نقشه‌های به‌دست‌آمده نشان داد مدل شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر GIS در ترکیب با تکنیک سنجش‌ازدور یک ابزار مؤثر برای نقشه‌برداری از مناطق بالقوه زیستگاه ماکروبنتوزهای مناطق جزرومدی است (Lee *et al.*, 2013).

رودخانه بهمن‌شیر در استان خوزستان و جنوب غربی این استان در مجاورت شهرآبادان و خرمشهر واقع‌شده است و انشعابی از کارون است که در نزدیکی خرمشهر در محلی به نام حفار از کارون منشعب شده و پرآب‌ترین دهانه رود کارون و شاخه اصلی این رود است که در شمال جزیره آبادان قرار دارد. طول این رود ۸۵ کیلومتر بوده و به خلیج‌فارس می‌ریزد و منبع بسیار مهمی برای مصارف شرب و کشاورزی شهرهای خرمشهر و آبادان می‌باشد. این منطقه ازنظر توپوگرافی سرزمینی بسیار هموار محسوب می‌شود. عرض این رودخانه در محل دلتا به بیش از پانصد متر می‌رسد. از ویژگی‌های این رودخانه می‌توان به عمق کم، ورودی آب شیرین از کارون و کدورت زیاد اشاره کرد. از قسمت بالادست رودخانه آب شرب منطقه تأمین می‌شود. بندر چوئبده که از پرترددترین بنادر کشور می‌باشد در این منطقه قرارگرفته است. تردد زیاد لنج‌ها، شناورهای کوچک و قایق‌ها، ورود فاضلاب‌های شهری و فعالیت‌های کشاورزی زیاد در این منطقه سبب شده تا این منطقه در معرض خطر قرار گیرد. در هنگام جزر و مد حجم زیادی از آب دریا وارد منطقه مصبی بهمنشیر شده و شوری آن را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد (خلفه-نیل‌ساز و اسماعیلی، ۱۳۸۸). شناسایی بنتوزهای بهمنشیر به‌عنوان شاخص‌های زیست‌محیطی به علت ارزشمند بودن این اکوسیستم بخصوص برای مردم مناطق آبادان و خرمشهر بسیار مهم است، به همین دلیل این تحقیق باهدف بررسی رابطه اکوژئومورفولوژی و دانه‌بندی رسوبات بستر در رودخانه بهمنشیر انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه رودخانه بهمنشیر در محدوده شهرستان آبادان می‌باشد. در این تحقیق ۳ ایستگاه در رودخانه بهمنشیر طی دو فصل در زمستان ۱۳۹۰ و تابستان ۱۳۹۱ در نظر گرفته شد، موقعیت مکانی ایستگاه‌های موردنظر در (شکل ۱ و جدول ۱) مشخص گردیده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]



شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری در محدوده موردمطالعه (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

ردیف	ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	پل ایستگاه ۱۲	۳۰° ۲۳'۰۰/۱۷ N	۴۸° ۱۵' ۲۷/۶۰ E
۲	پل ذوالفقاری	۳۰° ۱۸' ۵۵/۱۴ N	۴۸° ۲۱'۰۸/۱۷ E
۳	خضر	۳۰° ۱۷' ۰۰/۱۰ N	۴۸° ۲۴' ۵۲/۰۹ E

نمونه‌برداری از بنتوزها در هر فصل از هر ایستگاه ۳ نمونه توسط رسوب‌گیر ون وین (Van Veen Grab) با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع انجام شد و بلافاصله با الکل ۹۶ درصد فیکس شد. هم‌زمان فاکتورهای زیست‌محیطی آب از قبیل شوری، دما، pH، EC و اکسیژن محلول (DO) توسط دستگاه مولتی متر مدل HACH HQ4OD موردسنجش قرار گرفت. درنهایت رسوبات به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر انتقال داده شد.

برای آنالیز دانه‌بندی رسوبات نیز از هر ایستگاه ۳ نمونه توسط رسوب‌گیر ون وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس مقداری از نمونه رسوب را در بوته چینی ریخته و در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس ۲۵ گرم از رسوب خشک‌شده را وزن کرده و درون یک بشر ریخته و به آن ۲۵۰ سی‌سی آب و ۱۰ سی‌سی محلول ۶/۲ گرم در لیتر سدیم هگزامتافسفات اضافه شد و آن را به مدت ۱۵ دقیقه هم زده و ۸ ساعت آن را به‌صورت ثابت گذاشته تا ته‌نشین شود. پس‌ازاین مدت مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه آن را به هم زده و این مخلوط را از الک ۰/۰۶۳ میلی‌متر عبور داده و شستشو گردید تا محلول رنگی خارج شود. رسوب باقی‌مانده را درون بشر ریخته و درون آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا خشک شود. رسوب خشک‌شده را از الک‌های ۷ گانه عبور داده و مقدار رسوبی که در هر الک باقی ماند را با ترازوی دقیق وزن شد و سپس درصد حضور هر یک از دانه‌های رسوبی محاسبه گردید (Association and Association, 1989; Junoy *et al.*, 2005; Munro *et al.*, 2005).

برای تعیین و شناسایی ماکروبنتوزها رسوبات را در الک ۵۰۰ میکرون شستشو داده و نمونه‌ها با استفاده از محلول رز بنگال با غلظت ۱ گرم در لیتر رنگ‌آمیزی و در الکل صنعتی نگهداری شد. در انتها نمونه‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ و با کمک کلیدهای شناسایی در دسترس (Robinson and Gibbs, 1982; Rouse and Pleijel, 2001) و حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۰) شناسایی گردید. جهت تعیین نوع مصب در بهمنشیر از پارامتر لایه‌بندی (n) استفاده شد، لایه‌بندی پارامتری است به‌منظور برآورد کمی از درجه اختلاط عمودی آب‌شور دریا و شیرین رودخانه و نیز برآورد درجه لایه به لایه شدن چگالی که در رابطه ۱ تعریف می‌شود (پاشا زانوسی، ۱۳۸۲).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

رابطه ۱:

$$n=\frac{\Delta s}{s_m}$$

$$\Delta s = s_{bott} - s_{surf}$$

$$s_m = \frac{1}{2}(s_{bott} + s_{surf})$$

n: پارامتر لایه‌بندی

S_{bott}: شوری در کف رودخانه

S_{surf}: شوری در سطح رودخانه

از نمونه‌های موردمطالعه مشاهده‌شده توسط دوربین Dino-Lite عکس‌برداری شد. جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده گردید. سپس برای بررسی فاکتورهای محیطی و دانه‌بندی و تفاوت بین ایستگاه‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح ۰/۰۵ در برنامه SPSS 19.0 استفاده گردید.

برای بررسی و تعیین شاخص شانون از برنامه Primer ver.5 استفاده گردید (Clarke and Gorley, 2001). کلیه نمودارهای مربوط به تراکم فاکتورهای محیطی، دانه‌بندی و شاخص شانون با استفاده از برنامه Excel ترسیم گردید و در آخر با توجه به فرمول پارامتر لایه‌بندی (n) نوع اختلاط آب دریا و رودخانه در دهانه تعیین گردید.

نتایج

میانگین درجه حرارت آب در فصل تابستان و زمستان به ترتیب ۳۰/۶۷ و ۱۷/۲۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین اکسیژن محلول در فصل تابستان و زمستان به ترتیب ۶/۵۹ و ۱۰/۴۰ گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی آب حاکی از عدم وجود اختلاف چندانی در ایستگاه‌های مختلف در یک‌فصل بوده ولی بین فصول تغییرات معنی‌دار است ($P>0/05$) (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین پارامترهای محاسبه‌شده در دو فصل در رودخانه بهمنشیر (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

(میانگین±انحراف معیار) ($P>0/05$).

فاکتور	زمستان	تابستان	میانگین کل
دما	۱۷/۲۶±۰/۷۶	۳۰/۶۷±۱/۷۸	۲۳/۹۷±۹/۴۸
شوری	۲/۴۳±۰/۱۸	۳/۴۲±۰/۳۳	۲/۹۲±۰/۷۰
اکسیژن محلول	۱۰/۴۰±۲/۴۲	۶/۵۹±۰/۰۹	۸/۴۹±۲/۶۹
هدایت الکتریکی	۲/۶۳±۰/۲۵	۳/۱۳±۰/۴۹	۲/۸۸±۰/۳۵
pH	۸/۹۲±۰/۲۳	۷/۷۵±۰/۲۱	۸/۳۳±۰/۸۳
درصد سیلت - رس	۹۱/۵۱±۲/۲۹	۷۸/۲۵±۱۴/۷۰	۸۴/۸۸±۹/۳۸

آنالیز دانه‌بندی رسوبات در طی دو فصل نمونه‌برداری زمستان و تابستان در رودخانه بهمنشیر (جدول ۳ و ۴) تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای را نشان نداده است ($P>0/05$). نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه بیشترین و کمترین مقدار میانگین درصد ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون در ایستگاه‌های مختلف را به ترتیب ۹۲/۲۵ درصد در ایستگاه سوم (خضر) و ۷۵/۶ درصد در ایستگاه دوم (پل ذوالفقاری) نشان داد. همان‌طور که از شکل زیر مشخص است ۸۵ درصد رسوبات بستر را ذرات سیلت-رس تشکیل داده است (شکل ۲).

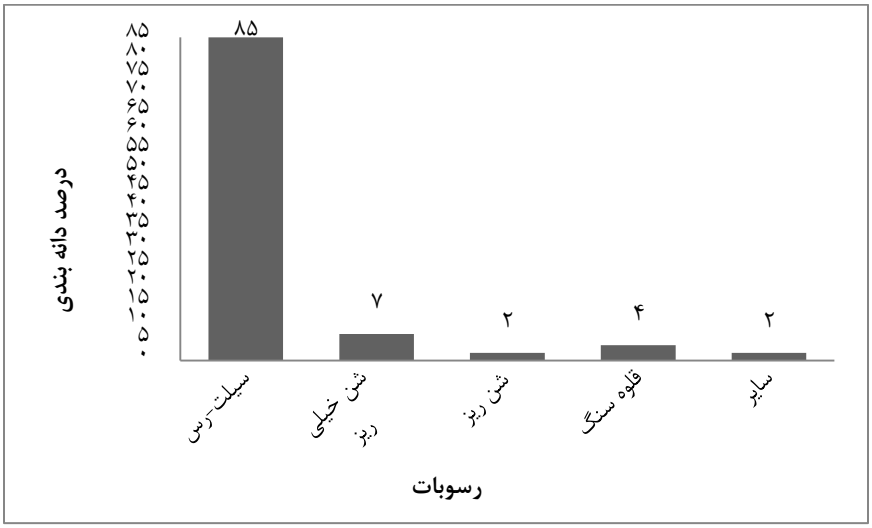
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

جدول شماره ۲: درصد دانه‌بندی رسوبات، در الک‌های ۷ گانه در زمستان (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

نام ایستگاه	میزان ذرات رسوبی							
	۰/۰۶۳>	۰/۰۶۳	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۱	۲	۴
ایستگاه ۱۲	۹۱/۶۹	۲/۸۴	۱/۹۲	۰/۶۴	۰/۴۴	۱/۳۶	۰/۴۸	۰/۶۴
ذوالفقاری	۸۹/۱۳	۸/۷۶	۱/۱۶	۰/۷۶	۰/۱۲	۰/۰۸	۰	۰
خضر	۹۳/۷	۳/۰۴	۱/۶	۰/۴	۰/۸	۰	۰	۰/۴۴

جدول شماره ۳: درصد دانه‌بندی رسوبات، در الک‌های ۷ گانه در تابستان.

نام ایستگاه	میزان ذرات رسوبی							
	۰/۰۶۳>	۰/۰۶۳	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۱	۲	۴
ایستگاه ۱۲	۸۱/۸۸	۳/۶۵	۱/۷۳	۱/۳۷	۱/۴۴	۲/۲۱	۳/۲	۱/۵۲
ذوالفقاری	۶۲/۰۸	۱۶/۲	۳/۷۶	۰/۳۴	۰/۰۱۲	۰/۰۲	۰	۱۷/۶
خضر	۹۰/۸	۷/۵۶	۱	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۱۰	۰	۰

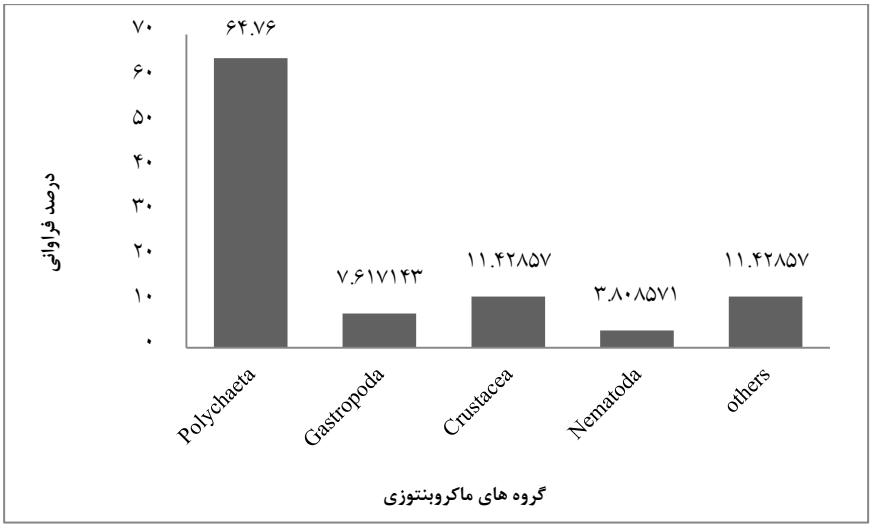


شکل ۲: مقدار میانگین درصد دانه‌بندی رسوبات در کل دوره تحقیق (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

به‌طورکلی در این مطالعه ۶ جنس و گونه متعلق به رده پرتاران (*Capitella capitata Nereis sp. Nephtys sp.*)، سخت‌پوستان (*Sphaeroma sp.*)، شکم پایان (*Triphora sp.*) و نماتودها (*Nematode sp.*) مشاهده شد. در فصل زمستان بیشترین درصد فراوانی نسبی مربوط به پرتاران با ۷۴ درصد فراوانی محاسبه گردید. در فصل تابستان نیز پرتاران و سخت‌پوستان به ترتیب با ۶۴ درصد و ۲۲ درصد فراوانی، بیشترین فراوانی نسبی را از میان سایر گروه‌ها دارا بودند. بالاترین درصد فراوانی شناسایی‌شده در رودخانه بهمنشیر در کل سال مربوط به گونه‌ی *Nephtys sp.* بود که در زمستان و تابستان به ترتیب ۶۰ درصد و ۴۰ درصد فراوانی را به خود اختصاص داد. بین تعداد ماکروبنتوزها

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.05$). درصد کل ماکروبنتوزها در فصول زمستان و تابستان در شکل ۳ نشان داده‌شده است.



شکل ۳: فراوانی کلی ماکروبنتوزهای رودخانه‌ی بهمنشیر در کل دو فصل نمونه‌برداری (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

محدوده شاخص تنوع شانون در فصل تابستان ۰/۴۴-۰ بوده که بیشترین مقدار در ایستگاه ۱ (پل ایستگاه ۱۲) و ایستگاه ۲ (ایستگاه پل ذوالفقاری) به‌طور برابر و کمترین آن در ایستگاه ۳ (ایستگاه خضر) می‌باشد و در فصل زمستان شاخص تنوع شانون بین ۰/۷۹-۰ بوده که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب متعلق به ایستگاه ۱ (پل ایستگاه ۱۲) و ایستگاه ۳ (ایستگاه خضر) بوده است. سه نوع طبقه‌بندی برای اختلاط آب دریا و رودخانه بهمنشیر در دهانه مشاهده شد که اختلاط کامل زمانی رخ می‌دهد که جریان رودخانه ناچیز بوده و در عوض میزان جزر و مد بالا باشد (جدول ۳).

جدول ۳: بررسی پارامتر لایه‌بندی با استفاده از شوری در سطح و کف رودخانه (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

فاکتور	زمستان	تابستان	میانگین کل
شوری در کف	۲/۴۳±۰/۱۸	۳/۴۲±۰/۳۳	۲/۹۲±۰/۷۰
شوری در سطح	۱/۲۳±۰/۲۴	۱/۴۵±۰/۲۲	۱/۳۴±۰/۱۶
پارامتر لایه‌بندی (n)	۰/۶۶	۰/۸۰	۰/۷۴

بحث و نتیجه‌گیری

از ویژگی‌های خورهای استان خوزستان گلی بودن بستر، تعویض شدید آب در لایه‌های کف، ناپایداری رسوبات سطحی و سرعت‌بالای رسوب‌گذاری و دوباره معلق شدن ذرات رسوبات سطحی (Resuspention)، تحت تأثیر جریانات چرخشی خلیج‌فارس و جزر و مد شدید در مناطق کم‌عمق ساحلی است. این ویژگی‌ها عوامل مهمی در ایجاد نوسانات در جوامع بنتیک علاوه بر عوامل آلاینده می‌باشند (خادمی و همکاران، ۱۳۹۶).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

تراکم ماکروبنتوزها در طول دوره‌ی نمونه‌برداری از زمستان به سمت تابستان کاهش نسبی را نشان می‌دهد که علت کاهش تنوع در فصل تابستان را می‌توان افزایش درجه حرارت دانست، چراکه به‌نوبه خود باعث افزایش استرس و خشکی‌زدگی می‌گردد (Lee *et al.*, 2013). در این مطالعه بیشترین تنوع و تراکم ماکروبنتوزها متعلق به فصل زمستان مربوط به جنس .*Nephtys sp* از رده پرتاران بوده که بیشترین تراکم و فراوانی این رده متعلق به ایستگاه اول (پل ایستگاه ۱۲) است.



شکل ۴: بستر رودخانه بهمنشیر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل تابستان (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

ذرات تشکیل‌دهنده رسوبات محدوده مطالعاتی را ذرات دانه‌ریز (<۰/۰۶۳μm) تشکیل داده‌اند. آنالیز دانه‌بندی رسوبات در طی دو فصل تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای نداشته و نشان‌دهنده گلی بودن بستر می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه مقدار میانگین درصد ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون در کل دو دوره را ۹۱/۵۱ –۷۸/۲۵ درصد نشان داد که بیانگر گلی بودن بستر است. این نتایج توسط سایر محققین مانند خادمی و همکاران (۱۳۹۶)، دوست شناس (۱۳۸۷)، جهانی (۱۳۸۷)، شوکت و همکاران (۱۳۷۹) در منطقه بحرکان، خوریات سجافی و خور موسی مورد تأیید قرارگرفته است.

با افزایش عمق (تا ۲۰۰ متری) دانه‌بندی رسوبات ریزتر و مواد آلی بستر بیشتر می‌گردد و در کل بیوماس بنتوزی افزایش می‌یابد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که در تابستان درصد ذرات درشت‌تر از سیلت و رس افزایش‌یافته است (شکل۴) که می‌توان علت آن را ناشی از ورود جریانات به رودخانه بهمنشیر در تابستان دانست. ذرات درشت‌تر در ابتدا ته‌نشین می‌شوند و هرچه به سمت دریا پیش می‌رویم این ذرات ریزتر می‌شوند. تنوع در جوامع ماکروبنتیک به‌شدت با عوامل استرس‌زا در مقایسه با تغییرات طبیعی محیط‌زیست انسانی همراه است (خادمی و همکاران، ۱۳۹۶). پاسخ موجودات زنده مصب ها به استرس‌های زیست‌محیطی سبب تغییر در فراوانی، تنوع افراد و اجتماعات می‌شوند. علت اصلی کاهش تنوع در فصل تابستان را می‌توان افزایش درجه حرارت دانست، چراکه به‌نوبه خود باعث افزایش استرس و خشکی‌زدگی می‌گردد. با کوچک‌تر شدن اندازه دانه‌بندی رسوبات میزان مواد آلی افزایش‌یافته و درنتیجه مواد غذایی در رسوبات افزایش می‌یابد و به دنبال آن تراکم جانوری نیز زیاد می‌گردد و جوامع بنتوزی نیز از معلق خواری به رسوب خواری تغییر می‌یابند (Conradi and López-Gonzaléz, 2001).

نتایج مطالعات نشان می‌دهد ریزی و درشتی دانه‌های تشکیل دهنده رسوبات فاکتور بسیار مهمی است که علاوه بر تأثیر بر پارامترهای محیطی، در پراکندگی و تراکم بنتوزها نقش مهمی را ایفا می‌کند، به طوریکه تغییر در ترکیب اندازه رسوبات حتی در فواصل خیلی کم در یک منطقه در توزیع و گسترش موجودات بنتیک موثر بوده و همچنین باعث تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی بستر می‌گردد (Guerra-Garcıa and Garcıa-Gomez, 2004; Molina *et al*., 2019; Pandey and Thiruchitrambalam, 2019; Vanessa *et al*., 2019).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

اندازه رسوبات در حفظ و نگه‌داری میزان مواد غذایی مؤثر است و هر چه اندازه ذرات تشکیل‌دهنده رسوبات کوچک‌تر باشد مقدار مواد غذایی بیشتر خواهد بود. با کوچک‌تر شدن اندازه دانه‌بندی رسوبات میزان مواد آلی افزایش‌یافته و درنتیجه مواد غذایی در رسوبات افزایش می‌یابد و به دنبال آن تراکم جانوری نیز زیاد می‌گردد و جوامع بنتوزی نیز از معلق خواری به رسوب خواری تغییر می‌یابند (هاشمیان‌کفشگیری، ۱۳۷۷). فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل اندازه‌ی ذرات متشکله رسوبات، فاکتورهای زیستی شامل نحوه‌ی تغذیه‌ی بنتوزها، اثرات تغذیه‌ی موجودات بنتیک از سایر گونه‌های کوچک‌تر و اثرات آشفتگی زیستی در بستر محیط‌زیست، میزان اکسیژن محلول در رسوبات و میزان مواد آلی رسوبات ازجمله عوامل مهم در پراکنش بنتوزها می‌باشند (Morrisey *et al.*; Nybakken and Bertness, 2001; Wieking and Kröncke, 2003).

مطالعات متعددی پرتاران را گروه غالب در بسترهای گلی معرفی نمودند (Lancellotti and Stotz, 2004; Shin and Ellingsen, 2004). عده‌ای نیز پرتاران، سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها را گروه غالب در بسترهای گلی معرفی نمودند (Lizarralde and Pittaluga, 2011). نتیجه‌ی شاخص شانون در منطقه موردمطالعه با توجه به الگوی معرفی‌شده نشانگر این است که همه ایستگاه‌ها خصوصاً ایستگاه ۳ (ایستگاه خضر) از آلودگی بسیار بالایی برخوردار هستند (Welch and Lindell, 1992).

چنانچه جریان رودخانه قوی بوده و میزان جزر و مد قابل صرف‌نظر کردن باشد، اختلاط از نوع گوه نمکی خواهد بود. اختلاط نسبی نیز حدفاصل بین دو نوع اختلاط کامل و گوه نمکی است (پاشا زانوسی، ۱۳۸۲). بررسی پارامتر لایه‌بندی در زمستان و تابستان (جدول ۳) نشان می‌دهد که ۰/۱<n<۱ واقع‌شده است پس نتیجه می‌گیریم اختلاط رودخانه بهمنشیر از نوع اختلاط نسبی است. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات شوری در سطح آب، جریانات ورودی رودخانه‌ها (Schott, 1918)، تنش و جریانات باد (Choi *et al.*, 2011) و تبخیر (Emery, 1956) می‌باشد.

منابع

باقری‌توانی، م. و جمال‌زاده، ح.، ۱۳۹۳. بررسی شاخص‌های بوم‌شناختی و زیستی ماکروبنتوزهای ناحیه‌ی مصبی رودخانه‌ی شیرود منتهی به دریای خزر. مجله‌ی علمی-پژوهشی زیست‌شناسی دریا، ۶ (۲۳): صفحات ۹۶-۸۱.

پاشا زانوسی، ح.، ۱۳۸۲. اثرات جزر و مد و دبی رودخانه بر انتقال آب و نمک در مصب رودخانه زهره. پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی. صفحات ۱۲-۱۴.

جافریان، ا.، پیرباوقار، م. و قهرمانی، ل.، ۱۳۹۴. تعیین مهم‌ترین عوامل فیزیوگرافی تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌ی ارغوان افغانی به‌منظور معرفی مدل پراکنش مکانی، مجله‌ی جنگل ایران، ۷(۱): صفحات ۴۴-۳۳.

جهانی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات قفس‌های پرورش ماهیان دریایی درخور غزاله بر روی ماکروبنتوزها. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۷۶ ص.

حسین‌زاده، ح. دقوقی، ب. رامشی، ح.، ۱۳۸۰. اطلس نرم‌تنان خلیج‌فارس، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۴۸ ص.

حقی، م.، سواری، الف.، کوچنین، پ.، نبوی، م. ب.، نامی ،م. ح.، ذاکری، م. و بداغی، م.، ۱۳۹۲. دستیابی به الگوهای تجمعی ماکروبنتوزها در آب‌های کم‌عمق سواحل دریایی جنوب جزیره قشم با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور اکوستیک، ۱۲(۲): صفحات ۱۵-۳.

خادمی، ن. بختیاری، ر. و اردکانی، س.، ۱۳۹۶. ارزیابی و مقایسه تجمع عناصر نیکل، سرب و وانادیوم در پوسته و محتویات تخم گونه‌های پرستوی دریایی کاکلی کوچک (Sterna bengalensis) و سلیم‌خرچنگ‌خوار (Dromas ardeola) در جزایر خورموسی خلیج‌فارس .فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره ۱۹، صفحات ۶۰۶-۵۹۳.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

خلفه‌نیل‌ساز، م. اسماعیلی، ف.، ۱۳۸۸. تأثیر شوری بر تراکم فیتوپلانکتون‌های رودخانه جزرومدی بهمنشیر. مجله علمی شیلات ایران، سال سوم، شماره ۱۸، صفحات ۴۳-۵۲.

دوست شناس، ب. ۱۳۸۷. طبقه‌بندی اکوسیستم ساحلی خور موسی با استفاده از شاخص بیوتوپ بستر و نظام‌های امتیازدهی به‌منظور تعیین سلامت زیستی در سامانه GIS. رساله دکتری بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۶۶ ص.

سلیمانی راد، آ.، کامرانی، آ.، کشاورز، ا.، وزیری زاده، م. و بهره‌مند، ا.، ۱۳۹۰. بررسی بوم‌شناختی جمعیت ماکروبنتوزهای منطقه حفاظت‌شده خور گابریک (دریای عمان). مجله علمی اقیانوس‌شناسی، سال دوم، شماره ۷، صفحات ۳۱-۳۷.

شکوری، آ. و عاقلی، ا. ۱۳۹۳. بررسی پراکنش، تنوع و فراوانی پرتاران منطقه‌ی بین جزرومدی سواحل جزیره‌ی خرچنگ کنارک، مجله‌ی علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، ۶(۲۱): صفحات ۷۲-۵۹.

شوکت، پ.، ۱۳۷۹. بررسی ساختار اجتماعات مکروبنتوزهای پهنه‌های جزرومدی خور بحرکان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.۱۱۷ ص.

صالحی، س.، دوست‌شناس، ب.، سواری، الف. و سخایی، ن.، ۱۳۹۳. بررسی سلامت بوم سامانه مصب رودخانه بهمنشیر با استفاده از شاخص‌های متکی بر کف‌زیان AMBI و Bentix، اقیانوسی شناسی، ۵ (۲۰): صفحات ۷۰-۶۱.

غلامی، ز. و نبوی، م. ب.، ۱۳۹۴. تأثیر میزان کل مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات در پراکنش اجتماعات ماکروبنتیک رودخانه حفار غربی در خرمشهر. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۷(۳): صفحات ۱۰۳-۹۷.

فارسی، الف.، سیف‌آبادی، ج. و عوفی، ف.، ۱۳۹۱. پراکنش مکانی جوامع ماکروبنتیک در ارتباط با شرایط محیطی سواحل بین جزرومدی و زیر جزرومدی بوشهر، نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷(۱): صفحات ۸۶-۷۵.

هاشمی نژاد، ح.، ۱۳۹۰. تهیه‌ی نقشه‌ی پراکندگی شانه‌دار مهاجم دریای خزر با استفاده از سنجش‌ازدور. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی.

هاشمیان‌کفشگیری، ع.، ۱۳۷۷. پراکنش و تغییرات فصلی زی‌توده و تنوع ماکروبنتوزهای غالب سواحل جنوبی دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۰ ص.

Association, A. P. H. and Association, A. W. W., 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American public health association.

Brown, C. J. and Blondel, P., 2009. Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor habitat mapping. *Applied Acoustics*, **70**: 1242-1247.

Choi, J. K. Oh, H. J., Koo, B. J., Lee, S. and Ryu, J. H., 2011. Macrobenthos habitat mapping in a tidal flat using remotely sensed data and a GIS-based probabilistic model. *Marine pollution bulletin*, **62**: 564-572.

Clarke, K. and Gorley, R., 2001. PRIMER 5 for Windows. *Primer-E Ltd, Plymouth, UK*.

Conradi, M. and López-Gonzaléz, P. J., 2001. Relationships between environmental variables and the abundance of peracarid fauna in Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula). *Ciencias marinas*, **27**: 481-500.

Emery, K. O., 1956. Sediments and water of Persian Gulf. *AAPG Bulletin*, **40**: 2354-2383.

Gray, J. S.; Wu, R. S. S. and Or, Y. Y., 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine ecology progress series*, **238**: 249-279.

Guerra-Garcıa, J. M. and Garcıa-Gomez, J. C., 2004. Soft bottom mollusc assemblages and pollution in a harbour with two opposing entrances. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **60**: 273-283.

Hosseini, M., Nabavi, S. M. B., Nabavi, S. N. and Pour, N. A., 2015. Heavy metals (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Fe, and Hg) content in four fish commonly consumed in Iran: risk assessment for the consumers. *Environmental monitoring and assessment*, **187**: 237.

Junoy, J., Castellanos, C., Viéitez, J., De la Huz, M. and Lastra, M., 2005. The macroinfauna of the Galician sandy beaches (NW Spain) affected by the Prestige oil-spill. *Marine pollution bulletin*, **50**: 526-536.

Lancellotti, D. and Stotz, W., 2004. Effects of shoreline discharge of iron mine tailings on a marine soft-bottom community in northern Chile. *Marine pollution bulletin*, **48**: 303-312.

Lee, S.; Park, I., Koo, B. J., Ryu, J. H., Choi, J. K. and Woo, H. J., 2013. Macrobenthos habitat potential mapping using GIS-based artificial neural network models. *Marine pollution bulletin*, **67**: 177-186.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

Lizarralde, Z. I. and Pittaluga, S., 2011. Distribution and temporal variation of the benthic fauna in a tidal flat of the Rio Gallegos Estuary, Patagonia, Argentina. *Thalassas*, **27**: 9-20.

Molina, E. J., Silberberger, M. J., Kokarev, V. and Reiss, H., 2019. Environmental drivers of benthic community structure in a deep sub-arctic fjord syste. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 225: 1-12.

Morrisey, D., Turner, S., Mills, G., Williamson, R. and Wise, B., 2003. Factors affecting the distribution of benthic macrofauna in estuaries contaminated by urban runoff. *Mar. Environ. Res*, **55**: 113-136.

Munro, C., Eleftheriou, A. and McIntyre, A., 2005. Methods for the study of marine benthos.

Nybakken, J. W. and Bertness, M. D. 2001. *Marine biology: an ecological approach*. Benjamin Cummings San Francisco.

Pandey, V. and Thiruchitrambalam, G., 2019. Spatial and temporal variability of sandy intertidal macrobenthic communities and their relationship with environmental factors in a tropical island. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 224: 73-83.

Robinson, K. and Gibbs, P., 1982. *A field guide to the common shelled molluscs of New South Wales estuaries*. Coast and Wetlands Society.

Rouse, G. and Pleijel, F , 2001. *Polychaetes*. Oxford university press.

Schott, G. A., 1918. XXII. On Bohr's hypothesis of stationary states of motion and the radiation from an accelerated electron. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, **36**: 243-261.

Shin, P. K. and Ellingsen, K. E., 2004. Spatial patterns of soft-sediment benthic diversity in subtropical Hong Kong waters. *Marine ecology progress series*, **276**: 25-35.

Stephens, W. W. and Farris, J. L., 2004. Instream community assessment of aquaculture effluents. *Aquaculture*, **231**: 149-162.

Van der Wal, D., Herman, P., Forster, R., Ysebaert, T., Rossi, F., Knaeps, E., Plancke, Y. and Ides, S., 2008. Distribution and dynamics of intertidal macrobenthos predicted from remote sensing: response to microphytobenthos and environment. *Marine ecology progress series*, **367**: 57-72.

Vanessa, F. R., Cinthya, S. G. and Aliny, P. F., 2019. Meta-analysis of the effects of organic matter on polychaetes of the east coast of South America. *Marine Environmental Research*, 149: 148-156.

Welch, E. and Lindell, T., 1992. Ecological effects of Wastewater. Applied limnology and pollutant effects. 2nd eds., x+ 425 pp. Pp. eds. Chapman & Hall, London.[12].

Wieking, G. and Kröncke, I., 2003. Macrofauna communities of the Dogger Bank (central North Sea) in the late 1990s: spatial distribution, species composition and trophic structure. *Helgoland Marine Research*, **57**: 34.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]