

فلور ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در سواحل شهرستان‌های استان بوشهر

چکیده

ماکروجلبک‌های قهوه‌ای دریازی بخش مهمی از فلور سواحل جزر و مدی استان بوشهر با بستر صخره‌ای، مرجانی و سنگ ماسه‌ای یا رسوبی را تشکیل می‌دهند. ماکرو جلبک‌ها برای رشد به تکیه‌گاهی ثابت (طبیعی و یا مصنوعی) نیاز دارند تا از طریق اتصال بخش‌های نگه‌دارنده خود به بستر ضمانت استقرار، تکثیر و توسعه خود را در برابر امواج سهمگین فراهم کنند. به همین سبب، اغلب ماکرو جلبک‌ها قادر به رشد در سواحل شنی و لغزنده نیستند. البته در بخش‌هایی از سواحل شنی که سازه‌های بتنی احداث گردیده گونه‌های ماکرو جلبکی به‌خوبی رشد یافته‌اند. عدم آگاهی و شناخت کامل از ذخایر گونه‌ای ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای، تنوع‌گونه‌ای و رویشگاه‌های آن‌ها در نوار ساحلی ۷ شهرستان هم‌جوار خلیج فارس در استان بوشهر سبب شد تا نمونه‌برداری از ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای، از مرحله روشی تا تولیدمثلی، از سال ۱۳۹۶ به‌شدت ۳ سال و در فصول مختلف انجام شود. نیمی از هر نمونه جمع‌آوری‌شده ماکرو جلبک در محلول ۴٪ فرمالدئید-آب دریا در ظروف شیشه‌ای نگهداری شد و از نیم دیگر آن، نمونه هرباریومی تهیه شد. اندازه‌گیری دمای سطحی آب دریا با ترموکوپل در محدوده بعد از حداکثر جزر و در عمق یک متری آب نشان داد که در سواحل استان بوشهر، دامنه دمایی رشد ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای تا مرحله زایشی بین ۱۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. شناسایی و طبقه‌بندی ماکرو جلبک‌ها بر اساس صفات مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی با استفاده از منابع مختلف جلبک‌شناسی و نتایج تحقیقات انجام‌شده در ایران و دیگر کشورها انجام شد. ۳۹ گونه ماکرو جلبک شناسایی شده از ۷ شهرستان ساحلی استان بوشهر متعلق به ۱۴ جنس از ۶ تیره شاخه فتوفیتا است. تنوع‌گونه‌ای ماکرو جلبکی قهوه‌ای متعلق به شهرستان‌های ساحلی دیلم، گناوه، بوشهر، تنگستان، دیر، کنگان و عسلویه به ترتیب ۶، ۹، ۳۱، ۱۷، ۲۲ و ۲۰ است. علت غنای گونه‌ای در شهرستان بوشهر نسبت به دیگر شهرستان‌ها به‌ویژه شهرستان‌های دیلم، گناوه و تنگستان را می‌توان وسعت بیشتر رویشگاه‌های صخره‌ای، اسفنجی و سنگ ماسه‌ای و اتصال بخش‌های نگه‌دارنده ماکرو جلبک‌ها به آن‌ها بیان کرد. عوامل مؤثر بر کم بودن تنوع‌گونه‌ای دو شهرستان دیلم و گناوه را می‌توان به آلودگی‌های ناشی از تاسیسات نفتی امام حسن (ع) و دیگر تأسیسات هم‌جوار با ساحل، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و غیر صنعتی به سواحل و همچنین شنی بودن اغلب سواحل هر دو شهرستان نسبت داد. عمده دلایل کاهش تنوع‌گونه‌ای در سواحل شهرستان‌های کنگان، عسلویه و دیر نسبت به شهرستان بوشهر را می‌توان به تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و غیر صنعتی و شور آب‌های حاصل از تأسیسات آب‌شیرین‌کن متعدد منطقه پتروشیمی‌ها در سواحل هر سه شهرستان و همچنین آلودگی‌های ناشی از پالایشگاه‌های گازی در سواحل دو شهرستان کنگان و عسلویه نسبت داد.

واژگان کلیدی: فلور، جلبک دریایی، جلبک قهوه‌ای، فتوفیتا، استان بوشهر

مقدمه

سواحل استان بوشهر در بخش جنوبی مرزهای آبی و ساحلی ایران که به آب‌های آزادراه دارد واقع شده است. این استان با مختصات جغرافیایی ۱۴' ۲۷° تا ۱۶' ۳۰° عرض شمالی و ۱۶' ۵۰° تا ۵۸' ۵۳° طول شرقی با ۸۲۰ کیلومتر نوار ساحلی، طولانی‌ترین مرز آبی را با خلیج فارس در

فاطمه غلامیان^{۱*}

کهزاد سرطاوی^۲

۱. مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

۲. کارشناس ارشد، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

* مسئول مکاتبات:

f. gholamian@areeo.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۱۸۷۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۹

این مقاله پژوهشی و برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقایسه با دیگر استان‌های هم‌جوار با خلیج فارس دارد. استان بوشهر دارای ۱۰ شهرستان است که فقط ۷ شهرستان دیلم، گناوه، بوشهر، تنگستان، دیر، کنگان و عسلویه ساحلی هستند. این سواحل از نظر نوع بستر به ۲ نوع بستر ثابت و غیر ثابت و لغزنده تقسیم می‌شود. بسترهای ثابت صخره‌ای، مرجانی و سنگ ماسه‌ای یا رسوبی است که رویشگاه گونه‌های متنوعی از ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای است و بستر غیر ثابت و لغزنده شن و ماسه‌ای است که در صورت موج بودن آب دریا لایه‌های رویی آن با حرکت آب جابجا می‌شوند و باعث جدایی بخش‌های نگه‌دارنده ماکرو جلبک‌های متصل شده به بستر می‌شوند. به همین سبب، اغلب ماکرو جلبک‌ها قادر به رشد در سواحل شنی و لغزنده نیستند (سهرابی پور و ربیعی، ۱۳۹۶).

ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای (Brown algae) متعلق به رده فتوفیسه (Phaeophyceae) از شاخه فتوفیتا (Phaeophyta) است. این ماکرو جلبک‌ها حاوی رنگ‌دانه‌هایی مانند کلروفیل A، C، کاروتنوئیدها و گزانتوفیل (به‌عنوان مثال *Laminaria*، *Dictyota* و *Sargassum*) هستند. رنگ قهوه‌ای آن‌ها به دلیل وجود رنگ ریزه فوکوگزانتین در آن‌ها است؛ اما به دلیل داشتن دیگر رنگیزه‌ها، رنگ آن‌ها از قهوه‌ای تا قهوه‌ای مایل به سبز متغیر است (Pereira, 2015 و Karkhaneh Yousefi, et al., 2020). رویشگاه این ماکرو جلبک‌ها در نواحی جزر و مدی یا Tidal zone و ابتدای نواحی زیر جزر و مدی یا Suntidal zone است (Farghaly, 2019). دمای آب خلیج فارس در مردادماه بین ۳۷ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد، مهرماه بین ۳۴ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد، بهمن‌ماه بین ۲۵ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه بین ۳۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵). به‌طور کلی ماکرو جلبک‌های دریازی روی سنگ یا سایر اجسام سخت موجود در نوار جزر و مدی ساحلی تثبیت می‌شوند. ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای عمدتاً در دریاها زندگی می‌کنند (Veluchamy and Palaniswamy, 2020) و دارای بزرگ‌ترین جلبک‌ها با اشکالی بسیار متنوع هستند. شایع‌ترین جنس‌های آن‌ها شامل *Saccharina*، *Laminaria*، *Ascophyllum*، *Macrocystis*، *Nereocystis* و *Sargassum* هستند که غالباً کِلپ نامیده می‌شوند (Murty and Banerjee, 2012). این ماکرو جلبک‌ها بر روی صخره‌های ساحلی آب‌های کم‌عمق ناحیه جزر و مدی (Tidal zone) که محل آماج موج‌های سهمگین دریا است زندگی می‌کنند؛ زیرا ساقه‌های بسیار انعطاف‌پذیر این ماکرو جلبک‌ها به آن‌ها اجازه می‌دهد تا در برابر کوبش مداوم امواج مقاومت کنند. به همین علت، غنای گونه‌ای شاخه فتوفیتا نسبت به دیگر شاخه‌ها (سبز و قرمز) در ناحیه جزر و مدی که در معرض حداکثر کوبش مداوم موج‌های دریا در روزهای طوفانی و بادی است بیشتر و چشمگیر است (Ghosh et al., 2012, Rashad and El-Chaghaby, 2020 و Hurd et al., 2014) و Rao. همکاران (۲۰۱۸)، Stephenson و Stephenson (۱۹۴۹)، De Clerck و Coppejans (۱۹۹۶)، Phang (۲۰۰۰) و گراوند کریمی (۱۳۸۹)، نیز مناطق جزر و مدی و زیر جزر و مدی را از جمله مناطق رویش و زیستگاه اصلی ماکرو جلبک‌ها ذکر کرده‌اند؛ زیرا در این نواحی، جلبک‌ها به دلیل قرار گرفتن در زیر آب، قادر به استفاده از مواد غذایی موجود در آب بوده و شرایط زیست‌محیطی آن‌ها از پایداری بیشتر و تنش کمتری برخوردار است، در نتیجه این جلبک‌ها فرصت رشد و گسترش بیشتری در سواحل پیدا می‌کنند و همین امر سبب پراکنش و تنوع گونه‌ای آن‌ها شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۴) به تعبیری دیگر، عمق آب، بستر و شیب بستر، اعم از شیب کُنْد یا تُنْد سواحل در پراکندگی و جمعیت جلبک‌ها اثر مستقیم دارد. از طرفی با افزایش عمق آب، مقدار نور خورشیدی که به داخل آب نفوذ می‌کند کمتر می‌شود، پس یکی دیگر از عوامل تفاوت در غالبیت پراکنش جنس‌های جلبک‌های سبز، قرمز و قهوه‌ای در عمق‌های مختلف دریا می‌تواند تفاوت در نوع رنگیزه‌های جلبکی باشد. تحقیقات Lobban و Wynne (۱۹۸۱) بر روی گونه‌های نواحی جزر و مدی نیز حاکی از آن است که گونه‌های نواحی جزر و مدی (اغلب جلبک‌های قهوه‌ای) در شدت نور کمتری نسبت به گونه‌های بین جزر و مدی (اغلب جلبک‌های سبز) به اشباع نوری می‌رسند. رشد و توزیع ماکرو جلبک‌های دریایی اساساً توسط نور، دما، مواد مغذی (به‌ویژه کربن و ازت) و شوری کنترل می‌شود. از دیگر عوامل مؤثر در توزیع افقی ماکرو جلبک دریایی نوع بستر، عمل جزر و مد، دامنه موج (Zainee et al., 2019)، توانایی مقاومت گونه‌های مختلف ماکرو جلبکی در برابر خشک شدن، نیروهای مکانیکی امواج و مکانیزمی که ماکرو جلبک‌ها برای اتصال خود به بستر استفاده می‌کنند می‌باشد. تحقیقات Firendler (۱۹۹۱) بر روی جلبک‌های نواحی بین جزر و مدی (جلبک‌های سبز) نشان داد جلبک‌های نواحی بین جزر و مدی که در هنگام جزر، در معرض تنش‌های محیطی مانند شدت

نور زیاد، دمای شدید و خشکی قرار می‌گیرند قادر به تحمل دامنه بسیار وسیعی از تغییرات شرایط محیطی هستند، اما گونه‌های مناطق جزر و مدی (جلبک‌های قهوه‌ای) و زیر جزر و مدی (جلبک‌های قرمز) در دامنه باریکی از تغییرات عوامل محیطی رشد می‌کنند. همه این نتایج بیانگر ارتباط تنگاتنگ رشد و تکثیر ماکرو جلبک‌ها با تغییرات عوامل محیطی نسبت به نوع رنگیزه‌های نوری و دامنه بردباری ماکرو جلبک‌ها به این تغییرات محیطی در رویشگاه‌های طبیعی آن می‌باشد.

این ماکرو جلبک‌ها علاوه بر آنکه جایگزین‌های خوبی برای سبزیجات خشکی زی هستند منبع خوبی از متابولیت‌های ثانویه زیست فعال نیز هستند. متابولیت‌های ثانویه شناسایی شده در ماکرو جلبک‌های خوراکی از قبیل گلوکانین‌ها، پلی ساکاریدهای سولفاته شده، رنگ‌دانه‌ها و استرول‌ها، امگا ۳، ویتامین‌ها و مواد معدنی دارای قابلیت‌های کاربردی در صنایع غذایی و دارویی هستند (Veluchamy ; Sanjeewa and Jeon, 2018; Karkhaneh Yousefi *et al.*, 2020, Ganesan, *et al.*, 2019; El-Chaghaby *et al.*, 2019 and Palaniswamy, 2020 و Rashad and El-Chaghaby, 2020). فوکوئیدان‌ها در درمان‌های ضد چروک یا جلوگیری از پیری پوست، فعالیت آنتی‌اکسیدانی شدید و اثر محافظتی بر استرس اکسیداتیو ناشی از اشعه ماوراءبنفش بر سلول فیبروبلاست پوستی انسان، فعالیت‌های ضد باکتریایی، صنایع رنگ، چاپ و رنگرزی (Veluchamy and Palaniswamy, 2020)، بهبود دیابت با کاهش مقاومت به انسولین، کاهش غلظت گلوکز و ترمیم سلول‌های بتا آسیب‌دیده در لوزالمعده (Akbarzadeh *et al.*, 2018)، تقویت سیستم ایمنی (Subba Rao *et al.*, 2018) و تأمین مکمل‌های غذایی و دارویی برای انسان و دام دارند و در پژوهش‌های زیستی، تصفیه آب و تأمین غذا برای آبزیان پرورشی نقش بسزایی دارند. علاوه بر این، از نظر درآمدهای حاصل از محصولات غیرنفتی نیز از سودآوری بالایی در بازارهای جهانی برخوردارند؛ بنابراین برای ورود به بازارهای رقابتی تجارت جهانی، شناسایی گونه‌های رویش داشته در سواحل استان بوشهر به‌عنوان اولین گام در راستای برنامه‌ریزی مدیریتی اصولی در زمینه‌های مختلف امری اجتناب‌ناپذیر بود. از این‌رو، از سال ۱۳۹۶ به مدت ۳ سال در قالب طرح پژوهشی اقدام به جمع‌آوری ماهانه در فصول مختلف و شناسایی گونه‌های ماکرو جلبکی قهوه‌ای نواحی ساحلی استان بوشهر شد.

شناسایی ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای دریایی سواحل جنوبی ایران از سال ۱۸۴۵ توسط Endlicher و Diesing با شناسایی ۴ گونه جلبک قهوه‌ای از سواحل جزیره خارگ استان بوشهر آغاز شده و توسط دیگر جلبک‌شناسان خارجی و داخلی تاکنون بدین شرح ادامه داشته است: Børgesen (۱۹۳۹) از سواحل بوشهر، جزایر خارگ و کیش، ۲۶ گونه ماکرو جلبک قهوه‌ای، سرطاوی و همکاران (۱۳۸۵) ۱۴ گونه، کیانمهر و همکاران (۱۳۹۰) در اطلسی رنگی تعداد ۴۳ گونه، سهرابی پور و ربیعی (۱۳۹۶) ۸۰ گونه و قرنجیک و همکاران (۱۳۹۶) ۷۰ گونه ماکرو جلبک قهوه‌ای از سواحل خلیج فارس و دریای عمان گزارش داده‌اند. Al-Thani و John (۲۰۱۴) در گزارشی رویش ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در سواحل کشورهای عربی حاشیه‌نشین خلیج فارس را در کویت با ۳۵ (گونه)، بحرین ۲۲ (گونه)، عربستان سعودی ۴۳ (گونه)، قطر ۲۱ (گونه)، ابوظبی ۲۵ (گونه)، دبی ۱۷ (گونه)، رأس‌الخیمه ۴ (گونه)، ام‌القوین ۴ (گونه) و عراق ۴ (گونه) ذکر کرده‌اند. همچنین Kokabi و Yousefzadi (۲۰۱۵) ۸۰ گونه ماکرو جلبک قهوه‌ای از سواحل خلیج فارس و دریای عمان گزارش کرده‌اند.

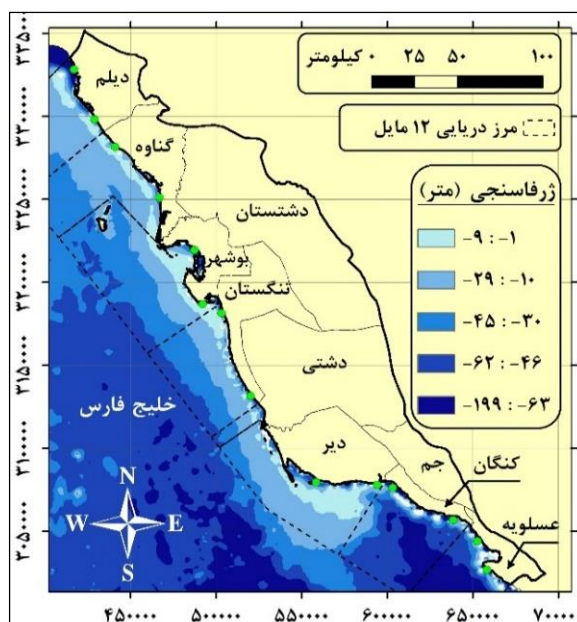
بررسی منابع نشان داد که نقش امروزی جلبک‌ها در دنیا از نظر اکولوژیکی، دارویی، غذایی، کودی و زیست پالایی سبب شده است که توجه به جایگاه جلبک‌ها به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان اولیه اکوسیستم‌های آبی بیشتر شود و در نتیجه پایش ماکرو جلبک‌ها جهت تعیین ذخایر ژنتیکی جلبکی در اکوسیستم‌های دریایی و اقیانوسی با دقت و سرعت بیشتری دنبال گردد. روند افزایشی تعداد گونه‌های گزارش شده از سواحل دریایی ایران و کشورهای همسایه دریای خلیج فارس در دهه‌های اخیر گویای این مهم است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای، از مرحله رویشی تا تولیدمثلی در ماه‌های مختلف فصول پائیز، زمستان و بهار سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ از نواحی جزر و مدی و ابتدای جزر و مدی متعلق به ۷ شهرستان ساحلی استان بوشهر (جدول ۱ و شکل ۱) در زمان‌های جزر دریا در روز هنگام انجام شد. برای مشخص شدن زمان جزر نوار ساحلی هر شهرستان، از وبگاه اداره هواشناسی استان بوشهر (www.Bushehrmet.ir) استفاده شد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی سواحل مورد مطالعه.

شهرستان	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)
ديلم	"۴۸.۴۷' ۴۸° ۲۹ "۴۹.۲' ۵۰° ۳۰	"۸۹.۴۷' ۱۵° ۵۰ "۴۳.۱۷' ۸° ۵۰
گناوه	"۸۱.۱۷' ۲۳° ۲۹ "۴۹.۴۹' ۳۹° ۲۹	"۱۳.۳۳' ۳۹° ۵۰ "۳۹.۱۹' ۲۳° ۵۰
بوشهر	"۱۹.۱۶' ۶° ۲۹ "۸۲.۳۳' ۴۸° ۲۸	"۲۰.۷' ۵۲° ۵۰ "۴۳.۷' ۵۵° ۵۰
تنگستان	"۵۳.۳۵' ۱۸° ۲۸ "۰۰.۳۴' ۴۵° ۲۸	"۴۲.۲۰' ۱۳° ۵۱ "۵۶.۵۳' ۱° ۵۱
دير	"۰۶.۲۳' ۵۰° ۲۷ "۳۸.۲۱' ۴۹° ۲۷	"۳۷.۳۷' ۳۵° ۵۱ "۳۴.۲۳' ۵۷° ۵۱
کنگان	"۸۰.۳۷' ۳۷° ۲۷ "۰۵.۲۶' ۴۸° ۲۷	"۵۹.۲۰' ۲۴° ۵۲ "۰۸.۵۷' ۲° ۵۲
عسلویه	"۶۹.۱۸' ۲۱° ۲۷ "۸۰.۳۷' ۳۰° ۲۷	"۹۹.۲' ۳۶° ۵۲ "۳۱.۴۶' ۳۳° ۵۲



شکل ۱: شهرستان‌های هم‌جوار با سواحل خلیج فارس در استان بوشهر.

دریا در عمق یک متری از محدوده جزر حداکثر در روزهای جمع‌آوری نمونه‌های ماکرو جلبکی مابین ساعات ۱۳ تا ۱۵ بعدازظهر یعنی زمانی که ظرفیت ویژه گرمایی آب دریا دارای حداکثر مقدار است با ترموکوپل اندازه‌گیری شد. همچنین مکان دقیق جمع‌آوری با GPS تعیین و به همراه نوع بستر هر نمونه ماکرو جلبکی برداشت‌شده یادداشت گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پس از شستشو و حذف آلودگی‌های سطحی نظیر گل‌ولای و یا بقایای سایر جلبک‌ها به دو بخش تقسیم گردید که بخشی از هر نمونه جمع‌آوری‌شده ماکرو جلبک در محلول ۴٪ فرمالدئید-آب دریا (Gharanjik, 2000) در ظروف شیشه‌ای نگهداری شد و از بخش دیگر آن، با شماره مشابه نمونه هرباریومی تهیه و در هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر نگهداری شد. برای تهیه نمونه‌های هرباریومی ابتدا نمونه شستشو شده بر روی صفحه روزنامه قرار گرفت تا آب اضافی آن جذب کاغذ روزنامه شود سپس نمونه فوق بر روی مقوایی مخصوص هرباریومی (A3) قرار گرفته و سپس روی هر شیت تهیه‌شده، یکپارچه‌نخی با آگیری بالا قرار گرفت تا آب ماکرو جلبک‌ها در حین خشک شدن جذب آن شوند (۳ تا ۴ بار تعویض پارچه نخی روی شیت‌ها در روز اول) و شیت‌های تهیه‌شده به هم نچسبند، سپس مقوای حاوی نمونه‌های پرس شده به درون آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تا خشک شدن کامل پیکره ماکرو جلبک منتقل شد؛ زیرا در رطوبت بالای شهر بوشهر (۵۰٪-۸۰٪)، امکان خشک شدن سریع ماکرو جلبک‌های دریازی پرس‌شده در میان تخته پرس امکان‌پذیر نبود. نگهداری بخشی از نمونه‌های ماکرو جلبکی در محلول تثبیت ضروری است زیرا برای اطمینان از نام‌گذاری صحیح برخی از گونه‌های جلبکی علاوه بر صفات مورفولوژیکی، نیاز به تهیه برش طولی و عرضی از بخش‌های رویشی و زایشی و بررسی بیشتر میکرو مورفولوژی آن‌ها با میکروسکوپ است. شناسایی و طبقه‌بندی ماکرو جلبک‌ها بر اساس صفات مورفولوژیکی شاخص و میکرومورفولوژیکی (ساختارهای تولیدمثلی، اشکال رویشی، ترتیب و ساختارهای تخصصی، رنگ‌دانه و غیره) با استفاده از منابع مختلف جلبک‌شناسی و نتایج تحقیقات انجام‌شده در ایران و دیگر کشورها انجام شد. بخشی از منابع مورد استفاده عبارت است از: A-Hassan و Jones (۱۹۸۹)؛ Islam (۱۹۷۹)؛ Nizamuddin و Gessner (۱۹۷۰)؛ Silva و همکاران (۱۹۹۶)؛ Sohrabipour و Rabiei (۱۹۹۹)؛ Sohrabipour و همکاران (۲۰۰۴)؛ Gharanjik و Rohani-Ghadikolaei (۲۰۱۱)؛ John و Al-Thani (۲۰۱۴)؛ Tseng (۱۹۸۳)؛ De clerck و coppejans (۱۹۹۶)؛ Jones (۱۹۸۶)؛ Basson و همکاران (۱۹۸۹)؛ Basson (۱۹۷۹)؛ Rabiei و همکاران (۲۰۰۸)؛ Gavino و Trono (۱۹۹۷)؛ Webber و Thurman (۱۹۹۱)؛ Tseng (۱۹۸۳)؛ Taylor (۱۹۸۶)؛ Abdel-Kareem (۲۰۰۹) و غیره. تأیید نام علمی تاکسون‌ها توسط همکاران جلبک‌شناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع استان هرمزگان انجام شد. برای اطمینان از درج صحیح نام علمی تاکسون‌ها و نام‌های مترادف آن‌ها از سایت مرجع <https://www.algaebase.org> کمک گرفته شد.

نتایج

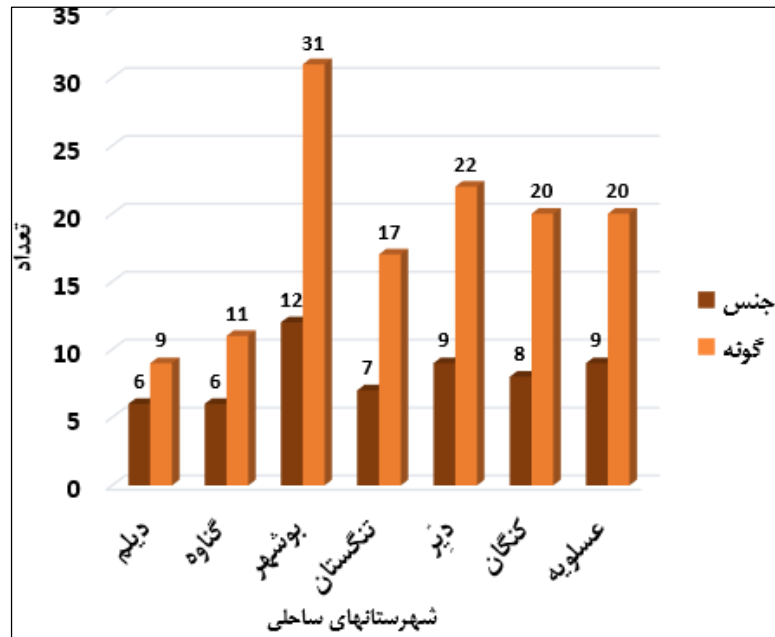
پس از جمع‌آوری و شناسایی ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در طول سواحل جزر و مدی و ابتدای زیر جزر و مدی ۷ شهرستان ساحلی استان بوشهر، مشخص شد ۳۹ گونه از شاخه فتوفیتا در نوار ساحلی صخره‌ای، مرجانی و سنگ ماسه‌ای (رسوبی) استان بوشهر رویش دارند. این گونه متعلق به ۱۴ جنس از ۶ تیره می‌باشد. (جدول ۳). همچنین نوع بستر رویشی و موقعیت رویشی تاکسون نسبت به خط مرزی ساحلی در جدول ۳ و شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. بررسی تنوع گونه‌ای ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای متعلق به شهرستان‌های ساحلی دیلم، گناوه، بوشهر، تنگستان، دیر، کنگان و عسلویه نشان داد که تعداد گونه‌های این شهرستان‌ها به ترتیب ۶، ۹، ۳۱، ۱۷، ۲۲، ۲۰ و ۲۰ است (شکل ۴). اندازه‌گیری دمای سطحی آب دریا با ترموکوپل در خارج از محدوده حداکثر جزر و در عمق یک متری آب نشان داد که در سواحل استان بوشهر، دامنه دمایی رشد ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای تا مرحله زایشی بین ۱۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد است (جدول ۲).



شکل ۲: رویشگاه مرجانی جلبک‌های قهوه‌ای در بوشهر (حداکثر جزر).



شکل ۳: رویشگاه طبیعی جلبک *Sargassum* spp. در ساحل بوشهر.



شکل ۴: مقایسه جنس و گونه ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای به تفکیک شهرستان.



شکل ۵: نمونه جمع‌آوری شده *Padina sp.* از سواحل آلوده کنگان.

جدول ۲: دمای سطحی آب دریا (درجه سانتی‌گراد) مابین ساعت ۱۳ تا ۱۵ (میانگین $\pm$ Sd) در سواحل استان بوشهر.

بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
$22 \pm 1/5$	$25 \pm 1/5$	$27 \pm 1/5$	29 ± 2	34 ± 2	36 ± 2	37 ± 2	$35 \pm 3/5$	35 ± 2	26 ± 2	17 ± 2	15 ± 2	$22 \pm 1/5$	$25 \pm 1/5$

* دوره آماربرداری سه‌ساله (۱۳۹۶-۱۳۹۸)

جدول ۳: جنس‌ها و گونه‌های ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در سواحل شهرستان‌های استان بوشهر (۱۳۹۶-۱۳۹۸).

نام علمی گونه	تیره	اسامی مترادف بانام علمی	نواحی جزرومدی نمونه‌برداری جلبک	نوع بستر	شهرستان رویشگاه گونه
<i>Hormophysa cuneiformis</i>	Sargassaceae	-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, Ta
<i>Polycladia indica</i>		<i>Cystoseira indica</i>	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	B, Ta, K
<i>P. myrica</i>		<i>Cystoseira myrica</i>	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	B, D, G K
<i>Sargassum acinaciforme</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, Da, Ta
<i>S. angustifolium</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	A, B, D, Da, G, K, Ta
<i>S. aquifolium</i>		<i>Sargassum crassifolium and S. binderi</i>	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, D, Da, G, K, Ta
<i>S. baccularia</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, Da, K
<i>S. boveanum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	A, B, D, G, Ta
<i>S. boveanum</i> var. <i>aterrimum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	A, B, D, Ta
<i>S. gemmiphorum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B
<i>S. henslowianum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	B, T, K
<i>S. herbaceum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	A, B, Da, K, Ta
<i>S. ilicifolium</i>		<i>Sargassum cristaefolium</i>	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, G, Da, Ta
<i>S. latifolium</i>		--	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	A, B, D, Da, K, Ta
<i>S. longifructum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	A, B, D, Da, Ta
<i>S. persicum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	A, B, Da, Ta
<i>S. spinuligerum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	Da, K
<i>S. swartzii</i>		<i>Sargassum acutifolium</i>	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	A, B, K, Ta
<i>S. tenuissimum</i>		<i>Sargassum vulgare</i> var. <i>tenuissimum</i>	Tidal & Subtidal zones	&Rocky, Coral sandstone	B, D, Da, K, Ta
<i>S. virgatum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	B, Da
<i>S. vulgare</i> var. <i>angustifolium</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky, Coral & sandstone	B, Da, K, Ta
<i>S. vulgare</i> var. <i>latifolium</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, Da, G, Ta
<i>Sirophysalis trinodis</i>		<i>Cystoseira trinodis</i>	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	Da, K, Ta

نام علمی گونه	تیره	اسامی مترادف بانام علمی	نواحی جزرومدی نمونه‌برداری جلبک	نوع بستر	شهرستان رویشگاه گونه
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Scytosiphonaceae	-	Tidal zone	Rocky, Coral & Sandstone	A, B, D, G, Da, Ta, K
<i>Iyengaria stellata</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	B
<i>Rosenvingea intricata</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	A, B
<i>R. floridana</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	A, B
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	Dictyotaceae	<i>Dictyota cervicornis</i> , <i>D. indica</i> and <i>D. divaricata</i>	Tidal zone	Rocky & Coral	B, D
<i>Dictyota implexa</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	B, D, Da, G, K, Ta
<i>Lobophora variegata</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	B, Da, G, K, Ta
<i>Padina antillarum</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	B, K
<i>P. australis</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	A, B, Da, K, Ta
<i>P. boergesenii</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	B
<i>P. boryana</i>		<i>Padina tenuis</i>	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	G, D, Ta
<i>P. pavonica</i>		-	Tidal zone	Rocky & Coral	B, Da, G, K, Ta
<i>P. tetrastromatica</i>		-	Tidal & Subtidal zones	Rocky & Coral	B, Da, K
<i>Sphacelaria rigidula</i>	Sphacelariaceae	-	Tidal zone	Rocky, Coral & Sandstone	Da, K, Ta
<i>Stilophora iranica</i>	Chordariaceae	-	Tidal zone	Rocky & Coral	A, B, Da, G
<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Acinetosporaceae	<i>Hincksia mitchelliae</i>	Tidal zone	Rocky & Coral	A, Da

* حروف اختصاری مربوط به ۷ شهرستان هم‌جوار با سواحل خلیج فارس که نمونه‌گیری از آنجا انجام شده است: D (دیلم)، G (گناوه)، B (بوشهر)، Ta (تنگستان)، Da (دیر)، K (کنگان) و A (عسلویه).

بحث و نتیجه‌گیری

ماکرو جلبک‌های دریایی موجوداتی گیاه مانند و ساکن آب اکوسیستم‌های آبی مانند دریاها و اقیانوس‌ها هستند. جلبک‌ها قادر به فتوسنتز و تولید مواد غذایی موردنیاز خود هستند. آن‌ها با استفاده از انرژی نور خورشید و دی‌اکسید کربن تولید کربوهیدرات‌ها و اکسیژن می‌کنند. به عبارت دیگر، جلبک‌ها فتواتوتروفیک هستند و با کمک رنگیزه‌های نوری خود انرژی نورانی را برای تولید مواد مغذی به دام می‌اندازند. برخلاف گیاهان که دارای ریشه هستند و آب و عناصر معدنی خود را از محیط خاک تأمین می‌کنند ماکرو جلبک‌ها فاقد ریشه هستند و بجای ریشه دارای بخشی تقریباً سازمان‌یافته بنام نگه‌دارنده یا Holdfast (Ihua et al, 2020) هستند که فقط نقش لنگر را در اتصال ماکرو جلبک به بسترهای جامد ایفا می‌کند اما این نگه‌دارنده هیچ نقشی در جذب رطوبت و مواد مغذی برای ماکرو جلبک ندارد؛ زیرا تمامی سلول‌های ماکرو جلبک توانایی جذب عناصر موردنیاز خود را از طریق جذب توسط مکانیسم‌های انتشار، انتقال فعال و غیرفعال دارند. به عبارتی دیگر، می‌توان گفت جنس بستر جامد در تغذیه ماکرو جلبک نقشی نداشته و فقط به عنوان لنگرگاهی سخت در محافظت از ماکرو جلبک متصل شده به خود ایفای نقش می‌کند و هر چه بافت بستر جامد سخت‌تر و مستحکم‌تر باشد امکان جدا شدن لایه‌های سطحی بستر و یا شکستن بخش‌هایی از بستر جامد که نگه‌دارنده‌های ماکرو جلبک در آن لنگرانداخته‌اند کمتر می‌شود، در نتیجه ماکرو جلبک از رها شدن در آب دریا و جابجایی آن‌ها به سطح آب و یا خارج از آب توسط موج‌های ساحلی و آسیب دیدن از شدت نور خورشید و یا در معرض خشکی طولانی مدت قرار گرفتن و مردن در امان خواهند ماند. درحالی‌که در بسترهای جامد با بافت سست به دلایل ذکرشده در بالا ضریب اطمینان متصل ماندن ماکرو جلبک تا پایان دوره رشد به بستر به شدت کاهش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود گونه‌های ماکرو جلبکی قهوه‌ای بر سه نوع بستر صخره‌ای، مرجانی و سنگ ماسه‌ای در سواحل جزر و مدی استان بوشهر توسط نگه‌دارنده‌های خود متصل و رشد نموده‌اند. Farghaly (۲۰۱۹) در مقاله خود اشاره به این موضوع دارد که سواحل سنگی از جنس گرانیت و بازالت دارای جمعیت ماکرو جلبکی بیشتری نسبت به سواحل سنگی از جنس گچ است؛ زیرا بسترهایی از جنس گچ، ماسه‌سنگ، ماسه‌ای یا گل‌ولایی دارای فرسایش‌پذیری زیادی هستند و این امر سبب رها شدن ماکرو جلبک متصل شده از طریق نگه‌دارنده خود به این‌گونه بسترها و در نتیجه کاهش جمعیت ماکرو جلبکی در این‌گونه بسترها می‌گردد. همچنین Zainee و همکاران (۲۰۱۹)، Wong و همکاران (۲۰۱۲)، ربیعی و همکاران (۱۳۸۴)، نیز وجود بسترهای سخت و جامد در سواحل جزر و مدی را از عوامل اساسی و مؤثر بر پراکنش و حضور گونه‌های ماکرو جلبکی قهوه‌ای ذکر کرده‌اند. Mateo-Cid و همکاران (۲۰۱۹) نیز بسترهای سنگی و صخره‌ای را رویشگاه ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای گزارش کرده است. در ابتدای ناحیه جزر و مدی (Tidal zone) در سواحل مرجانی حوضچه‌هایی پر از آب با مقداری شن در کف آن‌ها وجود دارند که روی شن ته‌نشین شده کف درون حوضچه‌های اسفنجی، برخی گونه‌های ماکرو جلبکی مانند *Padina* از *Dictyotaceae*، *Colpomenia sinuosa* از *Scytosiphonaceae* به خوبی استقرار یافته‌اند و بر روی دیواره‌های متخلخل داخلی این حوضچه‌ها نیز گونه‌های *P. myrica* و *Polycladia indica* از تیره *Sargassaceae* مستقر شده‌اند؛ شاید یکی از دلایل این امر این است که دیواره‌های این حوضچه‌ها به عنوان موج‌شکن‌های طبیعی عمل می‌کنند و مانع از جابجایی زیاد و سریع شن‌های درون این حوضچه‌ها و تکان‌های شدید بر پیکره گونه‌های ماکرو جلبک جنس‌های پادینا، کولپومینا و پلی‌کلادیا مستقرشده بر لایه‌های شن به دام افتاده در حوضچه مذکور و آسیب رسیدن به آن‌ها می‌شوند و یا شاید آب به دام افتاده درون این حوضچه‌ها مانع از قرارگیری پیکره گونه‌های سه جنس پادینا، کولپومینا و پلی‌کلادیا متصل به کف و بدنه حوضچه در هنگام جزر حداکثری می‌شود و بدین گونه، این گونه‌ها از در معرض قرار گرفتن مستقیم در هوای آزاد و نور شدید آفتاب و خشکیدگی تا هنگام مد دریا در امان خواهند ماند.

تنوع جنس و گونه‌های ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای شناسایی شده با ۱۴ جنس و ۳۹ گونه در شهرستان‌های ساحلی دیلم، گناوه، بوشهر، تنگستان، دیر، کنگان و عسلویه به ترتیب ۶، ۹، ۳۱، ۱۷، ۲۲، ۲۰ و ۲۰ نشان داد که جنس سارگاسوم با ۱۹ گونه و جنس پادینا با ۶ گونه پرتنوع‌ترین جنس‌های جلبک‌های قهوه‌ای در فلور سواحل این استان هستند. شهرستان بوشهر با ۱۲ جنس و ۳۱ گونه بیشترین غنای گونه‌ای را نسبت به ۶ شهرستان دیگر دارد. یکی از مهم‌ترین دلایل این غنای گونه‌ای می‌تواند مربوط به طولانی‌تر بودن سواحل صخره‌ای، مرجانی و سنگ ماسه‌ای این شهرستان نسبت به دیگر شهرستان‌ها

باشد. شهرستان‌های دیر با ۹ جنس و ۲۲ گونه، کنگان با ۸ جنس و ۲۰ گونه و عسلویه با ۹ گونه و ۲۰ گونه مقام دوم غنای گونه‌ای را در سواحل استان بوشهر دارا هستند. برخی از مهم‌ترین دلایل کاهش تنوع یک سومی تعداد جنس و گونه‌ای این سه شهرستان نسبت به شهرستان بوشهر را می‌توان گستردگی و وسعت بیشتر سواحل شنی و کمتر شدن شانس اتصال نگاه‌دارنده‌های ماکرو جلبک‌ها به بستری جامد جهت استقرار و رشد جلبک دانست. شاید از دیگر عوامل دخیل در این کاهش تنوع گونه‌ای، آلودگی شدید آب دریا به علت تخلیه متعدد فاضلاب‌های صنعتی و غیر صنعتی و شور آب‌های حاصل از تأسیسات آب‌شیرین‌کن‌های منطقه پتروشیمی‌ها در سواحل هر سه شهرستان و همچنین آلودگی‌های ناشی از پالایشگاه‌های گازی در سواحل دو شهرستان کنگان و عسلویه باشد. یکی دیگر از دلایل کاهش تنوع گونه‌ای شهرستان دیر نسبت به دو شهرستان کنگان و عسلویه را می‌توان گسترده بودن و طولانی‌تر بودن سواحل شنی و عدم وجود بستری جامد برای اتصال نگاه‌دارنده‌های ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای جهت استقرار نسبت داد. کاهش تنوع گونه‌ای شهرستان تنگستان نسبت به شهرستان‌های بوشهر، دیر، کنگان و عسلویه طولانی‌تر بودن و وسعت بالای ساحل شنی آن نسبت به چهار شهرستان مذکور است. معهود بودن تنوع گونه‌ای دو شهرستان دیلم و گناوه را شاید بتوان به آلودگی‌های ناشی از تأسیسات نفتی امام حسن (ع) و دیگر تأسیسات هم‌جوار با ساحل، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و غیر صنعتی به سواحل و همچنین شنی بودن اغلب سواحل هر دو شهرستان نسبت داد؛ زیرا در سواحل ماسه‌ای و گلی به دلیل روان و غیر ثابت بودن جنس بستر، امواج آب سبب جابجایی، شن‌ریزی و شن‌برداری بستر در محدوده جزر و مدی می‌شود؛ بنابراین در این گونه سواحل به اغلب گونه‌های ماکرو جلبکی فرصت کافی برای اتصال و استقرار به نگاه‌دارنده‌های ماکرو جلبک‌ها داده نمی‌شود. در نتیجه وسعت رویشگاه‌های ماکرو جلبکی و تعداد گونه‌های ماکرو جلبکی قادر به رویش در این مناطق، بسیار کم و محدود است. از طرف دیگر وجود شن و ماسه از عوامل ایجادکننده کدورت آب و یکی از عوامل کاهش رشد ماکرو جلبک‌ها است. سهرابی پور و ربیعی (۱۳۹۶) نیز کاهش رشد ماکرو جلبک‌ها در سواحل شنی را کدورت آب و سست بودن بستر شنی گزارش کرده‌اند. بر اساس گزارش‌های مقالات مختلف از دیگر عوامل مؤثر بر کاهش تنوع گونه‌ای در سواحل دریاها و اقیانوس‌ها، آلودگی‌های صنعتی و غیر صنعتی هستند که سبب ایجاد اختلالاتی در مسیرهای متابولیکی جلبک‌ها و مقدار و نوع رنگیزه‌های جلبکی می‌شوند به‌عنوان مثال برخی از فلزات سنگین مانند Cr^{6+} و Ni^{2+} و دیگر فلزات سنگین ناشی از تخلیه فاضلاب‌ها در بستر سواحل است می‌توانند این گونه مشکلات را در طول دوره حیات جلبک ایجاد کنند (Kozhenkova and Chernova, 2020). به‌عنوان مثال برخی از فلزات سنگین در میدان رقابت جایگزین Mg^{2+} در حلقه پیرولی کلروفیل a شده و ساختار رنگیزه کلروفیل a با فلزی دیگری در مرکز ساختار پیرولی تحت نام فتوفیتین با دامنه جذب نوری متفاوت عمل جذب نوری را انجام می‌دهد و یا در غلظت بالای برخی از فلزات سنگین، یون‌های فلزات سنگین جایگزین فلزات کوفاکتورها می‌شوند و باعث ایجاد اختلال در فعالیت آنزیمی و یا مختل کردن بخشی از مسیرهای سنتزی رنگیزه‌های اصلی در سلول‌های جلبک می‌شوند؛ که یکی از علت‌های اصلی تغییر رنگ قهوه‌ای جلبک قهوه‌ای به رنگ سبز زیتونی و سبز کاهویی در محیط‌های آلوده به فلزات سنگین نشان از برهم خوردن تعادل و توازن رنگیزه‌ها در سلول‌های پیکره جلبکی است. در نتیجه جلبک در عمقی که استقرار یافته است قادر به جذب برخی از پرتوهای نوری نخواهد بود و به اشباع نوری کافی برای سنتز کربوهیدرات‌ها نخواهد رسید؛ بنابراین عدم سنتز کافی متابولیت‌ها سبب کاهش رشد جلبک، ضعف فیزیولوژیکی و در نهایت مرگ جلبک می‌گردد (Han et al., 2020; Khajavian et al., 2019; Negm et al., 2018; Abuagla et al., 2017). این موضوع به‌وضوح در محدوده‌های رویشی گونه‌های مختلف پادینا (شکل ۵) و تعداد دیگری از گونه‌های شاخه‌های جلبکی در سواحل آلوده برخی از شهرستان‌های استان بوشهر در هنگام نمونه‌برداری قابل مشاهده است. این امر می‌تواند یکی از نشانه‌های هشدار و اعلام خطر برای بقا یا حضور و یا عدم حضور گونه و یا مهاجرت برخی از گونه‌های جلبکی در سواحل باشد؛ اما گونه‌های سارگاسوم و پلی کلادیا در سواحل آلوده در محدوده جزر و مدی و ابتدای زیر جزر و مدی رشد خوبی دارند که این امر نشان از گسترده بودن دامنه تحمل و مقاومت بالای این گونه‌ها به آلودگی‌های محیطی است.

با توجه به ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب، با تابش خورشید در طول روز بر سطح آب مقدار انرژی گرمایی ذخیره‌شده در آب به تدریج افزایش می‌یابد به گونه‌ای که تا قبل از کاهش تابش خورشید بر سطح آب دریا که پس از ساعت ۱۵ آغاز می‌شود دمای آب به حداکثر خود در طول همان روز می‌رسد. به همین دلیل اندازه‌گیری دمای سطحی آب دریا در عمق یک متری از سطح جزر حداکثر، ماهیانه در زمان‌های جمع‌آوری نمونه‌های جلبکی در طول سواحل

۷ شهرستان ساحلی استان بوشهر مابین ساعت ۱۳ تا ۱۵ بعدازظهر انجام شد (جدول ۲) تا آستانه تحمل دمایی محیط توسط ماکرو جلبک‌های مستقر در سواحل جزر و مدی و ابتدای زیر جزر و مدی برای انجام پژوهش‌های تکمیلی بعدی تخمین زده شود. مجموع مشاهدات عینی در طول مدت جمع‌آوری نمونه‌های ماکرو جلبکی و نتایج دمای سطحی اندازه‌گیری شده در مدت ۳ سال نشان داد که رشد رویشی ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در نواحی جزر و مدی سواحل استان بوشهر از آذرماه به دلیل کاهش دمای آب دریا تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌کندی آغاز می‌شود؛ زیرا دما، فرآیندهای متابولیکی بسیاری از آنزیم‌ها و فرآیندهای انتقالی در جلبک‌ها را کنترل می‌کند، به‌عبارتی دیگر، دمای کم نرخ کلی را محدود می‌کند یعنی جلبک‌ها از طریق تغییر در مقدار یا ویژگی‌های ترکیبات بیوشیمیایی محدود به دمای کم پاسخ می‌دهند و یکی از این پاسخ‌ها کندی رشد جلبک است. با افزایش دمای آب دریا تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در بهمن‌ماه، رشد ماکرو جلبک‌ها شروع به افزایش می‌کند و حداکثر رشد از اوایل فروردین‌ماه تا اواخر اردیبهشت‌ماه با دمای آب دریا تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. از خردادماه به دلیل تغییرات شدید دمای آب تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد و افزایش شدت نور تابیده به سطح آب دریا، ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای وارد فاز جنسی شده و در نیمه دوم تیرماه در ناحیه جزر و مدی دریا به دلیل افزایش دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای نوار ساحلی جزر و مدی و ابتدای نوار زیر جزر و مدی مردند و گواه این امر انباشته شدن حجم انبوه لاشه‌های ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای و قرمز در سواحل است که با امواج دریا به خارج از محدوده جزر و مدی دریا انتقال داده‌شده‌اند که این نتایج با گزارش کریمیان و همکاران (۱۳۹۵) که تغییرات دمایی آب دریای خلیج فارس را یکی از عوامل مؤثر بر روند رشدی ماکرو جلبک‌ها اعلام کرده است همخوانی دارد. یکی از دلایل مرگ ماکرو جلبک‌ها در دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌تواند مربوط به ویژگی ظرفیت گرمایی ویژه آب باشد که مدت‌زمان زیادی لازم است تا دمای آب به نزدیکی دمای هوا برسد و در تمام این مدت پیکره ماکرو جلبک در معرض شوک دمایی بالایی قرار دارد؛ بنابراین اولین صدمات به مکانیسم‌های فیزیولوژیکی گیاه از جمله ساختار و فعالیت آنزیم‌ها وارد می‌شود و مسیرهای متابولیسمی دچار آسیب می‌شود، درنتیجه جلبک دچار ضعف فیزیولوژیکی در واکنش‌های مقابله با شوک دمایی می‌گردد. شاید یکی از دلایلی که کمترین تنوع و تراکم ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای در نوار ساحلی استان بوشهر متعلق به بالاترین منطقه جزر و مدی و بیشترین تنوع و تراکم این ماکرو جلبک‌ها متعلق به پایین‌ترین منطقه جزر و مدی و ابتدای منطقه زیر جزر و مدی است را بتوان به کاهش شدید سطح آب پوشاننده ماکرو جلبک در هنگام جزر و تغییرات شدید دمایی آب در مدت‌زمان چندساعتی دانست که سطح ماکرو جلبک در معرض آن قرار گرفته است نسبت داد. بررسی‌های رفیعی و همکاران (۱۳۹۹) و Hurd و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داده است که دما بر روی pH سولوی و بنابراین فعالیت آنزیمی، سیستم کربنات و دانسیته آب سلول تأثیر می‌گذارد و نمو گیاهان را کنترل می‌کند؛ زیرا دما بر روی فتوسنتز، فعالیت کربنیک آنهیدراز، انتقال فعال CO_2 و HCO_3^- اثر گذاشته و میزان ماده در مسیر تثبیت کربن را تغییر می‌دهد، بنابراین سبب کاهش رشد می‌شود. Hurd و همکاران (۲۰۱۴) در گزارشی دیگر بیان کرده است که رویش ماکرو جلبک‌های دریایی در عمق‌های مختلف دریا به‌شدت نور و دمای آب دریا بستگی دارد مثلاً در تابستان که آب‌های سطحی گرم و مقدار مواد مغذی کم هستند رشد جلبک‌ها کمتر است. در زمستان که لایه‌های مختلف آب با یکدیگر مخلوط می‌شوند دمای آب کاهش یافته و آب خنک‌تر شده و مواد مغذی لایه‌ها نیز که با یکدیگر مخلوط می‌شوند سبب تغذیه بهتر جلبک‌ها می‌گردد. به‌طور کلی، در اواخر پاییز و شروع فصل زمستان شرایط رشد اولیه ماکرو جلبک‌ها مهیا می‌گردد. نتایج این گزارشات از نظر زمان رویش و کندی رشد جلبک در اواخر پاییز و اوایل زمستان با نتایج پروژه مذکور تناقضی ندارد. درمجموع نتایج این پروژه در استان بوشهر می‌تواند راهگشای پژوهشگران و دانشجویان علاقه‌مند به مبحث جلبک درزمینه کشت و پرورش گونه‌های اقتصادی و یا با کاربرد غذایی و دارویی باشد. همچنین از گونه‌های جنس‌هایی مانند پلی کلادیا و سارگاسوم می‌توان در پالایش پساب‌های صنعتی و غیر صنعتی بهره برد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه مسئولان محترم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های بوشهر و هرمزگان که امکانات این پژوهش را فراهم آوردند تشکر می‌گردد.

منابع

- حیدری، م.، ذوالقرنین، ح.، سخایی، ن.، میرزایی، ع. و موحدی نیا، ع. ع. ۱۳۹۴. تنوع زیستی جلبک‌های قهوه‌ای ماکروسکوپی سواحل استان بوشهر، مجله علوم و فنون دریایی، ۴(۲)، ۱۰ صفحه.
- ربیعی، ر.، اسدی، م.، نژادستاری، ط.، مجد، ا. و سهرابی پور، ج. ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌های جلبک‌ها در رویشگاه جلبک قرمز در سواحل جزیره قشم. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۱۱، صفحات ۸۵-۹۲.
- رفیعی، ف.، نجاتخواه معنوی، پ. و کرمانشاهی، ح. ۱۳۹۹. اثر تغییرات دما، شدت نور و دوره پریودی بر توده و میزان آلژینات جلبک قهوه‌ای *Sargassum boveanum* فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه الزهراء، ۳۳(۳)، صفحات ۷۰-۸۳.
- سرطاوی، ک.، غلامیان، ف.، کازرونی، ح. و مزارعی، ح. ۱۳۸۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی جمع‌آوری و شناسایی ماکروجلبک‌های سواحل استان بوشهر (فاز اول). ۵۷ ص.
- سهرابی پور، ج.، ربیعی، ر. ۱۳۹۶. رویشگاه‌های ساحلی جلبک در جنوب ایران، مجله طبیعت ایران، ۲(۱)، صفحات ۶۲-۶۸.
- قرنجیک، ب. م.، پوررنگ، ن.، اسلامی، ف. و سراجی، ف. ۱۳۹۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی ایجاد بانک اطلاعاتی ماکرو جلبک‌ها و علف‌های دریایی کشور (فاز اول). ۵۹ ص.
- کیانمهر، ه. د.، روحانی قادیکلای، ک.، قهرمان، ا.، حسینی، م. ر. و قرنجیک، ب. م. ۱۳۹۰. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۰۲ ص.
- کریمیان، ا.، ارجمند، ب. و حسنلو، م. ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات دمای سطح آب خلیج فارس به‌منظور تشخیص الگوی دمایی، همایش ملی ژئوماتیک، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور، دوره ۲۳، ۱۰ ص.
- گراوند کریمی، م. ۱۳۸۹. بررسی اکولوژیکی جلبک‌های ماکروسکوپی سواحل استان بوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۶۲ ص.
- Abdel-Kareem, M. S. M., 2009. Phenetic studies and new records of *Sargassum* species (Fucales, Phaeophyceae) from the arabian Gulf coast of Saudi arabia, Acad.J. Plant Sc, 2: 173-181.
- Abuagla, Y. A. A., Abubakr M. I., Ammar M. E., and Mohmaed A. H. E., 2017. Brown algae (Phaeophyta) for monitoring heavy metals at the Sudanese Red Sea coast, Journal of Appl Water Sci, 7:3817-3824.
- Akbarzadeh, S., Gholampour, H., Farzadinia, P., Daneshi, A., Ramavandi, B., Moazzeni, A., Keshavarz, M. and Bargahi, A., 2018. Anti-diabetic effects of *Sargassum oligocystum* on Streptozotocin-induced diabetic rat. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 21(3): 342-346.
- Basson, P. W., 1979. Marine algae of the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia (first half & second half). Botanica Marina, 22 (1): 47-85.
- Basson, P. W., Mohamed, S. A., and Arora, D. K., 1989. A survey of the benthic algae of Bahrain. Botanica marina, 32(1): 27-40.
- Børgesen, F., 1939. Marine algae from the Iranian Gulf especially from the innermost part near Bushire and the Island Kharg. In Jessen, K. & Spärck, R. (Eds) Danish Scientific Investigations in Iran, Part 1, Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 141 p.
- De Clerck, O. and Coppejans, E., 1996. Marine algae of the Jubail Marine Wildlife Sanctuary, Saudi Arabia. In: (F. Krupp, A.H. Abuzinada and I.A. Nader, eds) A marine wildlife sanctuary for the Arabian Gulf. Environmental research and conservation following the 1991 Gulf War Oil Spill. NCWCD, Riyadh and Senckenberg Research Institute, Frankfurt, pp. 199-289.

- El-Chaghaby, G. A., Rashad, S. Abdel-Kader, S. F., Rawash, E.-S. A. and Moneem, M. A., 2019.** Assessment of phytochemical components, proximate composition and antioxidant properties of *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* algae extracts. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 23(4): 521 – 526.
- Endlicher S. L. and Diesing C. M., 1845.** Enumeration algarum, quas ad oram insulae karek, Sinus persici legit Theodoras kitschy,- *Botanische. Zeitung*. 3: 268-269.
- Farghaly, M. EL-S., 2019.** Diversity of Seaweeds and Seagrasses in the Egyptian Mediterranean Coastal Eco-Zones. *Journal of environmental microbiology*. 1(1). 3rd International Conference on Coastal Zones and Oceanography.
- Firendler, M., 1991.** Growth rate, epiphyte biomass and agar yield of *Gracilaria conferta* in an annual outdoor experiment. Irradiance and nitrogen. *Bioresource Technology*. 38: 203-208.
- Ganesan, A. R., Tiwari, U. and Rajauria, G., 2019.** Seaweed nutraceuticals and their therapeutic role in disease prevention. *Food Sci. Hum. Wellness* 8: 252–263.
- Gavino, C. and Trono, J. R. 1997.** Field guide and atlas of the seaweed resources of the Philipines. 303 p.
- Gharanjik, B. M., 2000.** The marine algae of the Sistan and baluchestan province, Iran. *Iranian journal of fisheries science*. 2(2): 57-70.
- Gharanjik, B. M. and Rohani-Ghadikolaei, K., 2011.** Atlas of the seaweeds of the Persian Gulf and the Gulf of Oman. 1st edition. Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran. pp. 170 (in Persian).
- Ghosh, R.; Banerjee, K. and Mitra, A., 2012.** Seaweeds in the Lower Gangetic Delta. In: Se-Kwon Kim (Ed.), *Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology*. Wiley-Blackwell.
- Han, T- W., Tseng, C-C., Cai, M., Chen, K., Cheng, S-Y. and Wang, J., 2020.** Eects of Cadmium on Bioaccumulation, Bioabsorption, and Photosynthesis in *Sarcodia suiae*. *Journal of environmental research and public health*, 17: 12 p.
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K. and Lobban, C. S., 2014.** *Seaweed Ecology and Physiology* (2 Ed.), United Kingdom by Clays. St Ives plc. 551 p.
- Ihua, M. W., FitzGerald, J. A., Guihéneuf, F., Jackson, S. A., Claesson, M. J., Stengel, D. B. and Dobson, A.D.W., 2020.** Diversity of bacteria populations associated with different thallus regions of the brown alga *Laminaria digitate*, *journal PLOS ONE*, 15 (11): 15 p.
- Islam, A. Y., 1979.** The contribution to the marine algae of Bangladesh. Germany. 253 p.
- John, D. M. and Al-Thani, R. F., 2014.** Benthic marine algae of the Arabian Gulf: a critical review and analysis of distribution and diversity patterns. *Nova Hedwigia*. 98: 341–392.
- Jones, D. A., 1986.** A field guide to the sea shores of Kuwait and the Arabian Gulf-Univ. Kuwait/ Blandford Press, Kuwait & dorest. 160 p.
- Karkhaneh Yousefi, M., Seyed Hashtroudi, M., Mashinchian Moradi, A. and Ghassempour, A. R., 2020.** Seasonal variation of fucoxanthin content in four species of brown seaweeds from Qeshm Island, Persian Gulf and evaluation of their antibacterial and antioxidant activities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 19(5): 2394-2408.
- Khajavian, M., Wood, D. A., Hallajani, A. and Majidian, N., 2019.** Simultaneous biosorption of nickel and cadmium by the brown algae *Cystoseria indica* characterized by isotherm and kinetic Models. *Journal of Appl Biol Chem*. 62(69): 12 p.
- Kokabi, M. and Yousefzadi, M., 2015.** Checklist of the marine macroalgae of Iran. *Botanica Marina*. 58(4):307-320.
- Kozhenkova, S. and Chernova, E., 2020.** Assessment of Heavy Metal Pollution of the Peter the Great Bay (North-West Pacific Region) Using Brown Algae. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8 (10), 134-146.
- Lobban, C. S. and Wynne, M., 1981.** The biology of seaweeds. University of California Press.USA. Oakland. pp. 356-395.
- Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C. and Hernández Casas, M., 2019.** Diversity of brown algae (Ochrophyta, phaeophyceae) of Sian Ka'an reserve biosphere, Mexican Caribbean, *Pakistan Journal of Botany*, 51(1), 6 p.
- Murty, U. S. and Banerjee, A. K., 2012.** Seaweeds: The wealth of oceans. In: Se-Kwon Kim (Ed.). *Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology*. 608 p.
- Negm, N.A., Wahed, M. G. A. E. and Kana, M., 2018.** Feasibility of metal adsorption using Brown algae and fungi: effect of biosorbents structure on adsorption isotherm and kinetics. *Journal of Molecular Liquids*. 41p.

- Nizamuddin, M. and Gessner, F., 1970.** The marine algae of the northern part of the Arabian Sea and of the Persian Gulf. *Metero Forsch-Ergebnisse, Reihe D, Biologie* 6: 1–42. Berlin, Stuttgart.
- Pereira, L., 2015.** Seaweed Flora of the European North Atlantic and Mediterranean. Chapter 6 (part B 6.1): 186-187.
- Phang, S. A., 2000.** Diversity of seaweeds along the straits of Malacca Regional seafarming development and demonstration project. PAS/90/2002. FAO/UNDP. Seafarming project. August.1990. Cebu City.
- Rabiei, R., Asadi, M., Sohrabipour, J., Nejad Satari, T. & Majd, A., 2008.** Morphological and anatomical study of *Gracilaria salicornia* (C. *Agardh*) Dawson (Gracilariaceae, Rhodophyta) in the Persian Gulf seashores (Qeshm Island). *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 75: 47–53 (in Persian).
- Rashad, S. and El-Chaghaby, G. A., 2020.** Marine Algae in Egypt: distribution, phytochemical composition and biological uses as bioactive resources (a review). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 24(5): 147 – 160.
- Sanjeewa, K. K. A. and Jeon, Y. J., 2018.** A review of Edible brown seaweeds, *J. Food Bioact.* pp. 1-15.
- Silva, P. C., Basson, P. W. and Moe, R. L., 1996.** Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. Vol. 79. University of California Publications in Botany, Berkeley and Los Angeles, California. 1–1259 p.
- Sohrabipour, J. and Rabiei, R., 1999.** A list of marine algae of seashores of Persian Gulf and Oman sea in the Hormozgan province. *Iranian Journal of Botany*, 8 (1):131-162.
- Sohrabipour, J., NejadSatari, T., Assadi, M. and Rabiei, R., 2004.** The marine algae of the southern coast of Iran, Persian Gulf, Lengeh area. *Iran. Journal of Botany*. 10: 83–93.
- Stephenson, T. A. and Stephenson, A., 1949.** The universal features of zonations between tide marks on rocky coasts. *Journal of Ecology*. 37: 289–305.
- Subba Rao, P. V., Periyasamy, C., Suresh Kumar, K., Srinivasa Rao, A. and Anantharman, P., 2018.** Bioprospecting of Algae (Seaweed: distribution, production and uses), *Society for plant research india*. Chapter 6: 59-78.
- Taylor, W. R., 1945.** Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands. The University of Southern California press Los Angeles. California. Volume 12 (1): 528 p.
- Tseng, C. K., 1983.** Common seaweeds of China. Science Press, Beijing. China. 316 p.
- Veluchamy, C. and Palaniswamy, R., 2020.** A review on marine algae and its applications. *Asian J. of pharmaceutical and clinical research*. 13(3): 21-27.
- Webber, H. H. and Thurman, H. V., 1991.** Marine Biology. 2 nd. edition. Harpercollins Pub. Inc. 424 p.
- Wong, S. C., Muta Harah, Z., Japar Sidik, B. and Arshad, A., 2012.** Comparison of seaweed communities of the two rocky shores in Sarawak, Malaysia. *Coastal Marine Science*, 35(1): 78-84.
- Zainee, N. F. A., Ismail1, A., Taip, M. E., Ibrahim, N. and Ismail, A., 2019.** Habitat preference of seaweeds at a tropical island of southern Malaysia, *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 41 (5): 1171-1177.