

مطالعه اکولوژیکی جلبک‌های قرمز ماکروسکوپی سواحل استان بوشهر

حسین ذوالقرنین^{۱*}

زهرا امینی^۲

محسن حیدری^۳

۱. دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.
۲. دانشجوی دکتری تخصصی بیولوژی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۳. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات:

zolgharneine@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۶۰۳۰۴۸۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۹

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی

ارشد است.

چکیده

جلبک‌های قرمز با داشتن حدود ۴۰۰۰ گونه از نظر اکولوژیکی بسیار بااهمیت بوده و از لحاظ اقتصادی کاربرد فراوانی دارند. مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تنوع زیستی تراکم جلبک‌های قرمز سواحل خلیج فارس در استان بوشهر طی ۲ مرتبه نمونه‌برداری (فصل گرم و سرد) در سال ۹۱ در سه ایستگاه گناه، دانشگاه بوشهر و نیروگاه اتمی صورت گرفت. جهت محاسبات بوم‌شناختی جلبک قرمز از روش نمونه‌برداری ترانسکت خطی با سه تکرار استفاده گردید. پس از شناسایی گونه‌ها، تعداد هرگونه در کودارات‌ها به‌عنوان فراوانی ثبت گردید تا در تحلیل‌های آماری و محاسبه شاخص‌ها مورد استفاده قرار گیرد. جلبک‌های قرمز شناسایی شده در این مطالعه شامل ۲۳ گونه از ۸ خانواده می‌باشند. بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در ایستگاه نیروگاه (۸/۶±۱/۹) عدد در مترمربع، در منطقه پایین کشندی (۹/۶±۲/۷) عدد در مترمربع و در فصل بهار (۸/۷±۱/۹) عدد در مترمربع (مشاهده گردید که دلایل آن را به ترتیب می‌توان به صخره‌ای بودن ایستگاه نیروگاه از جهت دارا بودن تکیه‌گاه مناسب جهت اتصال و رشد جلبک‌ها، عمق بیشتر آب در منطقه پایین کشندی و متناسب بودن هوا در اوایل بهار نسبت داد. گونه *Laurencia snyderia* از بیشترین تراکم (۱۸/۲±۶/۸) عدد در مترمربع و گونه *Gracilaria corticata* دارای بیشترین زی‌توده (۵۲/۵۹±۲۶/۶۰) گرم وزن خشک بر مترمربع در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام ایستگاه‌ها محسوب می‌شود. بیشترین مقدار شاخص شانون (۲/۴) و یکنواختی زیستی (۰/۸۹۸) مربوط به ایستگاه نیروگاه بوده که علت آن می‌توان به دلیل مطلوبیت بالای این زیستگاه به جهت دارا بودن شیب کم و وسعت بالای منطقه کشندی مربوط دانست. بیشترین مقدار شاخص مارگالف (۲/۵۶) متعلق به ایستگاه دانشگاه می‌باشد. بیشترین تنوع (۲/۲۱) و بهترین غنای گونه‌ای (۲/۶) مربوط به منطقه میان کشندی (MML) بوده که نشان‌دهنده شرایط مناسب منطقه از لحاظ نور و رطوبت برای رشد جلبک‌های قرمز است.

واژگان کلیدی: خلیج فارس، سواحل جزرمدی، جلبک‌های قرمز، تنوع‌زیستی.

مقدمه

جلبک‌های ماکروسکوپی در گروه ریشه‌داران فتوسنتز کننده (تالوفیت‌ها) قرار می‌گیرند. این گیاهان فاقد ساختارهایی مثل ریشه، ساقه و برگ حقیقی مانند سایر گیاهان عالی هستند، پیکره رویشی جلبک‌ها از سلول‌های کوچک منفرد تا ساختمان‌های پرسلولی پیچیده تغییر می‌کند. بیشترین تغییر در ظاهر تحت تأثیر زیستگاه، سن و شرایط محیط زیستی است (Gestinari et al., 2010). جلبک‌های قرمز با داشتن حدود ۴۰۰۰ گونه بیشترین تنوع جلبک‌ها را دارا می‌باشند که فقط ۲۰۰ گونه از آن‌ها در آب‌های شیرین یافت می‌شوند. دارای کلروفیل a و d و مواد ذخیره‌ای درون سلولی آن‌ها واحدهایی از گلوکز می‌باشند (ریاحی، ۱۳۸۷). جلبک‌های قرمز از اعضای عمده اجتماعات اعماق اقیانوس‌ها هستند. ۹۵ درصد ماهیان اقتصادی و شکاری تفریحی در مناطقی که جلبک‌ها و علف‌های دریایی فراوانند تغذیه می‌شوند (Trono et al., 2008). جلبک‌های ماکروسکوپی بستر مناسبی برای رشد جلبک‌های میکروسکوپی و محل زیست مناسبی برای بسیاری از

موجودات دریایی مانند لارو ماهیان، شکم پایان، دوکفه‌ای‌ها و خارپوستان می‌باشند (Phang, 2003). بیش از ۱۸۵ گونه از جلبک‌ها به مصرف خوراکی انسان می‌رسد که از این میان ۹۰ گونه جزء جلبک‌های قرمز است. مشتقات بالارزشی از جلبک‌های قرمز (آگاروکارائنین) استخراج می‌شود که استفاده گسترده‌ای در صنایع دارند (کیانمهر، ۱۳۸۴).

امروزه بهره‌برداری از جلبک‌ها در ابعاد صنعتی، کشاورزی، دارویی و غذایی ابعاد بسیار گسترده‌ای یافته و فناوری مدرن برای تولید و بهره‌برداری از جلبک‌ها در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. جلبک‌ها قادرند انرژی آینده مورد نیاز بشر را تأمین کنند (سهرابی پور و همکاران، ۱۳۸۲).

جلبک‌ها حاوی مقادیر فراوانی پروتئین، کربوهیدرات، عناصر معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند. ترکیبات شیمیایی جلبک‌ها با توجه به فصل، سن، عوامل آب و هوایی و محیطی، توزیع جغرافیایی و تنوع فیزیولوژیکی آن‌ها متغیر است (Aguilera et al., 2005). جلبک‌ها برای اهداف مختلف مانند استفاده در صنایع غذایی، تغذیه دام، پزشکی، صنایع آرایشی و بهداشتی و همچنین جهت غنی‌سازی خاک مصرف می‌شوند همچنین استفاده‌های ثانویه مختلفی از جمله تولید آلژینات از جلبک‌ها وجود دارد (Horincar et al., 2011). بر اساس مطالعات گذشته تاکنون گونه‌های زیادی از خلیج فارس مورد شناسایی و بررسی قرار گرفته است.

ربیعی و همکاران در سال ۱۳۸۴ بیشترین مقدار تولید ماده خشک *G. salicornia* در حدفاصل بخش تحتانی و میانی ناحیه بین جزر و مدی قسم در محدوده عمق ۳/۲ تا ۳/۵ متری به میزان ۵۹۸ گرم در مترمربع گزارش کردند. عماد آبادی در سال ۱۳۸۷ از سواحل منطقه بین جزر و مدی جزیره هرمز ۱۳ گونه جلبک قرمز را شناسایی نمود. گراوند در سال ۱۳۸۹، ۱۵ گونه جلبک قرمز را از سواحل خلیج فارس در استان بوشهر شناسایی کرد.

داداللهی سهراب و همکاران در سال ۱۳۹۱، در مطالعه‌ای به منظور بررسی تغییرات فصلی میزان زی‌توده و نحوه پراکنش جلبک‌های غالب ماکروسکوپی انجام دادند که در این تحقیق ۱۳ گونه جلبکی شامل ۳ گونه‌ی سبز، ۴ گونه قهوه‌ای و ۶ گونه قرمز شناسایی مثبت گردید. از میان ۳ گونه‌ی جلبکی سبز، گونه *Enteromorpha intestinalis* دارای بیشترین تراکم و زی‌توده در میان جلبک‌های سبز مورد مطالعه و گونه‌ی غالب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری بود. این در حالی بود که جلبک *Cystoseira myrica* و *Gracilaria corticata* به ترتیب از میان جلبک‌های قهوه‌ای و قرمز شامل بیشترین میزان زی‌توده بود.

Fatemi و همکاران در سال ۲۰۱۲، ۷۳ گونه جلبکی را در سواحل صخره‌ای بین جزرومدی جزیره قسم از لحاظ اکولوژیکی مورد بررسی و شناسایی قرار دادند که در این پژوهش، ۲۰ گونه جلبک سبز، ۱۱ گونه جلبک قهوه‌ای و ۴۳ گونه جلبک قرمز شناسایی گردید و بیشترین و کمترین بیومس جلبکی به ترتیب در ایستگاه صلخ و لافت مشاهده شد.

مواد و روش‌ها

با توجه به مطالعات قبلی نمونه‌برداری در منطقه جزرومدی وزیر جزرومدی در ۲ فصل بهار و پاییز سال ۱۳۹۱ از ۳ ایستگاه مطالعاتی گناوه (۲۹° ۳۹'N و ۵۰° ۲۴'E)، دانشگاه بوشهر (۲۸° ۵۴'N و ۵۰° ۴۹'E) و ایستگاه نیروگاه اتمی بوشهر (۲۸° ۵۰'N و ۵۲° ۵۰'E) تعیین شده در قسمت شمال خلیج فارس (در محدوده استان بوشهر) در مناطق جزر و مدی و در زمان جزر کامل انجام شد.

ایستگاه‌های مورد نظر بر اساس حضور گونه‌های جلبکی، موقعیت سواحل استان بوشهر، قابلیت دسترسی مناسب بودن برای نمونه‌برداری، خصوصیات توپوگرافی جغرافیایی و میزان فعالیت‌های انسانی در منطقه انتخاب شدند.

شکل ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سواحل جزر و مدی استان بوشهر را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سواحل جزر و مدی استان بوشهر.

ایستگاه‌های ذکر شده به سه منطقه بالای کشندی (Supra littoral)، میان کشندی (Mid littoral) و زیر کشندی (Infra Littoral) تقسیم گردید. منطقه بالای کشندی به علت آب دهی کم، فاقد پوشش جلبکی بوده پس نمونه‌برداری در این منطقه صورت نگرفت. در ایستگاه‌ها منطقه میان کشندی نیز به علت وسعت زیاد به ۳ منطقه تقسیم شد، بنابراین در هر ایستگاه ۳ ترانسکت از سمت ساحل به دریا در نظر گرفته شد، در طول هر ترانسکت در منطقه بالای میان کشندی (Upper Mid Littoral)، میان میان کشندی (Mid Mid Littoral)، پایین میان کشندی (Lower Mid Littoral) و زیر کشندی (Infra littoral) به صورت تصادفی اقدام به پرتاب کوادرات با سه تکرار (۵×۵/۵ مترمربع) و جمع‌آوری نمونه‌های درون آن شد. جهت محاسبات بوم‌شناختی جلبک‌های ماکروسکوپی از روش نمونه‌برداری ترانسکت خطی (Litter, 1985) استفاده گردید و بدین منظور از منطقه بالای جزر مدی تا پایین جزر مدی، خطی مستقیم فرضی در نظر گرفته شد و پرتاب تصادفی کوادرات در محدوده این خط از ساحل به دریا در هر ایستگاه انجام گرفت. به منظور انجام کارهای آماری در هر منطقه کشندی ۳ تکرار (پرتاب ۳ کوادرات) انجام شد و جلبک‌های داخل کوادرات پرتاب شده با تمام زوائد جمع‌آوری و درون کیسه‌های پلاستیکی با برچسب نام ایستگاه، منطقه کشندی و تاریخ نمونه‌برداری درون جعبه یونولیتی حاوی یخ نگهداری و سپس به آزمایشگاه در نزدیک‌ترین محل به منطقه نمونه‌برداری منتقل شدند.

موقعیت هر ایستگاه به وسیله موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS) کنترل شد. برای مشخص شدن زمان حداکثر جزر در ایستگاه‌ها، از وبگاه ایران هیدروگرافی (Iranhydrography.org) که وضعیت جزر و مدی سواحل ایران را نشان می‌دهد، استفاده شد (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۹۱). در آزمایشگاه جهت شناسایی هر یک از گونه‌ها خصوصیات ریخت‌شناسی آن‌ها (رنگ، اندازه، پهنک‌ها و...) ثبت شده و سپس مشخصات مذکور به کمک کلیدهای شناسایی معتبر (Abbott et al., 1976; سایت مرجع: Algae base; قرن‌جیک و روحانی قادی‌کلایی، ۱۳۸۸) تطبیق داده شد و در نهایت شناسایی نمونه‌های جلبکی صورت گرفت. پس از شناسایی گونه‌ها، تعداد هر گونه در کوادرات‌ها به عنوان فراوانی ثبت گردید تا در تحلیل‌های آماری و محاسبه شاخص‌ها مورد استفاده قرار گیرند. شاخص‌های مورد مطالعه شامل:

شاخص غنای گونه‌ای: قدیمی‌ترین و ساده‌ترین مفهوم تنوع زیستی مربوط به غنای گونه‌ای است که معرف تعداد گونه‌های موجود در یک جامعه هست که یکی از شاخص‌های شناخته شده و معتبر آن شاخص مارگالف است (Grytness and Vetaas, 2002) که از رابطه زیر به دست می‌آید.

شاخص مارگالف (Margalef):

$$R_1 = \frac{s-1}{\ln(n)}$$

R_1 شاخص غنای مارگالف

S = تعداد کل گونه‌ها

n = تعداد افراد همه گونه

شاخص‌های تنوع گونه‌ای

شاخص تنوع سیمپسون (Simpson) λ' : این شاخص در سال ۱۹۴۹ توسط سیمپسون ارائه شده است محاسبه این شاخص به صورت زیر است:

λ' = شاخص غالبیت سیمپسون

n_i = تعداد افراد گونه i ام در نمونه

n = تعداد کل افراد در نمونه

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$$

شاخص شانون (Shannon) H' : یکی از متداول‌ترین شاخص‌های مطالعات اکولوژیکی می‌باشد که توسط Shannon و Weaver در سال ۱۹۴۹ ارائه شده است. از رابطه زیر به دست می‌آید که نشان دهنده متوسط درجه عدم اطمینان در برآورد پیش‌بینی تعلق یک فرد به یکی از گونه‌های تشکیل دهنده جمعیت است، هر چه تعداد گونه‌های تشکیل دهنده یک نمونه بیشتر باشد، میزان درجه عدم اطمینان بیشتر خواهد بود. مقادیر این شاخص معمولاً بین ۱/۵ تا ۳/۵ تغییر می‌کند اما مقدار آن می‌تواند از صفر شروع شده و در موارد استثنایی به عدد ۵ برسد.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

n_i = تعداد افراد وابسته به i مین گونه‌ها در نمونه

n = تعداد کل افراد

H' = شاخص شانون

H' زمانی صفر خواهد شد که تنها یک گونه در نمونه موجود باشد و زمانی به حداکثر می‌رسد که تعداد گونه‌ها با تعداد افراد تشکیل دهنده آن‌ها در نمونه تقریباً یکسان باشند یعنی هر دو فرد متعلق به یک گونه باشند (Ludwing and Reynolds, 1988).

شاخص ترازوی زیستی (Evinness): H_5 : Hill در سال ۱۹۷۳، نسبت N_1 به N_2 را به عنوان یک شاخص ترازوی پیشنهاد نمود که به صورت رابطه زیر ارائه می‌شود (Hill, 1973).

$$e^{H'} / \lambda / (1 = E_4$$

E_5 به عنوان نسبت اصلاح شده هیل شناخته شده است.

$$E_5 = \frac{\left(\frac{1}{\lambda} \right) - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N_2 - 1}{N_1 - 1}$$

$N_1 = e^{H'}$ = شاخص گونه‌های مؤثر نیمه فراوان

$$N_2 = \frac{1}{\lambda} = \text{شاخص گونه‌های مؤثر فراوان}$$

$$\lambda = \text{شاخص سیمپسون}$$

$$H' = \text{شاخص شانون}$$

زمانی که یک گونه نسبت به سایر گونه‌ها در نمونه، غالب باشد، مقدار ترازوی زیستی E5 به صفر میل می‌کند. این یک خاصیت مطلوب، برای ترازوی زیستی است. از طرفی وجود یک گونه کمیاب در نمونه مقدار آن را کمتر تغییر می‌دهد و می‌توان گفت تغییرات مقادیر E5 مستقل از تغییرات غنای جمعیت است (Ludwing and Reynolds, 1988).

جهت تجزیه و تحلیل آماری نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. در صورت معنی‌دار بودن، آنالیز داده‌ها با استفاده از روش‌های آنالیز واریانس یک‌سویه انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های خام حاصل از اندازه‌گیری تراکم جلبک‌های نمونه برداری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد و رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2007 انجام گرفت. تمامی اندازه‌گیری‌ها برای هر نمونه جلبکی ۳ بار تکرار شد و مقادیر به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد گزارش داده شد (Jimenez et al., 2011). بررسی شاخص‌های اکولوژیک داده‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزاری primer5 ویرایش 5.1.1 انجام گرفت.

نتایج

جلبک‌های قرمز شناسایی شده در این تحقیق شامل ۲۳ گونه از ۸ خانواده می‌باشند که به شرح زیر بودند:

Phylum: Rhodophyta

Family: Gelidiaceae

Gelidiella acerosa (Forssekal) Feldmann & G. Hamel

Family: Hypnaceae

Hypnea cervicornis J. Agardh

Hypnea hamulosa (Esper) Lamouroux

Hypnea valentiae (Turner) Montagne

Hypnea boergesenii T. Tanaka

Hypnea sp

Family: Champiaceae

Champiaparvula (C. Agardh) Harvey

Champiacompressa Harvey

Champiakotschyana (C. Agardh.) Harvey

Family: Rhodomelaceae

Laurenciasnyderia

Laurencia obtusa (Hudson.) Lamx.

Laurencia sp

Laurenciplatyclada Borgesen

Laurencia paniculata C. Agardh..

Acanthophoranayadiformis (Delile) papenfuss

Acanthophora muscoides (Linnaeus) Bory de Saint-Vincent

Family: Gracilariaceae

Gracilaria arcuata Zanardinii

Gracilaria foliifera (Forsskal) Borgessen

Gracilaria.sp

Gracilaria corticata (J. Agardh)

Family: Corallinaceae

Jania rubens (Linnaeus) J. V. Lamouroux

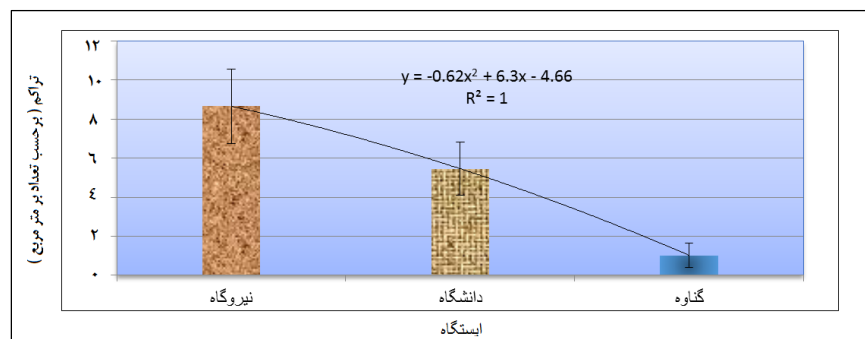
Family: Areschougaceae

Solieria robusta (Grevil) Kylin

Family: Galaxauraceae

Actinotrichia fragilis (Forsskal) Borgessen

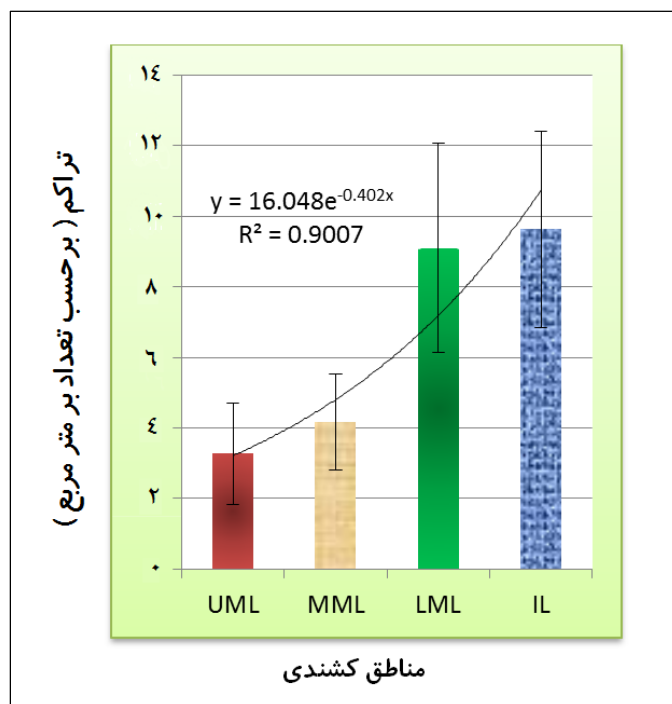
میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز در هر ایستگاه در مترمربع در طول زمان نمونه‌برداری (در فصل گرم و سرد) در شکل ۲ قید شده است.



شکل ۲: میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز در ایستگاه‌های بررسی شده در سواحل استان بوشهر.

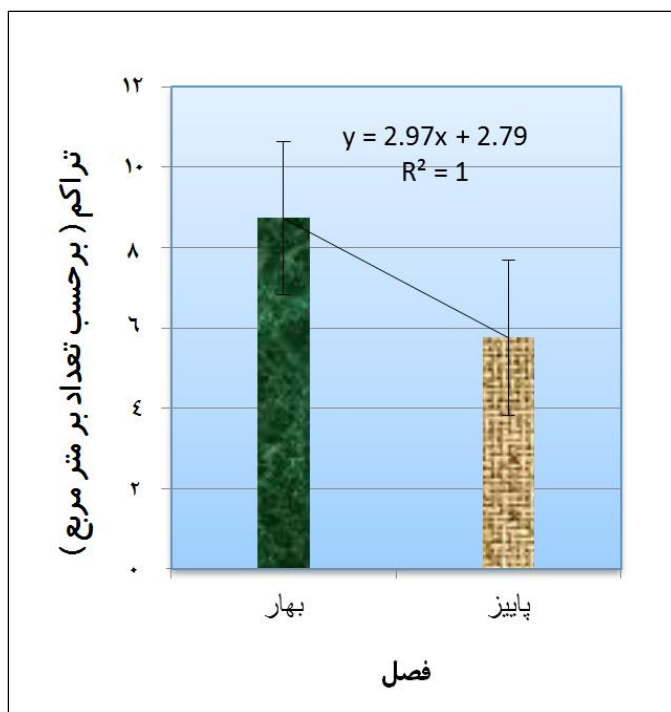
همانطور که در شکل ۲ نمایان است، بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در ایستگاه نیروگاه (8.5 ± 1.9 عدد در مترمربع) و کمترین آن در ایستگاه گناوه (1.0 ± 0.62 عدد در مترمربع) قرار داشت. همبستگی بسیار قوی مثبت میان تراکم جلبک‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود داشت ($R^2=1$) (شکل ۲). در راستای این نتایج ذکر این نکته ضروری است، گونه *Laurencia snyderia* از بیشترین تراکم (8.5 ± 1.9 عدد) برخوردار است و گونه غالب در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام ایستگاه‌ها محسوب می‌شود. بعد از گونه *L. snyderia* گونه غالب در بین ایستگاه‌ها گونه *Gracilaria corticata* (5.5 ± 1.8 عدد در مترمربع) می‌باشد.

میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز بر اساس منطقه جزرومدی بدون در نظر گرفتن ایستگاه‌های مورد نظر یا فصل نمونه‌برداری در شکل ۳ نمایان است.



شکل ۳: میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز در هر منطقه کشندی در سواحل استان بوشهر.

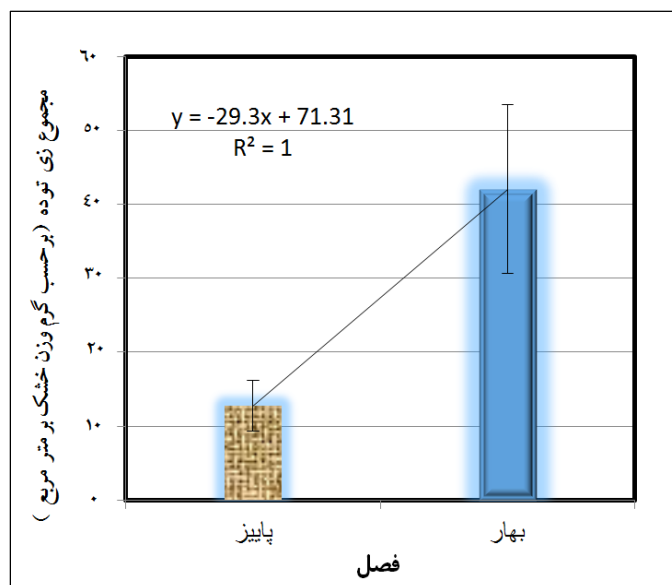
با توجه به شکل ۳، بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در منطقه پایین کشندی (IL) ($9/6 \pm 2/7$ عدد در مترمربع) و کمترین آن در منطقه میان جزر و مدی (UML) ($3/2 \pm 1/4$ عدد در مترمربع) قرار داشت. همبستگی میان تراکم جلبک‌های مناطق کشندی مورد مطالعه مثبت خیلی قوی بود ($R^2=0/9$) (شکل ۳). گونه *L. snyderia* در مناطق جزرومدی بیشترین تراکم ($19/8 \pm 7/7$ عدد در مترمربع) را دارد. بعد از گونه *L. snyderia* گونه غالب در بین این مناطق گونه *G. corticata* ($5/1 \pm 1/8$ عدد در مترمربع) است. میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز بر اساس فصل‌های نمونه‌برداری بدون در نظر گرفتن ایستگاه و مناطق کشندی در شکل ۴ مشاهده می‌گردد.



شکل ۴: میانگین تراکم و پراکنش جلبک‌های قرمز در فصول مورد بررسی در سواحل استان بوشهر.

بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در فصل بهار ($8/7 \pm 1/9$ عدد در مترمربع) حکم‌ترین تراکم در فصل پاییز ($5/7 \pm 1/9$ عدد در مترمربع) بود. گونه *L. snyderia* در فصل بهار بیشترین تراکم ($15/6 \pm 6/3$ عدد در مترمربع) را داشت. همبستگی میان تراکم جلبک‌های ۲ فصل (سرد و گرم) مورد مطالعه مثبت خیلی قوی بود ($R^2=1$) (شکل ۴).

درش کل شماره ۵ میانگین میزان زی‌توده جلبک‌های قرمز در کل زمان نمونه‌برداری (فصل سرد و گرم) قید شده است که مشاهده می‌گردد.

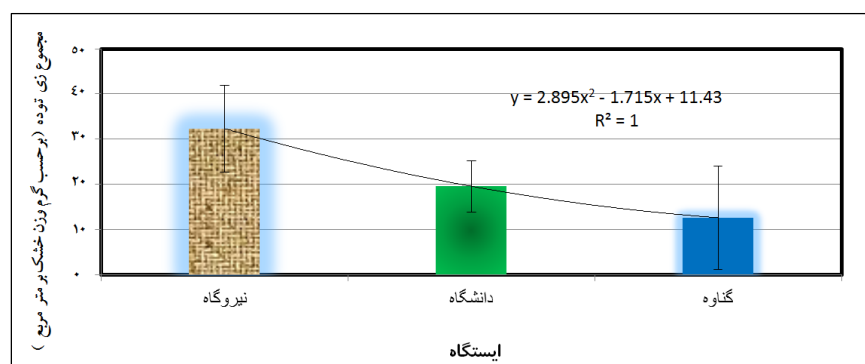


شکل ۵: میانگین زی توده جلبک‌های قرمز در فصل‌های (بهار و پاییز) در سواحل استان بوشهر.

گونه *Gracilaria corticata* دارای بیشترین زی توده ($57/53 \pm 30/76$ گرم وزن خشک بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در ۲ فصل نمونه‌برداری محسوب می‌شود.

بیشترین زی توده جلبک‌های قرمز ($42/1 \pm 11/41$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به فصل بهار و کمترین زی توده ($12/71 \pm 3/43$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به فصل پاییز می‌باشد (شکل ۵).

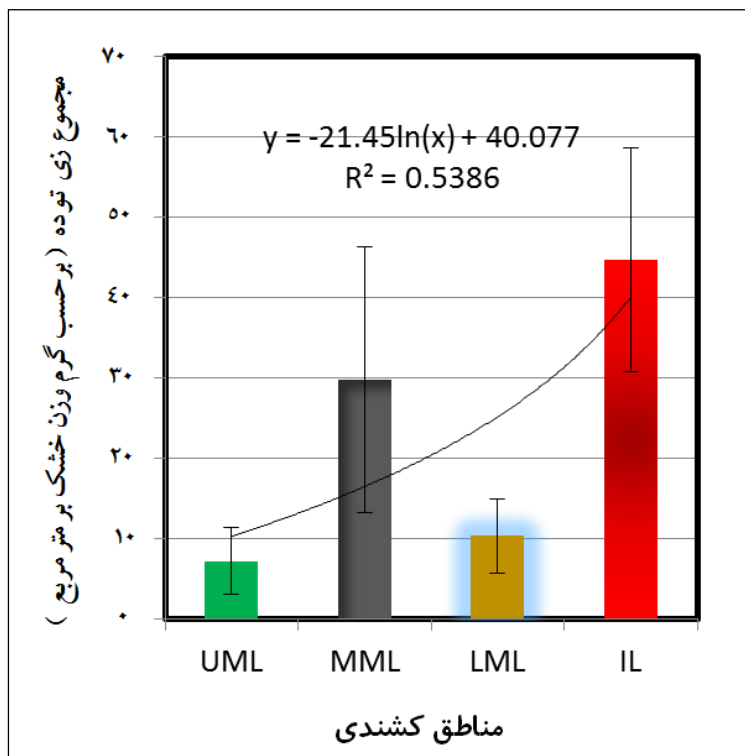
شکل ۶ نمایانگر میانگین میزان زی توده جلبک‌های قرمز در هر ایستگاه طی دوره نمونه‌برداری می‌باشد.



شکل ۶: میانگین میزان زی توده جلبک‌های قرمز در هر ایستگاه طی دوره نمونه‌برداری در سواحل استان بوشهر.

بیشترین زی توده جلبک‌های قرمز ($32/34 \pm 9/63$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به ایستگاه نیروگاه و کمترین زی توده ($12/61 \pm 11/46$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به گناوه می‌باشد. گونه *Gracilaria corticata* دارای بیشترین زی توده ($52/59 \pm 26/60$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به گناوه می‌باشد.

بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام ایستگاه‌ها محسوب می‌شود. بعد از گونه *G. corticata* گونه *L. snyderia* (۳/۱۰±۲۷/۴۰ گرم وزن خشک بر مترمربع) از بیشترین زی‌توده در بین ۳ ایستگاه برخوردار بود (شکل ۶). شکل ۷ میانگین میزان زی‌توده جلبک‌های قرمز در هر منطقه جزر ومدی در طی دوره نمونه‌برداری (فصل بهار و پاییز) را نشان می‌دهد.



شکل ۷: میانگین میزان زی‌توده جلبک‌های قرمز در مناطق کشتی طی دوره نمونه‌برداری در سواحل استان بوشهر.

بیشترین زی‌توده (۹۲/۱۳±۴۴/۷۴ گرم وزن خشک بر مترمربع) جلبک‌های قرمز مربوط به منطقه پایین‌کشتی (IL) و کمترین زی‌توده (۱۸/۴±۷/۲۵ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به منطقه بالای میان‌کشتی است (UML) (شکل ۷).

گونه *G. corticata* دارای بیشترین زی‌توده (۲۷/۲۷±۴۹/۳۱ گرم وزن خشک بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام مناطق جزرومدی محسوب می‌شود. بعد از گونه *G. corticata* گونه *L. snyderia* (۲۵/۱۰±۳۴/۵۲ گرم وزن خشک بر مترمربع) از بیشترین زی‌توده در مناطق جزرومدی برخوردار بود.

در جدول شماره ۱، شاخص‌های زیستی محاسبه‌شده جلبک‌های قرمز با کمک نرم‌افزار primer5 ویرایش 5.1.1 در هریک از ایستگاه‌ها در کل زمان نمونه‌برداری، مشاهده می‌شود. بر اساس جدول ۱، بیشترین مقدار شاخص مارگالف (۵۶/۲) مربوط به ایستگاه دانشگاه است. همچنین بیشترین مقدار شاخص سیمپسون (۴۴/۰) مربوط به ایستگاه گناوه می‌باشد. بیشترین مقدار شاخص شانون (۴/۲) مربوط به ایستگاه نیروگاه است. بیشترین مقدار شاخص ترازوی زیستی (۸۹۸/۰) نیز در ایستگاه نیروگاه قرار دارد. بر اساس جدول ۱، بیشترین مقدار شاخص مارگالف (۶/۲) مربوط به منطقه میان‌کشتی (MML) می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار شاخص سیمپسون (۳۱/۲۰/۰) مربوط به منطقه پایین‌کشتی (IL) است. بیشترین مقدار شاخص شانون (۲۱/۲) نیز مربوط به منطقه میان‌کشتی (MML) می‌باشد که نشان‌دهنده تنوع بیشتر این منطقه است.

جدول شماره ۱. شاخص‌های زیستی جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده.

نمونه‌برداری	تعداد گونه‌ها	تعداد افراد	مارگالف	ترازی زیستی	شانون	سیمپسون
ایستگاه	گناوه	۴	۲۳	۰/۹۶	۱/۳	۰/۴۴
	دانشگاه	۱۵	۲۳۷	۲/۵۶	۲/۲۱۱	۰/۱۴
	نیروگاه	۱۵	۲۹۰	۲/۴۶	۲/۴	۰/۱۰
مناطق جزر و مدی	UML	۱۰	۷۲	۲/۱۰۶	۲/۰۷	۰/۱۳۱۸
	MML	۱۳	۱۰۱	۲/۶	۲/۲۱	۰/۱۳۷۱
	LML	۱۴	۱۶۴	۲/۵۵	۱/۹۵	۰/۲۰۳۱
	IL	۹	۲۸۰	۱/۴۲	۱/۸۸	۰/۱۸۳۸
فصل	بهار	۱۲	۲۱۵	۲/۰۴۸	۱/۷۳	۰/۲۸۹
	پاییز	۱۷	۳۲۹	۲/۷۶	۲/۵۷	۸/۶۹

UML : (Upper Mid Litoral) MML : (Mid Mid Litoral) LML : (Lower Mid Litoral) IL : (Infra Litoral)

بر اساس جدول ۱، بیشترین مقدار شاخص‌ها مربوط به فصل پاییز است.

بحث و نتیجه‌گیری

جلبک‌های ماکروسکوپی به‌طور اختصاصی در سواحل صخره‌ای یا قله‌سنگی یا در مکان‌هایی از ساحل که بستر مناسبی برای چسبیدن وجود داشته باشد رشد می‌کنند از عواملی نظیر میزان زی‌توده و تراکم گونه‌ها در هر مترمربع از منطقه نمونه‌برداری برای تحلیل‌های بوم‌شناختی یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بر اساس نتایج ذکرشده، گونه *L.snyderia* از بیشترین تراکم (18.2 ± 6.8 عدد در مترمربع) برخوردار است و گونه غالب در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام ایستگاه‌ها محسوب می‌شود. بعد از گونه *L. snyderia* گونه غالب در بین ایستگاه‌ها گونه *G.corticata* (5.1 ± 1.8 عدد در مترمربع) می‌باشد. در همین راستا و بر اساس شکل ۲، بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در ایستگاه نیروگاه (8.6 ± 1.9 عدد در مترمربع) و کمترین آن در ایستگاه گناوه (1.0 ± 0.62 عدد در مترمربع) مشاهده شد و همبستگی بسیار قوی مثبت میان تراکم جلبک‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود داشت ($R^2=1$) (شکل ۲).

بر اساس مطالعات ربیعی و همکاران در سال ۱۳۸۴ جنس بستر، تخلخل کم و عدم وجود حوضچه‌های سنگی (Rocks pools) و حوضچه‌های جزر و مدی (Tide pools) از مهم‌ترین دلایل اختلاف در میزان تولید و وسعت رویشگاه‌های جلبکی محسوب می‌گردد. وجود بسترهای سخت و جامد در سواحل جزرومدی از عوامل اساسی و مؤثر بر پراکنش و حضور گونه‌های جلبکی معرفی شده است (Luning, 1990). همچنین در مناطق صخره‌ای به علت نبود یا کمبود ماسه و گل در محدوده ساحلی، آب از شفافیت بیشتری برخوردار بوده، در نتیجه نور به راحتی در آب نفوذ می‌کند که برای رویش جلبکی بسیار مناسب می‌باشد (صائب مهر و همکاران، ۱۳۹۴؛ Dawes, 1982). بر اساس مشاهدات صورت گرفته در این تحقیق بستر رویشی در ایستگاه‌های نیروگاه و دانشگاه، صخره‌ای و در ایستگاه گناوه ماسه‌ای و گلی می‌باشد. در سواحل ماسه‌ای و گلی به دلیل روان و غیرثابت بودن جنس بستر، تکیه‌گاه مناسب و فرصت کافی برای اتصال و رشد اغلب جلبک‌ها وجود نداشته و وسعت رویشگاه‌های جلبکی و تعداد گونه‌های جلبکی قادر به رویش در این مناطق بسیار کم و محدود می‌باشد (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین وجود شن و ماسه از عوامل ایجادکننده کدورت و کاهش رشد جلبکی است (شهیدی، ۱۳۸۶). بنابراین موارد ذکرشده می‌تواند دلیل قاطع و محکمی برای تراکم کم جلبکی در ایستگاه گناوه باشد.

با توجه به شکل ۳، بیشترین تراکم جلبک‌های قرمز در منطقه پایین‌کشندی ($9/6 \pm 2/7$ عدد در مترمربع) و کمترین آن در منطقه میان جزرومدی ($3/2 \pm 1/4$ عدد در مترمربع) قرار داشت که دلیل آن را می‌توان به عمق بیشتر آب در مناطق پایین‌کشندی و کمتر بودن تنش‌ها و آشوب‌های محیطی با توجه به افزایش عمق نسبت داد. De Clerck و Coppejans (۱۹۹۶) در سواحل خلیج فارس در کشور عربستان و همچنین گراوندکریمی در سال ۱۳۸۹ در سواحل استان بوشهر بیشترین پراکنش جلبک‌های قرمز را در منطقه زیرکشندی ثبت کرده‌اند. مناطق عمیق ساحلی و زیرکشندی از جمله مناطق رویش و زیستگاه اصلی جلبک‌ها می‌باشد. جلبک‌های این ناحیه عموماً در زیر آب قرار گرفته یا مدت‌زمان بسیار کوتاهی خارج از آب هستند و کمتر تحت تأثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند و همین امر باعث پراکنش و تنوع آن‌ها شده است. این جلبک‌ها به دلیل قرار گرفتن در زیر آب قادر به استفاده مواد غذایی موجود در آب می‌باشند، همچنین شرایط زیست‌محیطی آن‌ها دارای پایداری بیشتری است. به‌طور کلی این گونه‌های جلبکی تنش‌های کمتری نسبت به سایر جلبک‌ها تحمل می‌کنند. در نتیجه فرصت رشد و گسترش بیشتری در سواحل پیدا می‌کنند (Trono et al., 2008).

هائطور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد، بیشترین فراوانی جلبک‌های قرمز در فصل بهار ($8/7 \pm 1/9$ عدد در مترمربع) ثبت شده است که این نتیجه با مطالعات گراوند کریمی در سال ۱۳۸۹ که مطالعاتی در رابطه با جلبک‌های ماکروسکوپی سواحل استان بوشهر انجام داده است، مطابقت دارد. بر اساس نتایج، گونه *L. snyderia* در فصل بهار بیشترین تراکم ($15/6 \pm 6/3$ عدد در مترمربع) را دارا بود که دلیل این امر می‌تواند به شرایط زیستی مناسب که در فصل بهار برای رشد برخی گونه‌های جلبکی مانند *L. snyderia* و *G. corticata* که اندازه بزرگ‌تری نسبت به گونه‌های دیگر دارند، مرتبط باشد. از طرف دیگر، علت تراکم بالای جلبکی در فصل بهار می‌تواند به متناسب بودن دمای آب و هوا مربوط باشد، همچنین بارندگی و وزش بادهای شدید در اوایل بهار کمتر بوده در عین حال خشکی و گرمای هوا آن‌چنان نیست که سبب آسیب گردد. بنابراین شرایط ذکر شده می‌تواند شرایط مناسبی برای رشد جلبک‌ها می‌تواند فراهم سازد (علویان، ۱۳۷۷).

بر اساس یافته‌های مشاهده شده در شکل ۵، بیشترین زی‌توده جلبک‌های قرمز ($42/1 \pm 11/41$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به فصل بهار بوده و گونه *G. corticata* دارای بیشترین زی‌توده ($57/53 \pm 30/76$ گرم وزن خشک بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در ۲ فصل نمونه‌برداری محسوب می‌شود که دلیل آن همان‌طور که قبل ذکر شد می‌تواند به شرایط زیستی مساعد در فصل بهار برای رشد گونه‌های جلبکی بزرگ مثل گونه *G. corticata* و *L. snyderia* مربوط باشد.

با توجه به یافته‌های شکل ۶، بیشترین زی‌توده جلبک‌های قرمز ($32/34 \pm 9/63$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به ایستگاه نیروگاه و کمترین زی‌توده ($12/61 \pm 11/46$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به گناوه هست. گونه *G. corticata* دارای بیشترین زی‌توده ($52/59 \pm 26/60$ گرم وزن خشک بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام ایستگاه‌ها محسوب می‌شود. بعد از گونه *G. corticata* گونه *L. snyderia* ($40/27 \pm 10/3$ گرم وزن خشک بر مترمربع) از بیشترین زی‌توده در بین ۳ ایستگاه برخوردار بود که علت آن بلوم گونه *G. corticata* و *L. snyderia* در ایستگاه نیروگاه و دانشگاه (با سواحل صخره‌ای و مناسب خود) بوده که باعث افزایش میزان زی‌توده جلبک‌های قرمز در آن ۲ ایستگاه نسبت به ایستگاه گناوه (که بیشتر سواحل ماسه‌ای و روانی دارد) شده است.

بر اساس شکل ۷، گونه *G. corticata* دارای بیشترین زی‌توده ($49/31 \pm 27/27$ گرم وزن خشک بر مترمربع) در میان جلبک‌های قرمز نمونه‌برداری شده در تمام مناطق جزرومدی محسوب می‌شود. بعد از گونه *G. corticata* گونه *L. snyderia* ($34/52 \pm 10/25$ گرم وزن خشک بر مترمربع) از بیشترین زی‌توده در مناطق جزرومدی برخوردار است. همچنین بیشترین زی‌توده ($44/74 \pm 13/92$ گرم وزن خشک بر مترمربع) جلبک‌های قرمز مربوط به منطقه پایین‌کشندی و کمترین زی‌توده ($7/25 \pm 4/18$ گرم وزن خشک بر مترمربع) مربوط به منطقه بالای میان‌کشندی است که این افزایش زی‌توده در منطقه زیرکشندی می‌تواند به این علت باشد که جنس‌های خیلی بزرگ جثه جلبکی مانند *Gracilaria*.

Laurencia و *Acanthophora* در این منطقه تماس بیشتری با آب، مواد مغذی و اکسیژن در طول مدت جزر و مد نسبت به مناطق بالاتر داشته و سبب رشد بیشتر جلبک‌های منطقه و افزایش زی‌توده مناطق زیرکشدی شده است.

مطابق با نتایج ذکرشده، گونه *G. corticata* در منطقه پایین کشدی ۲ ایستگاه صخره‌ای (دانشگاه و نیروگاه که از وسعت و شرایط بهتری برخوردار بوده و عموماً در زیر آب می‌باشد) سازگاری و رشد مناسبی داشته، در نتیجه به‌عنوان بیشترین زی‌توده جلبک‌های قرمز این منطقه ثبت شده است. که این نتیجه با نتایج مطالعات قرنچیک در سال ۱۳۸۳ که اظهار داشت گونه *G. corticata* گونه‌ای است که در تمام طول سال حضور داشته و در منطقه تأثیر بیشتری روی توده زنده کل داشته است، مطابقت دارد.

بر اساس نتایج بررسی شاخص‌های اکولوژیکی در تحقیق حاضر که با کمک نرم‌افزار Primer ۵ صورت گرفته است (جدول شماره ۱)، از نظر تنوع گونه‌ای جلبک‌های قرمز در ایستگاه نیروگاه بیشترین شاخص شانون (۲/۴) که نشان‌دهنده تنوع بیشتر این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌هاست را دارا می‌باشند که علت این تنوع بالا با توجه به این که جلبک‌های قرمز در عمق آب هستند، می‌تواند به این امر برگردد که ایستگاه نیروگاه منطقه پایین کشدی صخره‌ای و وسیع‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته و در طول جزر و مد مدت‌زمان کمتری از آب خارج شده، بنابراین شرایط مساعد برای رشد و تنوع بیشتر جلبک‌های قرمز را فراهم ساخته است و بیشترین مقدار یکنواختی زیستی (۰/۸۹۸) که حاکی از پراکندگی متعادل گونه‌ها است، نیز مربوط به ایستگاه نیروگاه بوده که این نتیجه با مطالعات گراوند کریمی در سال ۱۳۸۹ مطابقت دارد. وجود تنوع و یکنواختی زیستی بالا در ایستگاه نیروگاه همچنین می‌تواند به دلیل مطلوبیت بالای این ایستگاه برای رشد جلبک‌های ماکروسکوپی به جهت دارا بودن شیب کم و وسعت بالای پهنه کشدی باشد که سبب آرام و کم تلاطم بودن آب‌شده و موجبات جذب بهتر نور برای رشد جلبک‌ها را فراهم می‌سازد (گراوند کریمی، ۱۳۸۹). بنابراین به نظر می‌رسد اواخر ذکرشده می‌تواند شرایط لازم برای رشد و تنوع بیشتر جلبک‌های قرمز در ایستگاه نیروگاه را فراهم سازد.

جلبک‌های قرمز در ایستگاه دانشگاه دارای بیشترین غنای گونه‌ای (شاخص مارگالف) (۲/۵۶) می‌باشند زیرا تراکم گونه‌ای جلبک (*L. snyderia*) در این ایستگاه بیشتر است که علت آن می‌تواند به وسیع بودن منطقه رویشی جلبک‌ها در ایستگاه دانشگاه مرتبط باشد که این نتیجه در مطالعات گراوند کریمی در سال ۱۳۸۹ نیز مطرح شده است. کمترین تنوع و بیشترین غالبیت (۰/۴۴) مشاهده‌شده در تحقیق حاضر مربوط به ایستگاه گناوه می‌باشد که بیانگر تنوع کمتر و غالبیت بیشتر (*Jania rubens*) در این ایستگاه است.

بالاترین تشابه، میان جلبک‌های ایستگاه‌های نیروگاه با دانشگاه برابر با ۳۷/۲۱ درصد و کمترین تشابه میان جلبک‌های ایستگاه‌های دانشگاه با گناوه برابر با ۱۰/۳۸ درصد است.

بیشترین مقدار شاخص سیمپسون (۰/۲۰۳۱) که بیانگر تنوع کمتر و غالبیت بیشتر در منطقه کشدی است مربوط به منطقه پایین میان کشدی (LML) می‌باشد. بیشترین تنوع (۲/۲۱) و بهترین غنای گونه‌ای (۲/۶) نیز مربوط به منطقه میان میان کشدی (MML) می‌باشد که نشان‌دهنده تنوع و غنای بیشتر این منطقه است و دلیل آن می‌تواند این باشد که در مناطق میان میان کشدی (MML) شرایط برای رشد جلبک‌های قرمز مناسب است و از نظر نور و رطوبت شرایط بهتری در این منطقه حکم فرماست. ذکر این نکته ضروری است که اساسی‌ترین عامل توزیع و پراکنش موجودات در مناطق جزرومدی به حالت و شدت جزر و مد بستگی دارد. در هنگام مد یک حالت یکنواختی در تمام فاکتورهای محیطی به وجود می‌آید و خطر مواجهه با کمبود مواد غذایی و اکسیژن، کاهش پیدا می‌کند (Nybakken, 1993). مطابق با جدول شماره ۱، بیشترین مقدار شاخص‌های سیمپسون (۸/۶۹)، تنوع (۲/۵۷)، مارگالف (۲/۷۶) و ترازوی زیستی (۰/۹۰) مربوط به فصل پاییز است که نتیجه حاضر را شاید بتوان به بلوم جلبکی ایجادشده در انتهای فصل قبل از نمونه‌برداری نسبت داد که آثار آن همچنان در فصل بعد (زمان نمونه‌برداری) باقی‌مانده و سبب شده است مقدار شاخص‌های بررسی‌شده در پاییز (که فصل قبل آن تابستان بوده) نسبت به بهار (که فصل قبل آن زمستان می‌باشد) بیشتر باشد.

تشابه میان جلبک‌های فصل پاییز با فصل بهار برابر با ۲۹/۱۹ درصد می‌باشد. بیشترین تشابه، بین جلبک‌های مناطق میان‌میان کشندی (MML) با جلبک‌های مناطق پایین‌میان کشندی (LML) است که برابر با ۴۴/۹ درصد می‌باشد. همچنین کمترین تشابه، بین جلبک‌های مناطق بالای میان کشندی (UML) با مناطق پایین کشندی (IL) وجود دارد که برابر با ۲۲/۳۸ درصد می‌باشد. بیشترین یکنواختی گونه‌ها در ایستگاه نیروگاه (۰/۸۹۸) و مناطق بالای میان کشندی (۰/۹۰۲۲) و در فصل پاییز بوده است. بر اساس مطالعات کیانه‌مهر در سال ۸۴، درجه حرارت نقش تعیین‌کننده‌ای بر دیگر عوامل فیزیکیوشیمیایی آب دارد بنابراین واضح است با تغییرات دمایی طی فصول مختلف، تغییراتی در عوامل فیزیکیوشیمیایی آب دریا ایجاد می‌شود که می‌تواند بر رشد و ریش جلبک‌ها به‌خصوص مواردی که زمان بیشتری در منطقه پایین کشندی به سر می‌برند تأثیر به‌سزایی داشته باشد. به‌طور کلی می‌توان دلیل عمده افزایش تراکم و زی‌توده جلبک‌ها را در این پژوهش، تغییرات مناسب دمایی دانست که در نیمه اول سال اتفاق افتاده است. تأثیر افزایش دما تا حد مناسبی (در فصل بهار) باعث افزایش تراکم و زی‌توده جلبک‌ها در مقایسه با کاهش دما (در فصل پاییز) شده است. بیشتر جلبک‌های قرمز دارای بهترین شرایط زیستی در مناطق عمیق می‌باشند که دلیل اصلی آن می‌تواند توانایی جذب طول‌موج نور آبی توسط آن‌ها در مناطق عمیق‌تر باشد (Kapur, 2000). همچنین در مناطق پایین کشندی تنش‌های کمتری برای جلبک‌های قرمز وجود دارد (Phang, 2000). این سازگاری‌ها حضور جلبک‌های قرمز را در مناطق پایین کشندی ممکن می‌سازد که مطالب فوق با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق هم‌خوانی دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از مدیریت و کلیه کارکنان پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و همچنین آزمایشگاه بیولوژی دریای دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر کمال تشکر و قدردانی رادارند.

منابع

- دادالهی سهراب، ع.، گراوند کریمی، م. و عماد آبادی، ۱۳۹۱.۱. بررسی تغییرات فصلی پراکنش و میزان زی‌توده جلبک‌های غالب سواحل جزر و مدی استان بوشهر (سواحل شمالی خلیج فارس). اقیانوس‌شناسی، سال سوم، شماره ۹. بهار ۱۳۹۱، صفحات ۲۶-۱۷.
- ربیعی، ر.، اسدی، م.، نژادستاری، ط.، مجد، ا. و سهرابی پور، ج.، ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌ای جلبک‌ها در رویشگاه جلبک قرمز *Gracilaria salicornia* در سواحل جزیره قشم. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۶۶، بهار ۱۳۸۴، صفحات ۹۲-۸۵.
- ریاحی، ح.، ۱۳۸۷. جلبک‌شناسی، انتشارات دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ۳۸۴ ص.
- سهرابی پور، ج.، نژادستاری، ط.، اسدی، م.، قهرمان، ا. و ربیعی، ر.، ۱۳۸۲. تحقیقی پیرامون تولید جلبک قهوه‌ای و تأثیر عوامل اکولوژیک بر روی این گونه‌ها در سواحل بندرلنگه. پژوهش و سازندگی. شماره ۵۹. تابستان ۱۳۸۲، صفحات ۵۸-۴۴.
- شهیدی، س.، ۱۳۸۶. تعیین غلظت عناصر سمی روی، مس، سرب در ماکرو جلبک‌های منطقه جزر و مدی استان بوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی. ۶۳ ص.
- صائب مهر، ح.، نجات‌خواه معنوی، پ. و شهیدی، س.، ۱۳۹۴. شناسایی و تعیین توده زنده ماکرو جلبک‌های (منطقه بین جزر و مدی) در بندر بوشهر. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره هفدهم، شماره ۴. صفحات ۹۲-۷۵.
- علویان، ز.، ۱۳۷۷. بررسی جلبک‌های ماکروسکوپی در مناطق ساحلی جزیره کیش، پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۵۵ ص

عماد آبادی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی اکولوژیکی جلبک‌های ماکروسکوپی در مناطق بین جزر و مدی جزیره هرمز پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

قرنجیک، ب. و روحانی قادیکلایی، ک.، ۱۳۸۸. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریایی عمان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات. ۲۰۲ ص.

کیانمهر، ه.، ۱۳۸۴. بیولوژی جلبک‌ها، چاپ اول، دانشگاه فردوسی مشهد.

گراوند، م.، ۱۳۸۹. بررسی اکولوژیکی جلبک‌های ماکروسکوپی سواحل استان بوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

Abbott, I. A. and Hollenberg, G., 1976. Marine Algae of California. Stanford uni press. 827pp.

Aguilera, M. M., Casas-Valdez, M., Carrillo, S., Gonzalez, B. and Pérez-Gil, F., 2005. Chemical composition and microbiological assay of marine algae *Enteromorpha* spp. as potential food source. Food Composition and Analysis, 18: 79-88.

Dawes, C. J., 1982. Marine Botany. John Wiley and Sons. U.S.A. 628P.

De Clerck, O. and Coppejans, E., 1996. *Marine Algae of the Jubail Marine Wildlife Sancturary, Saudi Arabia*. European Commission.

Fatemi, S. M. R., Ghavam Mostafavi, P., Raflee, F. and Saeed Taheri, M., 2012. The study of seaweeds biomass from intertidal rocky shores of Qeshm Island, Persian Gulf. Int.J. Mar. Sci.Eng., 2(1), 101-106.

Gestinari, L. M. D., Pereira, S. M. B. and Yoneshigue-Valentin, Y., 2010. Distribution of *Cladophora* Species (*Cladophorales*, *Chlorophyta*) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa*, 14(1), pp.22-42.

Grytness, J. A. and Vetaas, O. R., 2002. Species richness and altitude: A comparison between along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal, The American Naturalist, 159 (3): 294-304.

Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), pp.427-432.

Horincar, V. B., Parfene, G. and Bahrim, G., 2011. Evaluation of bioactive compounds in extracts obtained from three Romanian marine algae species. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(6): pp.71-78.

Jimenez, E., Dorta, F., Medina, C., Ramirez, A., Ramirez, I. and Peña-Corté, H., 2011. Anti-Phytopathogenic Activities of Macro-Algae Extracts. *Mar. drug*, 9: 739-756.

Kapur, D., 2000. Summary of international production and demand for seaweed colloids In: Technical papers, Regional Workshop on the culture and utilization of seaweeds. Vol. II.

Litter, M. M., 1985. Phycology methods ecological field methods; Macro algae. cambridge university press. 632pp.

Ludwing, J. A. and Reynolds, J. F., 1988. Statistical ecology: A primer of method and computing. Wiley press. New York, USA. 339 pp.

Luning, K., 1990. Seaweeds, Their environment, Biogeography and Ecophysiology. Wiley XIII: 527 pp.

Nybakken, J. W., 1993. Marine biology and ecological approach. harper Collins college pub, Stanford, California. 462 pp.

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.

Phang, S. A., 2003. Diversity of seaweeds along the straits of Malacca Regional Sea farming development and demonstration project. RAS/90/2002. FAO/UNDP sea farming project August 1990 Cebu City.

Shannon, C. E. and Weaver, W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois: University of Illinois Press.

Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688. doi:10.1038/163688a0.

Trono, G., Ohno, M. and Cricthlry, A., 2008. *Eucheuma* and *Kappaphycus*: taxomony and cultivation. In seaweed cultivation and marine ranching. *Micronesica*, 5: 25-119.