

بررسی اکولوژیک جلبک های ماکروسکوپی دریایی جهت تعیین وضعیت زیست محیطی سواحل صخره‌ای استان هرمزگان

زهرا علویان^۱، حسین ریاحی^۲، رضوان موسوی ندوشن^۳، بهروز رئیسی^۴، سید محمد رضا فاطمی^{۵*}

۱. سازمان حفاظت محیط زیست - معاونت محیط زیست دریایی
۲. دانشگاه شهید بهشتی - دانشکده زیست شناسی
۳. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران شمال - گروه بیولوژی
۴. دانشگاه شاهد - گروه ریاضی
۵. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات - گروه بیولوژی

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۴

چکیده

نمونه برداری از اسفند سال ۱۳۹۱ الی دی ماه ۱۳۹۲ در ۷ منطقه نمونه برداری صورت پذیرفت. در این مطالعه مجموعه ۷۵ گونه گونه جلبک پرسلولی دریایی از هفت منطقه سنگی غرب استان شامل سایه خوش، کوهین، لنگه، بستانه، طاهونه، چیرویه و میچائیل شناسایی گردید، که از این تعداد، ۶ خانواده و ۹ جنس و ۱۷ گونه متعلق به جلبک‌های سبز، ۴ خانواده و ۸ جنس و ۱۸ گونه متعلق به جلبک‌های قهوه‌ای، ۱۱ خانواده و ۱۸ جنس و ۴۰ گونه متعلق به جلبک‌های قرمز، بودند، که با مقایسه تعداد گونه مجموع هر سه گروه جلبکی و شاخص تعداد گونه نشان می‌دهد که از بین ۷ منطقه بررسی شده مناطق نمونه برداری میچائیل و سپس بستانه با تعداد ۴۷ گونه دارای بیشترین تعداد گونه و سایه خوش و سپس طاهونه دارای کمترین تعداد گونه می‌باشند. همچنین، در مقایسه درصد پوششی مجموع کل هر سه گروه جلبکی، مشخص گردید که در مجموع درصد پوششی در مناطق میچائیل و سپس لنگه ۲۳۲/۸۷ درصد بیشترین و در سایه خوش و طاهونه کمترین میزان را داشته است، و تقریباً از شرق به غرب استان تعداد گونه، درصد پوششی رو به افزایش می‌باشد. که وضعیت زیست محیطی و شرایط سالم تر در نواحی بکرتر و دور از کانون‌های آلودگی مشاهده شد.

واژه های کلیدی: وضعیت اکولوژیک، سواحل سنگی، استان هرمزگان، تنوع زیستی، جلبک‌های سبز، جلبک‌های قهوه‌ای، جلبک‌های قرمز

*نویسنده مسوول، پست الکترونیک: reza_fatemi@hotmail.com

۱. مقدمه

مناطق صخره ای ساحلی از پربارترین و پویاترین منابع اکولوژیکی و بستر فعالیت های عظیم اقتصادی و اجتماعی در جهان به شمار می روند. منابع ارزشمند اکولوژیک و تنوع زیستی این مناطق را به یکی از حساس ترین و ارزشمندترین مناطق در جهان تبدیل نموده است. مسئله مهم و اساسی در مدیریت اکوسیستم های ساحلی و بینابینی که دارای ارزش و اهمیت اکولوژیک بالا هستند، این است که علائم یا شاخص های کلیدی برای آنها معرفی شود که بتواند درجه آسیب رسانی انسانی (اثرات منفی ناشی از فعالیتهای انسانی) و وضعیت اکولوژیک منطقه را بخوبی نشان دهد و تفسیر کند. بخصوص در مورد اکوسیستم های پویا و در معرض که مسئله تعادل و پایداری اکولوژیک از اهمیت مضاعفی برخوردار هستند، این ارزیابی اکولوژیک ضروری تر می باشد. با توجه به اینکه استرس های ناشی از فعالیت های انسانی به طور طولانی مدت بر جمعیت های اکوسیستم ها تاثیر می گذارند، در ارزیابی اکولوژیک از اجتماعات موجودات بعنوان بيو اندیکاتور استفاده می شود. (Orfanidis et al., 2001). گونه های جلبکهای پرسلولی (ماکروپنتوزهای جلبکی) که ساکن دریاها هستند، همواره به عنوان یکی از مهم ترین شاخص های تولید اولیه نواحی ساحلی و مصب ها در نظر گرفته می شوند. چرا که این موجودات اولین زنجیره دریافت انرژی از خورشید بوده و تضمین کننده انرژی بسیاری از آبزیان برای زندگی هستند. همچنین جلبکها در تصفیه و پالایش آبها نقش به سزایی را برعهده دارند. علاوه بر این، بسیاری از گونه های جلبکهای پرسلولی، دامنه حیات نسبتا طولانی دارند که با استفاده از این مشخصه می توان نوسانات زیست محیطی کوتاه مدت را بررسی نمود (Wang and Chen, 2006). جلبک های دریایی شاخص با ارزش زیست

محیطی زیستگاه خود می باشند. تا کنون مطالعاتی توسط Sohrabipour, and Rabii 1375,1381,1383,1386 انجام شده است، که لیستی از جلبک های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان (استان هرمزگان) ارائه داده اند. همچنین، Alavian, 1386 مطالعه ای در خصوص تاثیرات متقابل زیست محیطی بر جلبک های ماکروسکوپی در سواحل صخره ای استان هرمزگان انجام داده است. در سواحل جنوبی کشور به ویژه سواحل استان هرمزگان تا کنون مطالعاتی با دیدگاه بررسی تاثیرات آلاینده ای آلی (مواد مغذی) بر اجتماعات جلبکی و استفاده از شاخص های زیستی جلبک های ماکروسکوپی جهت ارزیابی وضعیت اکولوژیک صورت پذیرفته است.

با توجه به اینکه تنوع زیستی آبهای ساحلی استان هرمزگان در معرض خطر روزافزون و مرگ تدریجی قرار گرفته و دارای اکوسیستم های مختلف حساس دریایی و ساحلی است و اغلب در معرض استرس های ناشی از عوامل طبیعی و آلودگی های مختلف ناشی از فعالیتهای انسانی همانند فاضلابهای شهری، ساخت و ساز ساحلی و... می باشد، لذا با فرض اینکه تغییرات تنوع و درصد پوشششی گونه های جلبک های پرسلولی براساس تروفی منطقه نشان دهنده وضعیت سلامت سواحل صخره ای استان هرمزگان می باشد، جهت دسترسی به اهداف ذیل مطالعه حاضر صورت پذیرفته است: شناخت و معرفی گونه های جلبکی سواحل صخره ای بعنوان بخشی از گنجینه زیستی خلیج فارس، تعیین درصد فراوانی و پراکنش آنها، سنجش مواد مغذی و میزان کلروفیل a در آبهای ساحلی، تعیین وضعیت زیست محیطی سواحل صخره ای استان هرمزگان .

۲. مواد و روش ها

نمونه های جلبکی بوسیله کلیدهای شناسایی و با استفاده از لوپ و میکروسکوپ شناسایی گردیدند Coppejans (2010), Jha (2009), Jones (1989), (2011) and Gharanjik (Tseng (1984) و جهت حفظ و نگهداری در فرمالین ۴٪ فیکس شدند. همچنین در همه مراحل نمونه برداری نمونه آب هر ترانسکت در ظروف مخصوص، جهت اندازه گیری نیترات و فسفات کل و میزان کلروفیل a به آزمایشگاه منتقل شدند. در نهایت تمامی اطلاعات بدست آمده جهت تعیین شاخص های زیستی شانون، یکنواختی، مارگالف و سیمسون، با استفاده از برنامه پرایمر پردازش گردیدند.

با توجه به وسعت ناحیه ساحلی استان هرمزگان، وجود سواحل صخره ای حضور پوشش جلبکهای ماکروسکوپی، و بر اساس استقرار صنایع آلوده کننده، فاضلابهای شهری و نواحی بکر و دست نخورده و با مدنظر قرار دادن توانایی دسترسی به ناحیه ساحلی، ۷ منطقه نمونه برداری از شرق تا غرب استان هرمزگان تعیین گردید (شکل ۱). در هر منطقه ۳ ترانسکت، در هر ترانسکت از ۳ ایستگاه بالا، میان و پایین پهنه جزر و مدی با پرتاب تصادفی ۵ بار کوردات یک در یک متر مربع نمونه برداری انجام گردید (Andrew, 1988). نمونه برداری دو ماه یک بار که جمعاً شش بار (در سال ۱۳۹۰ - ۱۳۹۱) در طول یک سال انجام شد.



شکل ۱. موقعیت مناطق نمونه برداری

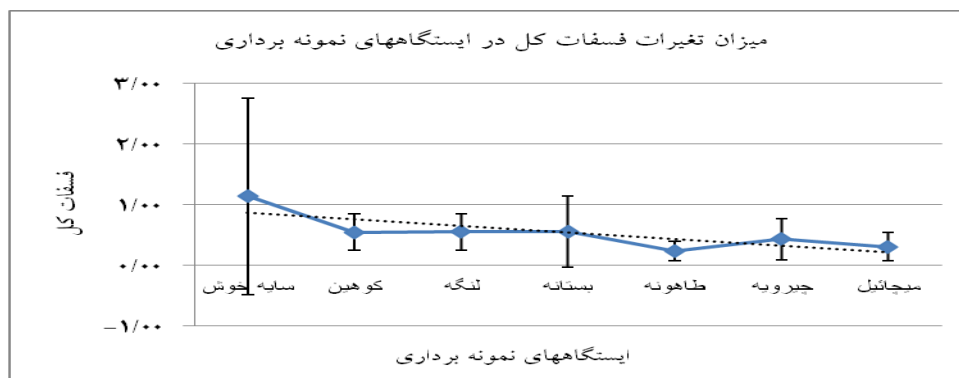
واریانس یک طرفه، مشخص می شود که میزان فسفات کل در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار ندارد. در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل میزان نیترات کل ۰/۲۰، حداکثر ۱۴ و میانگین آن ۲/۰۴ میلی گرم در لیتر می باشد. کمترین میزان نیترات کل در منطقه نمونه برداری طاهونه و بیشترین میزان آن در لنگه اندازه گیری گردیده است (شکل ۳). همچنین با

۳. نتایج

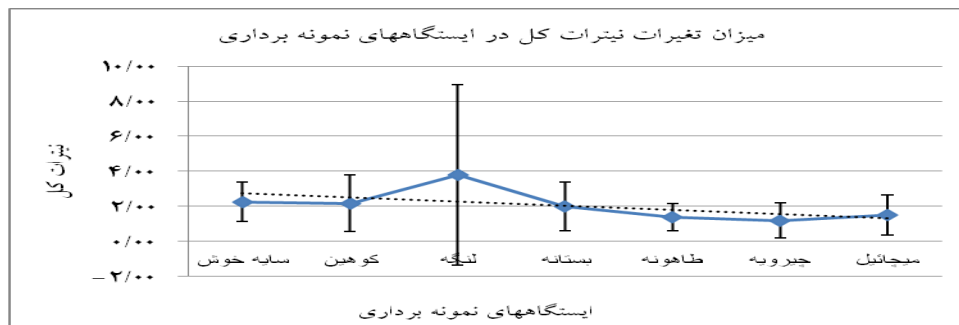
در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل فسفات کل ۰/۰۳۵، حداکثر ۴/۲۰ و میانگین آن ۰/۵۴ میلی گرم در لیتر می باشد. کمترین میزان فسفات کل در منطقه نمونه برداری طاهونه، و بیشترین میزان آن در سایه خوش اندازه گیری گردیده است (شکل ۲). همچنین با توجه به مقدار $P > 0.05$ حاصل آنالیز

(شکل ۴). همچنین با توجه به مقدار $P > 0.05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان کلروفیل a در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار ندارد. ولیکن، مابین منطقه نمونه برداری‌های ۶ و ۷ و همچنین ۳ و ۷ اختلاف معنی دار مشاهده گردیده است.

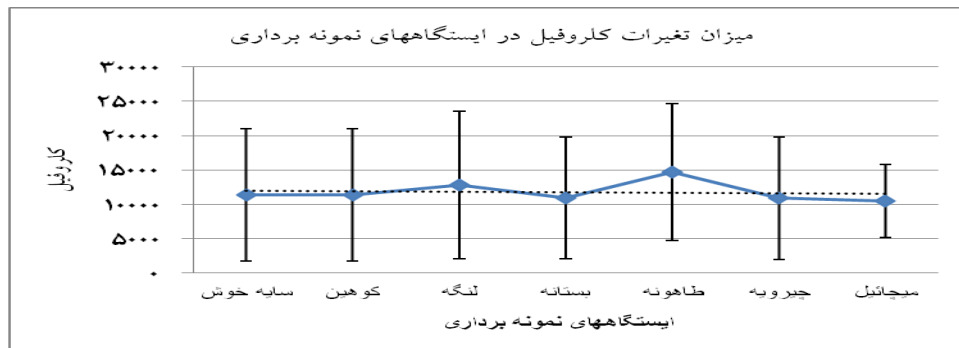
توجه به مقدار $P < 0.05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان نیترات کل در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و بیشتر این اختلاف مابین منطقه نمونه برداری‌های ۳ و ۶ می‌باشد. در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل میزان کلروفیل a $10/80$ ، حداکثر $98/07$ و میانگین آن $33/84$ میلی گرم در لیتر می‌باشد. کمترین میزان کلروفیل a در منطقه نمونه برداری میچائیل و بیشترین میزان آن در چپرویه اندازه گیری گردیده است



شکل ۲: میزان فسفات کل در مجموع زمانها و هر یک از مناطق نمونه برداری (بر حسب میلی گرم در لیتر)



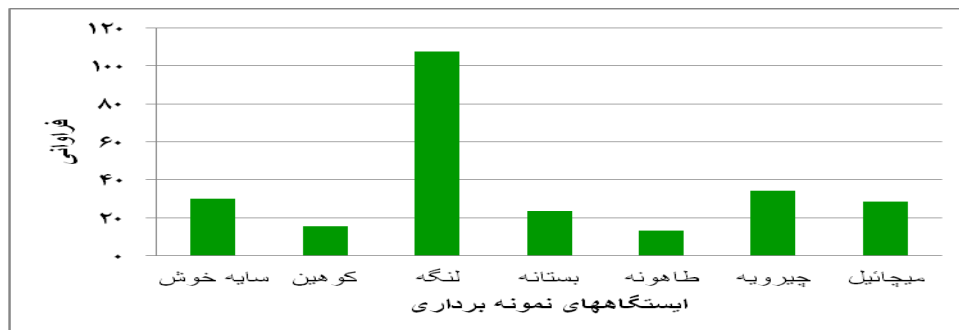
شکل ۳: میزان نیترات کل در مجموع زمانها و هر یک از مناطق نمونه برداری (بر حسب میلی گرم در لیتر)



شکل ۴: میزان کلروفیل a در مجموع زمانها و هریک از مناطق نمونه برداری (بر حسب میلی گرم در لیتر)

حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های سبز در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و بیشتر این اختلاف مابین منطقه نمونه برداریهای (۲ و ۳) و (۴ و ۵) می‌باشد. همچنین پس از بررسی همبستگی پیرسون مابین گروه‌های جلبکی و پارامترهای زیست محیطی، مشاهده گردید که، بین میزان گروه جلبک‌های سبز و میزان کلروفیل همبستگی معنی دار مثبت وجود دارد ($P < 0.05$).

میزان درصد پوششی گونه‌های جلبکی در مجموع کل زمانها در هریک از مناطق نمونه برداری، مشخص گردید که منطقه نمونه برداری لنگه بیشترین درصد پوششی و طاهونه کمترین درصد پوششی مجموع گونه‌های سبز را داشته است (شکل ۵) و گونه *Cladophoropsis sundanensis* بیشترین درصد پوششی را در مناطق و زمانهای نمونه برداری دارا می‌باشد. در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های سبز صفر، حداکثر ۲۸۳/۳۶ و میانگین آن ۳۸/۸۸ می‌باشد. و با توجه به مقدار ۰/۰۵



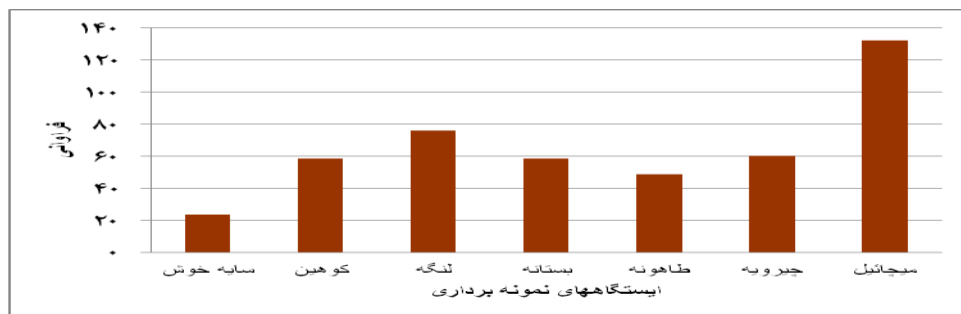
شکل ۵: مقایسه مجموع درصد پوششی گونه های جلبکهای سبز در مجموع زمانها و هریک از مناطق نمونه برداری

پوششی مجموع گونه‌های قهوه‌ای را داشته است (شکل ۶). گونه *Padina australis* بیشترین درصد پوششی را در مناطق و زمانهای نمونه برداری دارا می‌باشد در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل میزان

میزان درصد پوششی گونه‌های جلبکهای قهوه ای در مجموع کل زمانها در هریک از مناطق نمونه برداری، مشخص گردید که، منطقه نمونه برداری میچائیل بیشترین درصد پوششی و سایه خوش کمترین درصد

مابقی منطقه نمونه برداریها می‌باشد. همچنین پس از بررسی همبستگی پیرسون مابین گروه‌های جلبکی و پارامترهای زیست محیطی، مشاهده گردید که، بین میزان گروه جلبک‌های قهوه‌ای (فئوفیتا) و میزان کدورت همبستگی معنی دار منفی وجود دارد (مقدار $P < 0/05$).

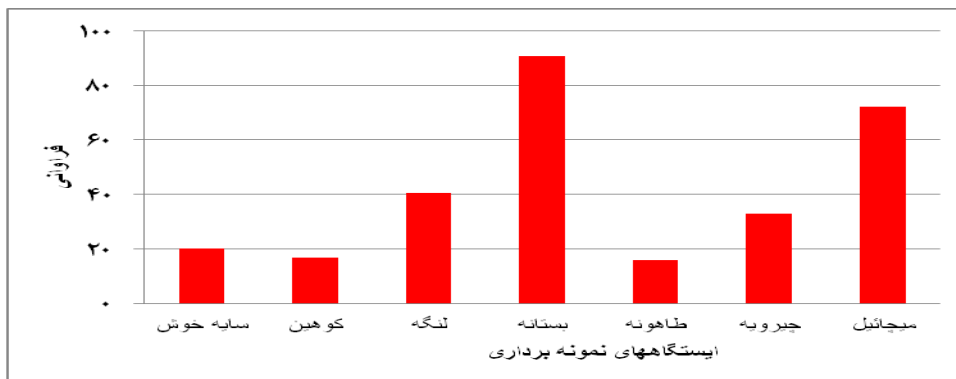
درصد پوششی گروه جلبک‌های قهوه‌ای صفر، حداکثر $170/84$ و میانگین آن $47/42$ می‌باشد. و با توجه به مقدار $P < 0/05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های قهوه‌ای در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و این اختلاف مابین منطقه نمونه برداریهای (۳ و ۶)، (۶ و ۷)، و منطقه نمونه برداری ۱ با



شکل ۶: مقایسه مجموع درصد پوششی گونه های جلبک‌های قهوه ای در مجموع زمانها و هریک از مناطق نمونه برداری

آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های قرمز در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و این اختلاف مابین منطقه نمونه برداریهای ۴ و ۷ با مابقی منطقه نمونه برداریها می‌باشد. همچنین پس از بررسی همبستگی پیرسون مابین گروه‌های جلبکی و پارامترهای زیست محیطی، مشاهده گردید که، بین میزان گروه جلبک‌های قرمز (رودوفیتا) و میزان اکسیژن محلول همبستگی معنی دار منفی وجود دارد (مقدار $P < 0/05$).

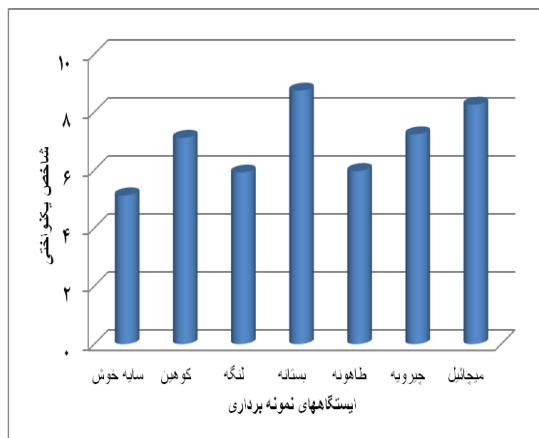
میزان درصد پوششی گونه‌های جلبکی در مجموع کل زمانها در هریک از مناطق نمونه برداری، مشخص گردید که منطقه نمونه برداری بستانه بیشترین درصد پوششی و طاهونه کمترین درصد پوششی مجموع گونه‌های قرمز را داشته است (شکل ۷). گونه *Laurencia papilosa* بیشترین درصد پوششی را در مناطق و زمانهای نمونه برداری دارا می‌باشد. در مجموع کل زمانها و مناطق نمونه برداری، حداقل میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های قرمز $2/20$ ، حداکثر $132/84$ و میانگین آن $36/45$ می‌باشد. و با توجه به مقدار $P < 0/05$ حاصل



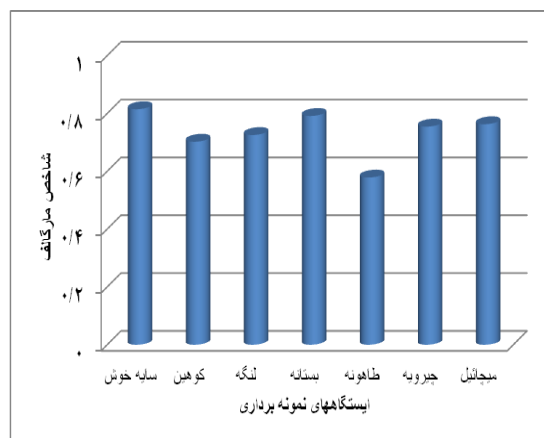
شکل ۷: مقایسه مجموع درصد پوششی گونه های جلبکهای قرمز در مجموع زمانها و هریک از مناطق نمونه برداری

میچائیل که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را در سایه خوش و سپس کوهین که نشان دهنده وضعیت بد می باشد را داشته است (شکل ۸). همچنین شاخص یکنواختی بیشترین مقدار خود را در منطقه نمونه برداری سایه خوش و سپس بستانه و میچائیل (نزدیک به یک) که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را در طاهونه (۰/۵۸) که نشان دهنده وضعیت بد می باشد را داشته است (شکل ۹).

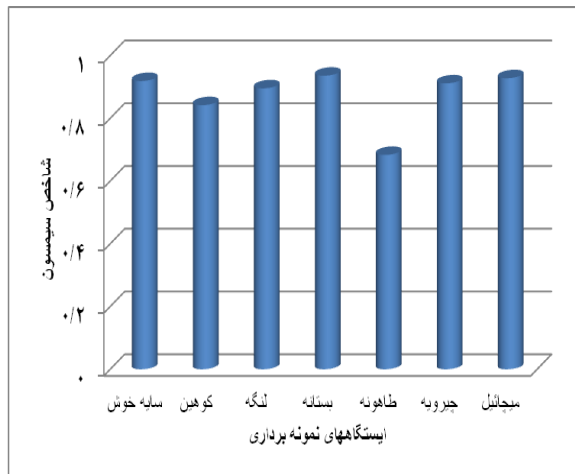
براساس پردازش داده های درصد پوششی گونه های هر سه گروه اصلی جلبکها در مجموع کل زمانها و هریک از مناطق نمونه برداری، در برنامه پرایمر، مشخص گردید که مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل بیشترین تعداد تاکسون، و منطقه سایه خوش کمترین تاکسون را در بر داشته اند. این درحالی است که بیشترین فراوانی مربوط به میچائیل و سپس لنگه، و کمترین فراوانی متعلق به منطقه سایه خوش می باشد. شاخص مارگالف بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و



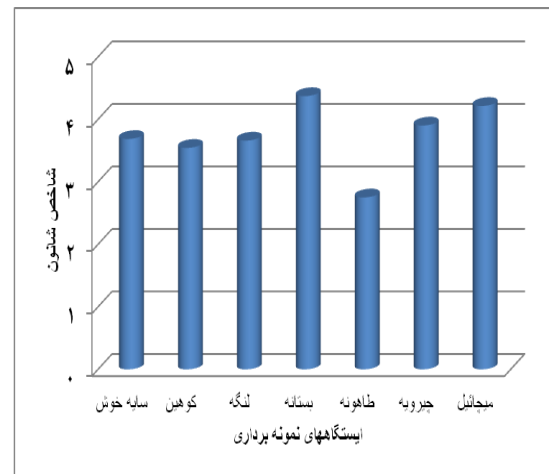
شکل ۹: مقایسه شاخص یکنواختی در مناطق مختلف نمونه برداری



شکل ۸: مقایسه شاخص مارگالف در مناطق مختلف نمونه برداری



شکل ۱۱: مقایسه شاخص سیمسون در مناطق مختلف نمونه برداری



شکل ۱۰: مقایسه شاخص شانون در مناطق مختلف نمونه برداری

($P=0.025$) و پنج و هفت ($P=0.005$) مشاهده شده است. همچنین شاخص سیمسون با میزان P-value کوچکتر از 0.05 ($P=0.007$) در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و بیشترین اختلاف مابین مناطق نمونه برداری یک و چهار ($P=0.03$)، دو و پنج ($P=0.006$)، سه و چهار ($P=0.029$)، پنج و شش ($P=0.019$) و پنج و هفت ($P=0.001$) مشاهده شده است

براساس آزمون One – Way – Manova (multi variate)، اختلاف بین گروه‌های مستقل بر روی بیش از یک متغیر وابسته پیوسته سنجش گردید. در آنالیز فاکتورهای محیطی و گروه‌های عمده جلبکی، مشخص گردید که میزان P-value بدست آمده از هر چهار روش آماری Wilks' lambda ، Pillai's trace ، Hotelling's trace و Roy's largest root، برابر با صفر بوده (مقدار $P < 0.05$)، که نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار و قوی بین مناطق نمونه برداری از لحاظ مقادیر فاکتورهای زیست محیطی و گروه‌های جلبکی می‌باشد.

در مقایسه مناطق از لحاظ میزان درصد پوششی جلبک‌های سبز، مشخص گردید که مناطق نمونه

شاخص شانون بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل ($H > 4$) که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را ظاهونه ($2/75$) ($H =$ که نشان دهنده وضعیت متوسط می‌باشد را داشته است (شکل ۱۰). و شاخص سیمسون بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و سپس میچائیل و سایه خوش (نزدیک عدد ۱) که نشان دهنده وضعیت بد، و کمترین میزان را ظاهونه ($0/68$) که نشان دهنده وضعیت متوسط می‌باشد را داشته است (شکل ۱۱). همچنین مقادیر شاخص‌های جمعیتی یکنواختی، شانون و سیمسون برای هر منطقه در هر یک از زمانهای نمونه برداری محاسبه گردید و سپس با آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف مابین مناطق نمونه برداری براساس شاخص‌های جمعیتی محاسبه گردید. با توجه به میزان P-value مشخص می‌شود که شاخص یکنواختی در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار ندارد. درحالیکه شاخص شانون ($P=0.01$) در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و بیشترین اختلاف مابین مناطق نمونه برداری یک و چهار ($P=0.003$)، یک و هفت ($P=0.024$)، سه و چهار ($P=0.027$)، پنج و چهار ($P=0.001$)، شش و چهار

شدگی است (Hayes, 2007). مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل بیشترین تعداد تاکسون (غنای گونه‌ای) richness، و منطقه سایه خوش کمترین تاکسون را در بر داشته اند. همچنین شاخص یکنواختی بیشترین مقدار خود را در منطقه نمونه برداری سایه خوش و سپس بستانه و میچائیل (نزدیک به یک) که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را در طاهونه (۰/۵۸) که نشان دهنده وضعیت بد می‌باشد را داشته است (شکل ۸). تنوع زیستی (Biological diversity) را می‌توان به روشهای متفاوتی کمی نمود. دو عامل اصلی که در این راه باید مورد سنجش قرار گیرند عبارتند از غنای گونه‌ای (richness) و یکنواختی (evenness). غنای گونه‌ای در حقیقت تعداد گونه‌های موجود در یک ناحیه خاص است. پس هر چه که تعداد گونه‌ها بیشتر باشد نمونه نیز غنی تر است. به همین لحاظ ارتباطی با جمعیت هر گونه ندارد و زیادی یا کمی جمعیت هر گونه فرقی ایجاد نمی کند و اهمیتی ندارد. ولی تنوع نه تنها بیانگر تعداد گونه هاست بلکه بیانگر یکنواختی هم است. یکنواختی نیز نشان می‌دهد (مقایسه می‌کند) که جمعیت هر گونه چقدر است (population size)؛ یعنی اینکه آیا تعداد جمعیت هر گونه برابر با تعداد جمعیت دیگر گونه‌ها است یا خیر. با این ترتیب هر قدر که جمعیت گونه‌ها به هم نزدیک تر باشد، میزان یکنواختی نیز زیاد می‌شود.

شاخص مارگالف بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را در سایه خوش و سپس کوهین که نشان دهنده وضعیت بد می‌باشد را داشته است (شکل ۷). این شاخص عمدتاً معرف غنای گونه‌ای یک اکوسیستم است و گویای وضعیت محیط از لحاظ شرایط مناسب زیست آنها می‌باشد، زیرا شرایط مطلوب محیطی موجب افزایش حضور گونه‌ها می‌شود.

برداری سه و دو (P=0.013)، سه و چهار (P=0.029)، سه و پنج (P=0.012) و سه و هفت (P=0.05) اختلاف معنی دار دارند. همچنین، میزان درصد پوششی جلبک‌های قهوه‌ای در بین مناطق نمونه برداری یک و هفت اختلاف معنی دار دارد (P=0.048). و براساس میزان درصد پوششی جلبک‌های قرمز، بین مناطق نمونه برداری یک و چهار (P=0.000)، یک و هفت (P=0.016)، دو و چهار (P=0.000)، دو و هفت (P=0.028)، سه و چهار (P=0.028)، پنج و چهار (P=0.000)، شش و چهار (P=0.006) و پنج و هفت (P=0.007) اختلاف معنی دار دارند. باتوجه به به بررسی نتایج به دست آمده از انجام آزمون آماری Manova در آنالیز جنس‌های مهم جلبکی، جهت تعیین اختلاف بین مناطق نمونه برداری (گروه‌های مستقل) از لحاظ میزان درصد پوششی جنس‌های مهم جلبکی (متغیرهای وابسته پیوسته)، نتایج قابل توجهی به شرح ذیل بدست آمد: میزان P-value (مقدار ۰/۰۵ P بدست آمده از هر چهار روش آماری Pillai's trace، Hotelling's trace، Wilks' lambda، Roy's largest root، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار و قوی بین مناطق نمونه برداری از لحاظ میزان درصد پوششی جنس‌های مهم جلبکی می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری: براساس نتایج بدست آمده، از بین ۷ منطقه نمونه برداری بررسی شده، مناطق نمونه برداری میچائیل و سپس بستانه دارای بیشترین تعداد گونه و سایه خوش و سپس طاهونه دارای کمترین تعداد گونه می‌باشند. دلیل تعداد گونه بالا در میچائیل و بستانه می‌تواند مناسب بودن ساحل آن از لحاظ بکر بودن و دور بودن از شهر، همچنین دارا بودن پهنه‌ی گسترده‌ی سنگی با شیب بسیار ملایم و حوضچه‌های کشندی فراوان در تمامی نواحی پهنه‌ی جزر و مدی باشد که بهترین مکان برای فرار از عواملی چون خشک

اندک است، ممکن است که نتیجه حاصله گمراه کننده باشد؛ بدین صورت که مناطقی که دارای تنوع کمی اند، ممکن شاخص آنها بیشتر شود که خلاف واقعیت در طبیعت است، که این حالت در سایه خوش مشهود است. میزان آن بین یک و صفر است و یک بیانگر تعداد نامحدود گونه و صفر بدون تنوع است. میزان این شاخص نیز بین صفر و یک است ولی هر چه که بیشتر باشد میزان تنوع نمونه نیز بیشتر خواهد بود. این وضعیت قابل فهم تر است؛ لذا چنین فرض می شود که اگر دو فرد به صورت تصادفی از یک نمونه برداشته شوند، احتمال تعلق آنها به گونه‌های متفاوت وجود دارد. به عبارت دیگر، تعداد جمعیت گونه‌ها به یکدیگر نزدیک است (یکنواختی بالا). این شاخص‌ها (شانون و سیمسون) وضعیت و کیفیت سیستم‌های اکولوژیک را نشان می‌دهند. اگر مقدار تراکم گونه‌ها بیشتر نزدیک به هم باشد یعنی محیط سالم تر بوده و آشفتگی کمتری وجود دارد. پس به این ترتیب می توان گفت که مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل دارای فراوانی گونه‌ای یکنواخت تر بوده است که آن هم به دلیل بکر بودن میچائیل و پهنه وسیع با شیب ملایم و حوضچه‌های بین جزر و مدی فراوان بستانه می‌باشد. همچنین وضعیت ناسالم طاهونه به دلیل وضعیت بستر و... می‌باشد.

براساس شاخص‌های مارگالف و غنای گونه‌ای (richness) سایه خوش وضعیت بد را نشان داده است که با میزان آلودگی مواد مغذی، کدورت و... مطابقت دارد، و براساس مشاهدات بدست آمده، ناحیه پایین دست این منطقه نمونه برداری گلی بود، کدورت بسیار بالایی داشت (Alavian, 1393). و این در حالی است که مقادیر شاخص‌های جمعیتی یکنواختی و سیمسون وضعیت خوب را برای سایه خوش مشخص می‌کند. که این امر نشان دهنده ضعف شاخص‌ها می‌باشد که به

به همین لحاظ امکان مقایسه بین مطلوبیت زیستگاه‌های مختلف از طریق آن وجود دارد ولی عیب آن در این است که نحوه توزیع جمعیت افراد در بین گونه‌ها را نشان نمی‌دهد. بدین علت از شاخص‌های دیگری مانند شانون استفاده می‌شود. شاخص شانون بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و میچائیل ($H' > 4$) که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را طاهونه ($H' = 2/75$) که نشان دهنده وضعیت متوسط می‌باشد را داشته است (شکل ۹). دامنه تغییرات آن بین ۱ و معمولاً ۵/۳ است. اگر در نمونه‌ها تنها یک گونه حضور داشته باشد این شاخص برابر صفر خواهد بود و حداکثر آن زمانی است که هر فرد متعلق به یک گونه باشد. مزیت آن در این است که تعداد گونه‌ها همراه با جمعیت آنها در نظر می‌گیرد (یکنواختی). در محیط‌های آلوده یا تحت استرس، میزان آن کاهش می‌یابد زیرا که تعداد گونه‌ها کم شده و یا جمعیت برخی گونه‌ها کاهش (گونه‌های کم مقاوم) می‌یابد و برعکس، جمعیت گونه‌های مقاوم زیاد می‌شود. همین امر باعث می‌شود تا یکنواختی توزیع جمعیت گونه‌ای بهم خورده و شاخص کاهش یابد. با این ترتیب، میزان شاخص شانون بین صفر تا حدود ۳ برای محیط‌های کاملاً آلوده تا محیط‌های سالم در نظر گرفته می‌شود.

شاخص سیمسون بیشترین مقدار خود را در مناطق نمونه برداری بستانه و سپس میچائیل و سایه خوش (نزدیک عدد ۱) که نشان دهنده وضعیت خوب، و کمترین میزان را طاهونه (۰/۶۸) که نشان دهنده وضعیت متوسط می‌باشد را داشته است (شکل ۱۰). در علم اکولوژی شاخص تنوع سیمپسون اغلب جهت کمی کردن تنوع در یک زیستگاه بکار می‌رود و در حقیقت بیانگر غالبیت (Dominance) است. به هنگام استفاده از این شاخص برای نمونه‌هایی که تعداد گونه‌ها

این منطقه می‌باشد و باعث ایجاد اغتشاش و بهم ریختگی محیط می‌گردند. در خصوص منطقه نمونه برداری طاهونه که کمترین درصد پوششی جلبک‌های سبز را دارا بوده است، همانطور که ذکر گردید منطقه‌ی پایین دست این منطقه نمونه برداری گلی بود و پوشش جلبکی کاملاً محدودی داشت. علاوه بر آن این منطقه نمونه برداری دارای کدورت آب بسیار بالایی بود (Alavian, 1393). کدورت بالای آب باعث می‌شود که نور مناسب برای فتوسنتز جلبک‌ها در اختیار آن‌ها قرار نگیرد و در نتیجه تراکم را کاهش می‌دهد. به طور کلی در سواحل سنگی به دلیل نبودن و یا کمی ماسه و گل آب از شفافیت بیشتری برخوردار است در نتیجه نور براحتی در آب وارد شده و رویش جلبکی مناسب است (Shahidi, 1386)، اما در سواحل گلی کدورت آب یکی از عوامل محدود کننده‌ی رویش جلبک‌هاست که می‌توان همین عامل را دلیل کاهش تراکم را در این ناحیه دانست. وجود بسترهای سخت و سنگی در سواحل جزر و مدی از عوامل اساسی و موثر بر پراکنش و حضور گونه‌های مختلف جلبکی است. سواحل گلی به دلیل غیر ثابت بودن بستر و نبود تکیه گاه مناسب و فرصت کافی برای رشد جلبک‌ها به بستر، تعداد گونه‌های جلبکی کمی قادر به رشد در این نواحی بوده و تراکم کاهش می‌یابد. اما عامل دیگر این بود که گونه‌ی غالب جانوری که در این جا مشاهده می‌شد توتیا بود. به طور کلی برخی از جانوران ناحیه‌ی جزر و مدی مانند انواع شکم پایان، دو کفه‌ای‌ها، خرچنگ‌ها، توتیاها و انواع گیاه خواران از جلبک‌ها تغذیه می‌کنند. بنابراین رابطه‌ی تنگاتنگی بین این موجودات و فراوانی جلبک‌ها وجود دارد. توتیاها از معمول ترین چرا کننده‌های جلبک‌های دریایی هستند (Castro and Huber, 2008). به طوری که حذف توتیاها از محیط

تنهایی قادر به تفسیر وضعیت واقعی اکوسیستم نمی‌باشند. در خصوص مقایسه تغییرات درصد پوششی سه گروه عمده جلبکی در مناطق مختلف نمونه برداری، براساس نتایج بدست آمده، منطقه نمونه برداری لنگه بیشترین درصد پوششی و طاهونه کمترین درصد پوششی مجموع گونه‌های سبز را داشته است (شکل ۲). با توجه به مقدار $P < 0/05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های سبز در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و بیشتر این اختلاف مابین منطقه نمونه برداری بندرلنگه و مابقی مناطق می‌باشد. دلیل تراکم و فراوانی بالای جلبک‌های سبز در این ساحل وجود مواد مغذی زیاد همانند فسفر و نیتروژن باشد که برای رشد و نمو آن‌ها بسیار ضروری و مفید است (Debore et al, 1989) می‌باشد. مواد غذایی فراوان و همیشگی و کاهش شدت عمل موج می‌تواند ساختار جوامع ماکرو جلبک‌ها را از حالت غالب دائمی تغییر داده و باعث افزایش گونه‌های فرصت طلب به خصوص جلبک‌های سبز شود (Kraufvelin et al, 2009). در نتیجه می‌توان گفت احتمالاً این ساحل تحت تأثیر آلاینده‌های فاضلابی است که حاوی مقادیر از مواد مغذی است و باعث افزایش تراکم جلبک‌های سبز گردیده است. از طرفی می‌توان به ورود فاضلاب به منطقه نمونه برداری لنگه از طرف سرخانه و کارخانه عمل آوری ماهیان اشاره نمود که پساب وارده حاوی مقادیر بالایی از مواد مغذی است که خود موجب رشد لایه‌های جلبکی بر روی سنگ‌های بستر می‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز فاکتورها و آلودگی‌های زیست محیطی مشخص گردید که در منطقه بندرلنگه کمترین میزان شوری (Alavian, 1393). کمترین میزان پهاش (Alavian, 1393). و بیشترین میزان نترات کل (شکل ۱) دارا بوده ایم، که به دلیل فاضلابهای خروجی

طاهونه کمترین درصد پوششی مجموع گونه‌های قرمز را داشته است (شکل ۵). و با توجه به مقدار $P < 0/05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های قرمز در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و این اختلاف مابین منطقه نمونه برداریهای ۴ و ۷ با مابقی منطقه نمونه برداریها می‌باشد. با توجه میزان دمای بالاتر بستانه نسبت به مناطق دیگر نمونه برداری (Alavian, 1393). که شرایط مساعدتری را برای رشد و نمو گونه‌های قرمز فراهم می‌نماید و به واسطه مناسب بودن این منطقه از لحاظ شیب ملایم و پهناور بودن و بستر کاملاً سنگی در منطقه پایین دست این منطقه نمونه برداری دانست که نسبت به منطقه نمونه برداریهای دیگر از دصد پوششی بیشتر جلبک‌های قرمز بهره مند است.

با توجه به موارد ارائه شده مشخص می‌گردد که بطور میانگین میزان تعداد گونه، تراکم (درصد پوششی) و گونه‌های تمامی جلبک‌های ماکروسکوپی از شرق مناطق نمونه برداری (سایه خوش) به سمت غرب (میچائیل) روند افزایشی داشته است. همچنین با بررسی نتایج بدست آمده از فاکتورهای زیست محیطی و آلودگیها، مشخص گردید که علاوه بر این میزان دما اختلاف معنی داری را در بین مناطق نمونه برداری نشان نمی‌دهد ($P > 0/05$)، ولی تقریباً از سمت شرق به غرب سیر نزولی داشته و کاهش دما را از شرق به غرب داشته ایم (Alavian, 1393). نشان می‌دهد کاهش دما و معتدل بودن شرایط مناسبی برای رشد و نمو جلبکها می‌باشد. میزان شوری اختلاف معنی داری را در بین مناطق نمونه برداری نشان می‌دهد ($P < 0/05$)، که این اختلاف بیشتر بین بندر لنگه و مابقی مناطق نمونه برداری قابل تشخیص است، و تقریباً از سمت شرق به غرب سیر صعودی داشته (Alavian, 1393). با توجه به

باعث افزایش پوشش ماکرو جلبکی می‌گردد و جلبک‌های ماکروسکوپی دائمی جایگزین می‌گردند (Tanio, 2010). در نتیجه احتمالاً یکی دیگر از عوامل کاهش تراکم در این منطقه نمونه برداری را می‌توان به علت حضور فراوان توتیا دانست.

درخصوص جلبک‌های قهوه‌ای، براساس نتایج بدست آمده، منطقه نمونه برداری میچائیل بیشترین درصد پوششی و سایه خوش کمترین درصد پوششی مجموع گونه‌های قهوه‌ای را داشته است (شکل ۴). و با توجه به مقدار $P < 0/05$ حاصل آنالیز واریانس یک طرفه، مشخص می‌شود که میزان درصد پوششی گروه جلبک‌های قهوه‌ای در مناطق نمونه برداری اختلاف معنی دار دارد. و این اختلاف مابین منطقه نمونه برداریهای (۳ و ۶)، (۶ و ۷)، و منطقه نمونه برداری ۱ با مابقی منطقه نمونه برداریها می‌باشد. با توجه به شوری بالا، کدورت و میزان مواد مغذی کم منطقه میچائیل و به واسطه مناسب بودن این منطقه از لحاظ شیب ملایم و پهناور بودن و همچنین به لحاظ بکر بودن این منطقه نمونه برداری و وجود گودال‌های آبی در منطقه میان دست و بستر کاملاً سنگی در منطقه پایین دست این منطقه نمونه برداری دانست که نسبت به منطقه نمونه برداریهای دیگر از درصد پوششی بیشتر جلبک‌های قهوه‌ای بهره مند است. همچنین پس از بررسی همبستگی پیرسون مابین گروه‌های جلبکی و پارامترهای زیست محیطی، مشاهده گردید که، بین میزان گروه جلبک‌های قهوه‌ای (فتوفیتا) و میزان کدورت همبستگی معنی دار منفی وجود دارد (مقدار $P < 0/05$)، بطوریکه با کاهش میزان کدورت بر تراکم گونه‌های قهوه‌ای که شاخص محیط‌های سالم و پاک هستند، افزوده می‌گردد.

درخصوص جلبک‌های قرمز، براساس نتایج بدست آمده، منطقه نمونه برداری بستانه بیشترین درصد پوششی و

همچنین میزان درصد پوشششی (فراوانی) گونه‌های جلبکی می‌تواند با حضور جانوران چراکننده همانند اورکین‌ها در ارتباط باشد (Castro and Huber, 2008)، که در این مطالعه در مناطقی که از لحاظ درصد پوششی در رده پایین تری قرار داشتند، فراوانی اورکین‌های دریایی بیشتر مشاهده گردیده است.

با بررسی نتایج به دست آمده از میزان مواد مغذی و کلروفیل، مشخص گردید که میزان فسفات کل و کلروفیل اختلاف معنی داری در بین مناطق نمونه برداری نداشته‌اند ($P > 0.05$)، در حالی که میزان نیترات کل در بین مناطق نمونه برداری اختلاف معنی داری داشته است ($P > 0.05$)، که بیشترین اختلاف بین بندرلنگه و چیرویه مشاهده می‌گردد. ولی در کل، میزان مواد مغذی و میزان کلروفیل از شرق به سمت غرب مناطق نمونه برداری روند نزولی داشته است (شکل‌های ۱ و ۲)، که این روند دقیقاً "عکس روند میزان تعداد گونه و تراکم (درصد پوششی) می‌باشد. میزان فسفات کل در سایه خوش، کوهین و لنگه و میزان نیترات کل و کلروفیل در لنگه بیشترین میزان را دارا بوده‌اند که دلایل آن، نوع بستر و فاضلاب‌های ورودی می‌باشد، که باعث افزایش مواد مغذی، کلروفیل و کدورت و اسیدی شدن آب‌های ساحلی می‌گردد. این نتایج نشان می‌دهد که هرچه محیط تمیزتر و عاری از آلودگی مواد مغذی باشد، تعداد گونه و تراکم (درصد پوششی) گونه‌های نشانگر محیط‌های سالم بیشتر خواهد شد. در مطالعاتی که شیفر و همکارانش (Scheffer et al., 1993)، انجام داده‌اند، دو وضعیت را در دریاچه‌ها شناسایی نموده‌اند، یکی ساختار دست نخورده الیگوتروفی، با آبی تمیز و پاکیزه، و دیگری ساختار تخریب شده یوتروفی، با کدورت بالا و فراوانی حضور فیتوپلانکتونها (کلروفیل).

اینکه فاضلاب‌های خروجی در نواحی شرق مناطق نمونه برداری به ویژه بندرلنگه، باعث کاهش میزان شوری می‌گردند، شرایط زیستی را برای رشد و نمو جلبکه نامساعدتر می‌کنند، که این مورد در مورد مناطق غربی تر کاملاً برعکس است و میزان شوری بیشتر شرایط مناسب تر را ایجاد می‌کند. میزان اکسیژن محلول نیز در بین مناطق نمونه برداری اختلاف معنی داری را نشان می‌دهد، و تقریباً از سمت شرق به غرب استان سیر صعودی داشته (Alavian, 1393). میزان اکسیژن بالا شرایط محیط پاک و سالم را نشان می‌دهد شرایط مناسبی برای رشد و نمو جلبکها می‌باشد. میزان پ هاش نیز اختلاف معنی داری را در بین مناطق نمونه برداری نشان نمی‌دهد ($P > 0.05$)، ولی تقریباً از سمت شرق به غرب سیر صعودی داشته (Alavian, 1393). با توجه به فاضلاب‌های خروجی شرق مناطق نمونه برداری که باعث کاهش اسیدیته محیط دریایی می‌شود و بلعکس دور بودن غرب مناطق نمونه برداری از صنایع و منابع آلاینده از اسیدی بودن آب کاسته می‌شود که شرایط مناسبی برای رشد و نمو جلبکها می‌باشد. میزان پ هاش در بندرلنگه به دلیل فاضلابها از بقیه مناطق کمتر می‌باشد و محیط اسیدی تر است (Alavian, 1393). این درحالی است که بیشترین اختلاف معنی دار را در بین مناطق نمونه برداری از لحاظ میزان کدورت داریم ($P < 0.05$)، و بطور کاملاً مشهودی کدورت از سمت شرق به غرب سیر نزولی داشته است (Alavian, 1393). کدورت بالا باعث کاهش میزان نفوذ نور، کاهش میزان اکسیژن و... می‌گردد که باعث کاهش تنوع و تراکم جلبکها می‌گردد. عواملی همچون، نور، غذا، میزان رسوب گذاری و کدورت از عوامل تاثیر گذار بر میزان توده زنده و درصد پوشششی (فراوانی) گونه‌های جلبکی می‌باشند (Prathep, 2005).

منابع

- Alavian, Zahra. 1377. Determination of the Ecological Status of Seaweeds in Kish Island shore. Ms Teze. Tarbiat modarres univercity, Tehran.
- Alavian, Zahra. 1386. Determination of the Ecological Status of Seaweeds and interaction with environmental factors in Hormozgan Province. Marine division, Department of environment, Tehran.
- Alavian, Zahra. 1393. Ecological Models and GIS Maps of Macroalgae, as Bioindicator for Ecological Status of Hormozgan Rocky Shores. Phd Teze. Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.
- Andrew, N.L. 1987. Sampling and the Description of Spatial Patter in Marine Ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 25, 39-90.
- Basson P. 1992. Checklist of marine algae of the Arabian Gulf. *J Univ Kuwait (Sci)* 9: 217-230.
- Børgesen, F. 1939: Marine algae from the Iranian Gulf. In: Danish Scientific Investigation in Iran Jesen, K. & Sparck, R. (eds): 42 – 141 Copenhagen, Einar Munksgaard.
- Castro, P. , Hubber, M. E. . 2008. Marine biology. 7th. Ed. McGraw-Hill. 460 p .
- Deboer, J.A., H.J. Guigigli, T.L. Israle, and C.F.D. Elia. 1978. Nutritional studies on two red algae; Growth rate as a function of nitrogen source and concentration. *J. Phycol.* 14: 261-266.
- Hayes, C. 2007. Vertical Distribution of Algal Species in Intertidal Zones, 33-49, Cross sections | Volume III 2007
- Kraufvelin, P, Lindholm, A., Pedersen, M., Kirkerud, L., Bonsdorff, E. 2009. Biomass, diversity and production of rocky shore macroalgae at two nutrient enrichment and wave action levels. *Mar Biol.* 157: 29–47.
- LITTLER, M.M., LITTLER, D.S. & TAYLOR, P.R., 1983. Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: macroalgae. *Journal of Phycology*, 19 (2): 229-23
- MOOPAM. 2009. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment
- Nizamuddin M, Gessner F. 1970. The marine algae of the northern part of the Arabian Sea and of the Persian Gulf. "Meteor" *Forschungsergebnisse, Reise D, Biol* 6: 1-42.
- Orfanidis, S., Panajotidis, P. Stamatis, N. 2001 . Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Medit. Marine Sci.* , 2(2): 45-65 .
- Prathep, A. . 2005. Spatial and Temporal Variations in Diversity and Percentage Cover of Macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province. Thailand. *ScienceAsia*. 225-233 .
- SCHEFFER, M., A. H. BAKEMA, AND F. G. WORTELBOER. 1993. A simulation model of the dynamics of sub-merged plants. *Aquat. Bot.* 45: 341–356.
- Shahidi, S. 1386. Determining of poisoning elemente in Seaweeds of Bushehr Province intertidal zone. Ms Teze. Azad univercity, Tehran Shomal Branch.
- Sohrabipour, J. and Rabii, R., 1996. New records of algae for Persian Gulf and flora of Iran. *Iranian Journal of Botany*, 7(1): 95-115.
- Sohrabipour, J. and Rabii, R., 1999. A list of marine algae of sea shores of the Persian Gulf and Oman Sea in the Hurmozgan Province. *Iranian Journal of Botany*, 8(1): 131-162.
- Sohrabipour, J. & Rabiei, R. 2008. Rhodophyta of Oman Gulf (South East of Iran). *Iranian Journal of Botany*. 14 (1): 70-74. Tehran.

Determination of the Ecological Status of Rocky Shores of Hormozgan Province through Ecological study of seaweeds

Zahra alavian¹, Hosain riahi, Rezvan Musavi Nadushan, Behrooz reisi
Seyed Mohammad Reza Fatemi*

1. Marine division, Department of environment, Tehran, Iran
2. Department of ology, Science Branch, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Department of Marine Biology, Tehran shomal Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Department of Mathematic, Shahed University, Tehran, Iran
5. Department of Marine Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Sampling was done from March 2012 until January 2013 from 7 locations. In this study, a total of 75 species of seaweeds (macroalgae) were identified, 17 of which were green algal species from 9 genera and 6 families; 18 were brown algal species from 7 genera and 4 families; and 40 species were red algae from 18 genera and 11 families. Sampling determined that Lengeh harbor, with 6 species, had the lowest diversity of green algae. Brown algae species diversity at Michael's location was the highest with 10 species each; and Tahooneh had the lowest amount of species diversity with 5 species. Red algae species diversity at Michael's location was the highest with 28 species, and Sayeh Khosh had the lowest diversity with 13 species. The coverage data of macroalgae and the Ecological Evaluation Index indicated a high level of eutrophication for Sayeh Khosh, and Bostaneh. They are classified as zones with a bad and poor ecological status. It was proven that concentrations of biogenic elements and phytoplankton blooming were higher in these zones. The best values of the estimated metrics at Tahooneh and Michael's could be explained with the good ecological conditions in those zones and the absence of pollution sources close to that transect. The values of the abundance of macroalgae and the Ecological Evaluation Index indicate moderate ecological conditions for Koochin, Lengeh and Chirooieh.

Keywords: Ecological Statuses, species diversity, Hormozgan, green algae, brown algae, red algae, Rocky shore

Figure 1: The map of sampling zones, at the shores of Hormozgan Province, in The Strait of Hormuz.

Figure 2: The amount of Total Phosphate in the whole time and each sampling zone (gr/l)

Figure 3: The amount of Total Nitrate in the whole time and each sampling zone (gr/l)

Figure 4: The amount of Chlorophyll a in the whole time and each sampling zone (gr/l)

Figure 5: Different of Percentage correlation of Green Algae abundance in the whole time and each sampling zone.

*Corresponding author, E-mail: reza_fatemi@hotmail.com

Figure 6: Different of Percentage correlation of Brown Algae abundance in the whole time and each sampling zone.

Figure 7: Different of Percentage correlation of Red Algae abundance in the whole time and each sampling zone.

Figure 8: Different of Margalef Index in the sampling location

Figure 9: Different of Evennes Index in the sampling location

Figure 10: Different of Shanon Index in the sampling location

Figure 11: Different of Simpson Index in the sampling location