بررسی پراکنش و تنوع مرجان‌های سخت (Hard corals) در خلیج چابهار (دریای عمان)

- **مهران لقمانی***: گروه زیست‌شناسی دریا،دانشکده علوم دریایی،دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
- **پروین صادقی**: گروه زیست‌شناسی دریا،دانشکده علوم دریایی،دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۳

چکیده

جهت مطالعه پراکنش و تنوع مرجان‌های سخت خلیج چابهار پس از مطالعات اولیه و با عملیات میدانی در سال ۱۳۸۷، چهار نقطه به‌عنوان ایستگاه در خلیج انتخاب گردید. با استفاده از روش ترانسکت خطی، اطلاعات از محدوده عمقی ۳-۲ متر و ۸-۵ متر جمع‌آوری شد. شکل سواحل در خلیج اکثراً از نوع شنی و شنی-گلی بوده و بستر صخره‌ای که حضور مرجان‌ها در آن‌جا مشاهده شد بخش جنوب‌شرقی آن بود. پس از نمونه‌برداری ۲۰ گونه از ۹ خانواده شناسایی شد که به‌جز ایستگاه تیس که ٤ گونه در آن ثبت شد، اکثریت گونه‌ها در سایر ایستگاه‌ها دیده شدند. خانواده Faviidae، بیش‌ترین تعداد گونه را دارا بود که در ایستگاه لیپار پوشش بالایی را داشتند. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه در محدوده عمقی ۳-۲ متر میان ایستگاه‌های شهید بهشتی و لیپار از نظر میزان پوشش گونه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). ولی در محدوده عمق ۸-۵ متر، ایستگاه‌ها فاقد اخلاف معنی‌داری بودند. شاخص تنوع شانون، سیمپسون و ترازی‌هیل برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه شد. بیش‌ترین میزان تنوع در عمق ۳-۲ متر در ایستگاه هتل لیپار و در عمق ۸-۵ متر در ایستگاه شهید بهشتی دیده شد. شاخص‌های تنوع اختلاف معنی‌داری در دو دامنه عمقی نشان ندادند ($P>0/05$). سنگفرش‌های مرجانی در خلیج چابهار با وجودی که در مقایسه با بسیاری از مناطق مرجانی خلیج فارس از وسعت کمی برخوردارند ولی دارای گونه‌های متنوعی بوده، که نشان از مناسب بودن شرایط اکولوژیکی خلیج برای رشد گونه‌های مختلف بوده که متاسفانه با گسترش فعالیت‌های انسانی زیستگاه‌های آن‌ها به تدریج در حال نابودی است.

کلمات کلیدی: خلیج چابهار، مرجان‌های سخت، تنوع زیستی، دریای عمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: loghmani_com.yahoo@mehran

مقدمه

آبسنگ‌های مرجانی حدود یک ششم خطوط ساحلی دریایی دنیا را دربر می‌گیرند و حاوی جوامع گیاهی و جانوری متعددی می‌باشند (Birkeland، ۱۹۹۷).

صید بی‌رویه، کشاورزی و از میان رفتن جنگل‌ها و شهرنشینی باعث بار زیاد رسوبات و سایر آلاینده‌ها در آب‌های ساحلی شده که یوتروفیکاسیون وسیع و فرسایش زیستگاه‌های بارور را به‌دنبال دارد. با تخریب آبسنگ‌های مرجانی، شالوده بسیاری از جوامع ساحلی تحت‌الشعاع قرار گرفته و صنعت گردشگری در کشورهای در حال توسعه استوایی را به نابودی خواهد کشاند (Wilkinson، ۲۰۰۴). شش فاکتور اصلی فیزیکی باعث محدود شدن توسعه مرجان‌ها در مناطق مختلف می‌شود که عبارتند از: دما، نور، عمق، شوری، رسوب‌گذاری و قرار گرفتن در معرض هوا. دمای بهینه برای توسعه آبسنگ‌های مرجانی ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اگرچه برخی مرجان‌ها می‌توانند دماهای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و ۴۰-۳۶ درجه سانتی‌گراد را هم تحمل کنند. در اعماق بالاتر از ۷۰-۵۰ متر آبسنگ‌های مرجانی قادر به توسعه و تشکیل نیستند و اغلب آن‌ها در عمق ۲۵ متر یا کم‌تر تشکیل می‌شوند. همین مطلب توضیحی است برای حضور مرجان‌ها در مناطق حاشیه‌ای قارّه‌ها و جزایر، نور نیز باید موجود باشد تا زوگزانتلا همزیست مرجان بتواند فتوسنتز انجام دهد (Nybakken، ۲۰۰۴).

طبق تقسیم‌بندی Newell (۱۹۷۱) آبسنگ‌های مرجانی جهان به دو منطقه اطلس و هند- آرام محدود می‌شوند که بیش‌ترین تراکم و تنوع مرجان در ناحیه هند- آرام در جزایر فیلیپین، مجمع الجزایر اندونزی، گینه جدید و شمال شرق استرالیا می‌باشد. در سرتاسر این ناحیه تاکنون حدود ۸۰ جنس و ۷۰۰ گونه گزارش شده است که حاکی از تنوع بسیار زیاد مرجان در این ناحیه است.

در اقیانوس اطلس وضع متفاوت بوده و فقط حدود ۳۶ جنس و ۶۲ گونه مشاهده گردیده است. جنس‌های غالب در هر دو ناحیه مرجان‌های شاخ گوزنی(Acropora) بوده که دارای ۲۰۰ گونه در اقیانوس آرام و فقط ۳ گونه در اقیانوس اطلس است. از دیگر جنس‌های مهم می‌توان *Pocillopora* و پاونا *Pavona* و گونیوپورا *Goniopora* را اشاره کرد که در اقیانوس اطلس یافت نمی‌شوند. بیش‌تر جنس‌های یاد شده در مناطق مرجانی ایران یافت می‌شوند (Newell، ۱۹۷۱).

آبسنگ‌های مرجانی خلیج فارس در شرایط بسیار سخت اکولوژیکی از لحاظ دما، شوری و کدورت قرار دارند. مرجان‌ها در این منطقه در شرایطی قادر به ادامه حیات هستند که دمای آب در برخی موارد ممکن است به پایین‌تر از ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و در فصل تابستان از ۴۰ درجه هم فراتر رود (Coles و Fadlallah، ۱۹۹۱).

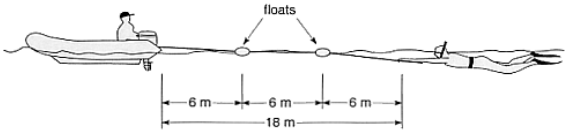
به‌دلیل قرار گرفتن سواحل استان سیستان و بلوچستان در مجاورت اقیانوس هند، محدوده آبی این استان دارای فون آبزیان اقیانوسی بوده و به‌دلیل نحوه حرکت جریان‌های آب در خلیج عمان احتمالاً سواحل ایرانی خلیج عمان محل اصلی تأمین لارو مرجان در کشور عمان و خلیج فارس می‌باشد. لذا شناخت فون مرجان‌های این منطقه باعث شناخت نواحی هم‌جوار می‌شود. خلیج چابهار در جنوب‌شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. این خلیج به‌عنوان یک محیط آبی نیمه بسته، هم تحت تأثیر محیط و عوامل خشکی و هم تحت تأثیر محیط و عوامل دریایی قرار دارد. وسعت خلیج ۳۲۰ کیلومتر مربع و عمق متوسط آن ۶ متر و عمیق‌ترین قسمت در دهانه بوده که حدود ۲۰ متر است. خلیج چابهار یک محیط رسوبی مختلط است که هم رسوبات آواری و هم رسوبات کربناته (مرجان، صدف نرم‌تنان، خارپوستان و غیره) در آن، در حال تشکیل هستند. اکثر رسوبات خلیج از نوع آواری بوده که حاصل فرسایش تشکیلات زمین‌شناختی اطراف خلیج است (زرشناس، ۱۳۶۷).

درحالی‌که اطلاعات کمّی مطلوبی در مورد جمعیت‌های مرجانی بخش جنوبی خلیج فارس موجود است، اما اطّلاعات اندکی راجع به مرجان‌های بخش ایرانی خلیج فارس و به‌خصوص بخش ایرانی خلیج عمان موجود می‌باشد.

مواد و روش‌ها

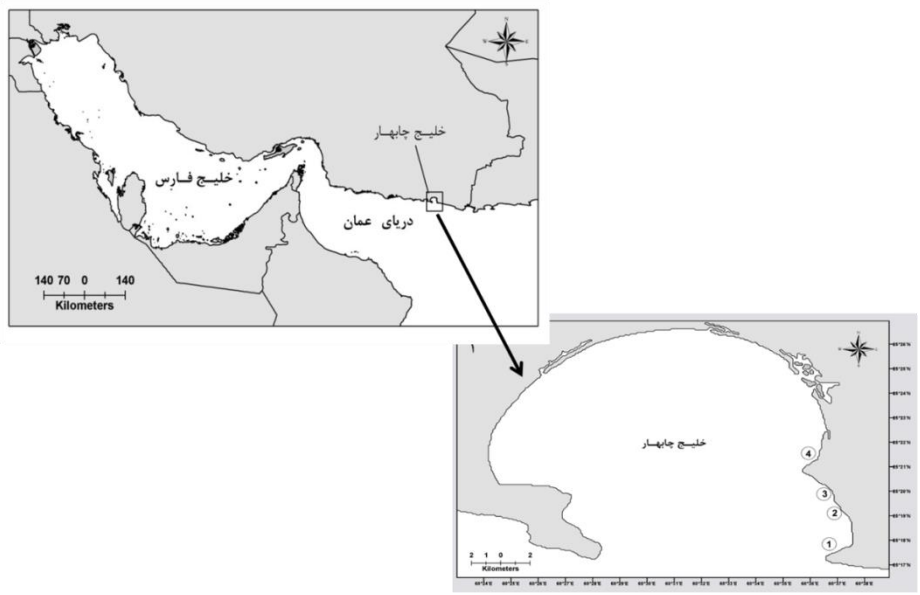
خلیج چابهار با طول جغرافیایی "۲۵'۳۰°۶۰ و "۳۲'۴۵°۶۰ و عرض جغرافیایی "۱۷'۱۵°۲۵ و "۰۸'۲۶°۲۵ در جنوب‌شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان قرار دارد (شکل ۲). پیش از شروع عملیات میدانی در سال ۱۳۸۷ اطلاعات موجود درباره خلیج چابهار شامل مطالعات قبلی، نقشه‌های دریایی، نقشه‌های آب و هوا، جدول جزر و مد روزانه مربوط به روزهای نمونه‌برداری و اطلاعات محلی در حد امکان جمع‌آوری شد. سپس تعیین نقاط مرجانی (Site selection) در آب‌های اطراف خلیج چابهار به‌کمک دو روش مانتاتو (Manta Tow) (شکل ۱) و شنای تصادفی

(Random Swimming) انجام گرفت.



شکل ۱: روش مانتاتو که برای تعیین نقاط مرجانی منطقه خلیج چابهار استفاده شد

در نهایت پس از بررسی‌های اولیه و عملیات میدانی، ۴ ایستگاه به‌عنوان نقاط مرجانی در خلیج شناسایی گردید (جدول ۱) که شامل: ایستگاه اول: اسکله شهید بهشتی، ایستگاه دوم: دانشگاه علوم دریایی چابهار، ایستگاه سوم: هتل لیپار و ایستگاه چهارم: اسکله تیس می‌باشند که موقعیت هر ایستگاه در خلیج در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: موقعیت خلیج چابهار در دریای عمان و موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در منطقه خلیج چابهار

۱: اسکله شهید بهشتی، ۲: دانشگاه علوم دریایی، ۳: هتل لیپار، ۴: اسکله تیس

جدول۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در خلیج چابهار

نام ایستگاه	عرض شمالی	طول شرقی
اول (شهید بهشتی)	۲۵° ۱۷` ۱۶"	۶۰° ۳۶` ۳۳"
دوم(دانشگاه دریانوردی)	۲۵ ° ۱۶` ۶۲"	۶۰ ° ۳۶` ۹۰"
سوم (هتل لیپار)	۲۵°۱۹ ´۰۶ "	۶۰°۳۷ ´۱۵ "
چهارم (تیس)	۲۵ ° ۱۷` ۷۱"	۶۰ ° ۳۷` ۱۷"

برای بررسی کمی تراکم و میزان پوشش مرجان‌ها از روش LIT (Line Intercept Transect) استفاده شد (Hill و Wilkinson، ۲۰۰۴؛ English و همکاران، ۱۹۹۷؛ Muddy، ۱۹۹۱؛ Loya، ۱۹۷۸)1978). در هر ایستگاه دو محدوده عمقی ۳-۲ متر و ۸-۵ متر انتخاب و در هر عمق ۳ ترانسکت به طول ۲۰ متر بررسی گردید (Edward، ۲۰۰۵؛ English و همکاران، ۱۹۹۷). ترانسکت‌ها به‌موازات ساحل در بستر دریا توسط عملیات غواصی نصب و موجودات کفزی زیر ترانسکت تا حد سانتی‌متر بررسی شدند. اطلاعات ثبت شده شامل: درصد پوشش جوامع کفزی شامل مرجان‌های سخت[۱](HC)، مرجان‌های نرم[۲](SC)، مرجان‌های مرده[۳](DC)، جلبک‌ها[۴](Al)، و عوامل غیرزیستی شامل ماسه[۵](SD)، خرده و تکه‌های مرجانی[۶](Rb)، اسفنج[۷](SP)، صخره[۸](RCK)، سیلت[۹](SI)، جلبک شاخص مواد مغذی[۱۰] (NIA)

[1] Hard Corals
[2] Soft corals
[3] Dead Corals
[4] Algae
[5] Sand
[6] Rubble
[7] Sponge
[8] Rock
[9] Silt
[10] Nutrient Index Algae

و سایر موجودات[1](OF) از جمله نرم‌تنان، آب‌فشان‌ها، شقایق‌های دریایی بود. در این روش می‌توان از اطلاعات کلی تا اطلاعات جزئی‌تر از قبیل شکل رشد کلونی تا خانواده، جنس و گونه را ثبت کرد. نمونه‌هایی از مرجان‌های سخت پس از تهیه فیلم و عکس، جمع‌آوری و برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه انتقال یافت. در آزمایشگاه نمونه‌ها زیرمیکروسکوپ و با کلیدهای معمول شناسایی شامل Veron (۲۰۰۰) و Claereboudt (۲۰۰۶) در حد جنس و گونه شناسایی شدند. جهت آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای نزدیک کردن توزیع داده‌های جمع‌آوری شده به توزیع نرمال از جذر arcsine استفاده شد (Zar، ۱۹۸۴).

شاخص‌های تنوع: تنوع گونه‌ای در مفهوم شامل غنای گونه‌ای (تعداد گونه‌های موجود در یک جامعه) و ترازی (چگونگی توزیع افراد در میان گونه‌ها) می‌باشد که برای محاسبه آن‌ها شاخص‌های زیادی پیشنهاد شده است مثل مارگالف، شانون، سیمپسون، پیلو، شلدون و ترازی‌هیل. در این بررسی از شاخص‌های شانون، سیمپسون و ترازی‌هیل استفاده گردید.

شاخص ترازی‌هیل (E_5) (Hill Index): این شاخص به‌نام اصلاح شده هیل معروف است و به‌نام شاخص آلاتالو نیز خوانده می‌شود. Alatalo (۱۹۸۱) نشان داد که E_5 بر خلاف E_4 هنگامی که یک گونه بسیار غالب می‌شود، به صفر نزدیک می‌شود. شاخص‌های ترازی تنها زمانی در تحقیقات بوم‌شناسی استفاده می‌شوند که تعداد گونه‌ها در جامعه مشخص باشد. چنان‌چه یک گونه منفرد در یک اجتماع غالبیت بیش‌تری یابد E_5 به صفر نزدیک شده و این خاصیت مطلوبی برای شاخص ترازی است.

$$E5 = \frac{(1/\lambda)-1}{e^{H'}-1} = \frac{N2-1}{N1-1}$$

H′ = شاخص شانون

λ = شاخص سیمپسون

شاخص سیمپسون (Simpson's Dominance Index): این شاخص میزان فراوانی جامعه را نشان می‌دهد. رقم شاخص سیمپسون از ۰ تا ۱ متغیر است و نشان‌دهنده میزان احتمال تعلق دو فرد انتخاب شده (به‌صورت تصادفی) از کل جمعیت به یک گونه می‌باشد. به زبان ساده اگر احتمال این‌که دو موجود فوق از یک گونه باشند، بالا باشد در نتیجه تنوع گونه‌ای جامعه نمونه‌برداری پایین است.

$$\lambda = \sum_{i=1}^{s}(Pi^2) \qquad Pi = \frac{ni}{N}$$

در معادله فوق Pi برابر است با نسبت فراوانی هر یک از گونه‌ها در نمونه

i= ۱، ۲، ...s

Pi= نسبت فراوانی هر یک از گونه‌ها در نمونه

ni= تعداد افراد گونه i

N= تعداد کل افراد مشاهده شده تمام گونه‌های موجود در جمعیت

شاخص تنوع شانون (H') Shannon-Wiener: در بررسی‌های جوامع اکولوژیکی، شاخص شانون کاربرد گسترده‌ای دارد. اگر در نمونه 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.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}\left[\left(\frac{ni}{n}\right)Ln\left(\frac{ni}{n}\right)\right]$$

n= تعداد کل افراد نمونه،

ni= تعداد افراد متعلق به گونه I

s= تعداد کل گونه‌ها

نتایج

بررسی‌های اولیه نشان دادند که بیش‌تر سواحل خلیج چابهار از نوع شنی-گلی بوده و قابلیت جایگزینی توسط لاروهای بیش‌تر گونه‌های مرجان را ندارد. سواحل صخره‌ای که می‌تواند محل مناسبی برای لاروهای مرجان باشد بیش‌تر در جنوب‌شرقی خلیج چابهار قرار گرفته است. در مجموع ۲۰ گونه مرجان سخت شامل ۹ خانواده، ۱۴ جنس پس از نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مختلف شناسایی گردید.

مقایسه درصد پوشش گونه‌ها در ایستگاه‌های مختلف: با مقایسه درصد پوشش مرجان‌های سخت در ایستگاه‌های مختلف در محدوده عمقی ۳-۲ متری مشخص شد که در ایستگاه ۱ (اسکله شهید بهشتی) در بین گونه‌های مرجانی مشاهده شده گونه *Favia pallida* با میانگین پوششی حدود ۲/۵ درصد بالاترین میزان را در بین سایر گونه‌ها در طول ترانسکت دارا بوده است، هم‌چنین در این ایستگاه گونه *Platygyra daedalea* با ۰/۵ درصد کم‌ترین پوشش را داشته است. در ایستگاه ۲ بالاترین میزان پوشش مربوط به گونه *Acanthastrea maxima* با پوششی حدود ۶/۲ درصد بوده و کم‌ترین مقدار نیز مربوط به گونه *Acropora arabensis* با پوششی زیر یک درصد است. در ایستگاه ۳ (هتل لیپار) گونه *Porites* sp. با پوششی حدود ۶/۴ درصد بالاترین میزان را

[1] Other Fauna

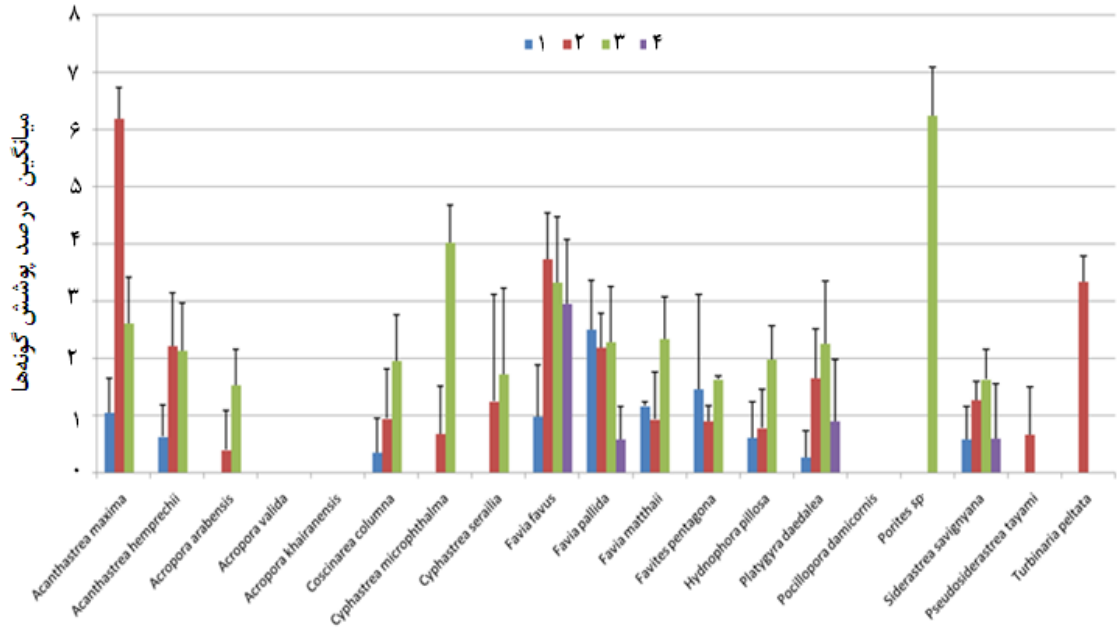
داشته که در بین گونه‌های مشاهده شده در این ایستگاه گونه *Acropora arabensis* کم‌ترین پوشش را با ۱/۵ درصد دارا بوده است. در ایستگاه تیس که کم‌ترین تعداد گونه شناسایی شده را دارا بود، گونه *Favia favus* پوشش نسبتاً بالایی را داشته و گونه *Favia pallida* با کم‌ترین میزان در مقابل آن قرار دارد (شکل ۳).

مقایسه درصد پوشش گونه‌های مشاهده شده مرجان

سخت در محدوده عمقی ۸-۵ متر: در ایستگاه ۱ بالاترین میزان پوشش در این عمق مربوط به گونه *Porites* sp. با پوشش ۶/۲ درصدی بوده و کم‌ترین مقدار نیز مربوط به گونه *Acropora arabensis* با ۱/۷ درصد بوده است. در ایستگاه ۲ گونه *Turbinaria peltata* میزان پوشش بالایی را با ثبت ۱۲ درصد داشته که در مقابل آن گونه *Acanthastrea hemprechii* با حدود ۰/۴ درصد کم‌ترین میزان پوشش را به‌خود اختصاص داده است. در ایستگاه شماره ۳ بیش‌ترین میزان پوشش مربوط به گونه *Porites* sp. با پوششی حدود ۸/۳ درصد و کم‌ترین پوشش مربوط به گونه *Siderastrea savignyana*،که زیر یک درصد بوده است (شکل ۴). در این عمق ایستگاه تیس فاقد پوشش مرجانی بوده است. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One- Anovaway) اختلاف معنی‌داری را در سطح اطمینان ۹۵٪ را در محدوده عمقی ۳-۲ متر در بین ایستگاه‌ها نشان داد (P<۰/۰۵) که در مرحله آزمون Tukey این اختلاف معنی‌داری را میان ایستگاه‌های شهید بهشتی و لیپار و تیس نشان داد. اما این مقایسه در محدوده عمقی ۸-۵ متر میان سه ایستگاه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

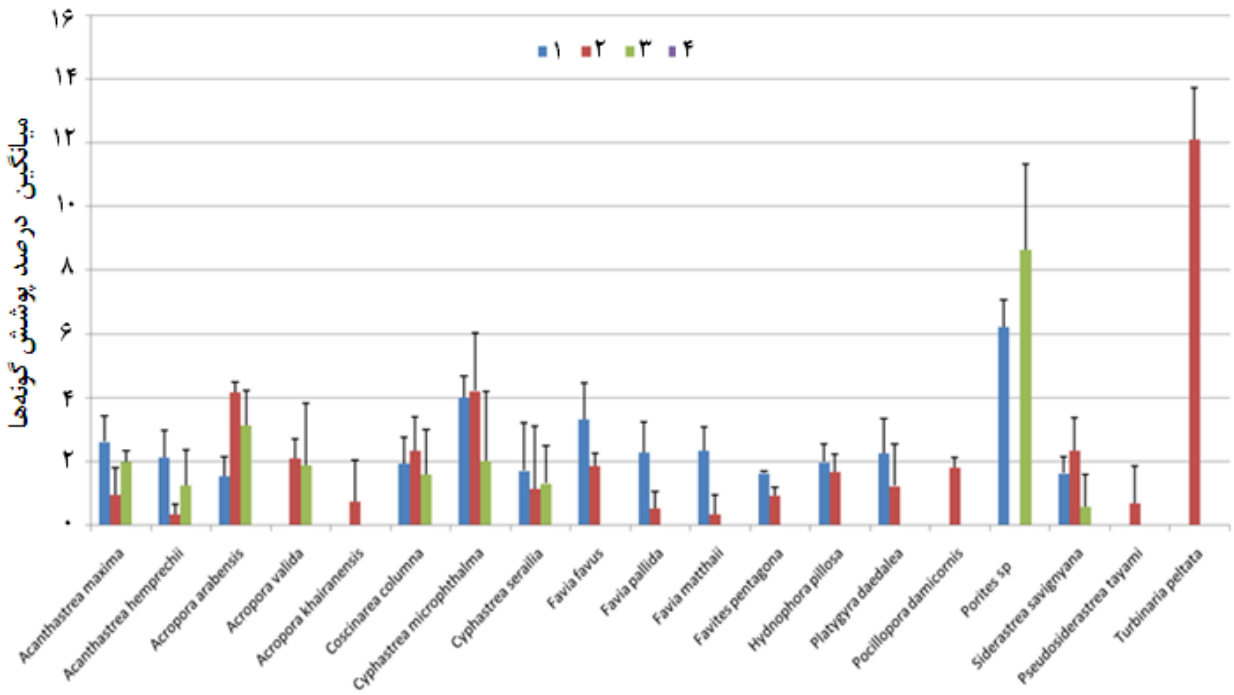
میانگین درصد پوشش گونه‌های مرجان سخت در ایستگاه شهید بهشتی در محدوده عمقی ۳-۲ متر برابر با ۰/۹۶ درصد و در عمق ۸-۵ متری برابر با ۲/۳۰ درصد بوده است. در ایستگاه دانشگاه دریانوردی میانگین درصد پوشش برای محدوده عمقی ۳-۲ متری ۱/۸۱ درصد و برای محدوده عمقی ۸-۵ متری ۲/۱۹ درصد ثبت شد. در ایستگاه سوم در محدوده عمقی اول میانگین پوشش برای گونه‌ها ۲/۳۷ درصد و در محدوده عمقی ۸-۵ متر برابر با ۱/۴۰ درصد بوده است. در ایستگاه تیس که کم‌ترین درصد پوشش برای گونه‌های مرحان سخت ثبت شد این میانگین فقط برای محدوده عمقی ۳-۲ متری به‌دست آمد که برابر با ۰/۸۷ درصد بوده است در محدوده عمقی دوم گونه مرجانی ثبت نگردید.

با مقایسه شکل‌های ۳ و ۴ مشخص می‌گردد که در ایستگاه‌های شهید بهشتی و ساحل دانشگاه هرچه از سطح به عمق حرکت می‌شود بر میزان حضور گونه‌ها افزوده می‌گردد. ولی در مورد ایستگاه‌های هتل لیپار و تیس به‌دلیل این‌که در قسمت‌های عمیق‌تر بستر حالت شنی پیدا می‌کند این میزان حضور کاهش می‌یابد.



شکل ۳: نمودار درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان‌های سخت در ایستگاه‌های مطالعه شده در عمق ۳-۲متر

بار عمودی بیانگر SD (انحراف از معیار) می‌باشد.



شکل ۴: نمودار درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان‌های سخت در ایستگاه‌های مطالعه شده در عمق ۸-۵متر

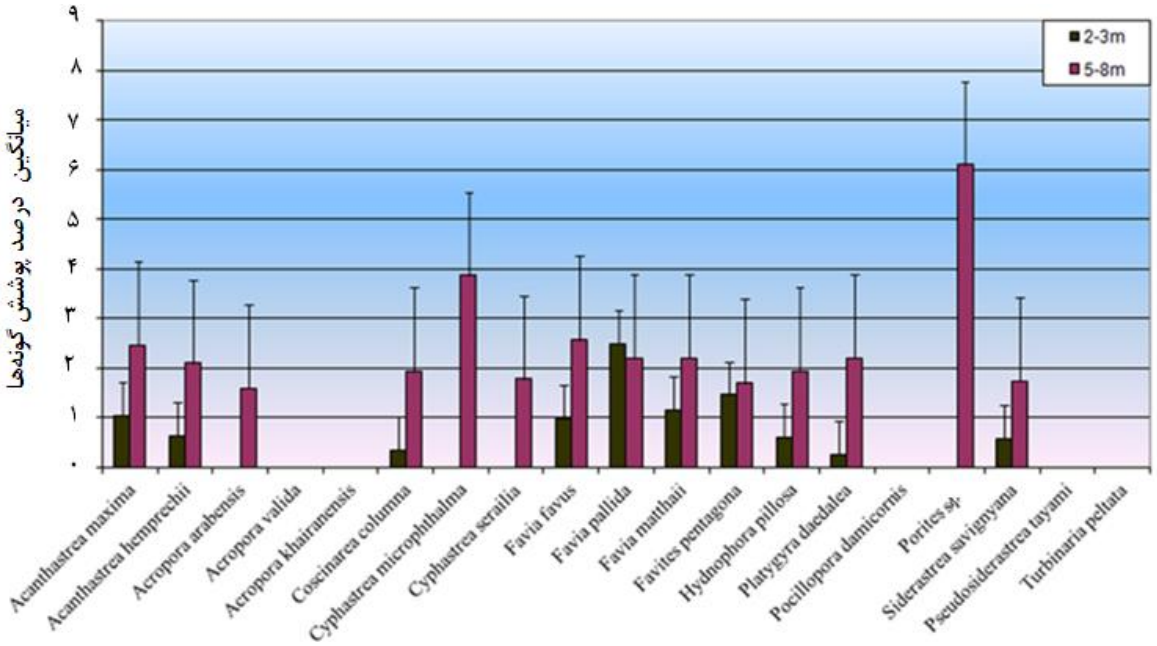
بار عمودی بیانگر SD (انحراف از معیار) می‌باشد.

در شکل‌های ۵، ۶ و ۷، درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان سخت در هر ایستگاه در دو محدوده عمقی ۳-۲ متری و ۸-۵ متری با یکدیگر مقایسه شده است. که برطبق آن در ایستگاه ۱ (شهید بهشتی) ۱۰ گونه در عمق ۳-۲ متری و ۱۶ گونه در عمق ۸-۵ متری در طول ترانسکت‌ها مشاهده و میانگین درصد پوشش هر گونه به ثبت رسید. میانگین درصد پوشش گونه‌های مرجانی در این ایستگاه در عمق ۸-۵ متری نسبت به عمق ۳-۲ متری بالاتر است که نشان از وجود شرایط مساعدتر و مناسب‌تر رشد برای مرجان‌ها در این عمق است. بیش‌ترین میانگین درصد پوشش گونه‌ای در عمق ۳-۲ متر برای مرجان مغزی *Favia palida* (حدود ۲/۵ ٪) و در عمق ۸-۵ متری برای مرجان توده‌ای *Porites* sp. بوده است. به‌طورکلی اکثر گونه‌ها در عمق ۳-۲ متری دارای میانگین درصد پوشش زیر یک درصد و عمق ۸-۵ متری دارای میانگین درص پوشش بالای دو درصد بودند (شکل ۵).

در ایستگاه ساحل دانشگاه دریانوردی در محدوده عمقی ۳-۲ متری ۱۵ گونه و در محدوده عمقی ۸-۵ متری ۱۸ گونه در طول مطالعه در ترانسکت‌ها مشاهده گردید پس می‌توان نتیجه گرفت که از نظر وضعیت حضور گونه‌ها در هر دو محدوده عمقی این ایستگاه در مقایسه در وضعیت خوبی قرار دارد، هم‌چنین از نظر میانگین درصد پوشش گونه‌های مرجان زنده این ایستگاه در هر دو محدوده عمقی نیز از وضعیت مناسبی به نسبت سایر ایستگاه‌ها برخوردار است و به‌طورکلی شرایط رشد برای مرجان‌ها در این ایستگاه مناسب می‌باشد. بالاترین میانگین درصد پوشش مرجان زنده در محدوده عمقی ۳-۲ متری برای گونه *Acanthastrea maxima* با حدود ۶/۱ درصد و در محدوده عمقی ۸-۵ متری برای مرجان بشقابی *Turbinaria peltata* با میانگین حدود ۱۲ درصد ثبت شد (شکل ۶).

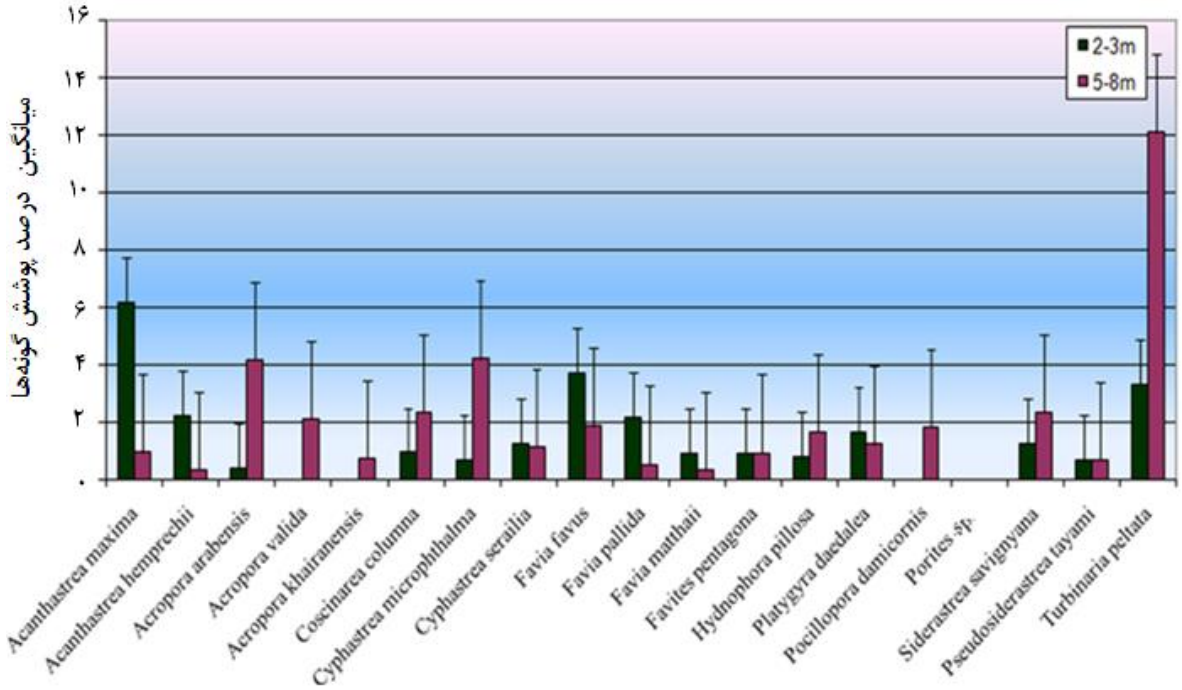
در ایستگاه هتل لیپار برای محدوده عمقی ۳-۲ متری ۱۴ گونه و برای محدوده عمقی ۸-۵ متری ۹ گونه در طول ترانسکت‌ها مشاهده گردید همان‌طورکه در شکل ۶ هم مشخص است میزان حضور گونه‌ها در عمق ۳-۲ متر نسبت به محدوده عمقی ۸-۵ متر بیش‌تر است و هم‌چنین از نظر میزان میانگین درصد پوشش گونه‌های مرجان زنده هم در عمق ۳-۲ متر این میزان بالاتر بوده به‌طوری‌که میانگین درصد پوشش اکثر گونه‌ها در محدوده عمقی ۸-۵ متری زیر ۲ درصد و برای اکثر گونه‌ها در محدوده عمقی ۳-۲ متری بالای ۲ درصد پوشش مرجان سخت زنده ثبت گردید، بنابراین مرجان‌ها در این ایستگاه در عمق ۳-۲ متری شرایط مناسب‌تری را برای رشد و زیست دارند. بالاترین میانگین درصد پوشش در عمق ۳-۲ متر برای

مرجان توده‌ای شکل گونه *Porites* sp. (حدود ۶/۲ درصد) و در محدوده عمقی ۸-۵ متر هم برای همین گونه با میانگین حدود ۸/۳ درصد بوده است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از نظر شرایط زیستگاهی این ایستگاه برای رشد مرجان‌های توده‌ای و مغزی (با توجه به شکل ۷) مناسب‌تر می‌باشد.



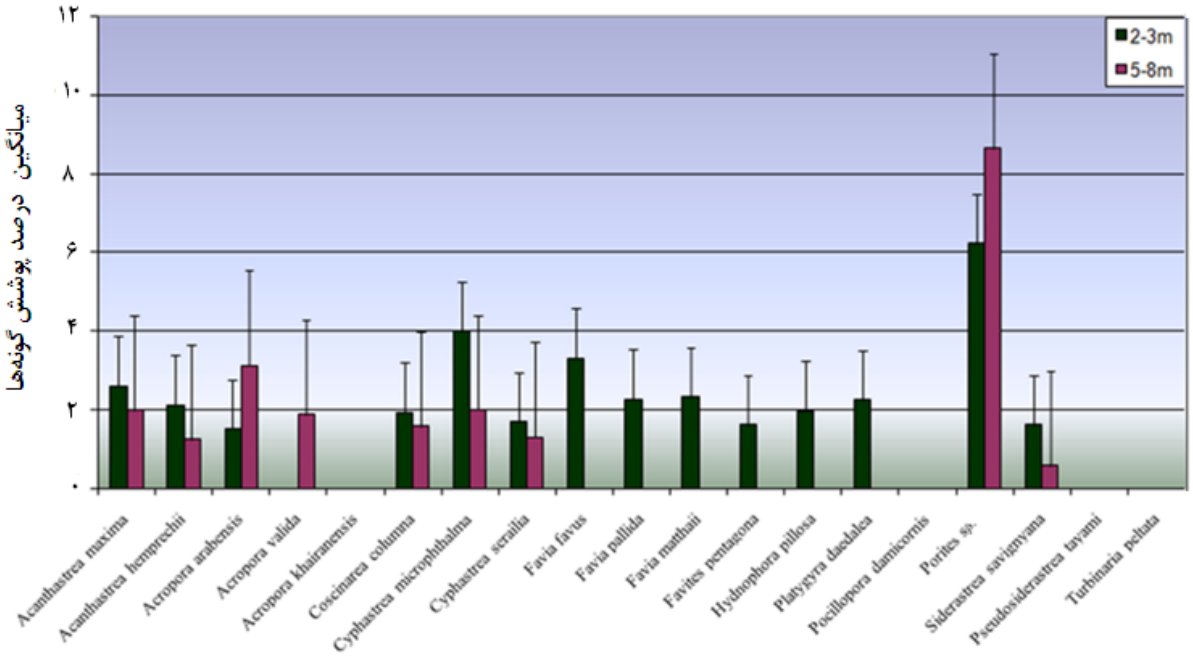
شکل ۵: نمودار میانگین درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان سخت در ایستگاه شماره ۱ (اسکله شهید بهشتی) در دو محدوده عمقی ۳-۲ متری و ۸-۵ متری

بار عمودی بیانگر SD (انحراف از معیار) می‌باشد.



شکل ۶: نمودار میانگین درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان سخت در ایستگاه شماره ۲ (دانشگاه دریانوردی) در دو محدوده عمقی ۳-۲ متری و ۸-۵ متری

بار عمودی بیانگر SD (انحراف از معیار) می‌باشد.



شکل ۷: نمودار میانگین درصد پوشش گونه‌های مختلف مرجان سخت در ایستگاه شماره۳ (هتل لیپار) در دو محدوده عمقی ۳-۲ متری و ۸-۵ متری

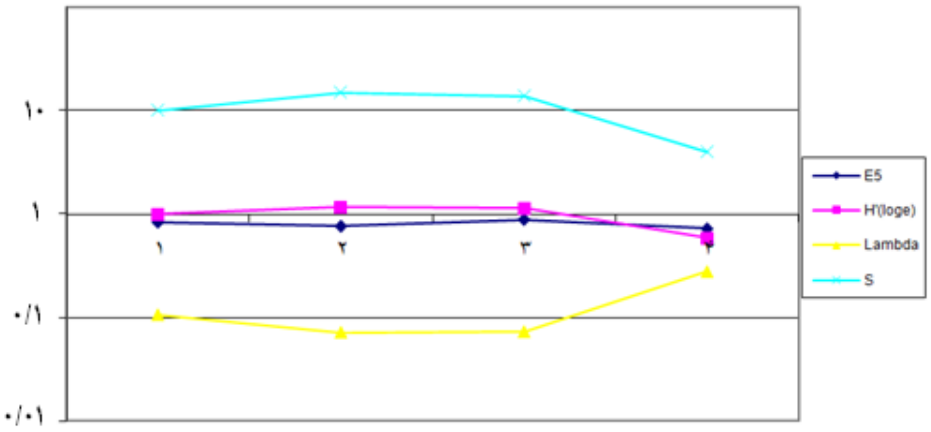
بار عمودی بیانگر SD (انحراف از معیار) می‌باشد.

شاخص‌های تنوع: در بررسی شاخص‌های اکولوژیکی تنوع، ۳ شاخص اصلی، شانون(H)، سیمپسون(Lambada) و شاخص ترازی یا یکنواختی گونه‌ای هیل (E_5) برای ایستگاه‌های مختلف در دو محدوده عمقی ۳-۲ متری و ۸-۵ متری محاسبه گردید. هم‌چنین در این بررسی S برابر تعداد گونه‌ها در هر ایستگاه می‌باشد.

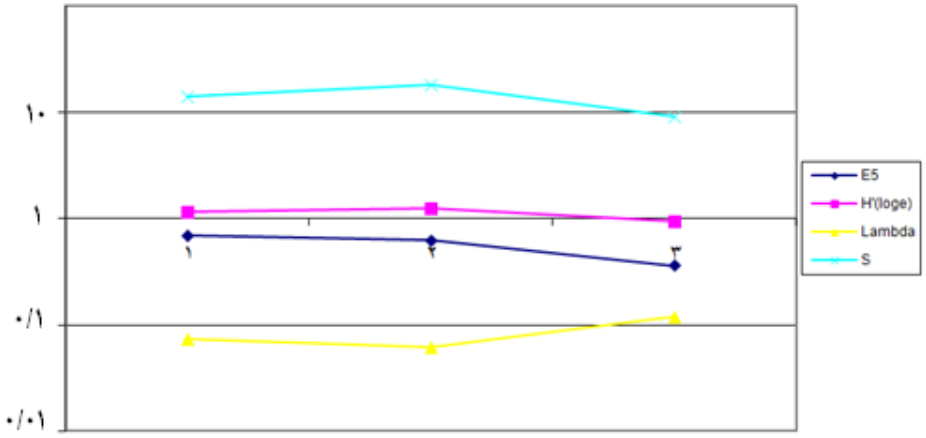
با توجه به شکل ۸ در بررسی ایستگاه‌ها در عمق ۳-۲ متری مشخص گردید که بیش‌ترین مقدار ترازی محیطی مربوط به ایستگاه شماره ۳ با میانگین ۰/۸۸ و سپس ایستگاه شماره ۲ با میانگین ۰/۸۳ می‌باشد و کم‌ترین مقدار نیز در ایستگاه شماره ۴ با ۰/۷۲ مشاهده شد. از طرفی چون تعداد گونه‌های موجود در ایستگاه تیس پایین بوده به‌دنبال آن کم‌ترین میزان شاخص تنوع شانون ۰/۵۸۳ و بالاترین میزان شاخص سیمپسون ۰/۲۸ مربوط به این ایستگاه می‌باشد. هم‌چنین در بررسی شاخص شانون در این محدوده عمقی بالاترین مقدار مربوط به ایستگاه ۳ با ۱/۱۶۰ است. بالاترین میانگین تعداد فرد ثبت شده هم مربوط به ایستگاه شماره ۳ می‌باشد.

محاسبه شاخص‌های تنوع در عمق ۸-۵ متر در شکل ۹ نشان داده شده است. ایستگاه شهید بهشتی در شاخص ترازی محیطی با مقدار ۰/۶۹ دارای بالاترین مقدار در میان سایر ایستگاه‌ها بوده و بعد از آن ایستگاه ساحل دانشگاه با ۰/۶۲ قرار دارد. چون در ایستگاه تیس گونه‌ای ثبت نگردید، بنابراین شاخص‌ها در این عمق و در این ایستگاه صفر است. در محاسبه شاخص شانون مشخص گردید که ایستگاه شماره ۲ با داشتن مقدار ۱/۲۳، بالاترین میزان و از نظر شاخص سیمپسون با ۰/۶۱، کم‌ترین مقدار را دارا بوده است. در این محدوده عمقی بالاترین تعداد گونه هم مربوط به ایستگاه شماره ۲ بوده که تفاوت محسوسی را با سایر ایستگاه‌ها نیز دارد.

به‌طورکلی با مقایسه شکل‌های ۸ و ۹ با یکدیگر می‌توان نتیجه گرفت که تنوع گونه‌ای در عمق ۸-۵ متری نسبت به عمق ۳-۲ متری بالاتر است. هم‌چنین مقایسه دو شکل مذکور مشخص می‌کند که شاخص‌های شانون و سیمپسون عکس یکدیگرند و هر جا غالبیت افزایش یابد از تنوع کاسته می‌شود و با افزایش تنوع از میزان غالبیت کاسته می‌شود. مقایسه آماری شاخص‌های تنوع در چهار ایستگاه و در دو محدوده دامنه عمقی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$).



شکل ۸: نمودار مقایسه شاخص‌های تنوع در ایستگاه‌های مطالعه شده در عمق ۳-۲ متر



شکل ۹: نمودار مقایسه شاخص‌های تنوع در ایستگاه‌های مطالعه شده در عمق ۸-۵ متر

بحث

خلیج‌فارس به‌علّت قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی نیمه‌گرمسیری، محدودیت‌هایی را برای جوامع مرجانی به‌وجود آورده است به‌طوری‌که دامنه وسیع تغییرات دمای آب، شوری بالا و کدورت نسبتاً زیاد آب در خلیج فارس، موجب کاهش تنوع آبسنگ مرجانی در این منطقه گردیده و این مناطق مرجانی به‌علّت شرایط خاص محیطی مذکور، همواره تحت استرس می‌باشند (Baker و همکاران، ۲۰۰۴).

در مقایسه با خلیج فارس، دریای عمان دارای عمق نسبتاً زیاد و در ارتباط مستقیم با آب‌های اقیانوس هند می‌باشد. بنابراین تغییرات شوری و درجه حرارت نسبت به خلیج فارس بسیار کم‌تر بوده که این امر شرایط را برای رشد و گسترش مرجان‌ها مناسب‌تر می‌کند به‌طوری‌که در یک گزارش فقط ۱۰۸ گونه مرجان سخت از سواحل کشور عمان گزارش شده (Ceboudtlaer، ۲۰۰۶) و این درحالی است که مرجان‌های سخت گزارش شده از خلیج فارس ۶۸ گونه است (Sheppard و Sheppard، ۱۹۹۱؛ Burchard، ۱۹۷۴). وجود شکل خاص جریانات (جریانات فراجوشی) در سواحل عمان در متعادل نگه داشته شدن درجه حرارت در فصل گرما اثر زیادی دارد. خلیج چابهار به‌دلیل این‌که که در مجاورت دریای عمان و اقیانوس هند قرار گرفته و به‌دلیل شکل جریانات آب محل ورود آبزیان مختلف اقیانوسی بوده و به‌همین علت لاروهای مرجانی از طریق جریانات ورودی وارد خلیج شده و در بسترهای مناسب ته‌نشست می‌کنند به‌همین دلیل این منطقه دارای گونه‌های متنوع مرجانی است، هرچند وجود استرس‌های مختلف (آلودگی، ساخت و سازهای ساحلی، صید و صیادی، افزایش بار رسوبی و...) زیستگاه‌های آن‌ها و رشد و حیات این گونه‌های باارزش در معرض خطر قرار داده است.

در مطالعه مشاهده شد که این خلیج در اکثر نقاط دارای بستری شنی یا گلی بوده که از نظر اکولوژیکی شرایط مناسب را برای ته‌نشست و رشد لاروهای مرجان را ندارند و پوشش مرجانی فقط در بخش جنوب‌شرقی خلیج مشاهده گردید که در این بخش ۴ ایستگاه جهت بررسی شکل پراکنش و تنوع مرجان‌های سخت انتخاب شد.

به‌طورکلی ۲۰ گونه مرجان سخت از ۹ خانواده و ۱۴ جنس شناسایی شد که خانواده Faviidae با داشتن ۷ گونه بیش‌ترین تعداد گونه‌های شناسایی شده را دارا بوده است و خانواده Poritidae، Dendrophyliidae، Merulinidae، Pocilloporiidae و Caryophyllidae با داشتن یک گونه شناخته شده کم‌ترین تعداد گونه حاضر در منطقه را داشته‌اند و در سایر خانواده‌ها، Acroporidae دارای ۳ گونه، Siderastreidae دارای ۳ گونه و Mussidae دارای ۲ گونه بوده‌اند. از نظر میزان حضور گونه‌ها در ایستگاه‌های مورد بررسی، به‌طورکلی در ایستگاه شماره ۲ یعنی ساحل دانشگاه تمامی گونه‌های شناسایی شده (۱۹ گونه) حضور داشته‌اند و سپس ایستگاه شهید بهشتی با داشتن ۱۸ گونه، ایستگاه هتل لیپار با داشتن ۱۶ مشخص گردیدند و در نهایت در ایستگاه تیس کم‌ترین حضور گونه‌ای (۴ گونه) به ثبت رسید.

Shokri و همکاران (۲۰۰۰) با تحقیق بر روی مرجان‌های آب‌های ساحلی جزیره کیش ۳۵ گونه مرجان سخت شناسایی کردند که خانواده Faviidae بیش‌ترین تعداد گونه‌ها را دارا بودند. Rosen (۱۹۷۱) پس از جمع‌آوری مرجان‌ها در سواحل ایرانی خلیج فارس و امارات متحده عربی، در مجموع ۱۵ جنس از مرجان‌های آبسنگ‌ساز خلیج فارس را شناسایی نمود. Harger (۱۹۸۴) ۱۹ گونه از مرجان‌های اطراف جزیره هرمز را شناسایی و بررسی نمود، لیکن لیستی از این گونه‌ها را ارایه نداده است. Harrington (۱۹۷۵)، طی گزارشی از رویت مرجان‌ها در جزیره شتور (شیدور) سخن به‌میان آورده است.

Downing (۱۹۸۵) معتقد است که تنوع گونه‌های آبسنگ ساز در آب‌های کشور کویت کم می‌باشد. Burchard (۱۹۷۹) مرجان‌های اطراف جزایر عربستان سعودی را شناسایی نموده و شرح مختصری از نتایج تحقیقات وی در مطالعات Basson (۱۹۷۷) گزارش شده است. Sheppard و Sheppard (۱۹۹۱) به‌طور جامعی اجتماعات مرجان‌های بخش جنوبی خلیج فارس را بررسی نمودند. این مطالعات در سال‌های بعد هم ادامه یافت. براساس گزارش‌های موجود اخیر حدود ۳۵ گونه از مرجان‌های سخت (Rezai و همکاران، ۲۰۰۴) و حدود ۵ جنس از مرجان‌های نرم از سواحل ایران گزارش شده است (Samimi Namin، ۲۰۰۷؛ Samimi Namin و Ofwegen، ۲۰۰۵).

همان‌طورکه در بخش نتایج اشاره گردید خانواده Acroporidae در ایستگاه ۲ دارای میزان بالایی است و با حرکت به سمت ایستگاه‌های بعدی از میزان پوشش آن کاسته می‌شود. این مسأله به این خاطر است که خانواده مذکور، دارای مقاومت کم‌تری در برابر رسوبات معلق نسبت به خانواده Poritidae داشته و در بسترهایی زیست می‌کنند که دارای رسوبات ماسه‌ای کم‌تر بوده و بنابراین رسوبات معلق کم‌تری دارند (Riegl، ۱۹۹۱). به‌نظر می‌رسد با ساخت و سازهایی که در کنار اکوسیستم‌های مرجانی اسکله شهید بهشتی صورت گرفته و روز به روز نیز توسعه می‌یابد، ایستگاه شماره ۳ یعنی هتل لیپار به‌دلیل موقعیت و شرایط زیستی بهتر محل ته‌نشست بسیاری از لاروهای مرجانی شده است که این پدیده به‌وضوح در طی نمونه‌برداری با مشاهده بوته‌های مرجانی جوان در این ایستگاه قابل اثبات می‌باشد.

از لحاظ شاخص‌های تنوع گونه‌ای بیش‌ترین تنوع در عمق ۳-۲ متر مربوط به ایستگاه‌های شماره ۲و۳ و در عمق ۸-۵ متر در ایستگاه‌های ۱و ۲ دیده شد. مقایسه شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد که بین غالبیت و ترازی محیطی ارتباط وجود دارد و به‌نظر منطقی می‌رسد زیرا که غالبیت نمایانگر توزیع افراد در بین کل گونه‌های غالب است و ترازی محیطی توزیع افراد در بین کل گونه‌ها می‌باشد.

شاخص‌های تنوع در رابطه با ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که ایستگاه تیس دارای تنوع پایین‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها در محدوده عمقی ۳-۲ متری بوده و در عمق ۸-۵ متری این ایستگاه چون فاقد مرجان بوده است شاخص تنوع برای آن محاسبه نگردید در این ایستگاه هرچه از ساحل به سمت عمق پیش می‌رود نوع بستر تغییر شکل یافته از حالت صخره‌ای به حالت شنی-گلی تبدیل می‌شود. در این ایستگاه در اعماق کم، بستر صخره‌ای و همراه با تکه سنگ‌های بزرگ می‌باشد و با افزایش عمق بستر به سرعت شنی-گلی می‌شود. این ساحل به‌دلیل نزدیکی به اسکله صیادی تیس از آلودگی بالایی برخوردار است. هم‌چنین نزدیکی به دهانه خور سبب انتقال رسوبات آبرفتی به این منطقه شده است. وجود رسوبات دانه ریز آبرفتی به خودی خود محیط را برای رشد مرجان‌ها نامساعد می‌سازد و باعث افزایش رسوب‌گذاری در این منطقه می‌شود. تغییرات جنس بستر به‌ویژه قطر و دانه‌بندی رسوبات ماسه‌ای یا گل و لای زیر صخره‌های آهکی، فاکتورهای مهمی هستند که ترکیب یا اجتماع مرجانی را تشکیل می‌دهند (Riegl و

همکاران، ۱۹۹۵). در ایستگاه اسکله شهید بهشتی شاخص‌ها نشان می‌دهد که این ایستگاه در هر دو رنج عمقی شرایط مناسب زیستگاهی را برای رشد مرجان‌ها را داراست و در مقایسه حضور گونه‌ها با توجه به شکل ۵ محدوده عمقی ۸-۵ متری گونه‌های بیش‌تری یافت می‌شود بنابراین احتمالاً قسمت‌های کم‌عمق تحت استرس بیش‌تری قرار دارند که البته ساخت و سازهایی که در اطراف این اسکله در حال شکل‌گیری است به‌خصوص احداث موج‌شکن‌ها این مطلب را تایید می‌کند. در ایستگاه دانشکاه دریانوردی بیش‌ترین حضور یا تعداد گونه مرجان سخت در هر دو محدوده عمقی ثبت شده، ساحل از نوع شنی بوده و از عمق حدود ۰/۵ متر بستر صخره‌ای می‌شود و دوباره به‌تدریج با افزایش عمق بستر شنی می‌گردد. در عمق ۸-۴ متر در بعضی مناطق بستر سخت به‌صورت پراکنده وجود دارد، که باعث نشست لارو مرجان و ایجاد کلونی‌های منفرد در این مناطق می‌شود (شکل ۶).

به‌دلیل ساخت موج شکن‌ها و اسکله‌های در حال ساخت در اسکله شهید بهشتی، الگوی حرکت جریان آب در این منطقه تغییر کرده و این امر به‌تدریج باعث افزایش رسوب‌گذاری می‌شود و حیات مرجان‌ها در این نقطه مانند ایستگاه ۱ در معرض خطر می‌باشد.

ایستگاه هتل لیپار از نظر موقعیت در نزدیکی اسکله شهید کلانتری قرار گرفته است. در این ایستگاه بستر از نوع صخره‌ای و سخت بوده که با افزایش عمق مقداری شن و ماسه روی بستر اصلی را می‌پوشاند. کم بودن جریان در این ناحیه به‌دلیل وجود اسکله کلانتری، باعث افزایش رسوب‌گذاری در این منطقه شده است. این امر تنها به برخی از مرجان‌های نسبتاً مقاوم فرصت رشد داده است. شاخص غنای گونه‌ای مناسب بودن یا نبودن زیستگاه را برای گونه‌های مختلف بیان می‌کند (Currie و Small، ۲۰۰۵). با توجه به نمودارهای مقایسه‌ای شاخص تنوع، در ایستگاه هتل لیپار، عمق ۳-۲ متر از غنای گونه‌ای بیش‌تری برخوردار است بنابراین در این محدوده عمقی شرایط زیستی برای مرجان‌های سخت بهتر می‌باشد.

با توجه به نوع ساخت و سازها در خلیج که باعث بر هم خوردن الگوی طبیعی جریان آب می‌شود و به‌دنبال آن تغییر الگوی رسوب‌گذاری خواهد شد، ایستگاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ که برای رشد مرجان‌ها مناسب هستند به‌شدت در خطر استرس رسوب‌گذاری بیش‌تر هستند چرا که با ساخت اسکله جریان آب در این مناطق آرام‌تر شده و رسوبات شانس بیش‌تری برای ته‌نشین شدن دارند. همان‌طورکه در نتایج نشان داده شد، رشد و توسعه مرجان‌ها در حال حاضر هم تحت تاثیر قرارگرفته است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتایج بخشی از پروژه‌ای بوده که با همکاری و حمایت سازمان حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان انجام گردیده که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد (شماره طرح ۷۵/۱-۹۳۷۹). هم‌چنین از مشاوره دکتر حمید رضایی و دکتر کاوه صمیمی و همکاری مهندس علی دانشمند کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

۱. **زرشناس، غ. و جوکار، ک.، ۱۳۶۷.** گزارش نهایی پروژه بررسی خورهای استان سیستان و بلوچستان. مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور. ۱۷۸ صفحه.

2. **Alatalo, R.V., 1981.** Problems in the measurement of evenness in ecology. Oikos. Vol. 37, pp: 199-204
3. **Baker, A.C.; Starger, C.J.; McCalanahan, T.T. and Glynn, P.W., 2004.** Coral's adaptative response to climate change. Nature. Vol. 430, 741 p.
4. **Birkelland, C., 1996.** Introduction to Life and Death of Coral Reefs. Chapman and Hills, New York. pp: 78-90.
5. **Birkeland, D., 1997.** Life and Death of Coral Reefs. Chapman and Hall, New York. 536 p.
6. **Burchard, J.E., 1979.** Coral fauna of the western Arabian Gulf, environmental affairs, Aramco. Dhahran, Saudi Arabia. 120 p.
7. **Basson, P.W.; Burchard, J.E.; Hardy, J.E. and Price, A.R.G., 1977.** Biotopes of the Western Persian Gulf. Aramco, Dahran. 284 p.
8. **Claereboudt, R.M., 2006.** Reef corals and coral reefs of the Gulf of Oman.The historical association of Oman, Muscat. 344 p.
9. **Currie, P. and Small, K. J., 2004.** Macrobenthic community responses to long-termenvironmental change in an East Australiansub-tropical estuarine. Coastal and Shelf Science. Vol. 63, pp: 315-331.
10. **Downing, N., 1985.** Coral Reef Communities in an extreme environment: The northwest Persian Gulf. Proc. 5thIntl.Coral Reef Congr. Tahiti. Vol. 6, pp: 343-348.
11. **Edward, J.K.P., 2005.** Rapid assessment of status of corals in Gulf of Mannar after tsunami. Report. 12 p.
12. **English, S.; Wilkinson, C. and Baker, V., 1997.** Survey Manual for Tropical Marine Resources. Austr. Inst. Mar. Sci. Townsville, Australia. 378 p.
13. **Hill, J. and Wilkinson, C., 2004.** Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. Version 1: A Resource for Managers. Austr. Inst. Mar. Sci. Townsville. Australia. 117 p.
14. **Harger, J.R.E., 1984.** Rapid survey techniques to determine distribution and structure of coral communities. In: Anon.(ed.), Comparing Coral Reef

Survey Methods. UNEP-UNESCO Workshop. Thailand. pp: 83-91.

15. **Harrington, F., 1975.** Iran: Surveys of the southern Iranian coatline with recommendation for additional marine reserve. Country report No.4. Papers and proceeding of the regional meeting held at Tehran. IUCN Publication New Series. Vol. 35, pp: 50-75.
16. **Loya, Y., 1972.** Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. Mar. Biol. Vol. 13, No. 2, pp: 100-123.
17. **Mundy, C., 1991.** A Critical Evaluation of the Line Intercept Transect Methodology for Surveying Sessile Coral Reef Benthos. James Cook University. MSc. 127 p.
18. **Newell, N.D., 1971.** An outline history of tropical organic reefs. Am. Mus. Novit. Vol. 2465, pp: 1-37.
19. **Nybakken, J.W., 2000.** Marine Biology, an Ecological Approach. Addison, Wesely. 481 p.
20. **Nybakken, J.W., 2004.** Marine Biology, an Ecological Approach. Addison, Wesely. 496 p.
21. **Rezai, H.; Wilson, S.; Claereboudt, M. and Riegl, B., 2004.** Coral reef status in the ROPME Sea Area; Persian Gulf, Gulf of Oman. In C. Wilkinson (ed.) Status of Coral Reefs of the World, Vol. 1. Washington D.C. USA. pp: 155-170.
22. **Riegl, B., 1999.** Corals in a non-reef setting in the southern Persian Gulf (Dubai, UAE): fauna and community structure in response to mass mortality. Coral Reefs. Vol. 18, pp: 63-73.
23. **Riegl, B.; Schleyer, M.H.; Cook, P.J. and Branch, G.M., 1995.** The structure of Africa's southernmost coral communities. Bull. Mar. Sci. Vol. 56, No. 2, pp: 676-691.
24. **Samimi Namin, K., 2007.** New records of soft corals in the Persian Gulf. Arabian Sea International Conference on Science and Technology of Aquaculture, Fisheries and Oceanography, Kuwait. pp: 147-161.
25. **Samimi Namin, K. and Ofwegen, L.V., 2005.** Status of Octocorals in Persian Gulf, Proceeding of first International Asia Pacific Coral Reef Symposium, Hong Kong, SAR, China. pp: 225-252.
26. **Sheppard, C.R.C. and Sheppard, A.L.S., 1991.** Corals and coral communities of Arabia. Fauna of Saudi Arabia. Vol. 12, pp: 3-10.
27. **Shokri, M.R.; Ardakani, O.; Sharifi, A.; Abdoullahi, P. and Nazarian, M., 2000.**Status of coral reefs around Kish Island inthe Iranian Persian Gulf.Proceeding of aninternational symposium on: The Extent andImpact of Coral Bleaching in the ArabianRegion. Riyadh, Saudi Arabia. pp: 198- 213.
28. **Veron, J.E.N., 2000.** Corals of the World. Vol 3. Australia: Australian Institute of Marine Sciences and CRR Qld Pty Ltd. 241 p.
29. **Zar, G.H., 1984.** Biostatistical analysis. Prentice-Hall International Inc. Engleweeod, NJ. 620 p.