شناسایی و مطالعه وضعیت سلامت سنگفرش‌های مرجانی خلیج چابهار (دریای عمان)

- **مهران لقمانی***: گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
- **پروین صادقی**: موسسه ملی اقیانوس شناسی، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی دریای عمان و اقیانوس هند- چابهار

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۰

چکیده

برای شناسایی و بررسی وضعیت سنگفرش‌های مرجانی خلیج چابهار، عملیات میدانی پس از شناسایی ٤ ایستگاه بعنوان نقاط مرجانی در سال ۱۳۸۷ آغاز و تا پایان سال در ۳ مرحله انجام گرفت. جهت مطالعه وضعیت پوشش مرجان‌ها که در آن ۸ فاکتور اصلی مد نظر بود، از روش ترانسکت خطی (LIT) در دو محدوده‌ی عمقی ۳-۲ متر و ۸-۵ متر استفاده شد. در نهایت ۲۰ گونه مرجان سخت از ١٤ جنس و ۹ خانواده و یک گونه مرجان نرم شناسایی گردید. خانواده Faviidae دارای بیشترین تعداد گونه‌ها بود. طبق بررسی‌های بعمل آمده گونه‌های *Favia favus*، *Favia matthaii*، *Platygyra daedalea* و *Siderastrea savignyana* در تمام ایستگاهها مشاهده گردیدند. کمترین تعداد گونه‌ها در ایستگاه ٤ (تیس) وجود داشتند. بیشترین درصد پوشش مرجان زنده در عمق ۳-۲ متر با ۳۵ درصد در ایستگاه ۳ و بیشترین میزان پوشش مرجان‌های مرده در ایستگاه ۱ دیده شد. بیشترین پوشش مرجان‌های زنده در عمق ۸- ۵ متر در ایستگاه ۲و۱ ثبت و بیشترین میزان مرجان‌های مرده در این عمق باز هم در ایستگاه ۲ دیده شد. در بررسی اندیس توسعه (DI) و وضعیت (CI)، در عمق ۲-۳ متری ایستگاه چهارم میزان استرس بالا (۰/۲۸-) و همچنین وضعیت میزان رشد و توسعه مرجانی بسیار ضعیف (۰/۷۵-) بود و ایستگاه ۳ از نظر شاخص توسعه و شرایط در وضعیت خوبی بود. ایستگاه ٤ در عمق ۸-۵ متری، فاقد اکوسیستم مرجانی بود و طبق محاسبه اندیس توسعه این زیستگاه برای رشد مرجان‌ها مناسب نمی‌باشد و طبق محاسبه در این عمق ایستگاههای ۱و۲ دارای وضعیت توسعه خوب و شرایط محیطی و میزان استرس معمولی می‌باشد.

کلمات کلیدی: سنگفرش‌های مرجانی، اندیس توسعه و وضعیت، دریای عمان، خلیج چابهار

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: loghmani_mehran@yahoo.com

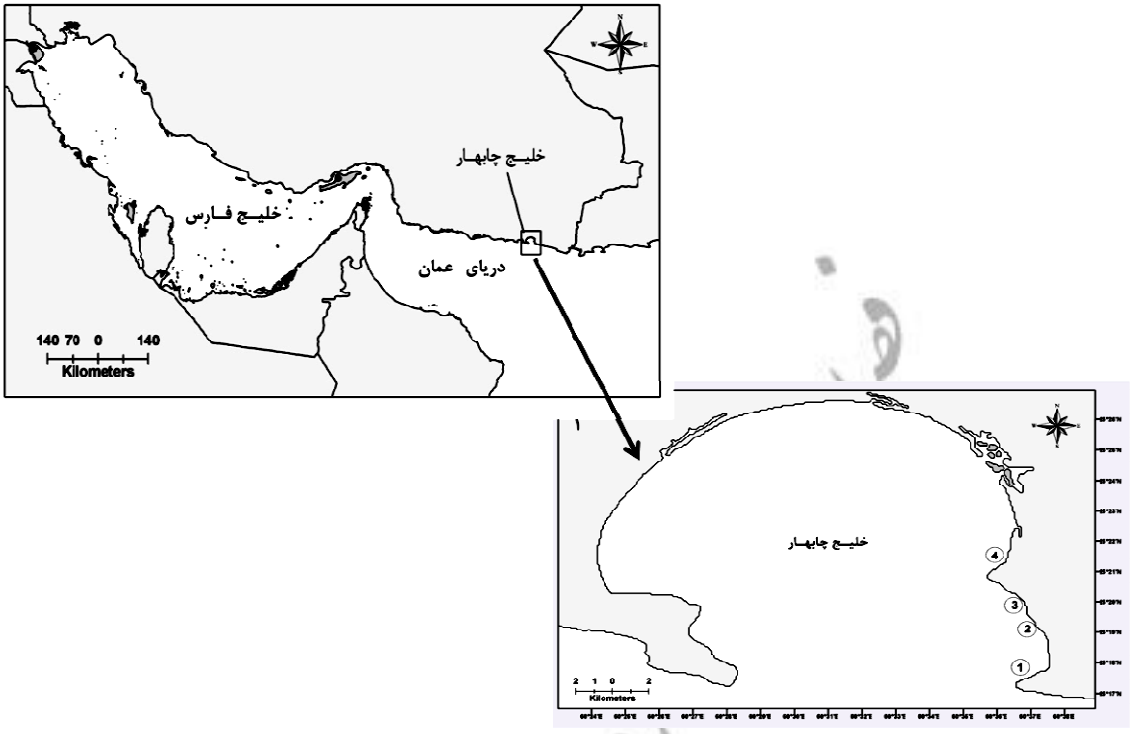
مقدمه

سنگفرش‌های مرجانی حدود ۶۰۰۰۰۰ مایل مربع از سطح کره زمین که در واقع ۰/۱۷ درصد کل مساحت کره زمین است را بخود اختصاص می‌دهند (۱۴). همچنین سنگفرش‌های مرجانی حدود یک ششم خطوط ساحلی دریایی دنیا را در برمی‌گیرند و حاوی جوامع گیاهی و جانوری متعددی می‌باشند (۲). سنگفرش‌های مرجانی یکی از بارورترین اکوسیستم‌های دریایی جهان و جزء اکوسیستم آبهای کم‌عمق مناطق گرمسیری می‌باشند. این مناطق بعد از جنگل‌های نواحی گرمسیری، دومین زیستگاه پر تولید جهان بود و مساحت آنها ۱۷ درصد کل تمام اقلیم‌های دریایی است (۱). سنگفرش‌های مرجانی دارای بیشترین تنوع در واحد سطح در میان اکوسیستم‌های دریایی هستند و برآورد شده است که شاید حدود ۵-۴ درصد کل گونه‌ها یا در حدود ۹۱۰۰۰ گونه جانوری در سنگفرش‌های مرجانی یافت شود (۱۴). تشکیل سنگفرش‌های مرجانی به علّت همزیستی نوعی تاژکدار تک‌سلولی به نام زوگزانتلا با مرجانها می‌باشد که عمدتاً متعلّق به جنس *Symbiodinium* بود و از عناصر حیاتی اکوسیستم مرجانی بشمار می‌آیند که از یک طرف تأمین مواد آلی را با استفاده از فرآیند فتوسنتز بر عهده دارند و از طرف دیگر باعث کمک به رسوب کربنات کلسیم بر سطح مرجان‌ها و آهکی شدن آنها می‌شوند (۱). پوشش زیاد مرجانی ممکن است نشانگر سلامت سنگفرش مرجانی در یک ناحیه باشد، در صورتیکه سنگفرش مذکور ممکن است در حال متلاشی شدن بر اثر مرگ و میر زیاد یا احیاء پایین باشد. از اینرو بکارگیری پارامترهای شاخص باید با احتیاط انجام پذیرد (۱). تغییرات پوشش مرجانی در دوره‌های زمانی متفاوت نشانگر بهتری از وضعیت سنگفرش‌های مرجانی می‌باشد (۱۵). وضعیت سنگفرش‌های مرجانی تنها وابسته به میزان پوشش مرجانهای زنده و مرده نمی‌باشد و لذا سایر ترکیبات مانند ماسه و جلبک نیز در بررسی وضعیت مرجانها نقش دارند. بدلیل قرار گرفتن سواحل استان سیستان و بلوچستان در مجاورت اقیانوس هند، محدوه آبی این استان دارای فون آبزیان اقیانوسی بود و بدلیل چگونگی 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. از میان ۱۷ خانواده مرجانهای ریف‌ساز گزارش شده، ۱۴ خانواده از آبهای سواحل کشور عمان گزارش شده است. سه خانواده باقیمانده عبارتند از: Trachyphylliidae با یک گونه، Meandrinidae با یک گونه که محدود به نواحی غربی اقیانوس هند می‌شود و خانواده Rhizangiidae تنها با یک گونه محدود به اقیانوس اطلس می‌شود (۴). بنابراین فون مرجانی خلیج عمان در سطح خانواده بسیار غنی می‌باشد. در این میان ۱۰۷ گونه در ۴۱ جنس مرجان از آبهای سواحل کشور عمان گزارش شده است (۴). برغم تنوع و پوشش نسبتاً زیاد مرجانها در برخی از مناطق استان سیستان و بلوچستان، متاسفانه اطلاع چندانی از گونه‌های غالب مرجان و نحوه پراکنش آنها در دست نمی‌باشد. از خلیج چابهار تاکنون فقط ۳ گونه مرجان سخت شناسایی و معرفی شده (۲۱) که در تحقیق حاضر تعداد گونه‌های بیشتری برای اولین بار از خلیج چابهار معرفی میگردد.

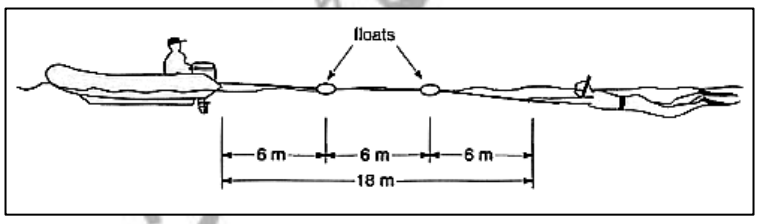
مواد و روشها

خلیج چابهار با طول جغرافیایی ″۲۵ ′۳۰ °۶۰ و ″۳۲ ′۴۵ °۶۰ و عرض جغرافیایی ″۱۷ ′۱۵ °۲۵ و ″۰۸ ′۲۶ °۲۵ در جنوب شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان قرار دارد (شکل ۱). وسعت خلیج چابهار ۳۲۰ کیلومترمربع و عمق متوسط آن ۶ متر و عرض دهانه آن ۱۳ کیلومتر است. 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 به کمک دو روش مانتا تو (Manta Tow)(شکل ۲) و شنای تصادفی (Random swimming) انجام گرفت.

در نهایت پس از بررسی‌های اولیه و عملیات میدانی ۴ ایستگاه بعنوان نقاط مرجانی در خلیج شناسایی گردید (جدول ۱) که شامل: ایستگاه ۱) اسکله شهید بهشتی، ایستگاه ۲) دانشگاه علوم دریایی چابهار، ایستگاه ۳) هتل لیپار و ایستگاه ۴) اسکله تیس می‌باشند که موقعیت هر ایستگاه در خلیج در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: 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 ٤: اسکله تیس



شکل ۲: روش مانتاتو (Manta Tow) که برای تعیین نقاط مرجانی منطقه خلیج چابهار مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاههای مطالعاتی در خلیج چابهار

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	
ایستگاه ۱ (شهید بهشتی)	E: ٦٠° ٣٦′ ٣٣″	N:٢٥° ١٧′ ١٦″
ایستگاه ۲ (دانشگاه دریانوردی چابهار)	E:٦٠° ٣٦′ ٩٠″	N:٢٥° ١٦′ ٦٢″
ایستگاه ۳ (هتل لیپار)	E:٦٠° ٣٧′ ٢١″	N:٢٥° ١٩′ ٢٠″
ایستگاه ٤ (تیس)	E:٦٠° ٣٧′ ١٧″	N:٢٥° ١٧′ ٧١″

برای بررسی کمی تراکم و میزان پوشش مرجانها از روش LIT (Line Intercept Transect) که پیشنهاد GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network) می‌باشد، استفاده شد. در هر ایستگاه دو محدوده عمقی ۳-۲ متر و ۸-۵ متر انتخاب و در هر عمق ۳ ترنسکت بطول ۲۰ متر بررسی گردید. ترانسکت‌ها به موازات ساحل در بستر دریا توسط عملیات غواصی نصب و موجودات کفزی زیر ترانسکت طبق روش English و همکاران (۱۹۹۷) و Hill و Wilkinson (۲۰۰۴) تا حد سانتیمتر بررسی شدند. اطلاعات ثبت شده شامل: درصد پوشش جوامع کفزی شامل مرجان‌های سخت (Hard Corals) (HC)، مرجان‌های نرم (Soft corals)(SC)، مرجان‌های مرده (Dead Corals)(DC)، جلبک‌ها (Algae)(Al) و عوامل غیرزیستی شامل ماسه (Sand)(SD)، خرده و تکه‌های مرجانی (Rubble)(Rb) ، اسفنج (Sponge)(SP)، صخره (RCK) (Rock)، سیلت (SI) (Silt) ، جلبک شاخص مواد مغذی (Nutrient Index Algae) (NIA) و سایر موجودات (other funa)(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 دانشگاه چابهار انتقال یافت. در آزمایشگاه نمونه‌ها بوسیله میکروسکوپ کامپوند و کلیدهای معمول شناسایی شامل Veron (۲۰۰۰) و Claereboudt (۲۰۰۶) در حد جنس و گونه شناسایی شدند. برای 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 (۲۷).

شاخص‌های سلامتی پوشش مرجان‌ها:

- شاخص توسعه Development Index (DI): این شاخص نشان‌دهنده توسعه جامعه سنگفرشهای مرجانی است و توسط مرجان‌های زنده و مرده، جلبک، سایر جانوران و عوامل غیرزیستی (Abiotic) توصیف می‌شود (۱۳).

$$DI = \log [(LC + DC + AL + OF)/AB]$$

LC = درصد پوشش مرجان‌های زنده، DC = درصد پوشش مرجان‌های مرده، AL = درصد پوشش گروه جلبکی، AB = درصد پوشش گروه غیرزیستی، مانند ماسه و OF = درصد پوشش سایر جانوران.

- شاخص وضعیت Condition Index (CI): این اندیس نشانگر وضعیّت جامعه سنگفرش‌های مرجانی است و میزان استرس را در هر یک از سنگفرش‌ها نشان می‌دهد. ترکیب گروه غیرزیستی نباید در این شاخص دخالت داشته باشد. زیرا ترکیب غیرزیستی مفهوم مستقیمی در وضعیت مرجانها نداشته و تنها برای توسعه مرجانها مفهوم دارد.

$$CI = \log [(LC/ (DC + AL + OF)]$$

که در آن:

LC = درصد پوشش مرجان‌های زنده، DC = درصد پوشش مرجان‌های مرده، AL = درصد پوشش گروه جلبکی و OF = درصد پوشش سایر جانوران.

اگرچه این شاخص‌ها فرموله شده‌اند، با این وجود نیاز به مقیاسی دارند تا بتوان از آنها بهره‌برداری نمود. هدف اصلی از این اندیس‌ها، نشان دادن وضعیت جامعه مرجانی در جهت مدیریت منابع می‌باشد (۱۳). بنابراین، داده‌های کمّی می‌بایست به اطلاعات کیفی تبدیل شوند و کیفیت هر اندیس به پنج مقیاس بسیار فقیر، فقیر، معمولی، خوب و بسیار خوب تقسیم‌بندی می‌شوند (جدول ۲). مقیاس لگاریتمی این بررسی از ۰/۶-> تا ۰/۶+< در نوسان است.

جدول ۲: مقیاس کمی برای بررسی اندیس‌ها

مقیاس لگاریتمی (log)	کیفیت
< -۰/۶۰۲	بسیار ضعیف
-۰/۱۷۶ تا -۰/۶۰۲	ضعیف
۰/۱۷۶ تا -۰/۱۷۵	معمولی
۰/۶۰۲ تا ۰/۱۷۷	خوب
>۰/۶۰۲	بسیار خوب

نتایج

شناسایی مرجان‌های سخت معمولاً براساس ساختار کربنات کلسیمی آنها صورت می‌گیرد. علاوه بر شکل ظاهری هر مرجان ساختار میکروسکوپی کورالیت نیز در شناسایی هر گونه بکار می‌رود (۲۶). بطور کلی گونه‌های مرجان شناسایی شده شامل: ۹ خانواده، ۱۴ جنس و۲۰ گونه بودند(جدول ۳). خانواده Faviidae با داشتن ۷ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را دارا بود و خانواده Poritidae، Dendrophyliidae، Merulinidae، Pocilloporiidae و Caryophyllidae با داشتن یک گونه کمترین تعداد گونه‌ی حاضر در منطقه را داشتند و سایر خانواده‌ها، Acroporidae دارای ۳ گونه، Siderastreidae ۳ گونه و Mussidae دارای ۲ گونه بودند. از نظر میزان حضور گونه‌ها در ایستگاهها، بطور کلی ساحل دانشگاه (ایستگاه ۲) تمام گونه‌های شناسایی شده (۲۰ گونه)، در ایستگاه شهید بهشتی ۱۷ گونه، ایستگاه هتل لیپار ۱۶ گونه و در ایستگاه تیس ۴ گونه به ثبت رسید.

گونه‌های *Favia favus*، *Favia matthaii*، *Platygyra daedalea* و *Siderastrea savignyana* طبق بررسی در کلیه ایستگاهها مشاهده گردیدند. همچنین گونه‌های *Heterocyathus aequicostatus* و *Pocillopora damicornis* فقط در ایستگاه شماره ۲ (ساحل دانشگاه) مشاهده گردیدند.

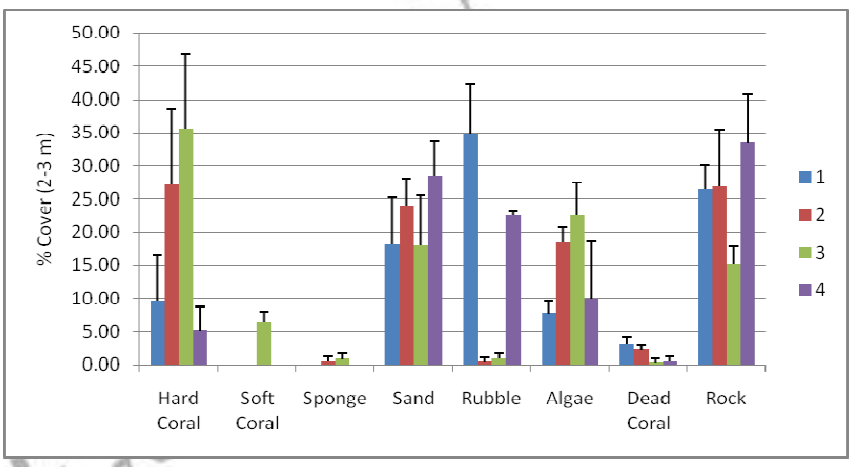
قابل ذکر است که در ایستگاه‌های شماره ۱ (شهید بهشتی) و شماره ۳ (هتل لیپار) یک گونه مرجان نرم (Soft Coral) به نام *Sinularia compressa* مشاهده گردید.

جدول۳: لیست گونه‌های مرجان‌های سخت شناسایی شده از خلیج چابهار (۱۳۸۷)

گونه	خانواده
Acropora arabensis (Hodgson & Carpenter, 1995) *Acropora valida* (Dana, 1846) *Acropora khairanensis* (Claereboudt, 2006)	Acroporidae
Favia favus (Froskål, 1775) *Favia matthaii* (Vaughan, 1918) *Favia pallida* (Dana, 1846) *Favites pentagona* (Esper, 1794) *Cyphastrea microphthalma* (Lamarck, 1816) *Cyphastrea serailia* (Froskål, 1775)	Faviidae
Coscinaria columna (Dana, 1846) *Siderastrea savignyana* (Milne-Edwards & Haime, 1950) *Pseudosiderastrea tayami* (Yabe & Sugiyama, 1935)	Siderastreidae
Porites sp.	Poritidae
Heterocyathus aequicostatus (Milne-Edwards & Haime, 1848)	Caryophyllidae
Turbinaria peltata (Esper, 1794)	Dendrophyliidae
Acanthastrea maxima (Sheppard & Salm, 1988) *Acanthastrea hemprechii* (Ehrenberg, 1834)	Mussidae
Hydnophora pillosa (Veron, 1985)	Merulinidae
Pocillopora damicornis (Linnaeus, 1758)	Pocilloporiidae

برای بررسی درصد پوشش بستر ۸ فاکتور اصلی: درصد شن (Sand)، مرجان سخت (Hard coral)، مرجان نرم (Soft coral)، مرجان مرده (Dead coral)، خرده مرجانی (Rubble)، جلبک (Algae)، اسفنج (Sponge) و میزان پوشش صخره‌ای (Rock) در دو محدوده عمقی (۳-۲ متر و ۸-۵ متر) مد نظر قرار گرفت (نمودارهای ۱ و ۲). با بررسی نمودار ۱ در عمق ۳-۲ متری، مشخص می‌شود که درصد پوشش مرجان سخت در ایستگاه ۳ بیشترین میزان (۳۵ درصد) و در ایستگاه ۴ (تیس) با ۵ درصد کمترین درصد پوشش را دارد.

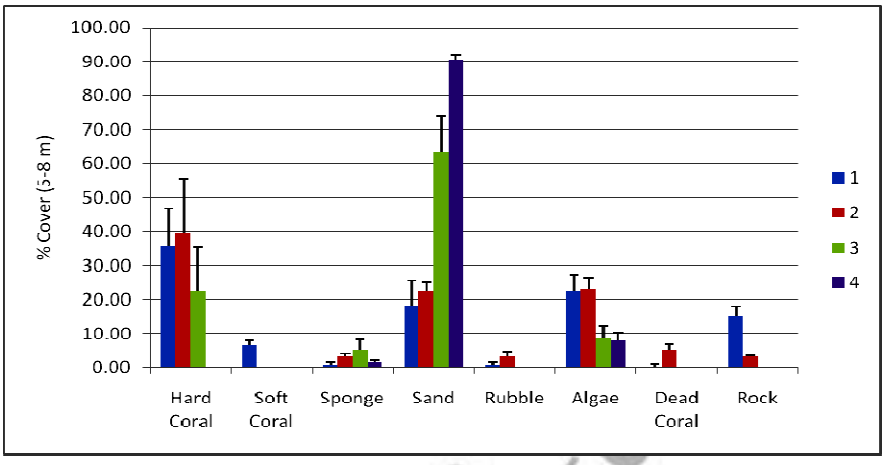
آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) اختلاف معنی‌داری ($df=11, F= 22.166, P<0.05$) را بین ایستگاههای مختلف برای فاکتور درصد پوشش مرجان سخت (HC) نشان داد. مرجان نرم (SC) هم در این عمق فقط در ایستگاه ۳ مشاهده شد که پوششی زیر ۱۰ درصد را دارا بوده است. میزان مرجان‌های مرده در ایستگاه ۱، بیشترین مقدار بوده، ولی بطور کلی درصد مرجان‌های مرده در کل ایستگاهها زیر ۵ درصد بوده است. آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاههای مختلف در رابطه با میزان درصد مرجان‌های مرده (DC) نشان داد ($df=11, F=10.25, P<0.05$). میزان خرده‌های مرجانی (Rb) نیز در ایستگاه ۱ دارای بیشترین مقدار بود (بیش از ۳۰ درصد) که نشان‌دهنده آن است که مرجان‌ها در این منطقه تحت تاثیر عوامل مختلف تخریب قرار گرفته‌اند. با انجام آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه ایستگاههای مختلف برای این فاکتور (Rb) اختلاف معنی‌داری ($df=11, F=58.91, P<0.05$) بدست آمد. ایستگاه ۴ از نظر میزان پوشش بستر صخره‌ای و میزان پوشش بستر شنی در میان سایر ایستگاه‌ها بالاترین میزان را دارا بوده است. از نظر پوشش جلبکی ایستگاه ۳ با بیش از ۲۰ درصد دارای بالاترین میزان بود.



نمودار ۱: درصد پوشش عوارض مختلف بستر شامل: مرجان‌های زنده، مرجان‌های نرم، شن، اسفنج، خرده مرجان، جلبک، مرجان‌های مرده و صخره، در چهار ایستگاه بررسی شده در خلیج چابهار در محدوده عمق ۳-۲ متر. بارهای عمودی بیانگر (± انحراف معیار) می‌باشد.

در نمودار ۲ میزان عوارض بستر بصورت درصد پوشش برای عمق ۸-۵ متری در ایستگاههای مختلف تخمین زده شده که از جمله نتایج آن می‌توان به مواردی شامل: از نظر پوشش مرجان سخت ایستگاه ۲ دارای بالاترین میزان (۴۰ درصد) بود که ایستگاه ۱ نیز تقریباً همین مقدار را نشان می‌دهد. برای تعیین اختلاف معنی‌دار بودن یا نبودن درصد پوشش مرجان‌های سخت بین ایستگاههای مختلف از آزمون آنالیز واریانس استفاده شد که اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($df=11, F=48.71, P<0.05$). تنها گونه مرجان نرم در ایستگاه ۱ دیده شدکه پوششی زیر ۱۰ درصد را دارا بود. ایستگاه ۴ تقریباً در این عمق با پوشش ۹۰ درصدی از شن، منطقه شنی داشت و ایستگاه ۳ با پوششی بیش از ۶۰ درصد در مکان بعدی قرار دارد و کمترین پوشش شن هم

مربوط به ایستگاه ۱ بود. بر طبق همین نتایج ایستگاههای ۳ و ۴ نیز فاقد پوشش صخره‌ای می‌باشند و بیشترین میزان پوشش صخره‌ای مربوط به ایستگاه ۱ با میزان ۲۰ درصد است. تقریباً مرجان مرده‌ای در ایستگاههای ۳ و ۴ مشاهده نگردید. با مقایسه ۴ ایستگاه با آنالیز واریانس یک طرفه مشخص شد اختلاف معنی‌داری ($df=11, F=94.91, P<0.05$) بین ایستگاهها از نظر پوشش مرجان مرده (DC) وجود دارد. می‌توان گفت که ایستگاه ۳ از نظر سلامت مرجان‌ها در وضعیت مناسب‌تری قرار دارد.



نمودار ۲: درصد پوشش عوارض مختلف بستر شامل مرجان‌های زنده، مرجان‌های نرم، شن، اسفنج، خرده مرجان، جلبک، مرجان‌های مرده و صخره، در چهار ایستگاه بررسی شده در خلیج چابهاردر محدوده عمق ۸-۵ متر، بارهای عمودی بیانگر (±انحراف معیار) می‌باشد.

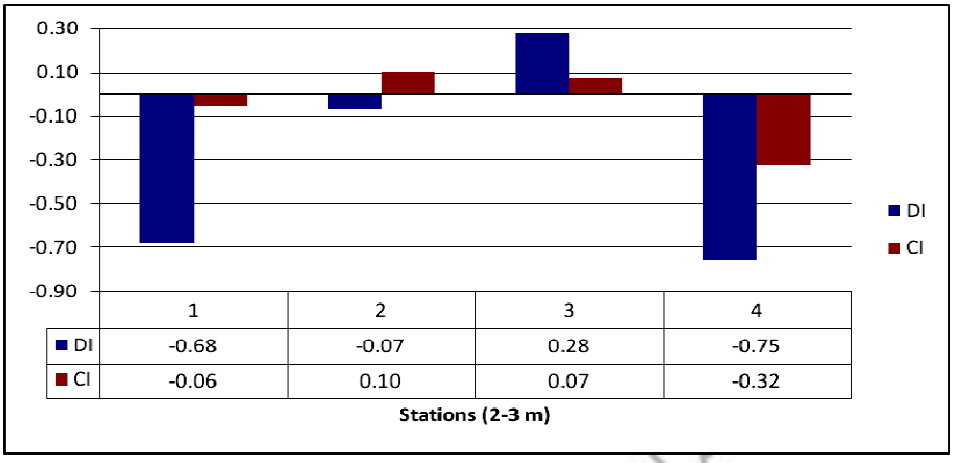
همانطور که در نمودارهای ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، بررسی اندیس توسعه (DI)، در عمق ۳-۲ متر نشان می‌دهد که مرجان‌های ایستگاههای بررسی شده از لحاظ توسعه مرجانی وضعیت چندان مناسبی را دارا نیستند. بطور مثال در ایستگاه ۱ (اسکله شهید بهشتی) این شاخص حدود ۰/۶۸- را نشان می‌دهد که بر طبق جدول ۱ دارای وضعیت ضعیف می‌باشد و نشان‌دهنده نامناسب بودن شرایط محیطی برای رشد و توسعه مرجان‌ها در این منطقه است. این وضعیت در ایستگاه ۴ به اوج خود می‌رسد. از بین ایستگاههای بررسی شده تنها ایستگاه ۳ (هتل لیپار) از وضعیت بهتری برخوردارست و امکان رشد و توسعه دارد. البته باید توجه داشت که برای تفسیر بهتر نتایج شاخص‌ها، باید هر دو را با هم بررسی نمود. بنابراین بررسی شاخص‌ها در عمق ۳-۲ متر بصورت زیر است (نمودار ۳):

ایستگاه شماره یک: دارای استرس ضعیف و میزان توسعه بسیار ضعیف می‌باشد. می‌توان این گونه نتیجه گرفت که اگرچه میزان استرس کم است ولی با توجه به میزان بسیار کم امکان رشد و توسعه و در صورتی که وضعیت به همین صورت ادامه پیدا کند، مرجان‌های این ناحیه از بین خواهند رفت.

ایستگاه شماره دو: میزان استرس و توسعه در این ایستگاه معمولی است. این بدین معنی است که اگر شرایط محیطی به همین صورت باقی بماند، مرجان‌ها به بقای خود در این منطقه ادامه می‌دهند.

ایستگاه شماره سه: وضعیت استرس معمولی و وضعیت رشد و توسعه خوب می‌باشد. این نشان‌دهنده آن است که مرجان‌ها در این منطقه در حال رشد و توسعه بوده و در صورت باقی ماندن شرایط فعلی، بستر مرجانی در این ناحیه با گذشت زمان افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که در طول مدت جمع‌آوری داده و عکسبرداری، اسپت‌های کوچک بسیاری در این منطقه دیده شد که با نتیجه حاصل همخوانی دارد.

ایستگاه شماره چهار: وضعیت این ایستگاه ضعیف می‌باشد، بطوریکه دارای میزان استرس بالا و همچنین وضعیت میزان رشد و توسعه مرجانی بسیار ضعیف (۰/۷۵-) است. بطور طبیعی این منطقه برای زیست مرجان‌ها مناسب نمی‌باشد.



نمودار ۳: نتایج محاسبات شاخص‌های وضعیت و توسعه در ایستگاههای مطالعاتی در عمق ۳-۲ متری

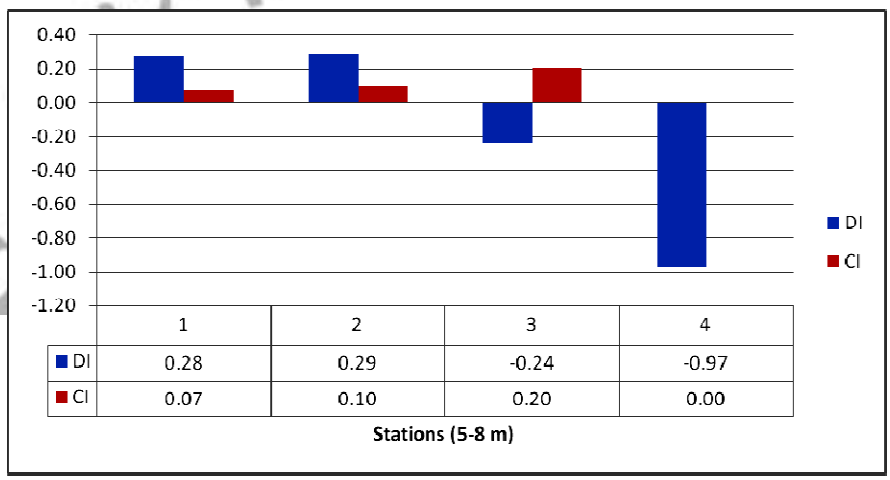
با بررسی نمودار شاخص‌ها، وضعیت در عمق ۸-۵ متر (نمودار ۴)، مشخص می‌شود که وضعیت بهتری در این عمق برای مرجان‌ها وجود دارد که در ذیل به شرح ایستگاههای مختلف پرداخته می‌شود:

ایستگاه شماره یک: دارای وضعیت توسعه خوب و شرایط محیطی و میزان استرس معمولی می‌باشد. بنابراین در صورتیکه شرایط محیطی به همین صورت باقی بماند، بدلیل این که میزان رشد و توسعه بیشتر از میزان استرس است، مرجان‌ها به حیات خود در این ناحیه ادامه داده و در آینده منطقه مرجانی توسعه می‌یابد. لازم به ذکر است که بدلیل ادامه ساخت موجشکن‌های اسکله شهید بهشتی، متأسفانه شرایط محیطی بسیار تغییر نموده و بر میزان استرس مرجان‌ها افزوده است.

ایستگاه شماره دو: دارای وضعیت توسعه خوب و شرایط محیطی و میزان استرس معمولی می‌باشد. وضعیت در این ایستگاه مشابه قبلی می‌باشد.

ایستگاه شماره سه: میزان استرس و توسعه در این ایستگاه معمولی است. این بدین معنی است که اگر شرایط محیطی به همین صورت باقی بماند، مرجان‌ها به بقای خود در این منطقه ادامه می‌دهند.

ایستگاه شماره چهار: همانطور که در بخش محاسبه درصد پوشش مرجان‌ها نیز ذکر شد این ایستگاه با عمق ۳-۲ متری اکوسیستم مرجانی است و برای رشد مرجان‌ها مناسب نمی‌باشد.



نمودار ٤: نتایج محاسبات شاخص‌های وضعیت و توسعه در ایستگاههای مطالعاتی در عمق ۸-۵ متری

بحث

تحقیق حاضر طی سال ۱۳۸۷ در خلیج چابهار و با ۳ بار عملیات میدانی در دو عمق ۲-۳ متر و ۵-۸ متر صورت گرفت که در مجموع ۲۰ گونه مرجان سخت از ۹ خانواده و ۱۴ جنس و یک گونه مرجان نرم شناسایی گردید که بسیاری از آنها برای اولین بار از این منطقه گزارش می‌شوند. این نتایج نشان می‌دهد خلیج چابهار اکثراً دارای پوشش مرجان‌های سخت است. خانواده Faviidae با داشتن ۷ گونه بیشترین تعداد گونه را دارا بود که نشان‌دهنده‌ی شرایط مناسب محیطی برای رشد و تکثیر گونه‌های این خانواده در منطقه است. متاسفانه اطلاعات جامعی در رابطه با گونه‌های مرجانی سخت و نرم از خلیج چابهار ثبت نگردیده است. برخی از مطالعاتی که توسط محققین در مورد مرجان‌های خلیج فارس و دریای عمان صورت گرفته عبارتند از: Rosen (۱۹۷۱) از سواحل ایرانی خلیج فارس و امارات متحده عربی، ۱۵ جنس از مرجان‌های سنگفرش‌ساز را شناسایی نمود. Harger (۱۹۸۴) ۱۹ گونه از مرجان‌های سخت اطراف جزیره هرمز را شناسایی نمود.

Sheppard و Sheppard (۱۹۹۱) بطور مفصل اجتماعات مرجان‌های بخش جنوبی خلیج فارس را بررسی نمودند که احتمال وجود ۳۵ گونه مرجان سخت در آب‌های ایران را داده‌اند.

Rezai و همکاران (۲۰۰۴) ۳۵ گونه از مرجانهای سخت خلیج فارس و Samimi (۲۰۰۵) و Samimi و Alderslade (۲۰۰۷)، ۵ جنس از مرجان‌های نرم خلیج‌فارس را معرفی نمودند. Shokri و Fatemi (۲۰۰۱) ۲۴ گونه را از جزیره کیش معرفی کردند. Pichon (۱۹۷۸)، ۲۵ گونه از مرجان‌های سخت سواحل پاکستان را گزارش کردند.

Claereboudt (۲۰۰۶) از میان ۱۷ خانواده مرجان‌های ریف‌ساز گزارش شده، ۱۴ خانواده از آبهای سواحل کشور عمان گزارش نمود که شامل ۴۱ جنس و ۱۰۷ گونه بودند.

گرم شدن آب دریا در سال ۱۹۹۸ در کشورهای عربستان سعودی، بحرین، قطر و امارات متحده عربی سبب مرگ و میر سنگین مرجان‌ها تا عمق ۳ متر و مرگ و میر کمتر در اعماق بیشتر شد (۲۵). تنها مرجان‌های بزرگ *Porites* عمدتاً قادر به بقا بودند. مرجان‌های دیگر به شدت تحت تاثیر قرار گرفته و تلف شدند. پس از سال ۱۹۹۸، منطقه کم عمق تبدیل به خرده مرجانهای شاخه گوزنی گردید و مرجان‌ها محو شدند و این مساله امروز نیز ادامه دارد. اکثر مرجان‌هایی که پس از این گرم شدن ظاهر شدند شامل *Favia spinosa* و *F. pallida* بودند که پراکندگی زیادی داشته، اما پیش از این کمتر در اجتماعات مرجانی خلیج فارس حضور داشتند. در یک بررسی در امارات متحده عربی، مرجان‌های تازه تشکیل شده این دو گونه ۹۰ درصد از کل مرجان‌های نشست کرده را تشکیل می‌داد، اگر چه *Porites* مقاوم‌ترین جنس در خلیج فارس بعد از گرم شدن آب دریا در سال ۱۹۹۸ بود و جنس غالب در میان مرجان‌های مرده در اعماق بالاتر را نیز شامل می‌شد (۲۵). در میان گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که خانواده Faviidae با ۷ گونه بیشترین تعداد گونه‌های شناسایی شده را دارد که نشان‌دهنده مقاوم بودن آنها نسبت به سایر خانواده‌های مرجان و قدرت پراکنش آنها نیز می‌باشد بطوریکه اکثراً در تمام ایستگاههای مطالعاتی مشاهده گردیدند.

سلامت عمومی سنگفرش‌های مرجانی همیشه وابسته به میزان مرجان‌های زنده نرم و سخت می‌باشد. این به علت نقش پایه‌ای است که این ارگانیزم‌ها در ساخت و حفظ اکوسیستم‌های مرجانی ایفا می‌کنند (۷). پوشش زنده مرجان‌های سخت به عنوان پر اهمیت‌ترین ترکیب یک سنگفرش مرجانی محسوب می‌گردد (۵) و درصد پوشش مرجان‌های سخت بعنوان شاخص سلامتی یک سنگفرش بکار می‌رود (۳). زمانی که غذا و زیستگاهها در دسترس باشند سنگفرش‌های مرجانی بعنوان پناهگاهی برای تعداد بی‌شماری از ارگانیزم‌های همزیست بشمار می‌روند. هر گونه تغییر در ساختار ساده مرجان‌ها، مثل برداشت مرجان‌ها یا اختلالات دیگر به فرسایش تدریجی چنین محیط‌زیست باروری می‌انجامد (۳).

با مقایسه نمودارهای ۱ و ۲ مشخص می‌شود که درصد پوشش مرجان در عمق‌های بیشتر به نسبت بالاتر بوده و تمام ایستگاهها بغیر از ایستگاه ۴، از درصد پوشش بالایی برخوردار هستند. با حرکت از ایستگاه ۱ به سمت ۴ بر میزان شن افزوده می‌شود، که می‌تواند بیانگر افزایش رسوب‌گذاری باشد. همچنین پوشش بستر صخره‌ای به نسبت در عمق ۳-۲ متری در تمام ایستگاه‌ها بیشتر بود. بین خرده مرجان‌های مرده (Rb) در ایستگاه ۱ در عمق ۳-۲ متری و عمق ۸-۵ متری اختلاف محسوسی وجود دارد بطوریکه در محدوده عمقی ۳-۲ متری Rb نزدیک ۳۵ درصد بود در حالیکه این فاکتور در عمق ۸-۵ متری به زیر ۱۰ درصد رسیده است. آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف

معنی‌داری (df=11, F=13.53, P<0.05) را از نظر میزان خرده‌های مرجان در میان ۴ ایستگاه نشان داد.

با توجه به نمودارهای مربوط به درصد پوشش مرجان‌های سخت مشخص است که ایستگاههای ۱ و ۲ در عمق ۸-۵ متری و ایستگاههای ۲ و ۳ در عمق ۳-۲ متری دارای بیشترین درصد پوشش مرجان‌های زنده می‌باشند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مرجان‌های ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ تحت استرس بیشتری هستند که می‌توان دلایل مختلفی اعم از میزان رسوب‌گذاری بیشتر، تردد قایق‌های ماهیگیری، محل صیادی و غیره را نام برد که برای مشخص کردن دقیق آن نیاز به مطالعات بیشتر می‌باشد. علت دیگر احتمالاً مرتبط با کمبود بسترهای سختی است که می‌بایست مرجان‌ها به آن تکیه داده و رشد کنند. بسترهای سخت در همه جا یکسان نبوده و چگونگی پراکنش بستر سخت تفاوت‌های حائز اهمیتی را در چگونگی پراکنش مرجان‌ها ایجاد می‌کند. لازم به ذکر است که افزایش میزان رسوب‌گذاری بتدریج باعث کاهش بستر مناسب برای نشست لاروهای مرجانی می‌شود. مهمترین فاکتور زیست محیطی که بر پراکنش و فراوانی مرجان‌ها تاثیر می‌گذارد، اندرکنش فاکتورهای زیستی و فیزیکی است (۶). تاثیر فاکتورهای زیست‌محیطی مانند نور و جریانات دریایی بر منطقه‌بندی ارگانیزم‌های مرجانی یک سنگفرش مرجانی فرآیندی شناخته شده است (۶). تغییرات جنس بستر بویژه قطر و دانه‌بندی رسوبات ماسه‌ای یا گل و لای زیر صخره‌های آهکی، فاکتورهای مهمی هستند که ترکیب یا اجتماع مرجانی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۱۹). ساخت موج شکن‌های جدید اسکله شهید بهشتی باعث آرام شدن جریان آب در این منطقه شده و با توجه به جهت جریان‌های آب در خلیج چابهار، میزان رسوب‌گذاری در سواحل این خلیج به شدت افزایش یافته است که این نتیجه‌گیری براساس مشاهدات مستقیم و کیفی در طول نمونه‌برداری و مشاهده رسوبات ته‌نشین شده روی مرجان‌ها و شاخص‌های محاسبه شده بدست می‌آید. بنابراین عامل اصلی معلق کردن رسوبات در این منطقه احتمالاً تغییر ساختار طبیعی ساحل می‌باشد. به غیر از استرس‌های وارد شده بر اثر بار رسوبات، سایر عوامل نیز ممکن است برای از میان رفتن مرجان‌های خلیج چابهار نقش مهمی داشته باشند. جمع‌آوری مرجان‌ها، مانسون، صید ماهیان تزئینی، لنگر انداختن در نقاط مرجانی از جمله علل مرگ و میر محسوب می‌شوند. تخریب مرجان‌ها بر اثر لنگر انداختن معمولاً در سنگفرش‌های مرجانی روی می‌دهد (۱۲ و ۲۰).

خطر اصلی تخریب مرجان‌های خلیج چابهار در مرحله اول ساخت و ساز و تغییر در شکل ساحل در مناطق مرجانی می‌باشد. این مسأله به خودی خود باعث تغییرات اکولوژیک، از جمله افزایش رسوب‌گذاری، تغییر الگوی حرکت جریان‌ها و غیره می‌شود و در نهایت منجر به تخریب و از بین رفتن زیستگاه مرجانی می‌گردد. نزدیکی بسیار زیاد اسکله‌های ماهیگیری و اقدام ماهیگیران به توررریزی در عمق‌های بسیار کم و نواحی ساحل به منظور صید طعمه از دیگر علل تخریب مرجان‌ها می‌باشد.

شاخص‌های محاسبه شده در مورد وضعیت و توسعه، نشان می‌دهد که کلیه ایستگاههای بررسی شده در محدوده دو عمق مطالعاتی، تحت استرس بوده و در این میان تنها ایستگاه شماره ۳ (هتل لیپار) از وضعیت بهتری برخوردار است و می‌تواند در صورت باقی ماندن شرایط محیطی برای مدت بیشتری مقاومت کند. این در حالی است که با توجه به شرایط موجود، مرجان‌ها در ایستگاههای بررسی شده در معرض از بین رفتن قرار دارند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتایج بخشی از پروژه‌ای بوده که با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان انجام گردیده که بدینوسیله از حمایت و همکاری آن سازمان قدردانی می‌گردد. همچنین از مشاوره آقای دکتر حمید رضایی و همکاری آقایان دکتر کاوه صمیمی و مهندس علی دانشمند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1-Birkelland, C., 1996. Introduction to life and death of coral reefs. Chapman and Hall, New York, USA. 536P.

2-Birkeland, D., 1997. Life and death of coral reefs. Chapman and Hall, New York, USA. 536P.

3-Brown, B.E., 1988. Assessing environmental impact on coral reefs. Proceeding of 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia. pp.1-7.

4-Claereboudt, R.M., 2006. Reef corals and coral reefs of the Gulf of Oman. The historical association of Oman, Muscat. 344P.

5-Dahl, A.L. and Salvat, B., 1988. Are human impacts, either through traditional or contemporary uses, stabilizing or destabilizing the reef community structure? Proceeding of 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia. 1:66-70.

6-Done, T.J., 1995. Ecological criteria for evaluating coral reefs and their implications for managers and researchers. Coral Reefs, Vol. 14, No. 4, pp.183-193.

7-Endean, R., 1976. Destruction and recovery of coral reef communities. *In*: (O.A. Jones and R. Endean eds.). Biology and geology of coral reefs III: Biology 2, Academic Press. pp.215-282.

8-English, S.; Wilkinson, C. and Baker, V., 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Austr. Inst. Mar. Sci., Townsville, Australia. 378P.

9-Fatemi, M.R. and Shokri, M., 2001. Iranian coral reefs status with particular reference to Kish Island, Persian Gulf. Iran. Oceanography, (6-7):15-23.

10-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.

11-Hill, J. and Wilkinson, C., 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs. Version 1: A resource for managers. Townsville, Australia. Austr. Inst. Mar. Sci., 117P.

12-Johannes, R.E., 1975. Pollution and degradation of coral reef communities. In tropical marine pollution. Department of zoology, University of Georgia, Athens, Ga. USA. chapter 2, pp.13-51.

13-Manthachitra, V., 1994. Indices assessing the status of coral reefs assemblage: Formulated from benthic transect data. *In*: (S. Sudara, C.B. Wilkinson and L.M. Chou eds), Proceeding of 3rd ASEAN Australia Symposium on Living Coastal Resources, Vol. 2: Research papers, Bangkok, Thailand. pp.41-50.

14-Nybakken, J.W., 2000. Marine biology, an ecological approach. Hardcover , student edition of textbook, Revised. USA. 481P.

15-Pennisi, E., 1997. Brighter prospects for the world's coral reefs? Science, 277:491-493.

16-Pearson, R.G., 1981. Recovery and recolonization of coral reefs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 4:105-122.

17-Pichon, M., 1978. Problems of measuring and mapping coral reef colonies: 219-230. *In*: Coral reefs research methods. Monographs on Oceanographic Methodology. UNESCO.

18-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. Washington DC., USA. 1:155-170.

19-Riegl, B., Schleyer, M.H., Cook, P.J. and Branch, G.M., 1995. The structure of Africa's southern most coral communities. Bull. Mar. Sci., Vol. 56, No. 2, pp.676-691.

20-Rogers, C.S. and Beets, J., 2001. Degradation of marine ecosystems and decline of fishery resources in marine protected areas in the US Virgin Islands. Environ. Conserv., 28:312-322.

21-Rosen, B.R., 1971. The distribution of reef coral genera in the Indian Ocean. *In*: (D.R. Stoddat & C.M. Yong eds.). Regional variation in Indian Ocean coral reefs. Symposium of Zoology Society, London, UK. 28:263-299.

22-Sadeghi, P. and Loghmani, M., 2009. New observation of three species of hard coral from Chabahar Bay (Oman Sea), Iran. J. of Biol. Sci. Vol. 9, No. 8, p.837-840.

23-Samimi, 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, February 2007.

24-Samimi, K. and Alderslade, P.L., 2005. Of wegen, Status of Octocorals in Persian Gulf. Proceeding of the First International Asia Pacific Coral Reef Symposium, Hong Kong, SAR, China,

25-Sheppard, C.R.C. and Sheppard, A.L.S., 1991. Corals and coral communities of Arabia. Fauna of Saudi Arabia. 12:3-10.

26-Veron, J.E.N., 2000. Corals of the World. Vol. 3. Australian Institute of Marine Sciences, Townsville, Australia.

27-Zar, G.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall International Inc. Engleweood, NJ, USA. 620P.

فصلنامه علمی - پژوهشی محیط زیست جانوری

Identification and study health status of coral reefs in Chabahar Bay (Oman Sea)

- **Mehran Loghmani*:** Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, P.O.Box: 99717-56499 Chabahar, Iran
- **Parvin Sadeghi:** Iranian National Institute for Oceanography (INIO), Chabahar, Iran

Received: October 2011 Accepted: January 2012

Keywords: Coral reefs, DI and CI index, Chabahar Bay, Oman Sea

Abstract

For identify and study of coral reefs in Chabahar Bay, field study started after four coral stations were chosen in 2008 and was conducted in three stages by the end of the year. For investigating the status of coral cover; eight main factors were considered. LIT method elected in two depths of 2-3m, and 5-8m. Finally, 20 hard coral species of 14 geneses and 9 families and one soft coral species were identified. The most species were belonged to Faviidae families. *Favia favus, F. mattahi, Platygyra daedalea* and *Siderastrea savignyana* observed in all stations. Station (4) had lowest species. The highest percentage of live coral cover in 2-3m depth with 35% was observed in station 3 and the highest dead coral was seen in station 1. In 5-8m depth, stations 1 & 2 had the highest live corals and highest dead corals were observed in station 2. The DI and CI indexes in 2-3m depth the highest stress (- 0.28) was observed in station4 and development and growth status was very weak (- 0.75). Station 3 in term of DI and CI indexes had a good status. In 5-8m depth, station 4 has no corals ecosystem and also on index results this habitat is not suitable for corals development and growth. In this depth, stations 1 and 2 had good condition and stress rate.

*Corresponding author's email: loghmani_mehran@yahoo.com