شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۴، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
صفحات ۲۰۸-۱۹۵

بررسی علل سفید شدگی، شکستگی و جابجایی مرجان‌ها در خلیج چابهار

علی مهدی آبکنار[1]*، تیمور امینی راد[2]، داوود میرشکار[3]

۱. استادیار گروه شیلات، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران
۲. مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، موسسه تحقیقات علوم شیلات ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران
۳. معاونت محیط زیست دریایی، دفتر حفاظت از زیست بوم و سواحل دریایی، سازمان حفاظت از محیط زیست، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/ ۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰

چکیده

در مطالعه حاضر ارتباط بین عوامل زیست محیطی و فعالیت‌های انسانی روی وضعیت کلنی‌های مرجانی در منطقه جنوب شرقی خلیج چابهار (اسکله شهید بهشتی) طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰بررسی شد. روش‌های بررسی شامل مشاهده مستقیم (عملیات غواصی)، ترانسکت خطی (Line Transect) و جدول رنگی (Coral Watch) بود. بررسی‌های انجام شده نشان داد که میزان رسوب‌گذاری در منطقه طی سال‌های نمونه برداری روندی افزایشی داشت ($p<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین میزان رسوب‌گذاری به ترتیب در تابستان ۱۳۹۳ و زمستان ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شد ($p<۰/۰۵$). میزان شفافیت آب طی فصول نمونه‌برداری از روندی کاهشی برخوردار بود ($p<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین میزان شفافیت به ترتیب در زمستان ۱۳۹۱ و تابستان ۱۳۹۳ اندازه‌گیری شد. دمای آب در طول دوره نمونه‌برداری از ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد در زمستان ۱۳۹۰ به ۲۶ درجه سانتی‌گراد در زمستان ۱۳۹۶ رسید ($p<۰/۰۵$). بررسی فعالیت‌های انسانی در منطقه نشان داد که طی عملیات لای روبی، گل و لای زیادی در منطقه رویش مرجان‌ها رسوب کرد و این رسوبات به دلیل احداث موج شکن فرعی و در نتیجه کاهش چرخش جریان آب در منطقه باقی ماند و پس از ته نشینی محل اتصال مرجان به بستر را پوشاند. پس از این رخداد، مرجان‌ها جلبک‌های همزیست خود را از دست داده و پس از سفید شدن از بستر خود جدا شدند. به نظر می‌رسد دلیل احتمالی این نتایج بروز استرس‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در منطقه باشد که در مجموع باعث ایجاد شرایط بحرانی در وضعیت سلامتی مرجان‌های منطقه شده است.

واژگان کلیدی: آبسنگ مرجانی، خلیج چابهار، سفید شدگی، زئوزانتلا، ترانسکت خطی، جدول رنگی

* نویسنده مسئول: علی مهدی آبکنار
Email: aliabkenar@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 74, No. 2, Summer 2021
pp. 195-208

Investigation of the causes of bleaching, fracture and displacement of corals in Chabahar Bay

Ali Mahdi Abkenar[1*], Teymor Amini Rad[2], Davood Mirshekar

1. Assistant Professor, Department of fisheries, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran
2. Offshore Fisheries Research Center, Iranian fisheries science research institute (IFSRI), Agriculture research education and extension organization (AREEO), Chabahar, Iran
3. Deputy of marine environment general director marine ecobiology office, DOE, Tehran, Iran

Received: 03-Mar-2021 **Accepted: 12-May-2021**

Abstract

In the present study, the relationship between environmental factors and human activities on the status of coral reef in the southeastern zone of Chabahar Bay (Shahid Beheshti Port) was investigated during the years of 2012-2018. The study methods were included direct observation (diving operations), Line Transect and Coral Watch. The studies showed that the amount of sedimentation in the region had an increasing trend during the sampling years ($p<0.05$). The highest and lowest sedimentation rates were measured in summer 2015 and winter 2012, respectively ($p<0.05$). The transparency of water during the sampling seasons had a decreasing trend ($p<0.05$). The highest and lowest levels of transparency were measured in winter 2013 and summer 2015, respectively ($p<0.05$). Water temperature during the sampling period increased from 22.2 ° C in 2012 to 26 ° C in winter 2018 ($p<0.05$). The study of human activities in the region showed that during the dredging the sea operation, a lot of mud and silt was deposited in the corals growing area and covered the seabed. After this event, the corals lost their *zooxanthella* and separated from their seabed after bleaching. It seems that the probable reason for these results is the occurrence of stress due to human activities in the region, which in general has caused a critical situation in the health status of corals in the region.

Keywords: Coral Reef, Chabahar Bay, Bleaching, Zooxanthellae, Line transect, Coral Watch

Corresponding author: Ali Mahdi Abkenar Email: aliabkenar@gmail.com

۱. مقدمه

بر اساس معیارهای بوم شناسی، آبسنگ‌های مرجانی، بعد از جنگل‌های نواحی گرمسیری مهم‌ترین اکوسیستم‌های پر تولید جهان محسوب می‌شوند (Riegl *et al.*, 2011). از نظر سیستماتیک، مرجان‌ها از شاخه Scleractinia (مهم‌ترین مرجان‌های صخره ساز که تقریباً همگی زوزانتلا[۱]دارند)، رده آنتوزوا[۲](مهم‌ترین رده) و راسته نیداریا[۳]بوده و تقریباً ۶۰۰۰ گونه از آن‌ها در آب‌های دنیا شناسایی شده است (Pechenik, 1991). مرجان‌ها فقط می‌توانند در آبهای کم عمقی و دارای نور رشد کنند؛ زیرا جلبک‌های همزیست که مرجان‌ها به آنها وابسته‌اند به نور احتیاج دارند (Mahdi Abkenar, 2009).

تلاش‌های اولیه در خصوص درک عوامل کنترل کننده رشد مرجان‌ها بر این فرضیه استوار بود که متغیرهایی مانند ویژگی های فیزیکو-شیمیایی آب، جریان های اقیانوسی، سطح آب دریا، دمای سطح آب و میزان گازکربنیک موجود در جو، مهم‌ترین عوامل ممانعت کننده از توسعه آبسنگ‌های مرجانی در اقیانوس‌ها هستند (Domínguez-Pérez et al., 2013). Montaggioni (۲۰۰۵) نشان داد که عوامل منطقه‌ای مانند ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی آب و عوامل جهانی مانند میزان گاز کربنیک، سطح آب اقیانوس‌ها و دمای آب نقش مهمی در کنترل رشد مرجان‌ها از دوره سنوزوئیک[۴]تا دوره هلوسن[۵] داشته‌اند. با این حال، مطالعات روی یک دوره طولانی از ۵۴۰ میلیون سال قبل از دوره فانروزویک[۶]نشان داد که تغییرات جهانی آب و هوایی توانسته تأثیرات عمده‌ای روی تنوع گونه‌ای آبسنگ‌های مرجانی ایجاد نماید و رقابت بین گونه‌ای در جوامع زیستی ریف‌ها را افزایش دهد (Kiessling, 2009). علاوه بر آبسنگ‌های مرجانی، بسیاری از ارگانیسم‌های مستقر در آن‌ها نیز نسبت به تغییرات محیطی بسیار حساس‌اند (Richmond, 1993).

اما امروزه به دلیل افزایش دمای آب و عواملی نظیر فعالیت‌های انسانی آب سنگ‌های مرجانی به‌طور فزاینده‌ای در معرض تهدید و نابودی قرار گرفته‌اند (Spalding *et al.*, 2000). علاوه بر تهدیدات فیزیکی، اکولوژیکی و بیولوژیکی، برخی از بیماری‌های شایع نیز مانند بیماری نوار سفید، بیماری نوار سیاه، بیماری نوار زرد، بیماری نوار نارنجی و پدیده سفید شدگی[۷]نیز در دنیا آب سنگ‌های مرجانی را تهدید می‌نماید (Littler and Littler, 1995).

در مطالعات محدودی وضعیت بیماری آبسنگ‌های مرجانی خلیج‌فارس و دریای عمان بررسی شده است. با این حال، گزارش های مختلفی از شیوع بیماری های مختلف در آبسنگ‌های مرجانی در خلیج‌فارس و دریای عمان در دسترس است (Coles 1994; Korrubel and Riegl 1998; Riegl 2011). Abramovitch و همکاران (۲۰۰۳) با مقایسه دو گونه *Millepora dichotoma* و *Stylophora pistillata* به نوسانات شوری آب دریا در مقیاس آزمایشگاهی گزارش دادند که بهترین دما برای تجمع زئوزانتلاهای (جلبک‌های همزیست) میزبان ۳۱/۳ درجه سانتی‌گراد است و دمای بالاتر از آن می‌تواند برای آن‌ها کشنده باشد. طبق گزارش Mileli (۲۰۱۱) استرس‌های تجمع یافته در اثر افزایش دما و اسیدی شدن آب اقیانوس‌ها در حال از بین بردن صخره‌های مرجانی GBR[۸] است. طبق گزارش این محقق سطوح پایین‌تر

[۱] Zooxanthellae

[۲] Anthozoa
[۳] Cnidaria
[۴] Cenozoic
[۵] Holocene
[۶] Phanerozoic
[۷] Bleaching
[۸] Great Barrier Reef

نیتروژن در مناطق مورد مطالعه رابطه مستقیمی با کاهش در صد سفید شدگی مرجان‌ها در این مناطق داشته است (Mileli, 2011). Fabricius (۲۰۰۵) در تحقیقات خود این چنین بیان داشت که همزیستی بین مرجان و زئوزانتلا به مقدار زیادی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب‌های پیرامون این اکوسیستم‌ها بستگی دارد. Wooldridge (۲۰۰۹) دلایل مختلفی را در سفید شدگی مرجان ها دخیل می‌داند، و این پدیده را در حقیقت واکنشی از طرف مرجان نسبت به به هر گونه تغییرات در محیط پیرامون آن تعریف مینماید. افزایش دما، جریان رسوب‌گذاری، تغییرات شوری، کاهش نور و افزایش جریان مواد مغذی (شامل نیترات ها و...) از جمله مهمترین دلایل استرس زا است که باعث عارضه سفید شدگی در مرجان‌ها می‌گردد. این پدیده می‌تواند در مقیاس‌های کوچک و بزرگ صورت پذیرد (Wooldridge, 2009).

برای بررسی وضعیت سلامت آبسنگ‌های مرجانی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. روش مشاهده مستقیم از طریق عملیات غواصی یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها است. ترانسکت خطی[1] نیز روش دیگری است که برای مطالعه وضعیت سلامت مرجان توسط سازمان Reef Check ارائه شده است. جداول رنگی[2] یکی از ساده‌ترین و در عین حال دقیق‌ترین روش‌های بررسی وضعیت آبسنگ‌های مرجانی است که طی سال‌های اخیر توسط دانشگاه کوئینزلند استرالیا ابداع شده است. در این روش از یک جدول ضد آب و رنگی استفاده می‌گردد که از رنگ‌های گوناگون با درجات مختلف کمرنگ تا پر رنگ تشکیل شده است. در این روش پس از انتخاب بوته یا توده مورد نظر ابتدا روشن‌ترین و سپس تیره‌ترین قسمت آن مشخص می‌گردد. سپس هر یک از مناطق مشخص شده با جدول رنگی مقایسه شده و کد رنگ مربوطه ثبت می‌گردد. اطلاعات جمع آوری شده به سایت کورال‌واچ (www.coralwatch.org) منتقل شده و نتایج پس از تجزیه وتحلیل بصورت نمودارهای ستونی در اختیار محقق قرار می‌گیرد.

با وجود اینکه اکثر اکوسیستم‌های مرجانی در نقاط مختلف دنیا مورد مطالعه دقیق قرار گرفته‌اند، از مناطق مرجانی ایران در بسیاری از نقاط و جزایر هنوز اطلاعات مشخصی در دست نیست. یکی از این مناطق خلیج چابهار است که در آب‌های شمالی دریای عمان واقع شده است. به دلیل نقش و اهمیت به سزای مرجان‌ها از لحاظ اکولوژیکی و اقتصادی، در این مطالعه از سه روش مشاهده مستقیم، ترانسکت خطی و جداول رنگی برای بررسی عواملی مؤثر در بروز پدیده شکستگی، سفید شدگی و جابجایی کلنی‌های مرجانی در جنوب شرق خلیج چابهار استفاده شد.

۲. مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، در ابتدا با عملیات غواصی محدوده مرجان‌ها در آب‌های پیرامون ضلع جنوب شرقی خلیج چابهار (در جوار اسکله شهید بهشتی) با استفاده از نقشه‌های در دسترس و پایش‌های میدانی شناسائی شد. با استفاده از دستگاه GPS محدوده جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه مشخص گردید. موقعیت جغرافیایی مناطق ارزیابی شده در محدوده ″۵۲ ′۱۷ °۲۵ عرض شمالی و ″۶۶ ′۳۶ °۶۰ طول شرقی بود (شکل ۱). عملیات نمونه‌برداری و پایش سلامت مرجان‌ها در منطقه طی یک دوره ۶ ساله (۱۳۹۶-۹۰) توسط گروه غواصی مرکز تحقیقات شیلاتی چابهار با ثبت تصاویر و عکس‌برداری به‌طور مستمر انجام شد . برای بررسی کمی تراکم و میزان پوشش مرجان‌ها از روش LTI[3] استفاده

[1] Line Transect

[2] Coral Watches

[3] Line Intercept Transect

شـــد. در این روش توســـط عملیات غواصـــی دو محدوده عمقی ۲ تا ۳ و ۵ تا ۸ متر انتخاب شـــد. در هر عمق ۳ ترانسکت خطی به طول ۲۰ متر به موازات ساحل نصب گردید. مرجان‌های زیر ترانســـکت مطابق روش Hill و Wilkinson (۲۰۰۴) تا حد سانتی‌متر بررسی شد.

شکل ۱-تصویری از موقعیت منطقه مورد مطالعه. شکل مثلث منطقه رویش مرجان‌ها را نشان می‌دهد.

برای بررســـی وضـــعیت ســـلامت مرجان‌ها به روش Coral watch نیز از چارت مخصـوص این روش اسـتفاده شد (شکل ۲). در چارت از کد D که نزدیک‌ترین رنگ به رنگ مرجان‌های منطقه بود؛ استفاده گردید. کد D6 نشان دهنده بهترین حالت و کد D1 نشـــان دهنده وضـــعیت نامناسب سلامت مرجان‌های بود. درصد سفید شدگی و سلامت مرجان‌ها در هر ایستگاه پس از اندازه‌گیری برآورد گردید.

شکل ۲-چارت رنگی Coral watch و نحوه انطباق با یک کلنی مرجانی (منبع: نگارنده)

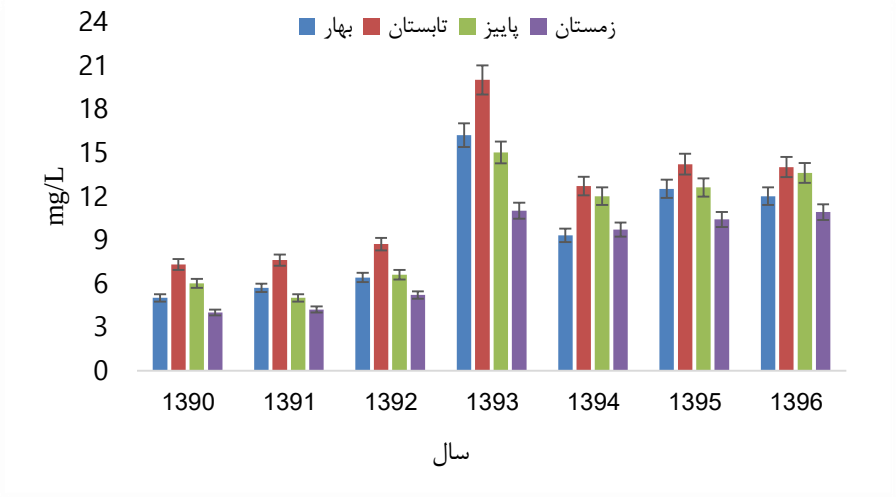
میزان رسوب‌گذاری در منطقه از طریق فیلتر کردن ۱ لیتر آب منطقه تعیین شد(Rogers *et al.*, 1994). میزان شفافیت آب با استفاده از سشی دیسک تعیین گردید. دمای آب توسط دماسنج دیجیتال در مناطق بالای سطح

مرجان‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین دمای آب در دو ایستگاه مختلف از قسمت بستر تا سطح دریا با کمک دستگاه CTD اندازه‌گیری شد (Aminrad, 2011). این مناطق شامل: ۱) منطقه‌ای که آبسنگ‌های مرجانی در آن حضور داشتند و در محاصره موج‌شکن‌ها بود ۲) منطقه‌ای که موج‌شکن‌ها کمترین تأثیر را روی آن داشتند.

۳. نتایج

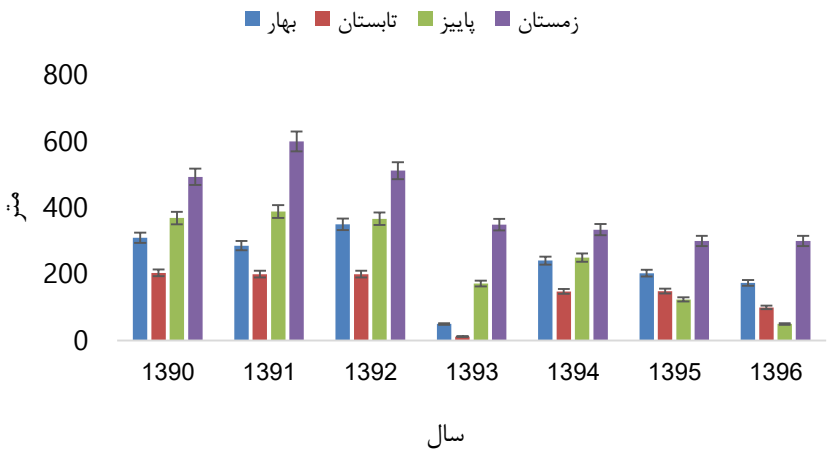
نتایج میزان رسوب‌گذاری در شکل ۳ آورده شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده میزان رسوب‌گذاری در منطقه طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ از یک روند افزایشی برخوردار بود. طی دوره نمونه‌برداری همواره میزان رسوب‌گذاری در فصل زمستان کاهش و مجدداً در فصل تابستان افزایش یافت. بیشترین و کمترین میزان رسوب‌گذاری به ترتیب در تابستان ۱۳۹۳ معادل ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و زمستان ۱۳۹۰ معادل ۴ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد (شکل ۳).



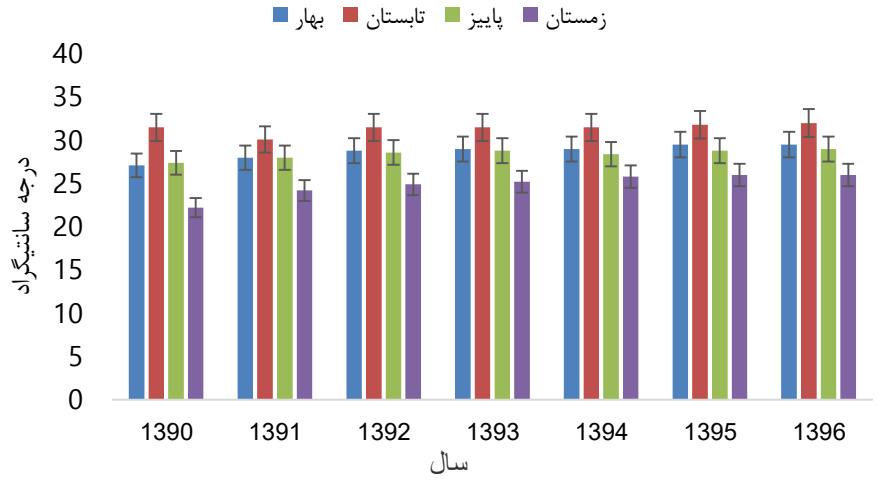
شکل ۳-نمودار مقایسه میزان کلی رسوبات معلق در آب منطقه مورد مطالعه طی فصول مختلف سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶

نتایج میزان شفافیت آب در شکل ۴ آورده شده است. میزان شفافیت آب در منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ روندی کاهشی داشت. بر اساس نتایج به دست آمده میزان شفافیت آب در حدفاصل زمستان ۱۳۹۰ تا زمستان ۱۳۹۳ بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ سانتیمتر ثبت شد. این میزان در سال‌های بعد (تا ۱۳۹۶) به حدود ۳۰۰ سانتیمتر کاهش یافت. بیشترین میزان شفافیت در زمستان ۱۳۹۱ معادل ۶۰۰ سانتی‌متر و کمترین میزان شفافیت در تابستان ۱۳۹۳ معادل ۱۲ سانتیمتر اندازه‌گیری شد (شکل ۴).

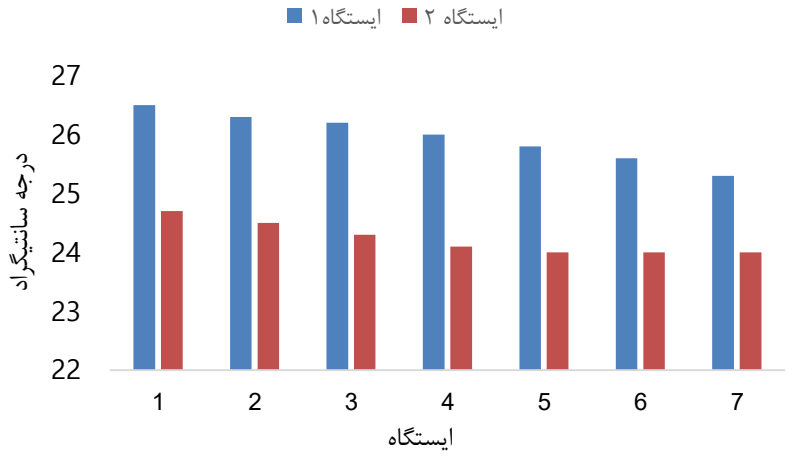


شکل ۴-نمودارمقایسه میزان شفافیت آب در منطقه مورد مطالعه طی فصول مختلف سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶

نتایج میزان دمای آب در نمودار شکل ۵ آورده شده است. ثبت مستمر دمای آب طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ با دستگاه CTD در محل زیست مرجان‌ها از بستر دریا تا سطح آب در ۲ ایستگاه متفاوت اندازه‌گیری شد. همان‌طور که مشخص است در ایستگاه شماره ۱ که منطقه اصلی رویش مرجانی بود و در محاصره موج شکن‌ها قرار داشت دمای آب به‌طور متوسط ۱/۷۸ درجه سانتی‌گراد بیشتر از ایستگاه شماره ۲ اندازه‌گیری شد که تقریباً در قسمت میانی خلیج واقع شده بود.

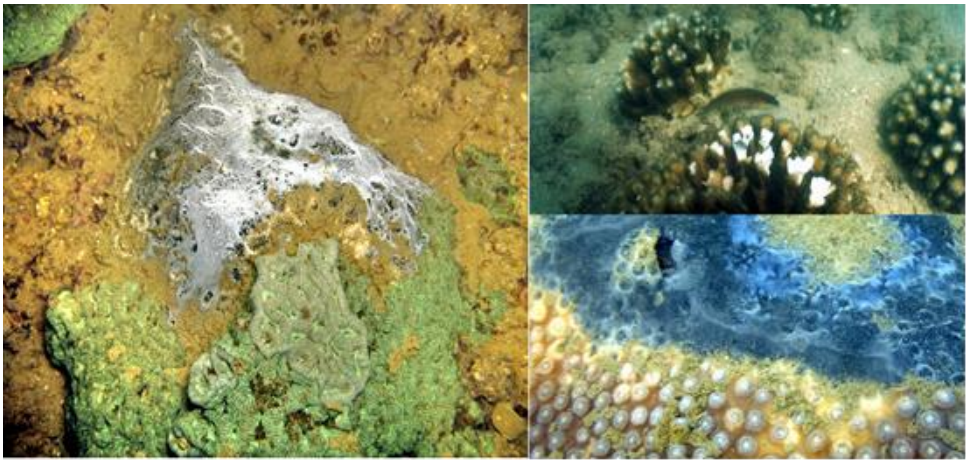


شکل ۵-نمودار تغییرات میزان متوسط دمای آب در منطقه مورد مطالعه طی فصول مختلف سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶



شکل ۶-نمودار تغییرات دمای آب در دو ایستگاه مختلف در منطقه مورد مطالعه

نتایج پایش مستقیم سلامت مرجان‌ها به روش غواصی طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ در شکل۷ آورده شده است. نتایج مشاهدات مستقیم نشان داد که کلنی‌های مرجانی از ناحیه تحتانی، جلبک‌های همزیست خود را از دست دادند. در ادامه بررسی‌ها و مشاهدات، نشان داد که جمعیت برخی از آبزیان نظیر کرم‌های لوله‌ای، انواع آبفشان‌ها، اسفنج‌ها و... نیز در بافت‌های تحتانی بوته‌های مرجانی افزایش یافت. در اواخر سال ۱۳۹۳ عملیات شمع کوبی اسکله جدید شهید بهشتی آغاز شد. همزمان با عملیات شمع کوبی، بررسی‌های انجام شده به روش ترانسکت خطی نشان داد که ۸۰ درصد بوته‌های مرجانی از بستر خود جدا شدند (شکل ۷).



شکل۷- تصویری ازمرجان‌ها در پی پایش مستقیم سلامت مرجان‌ها در منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارنده)

کلنی‌های جداشده در اثر نیروی کششی حاصل از فرآیند جزر و مد جابجا شده و در اثر این پدیده قسمت تاجی آن‌ها درون رسوبات بستر قرار گرفت و به سرعت جلبک‌های همزیست خود را از دست داد. در شکل ۶ به وضوح اثرات مخرب فعالیت‌های توسعه بندری روی کلنی‌های مرجانی مشخص است. سفید شدگی قسمت فوقانی، نفوذ انواع ناخواسته‌ها در قسمت تحتانی، شکستگی در ناحیه طوق و کلنی‌های سالم جدا شده از بستر از جمله موارد مهمی است که در تصویر زیر مشاهده می‌گردد (شکل ۸).

شکل۸- اثرات فعالیت‌های انسانی روی کلنی‌های مرجانی (منبع: نگارنده)

نتایج وضعیت سلامت مرجان‌ها با استفاده از روش Coral Watch در سال ۱۳۹۶ در دو منطقه اسکله شهید کلانتری و اسکله شهید بهشتی در شکل ۸ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از بین ۱۲۹ کلنی بررسی شده در اسکله شهید کلانتری، ۱۲ کلنی نمره ۲، ۵۵ کلنی نمره ۳ و ۶۲ کلنی نمره ۴ و بالاتر را به خود اختصاص دادند. از بین ۱۲۹ کلنی بررسی شده در اسکله شهید بهشتی نیز تعداد ۴۹ کلنی نمره ۲، ۴۱ کلنی نمره ۳ و ۳۹ کلنی نمره ۴ و بالاتر را به خود اختصاص دادند.

شکل ۹-نمودار تعداد کلنی‌های مرجانی در هریک از گروهای رنگی بررسی شده با روش Coral Watch

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که طی عملیات لایروبی جهت احداث موج شکن فرعی گل و لای زیادی در منطقه مورد مطالعه واقع در خلیج چابهار رسوب کرده است. پیامد این کار کاهش میزان چرخش جریان آب در منطقه و پوشانده شدن محل اتصال مرجان‌ها با بستر بود. این

فرآیند باعث شد تا مرجان‌ها به‌سرعت جلبک‌های همزیست خود را از دست داده و علاوه بر سفید شدن از بستر خود نیز جدا شوند. عارضه سفید شدگی پدیده‌ای تکه تکه[1]و گسترده در یک منطقه به شدت تحت تاثیر موقعیت، حالت‌های محیطی، فصل و ساختار گونه‌های درگیر اتفاق می افتد (McClanahan, 2000). دمای سطح آب و تشعشعات خورشیدی از عوامل اصلی به وجود آورنده پدیده سفید شدگی تلقی می شود (Fitt *et al.*, 2001). در مطالعه Loghmani و Sadeghi (۲۰۱۵) بروز عوامل استرس‌زا (آلودگی، ساخت‌وسازهای ساحلی، صید و صیادی، افزایش بار رسوبی و...) در خلیج چابهار (اسکله شهید بهشتی) عامل تخریب زیستگاه مورد مطالعه معرفی شدند که رشد و حیات مرجان‌ها را در معرض خطر قرار دادند. مرجان‌ها برای ادامه حیات نیاز مبرم به نور کافی برای انجام فتو سنتز و غذا سازی دارند. هر عاملی که سبب کاهش میزان نور مورد نیاز آن‌ها گردد، شدیداً آن‌ها را تحت استرس قرار می‌دهد. یکی از این عوامل، میزان ذرات معلق[2]در آب است (Rogers *et al.*, 1994).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ذرات معلق در آب از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶ روندی افزایشی داشته است. همان‌طور که در شکل ۱ نیز نشان داده شد، میزان ذرات معلق از ۵/۸ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۳۹۰ به ۱۲/۶۲ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۳۹۶ رسید. این میزان برای کلنی‌های مرجانی کمی بیشتر از آستانه بروز استرس در آن‌ها است (Roger *et al.*, 1999). مشخص شده است که حضور ۱۲ میلی‌گرم در لینر ذرات معلق در آب باعث بروز استرس کامل در مرجان‌ها می‌گردد (Rogers *et al.*, 1994).

در تابستان ۱۳۹۳ به دلیل عملیات لایروبی میزان ذرات معلق در آب های منطقه مورد مطالعه تا ۱۵/۵۵ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت که بسیار بیشتر از آستانه بروز استرس در آبسنگ‌های مرجانی بود. نتایج مشاهدات مستقیم تائیدی بر افزایش ناگهانی رسوبات معلق و تأثیرات مخرب آن‌ها بر کلنی‌های مرجانی بود. طی بررسی‌های انجام شده در منطقه چند روز پس از لایروبی بسیاری از کلنی‌ها در حد وسیعی جلبک‌های همزیست خود را از دست دادند. در تائید نتایج به دست آمده بررسی پراکنش و تنوع مرجان‌های سخت در خلیج چابهار (اسکله شهید بهشتی) نشان داد که ساخت موج‌شکن‌ها و اسکله‌های در حال ساخت، باعث تغییر الگوی حرکتی جریان آب در این منطقه شده است واین عامل باعث افزایش تدریجی رسوب گذاری به حساب می‌آید (Loghmani and Sadeghi, 2015).

با افزایش میزان ذرات معلق در آب و کاهش جریان طبیعی در منطقه، ریزش رسوبات روی سطح مرجان‌ها افزایش می‌یابد. پلیپ‌های مرجانی برای جلوگیری از دفن شدن خود و جلبک‌های تک‌سلولی همزیست، مجبور به فیلتر کردن و جمع‌آوری رسوبات به کمک ترشحات خود خواهند شد و این امر باعث صرف انرژی زیادی از سوی پلیپ‌ها می‌گردد. صرف انرژی زیاد برای تمیز نگه‌داشتن محیط به‌منظور بهره‌گیری از نور برای عمل فتوسنتز جلبک‌های همزیست باعث تضعیف آن‌ها در برابر عوامل نامساعد محیطی خواهد شد. مرجان‌ها هم از طریق فتوسنتز تغذیه می‌کنند و هم شب‌ها با شکار زئوپلانکتون‌ها حیات خود را تضمین می کنند. وجود ذرات معلق غیر آلی در آب ورسوب آنها باعث کاهش میزان غذای دریافتی توسط مرجان‌ها می‌گردد (Bak, 1978).

برای اثبات افزایش بار ذرات معلق در ستون آب علی‌الخصوص در سطح کلنی‌های مرجانی در منطقه مورد مطالعه، شفافیت آب نیز بررسی شد. نتایج به دست آمده بیانگر یک روند کاهشی در میزان شفافیت آب طی سال‌های مورد مطالعه بود. این روند کاهشی طی سال ۱۳۹۳ به کمترین حد خود رسید. توسعه بندری، احداث موج‌شکن‌های متعدد در مسیر جریانات طبیعی و لایروبی

[1] Patchiness

[2] Suspension sediments

از عمده‌ترین عوامل کاهش شفافیت آب محسوب می‌گردد (Rogers *et al.*, 1997). آب‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان هر ساله طی فصل تابستان تحت تأثیر پدیده مونسون قرار دارد که خود عاملی بالقوه در کاهش شفافیت آب در منطقه است. با توجه به اینکه دریای عمان از جمله آب‌های بسیار غنی از حیث مواد مغذی محسوب می‌گردد، لذا به‌طور طبیعی میزان ذرات معلق در آن نسبت به خلیج‌فارس بیشتر است. حضور رسوبات غیر آلی زیاد در آب باعث کدر شدن و کاهش نفوذ نور برای دریافت زئوزانتلاها می‌گردد و عاملی بسیار مخرب برای زیست مرجان‌ها ارزیابی شده است. پژوهش‌ها نشان داده است که حتی یک لایه نازک از رسوب روی سطح کلنی باعث خفه شدن مرجان‌ها می شود. در این هنگام مرجان‌ها برای رفع رسوبات از جریان موکوسی ای استفاده می کنند که در هنگام تغذیه ترشح می کنند و این موکوس‌های به همراه رسوبات به عنوان غذایی غیر طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در محل‌هایی که رسوبات زیاد است مرجان‌ها به مرورآسیب دیده و از بین می‌روند (Mahdi Abkenar, 2009). پس به خوبی می‌توان علت سفید شدگی مرجان‌ها را به ساخت و سازهای انجام شده به‌منظور توسعه بندری در خلیج چابهار علی‌الخصوص احداث موج‌شکن‌هایی در اطراف منطقه مرجانی نسبت داد. میزان شفافیت آب در تابستان ۱۳۹۳ به‌طور متوسط ۱۰ سانتیمتر، در پاییز ۱۳۹۳، ۱۷۰ سانتیمتر، در زمستان ۱۳۹۳، ۳۵۰ سانتیمتر و در بهار ۱۳۹۳، ۵۰ سانتیمتر ثبت شد که در مقایسه با سال‌های قبل بسیار کمتر بود که تایید کننده این فرایند یعنی رسوب گذاری زیاد روی سطح مرجان‌ها ست.

مشاهدات میدانی نشان داد که موج‌شکن اسکله شهید بهشتی طی سال‌های اخیر بیشتر از ۱۵۰۰ متر به سمت غرب پیشروی داشته است. در طول این مدت موج شکن دوم شهید بهشتی نیز مابین مخازن ذخیره نفت و اسکله شهید بهشتی احداث گردید و طی شش‌ماهه اول سال ۱۳۹۶ موج شکن دیگری در سمت شمال شرقی منطقه رویش مرجان‌ها به طول بیش از ۲۰۰۰ متر احداث شد. قطع ارتباط جریانات مستقیم دریایی و تغییر در مسیر جریان آب به‌واسطه ایجاد موانع در سر آن‌ها به داخل خلیج و ادامه ساخت و سازها سبب تجمع رسوبات در منطقه رویش مرجان‌ها گردیده است.

جریانات آب نیز مانند جریان هوا و بارندگی های موسمی از جمله عواملی هستند که می‌توانند باعث ایجاد تغییرات در دمای آب شوند. هر گونه ساخت و سازی که موجب جلوگیری و یا کاهش جریان آب در منطقه گردد این امکان را به فراهم می‌آورد تا باعث تغییر در دمای آب منطقه نیز گردد. این امر سوای مسئله گرم شدن تدریجی کره زمین باید ارزیابی شود و تاکید بر این موضوع دارد که عامل گرم شدن عدم تهویه و چرخش طبیعی آب است. در همین ارتباط، گزارشهای سفید شدگی مرجان‌ها در نقاط مختلف دنیا طی سه دهه اخیر ارتباط معنی‌داری بین میزان سفید شدگی با نوسانات محیطی و افزایش دما نشان می‌دهد (Guest *et al.*, 2012). در تائید مواد مذکور بررسی روند تغییرات در شاخص‌های فیزیکو-شیمیایی آب در مناطق مرجانی خلیج چابهار نشان داد که این خلیج دارای محیطی با تغییرات دمایی متفاوت است. بطوریکه نسبت به آب‌های آزاد اقیانوس هند گرم‌تر است و از سمت عمق به سطح و به سمت سواحل افزایش دما دیده می‌شود (Askary and Nora, 2010). در مطالعه سفید شدگی مرجان های لارک نیز ارتباط معنی‌داری در نوسانات دمایی و پیشرفت در صد سفید شدگی مرجان‌ها گزارش شد (Behzadi *et al.*, 2016).

دمای مناسب برای رشد و توسعه کلنی‌های مرجان‌ها بین ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (Goreau *et al.*, 1979). در صورتیکه دمای آب منطقه در طولانی مدت حدود ۱ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بالای این حد قرار می گیرد، بنابراین آبسنگ‌های مرجانی می‌توانند به شدت دچار آسیب شوند (Nugues and Roberts, 2003). با نگاهی به نتایج این پژوهش، می‌توان روند افزایشی دمای آب در قسمت‌هایی از خلیج و تحت تأثیر ساخت موج‌شکن‌ها را مشاهده کرد. همان‌طور که نشان داده شد، اختلاف میانگین دمای سال ۱۳۹۰ با سال ۱۳۹۶ در

منطقه مورد مطالعه ۲/۹ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین این نتایج نشان داد که متوسط دما در ایستگاه شماره ۱ که تحت تأثیر موج‌شکن‌ها قرار داشت نسبت به ایستگاه ۲ حدود ۱/۸ درجه سانتی‌گراد بیشتر است. بنابراین اثر عوامل مختلف مانند کاهش شدید جریان آب در اثر احداث موج‌شکن‌ها، کاهش تدریجی عمق محل زیست صخره‌های مرجانی در اثر رسوب‌گذاری، و نفوذ بیشتر اشعه خورشید و کاهش بارندگی طی سال‌های اخیر باعث افزایش نسبی و تدریجی دمای منطقه شده باشد. بنابراین نتیجه گیری می‌شود که در طول دو دهه گذشته، افزایش تدریجی دمای آب به‌عنوان اصلی‌ترین عامل به همراه اثرات منفی سایر عوامل، سفید شدگی مرجان‌ها در منطقه مطالعاتی سبب شده‌اند (Brown and Ogden, 1993; Berkelmans *et al*., 2004).

در تحقیق حاضر بررسی وضعیت سلامت کلنی‌های مرجانی با روش Coral watch نشان داد که از بین ۱۲۹ کلنی بررسی شده در منطقه شهید کلانتری و اطراف آن‌که کمتر تحت تأثیر توسعه بندری قرار داشتند، ۱۲ کلنی نمره ۲، ۵۵ کلنی نمره ۳ و ۶۲ کلنی نمره ۴ و به بالا را به خود اختصاص دادند. این داده‌ها نشان می دهد ۵۰ درصد کلنی‌های مرجانی که(نمره ۴ به بالا) از حیث سلامت در وضعیت مناسبی دارند، و مابقی در موقعیت حساسی قرار دارند و کمترین تغییرات در محیط پیرامو سیب جدی را به همراه دارد. ارزیابی کلنی های مرجانی در اطراف اسکله شهید بهشتی (جائیکه بیشترین ساخت و سازها در آن منطقه صورت می‌گیرد) نشان داد که بیش از ۶۵ درصد کلنی‌ها در وضعیت بحرانی بسر می‌برند. مشاهدات مستقیم نیز نشان داد که کلنی‌ها مرجانی در طول یک سال چند بار به کلی جلبک‌های همزیست خود را از دست داده و مجدداً آن را جایگزین نمودند. این حالت هر بار که مرجان‌ها تحت استرس قرار می‌گیرند به وجود می‌آید و پس از رفع استرس مجدداً به حالت اول خود باز می‌گردند یعنی جلبک‌های همزیست جدیدی را جذب می‌نمایند. در مجموع بروز این حالت به نفع مرجان نبوده و اگر در یکی از این حالات شرایط زمانی برای جایگزینی مجدد جلبک‌های همزیست طولانی گردد، مرجان از بین خواهند رفت.

طبق بررسی‌های انجام شده وخیم‌ترین حالت در طول مدت بررسی کلنی‌های مرجانی در تحقیق حاضر در اوایل سال ۱۳۹۴ رخ داد. در حین بررسی از طریق عملیات غواصی مشاهده شد که غالب کلنی‌ها از ناحیه اتصال خود به بستر جدا شده و هرکدام به یک سو متمایل شده‌اند. با توجه به اینکه هیچ‌گونه شکستگی و یا اثرات فعالیت‌های انسانی برای این اتفاق مشاهده نشد، با بررسی‌های بیشتر دو عامل زیر بیشترین احتمال برای شکستگی و جابجایی کلنی‌ها در نظر گرفته شد:

مشاهدات ثبت شده در سال ۱۳۹۴ نشان داد که به دلیل تجمع زیاد رسوبات و افزایش آن‌ها در بستر منطقه کلنی‌های مرجانی تا زیر قسمت تاج خود در رسوبات فرو رفته بودند. بدیهی است تحت این شرایط کلنی‌های مرجانی به سرعت جلبک‌های همزیست خود را از دست خواهند داد. با گذشت زمان ناحیه سفید شده مورد هجوم انواع موجودات ناخواسته نظیر توتیا، کرم‌های لوله‌ای، موجودات چرا کننده، ستاره سانان (افیروئیدها و ...) قرار گرفته و پس از مدتی بافت آهکی ناحیه سفید شده در اثر فعالیت موجودات آبزیان متخلخل و سست می‌گردد. در چنین حالتی کلنی‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر مستعد شکستگی بیشتری از ناحیه آسیب دیده می‌گردند. تحت این شرایط نیروی حاصل از کشش جزر و مد دریا و یا انرژی امواج نیز قادرند مرجان‌ها را از بستر خود جدا سازند.

یکی دیگر از عوامل اصلی در جداشدن مرجان‌ها ارتعاشات و امواج صوتی بسیار شدید حاصل از ضربات چکش‌های الکتریکی شصت تنی بود که برای کوبیدن ستون‌های آهنی اسکله به کار می‌رفت. چند دلیل برای اثبات این امر وجود دارد. پایش میدانی نشان داد که بسیاری از بوته‌ها در طول یک تا دو روز از بستر جدا شدند؛ بنابراین می‌توان گفت این عمل به‌طور ناگهانی به وقوع پیوسته است. ضربات شدید صوتی ناشی از فعالیت چکش‌های الکتریکی توسط نگارنده در هنگام عملیات

غواصی. به حدی شدید بود که مانع ماندن در زیر آب و ادامه نمونه‌برداری شد. با توجه به هم‌جواری منطقه مرجانی با محل استقرار چکش‌های الکتریکی در هر بار ضربه غبار نرمی، روی بستر دریا به اندازه حدود یک سانتی‌متر، جابجا می شود و گوئی که بستر دریا به مانند بدن انسان نبض‌دار است. در نتیجه این ضربات، بوته‌های مرجانی که در محل اتصالشان به بستر، به علت سفید شدگی، ضعیف است از بستر جدا خواهند شد.

در این وضعیت کلنی‌ها در برابر نیروهای حاصل از انرژی امواج، نیروی کششی حاصل از پدیده جزر و مد و اصوات و ارتعاشات حاصل از فعالیت چکش‌های الکتریکی در منطقه تاب مقاومت نداشته و از بستر جدا خواهند شد. مطالعه حاضر و شواهد موجود در منطقه نشان می‌دهد که تعداد زیادی از کلنی‌های مرجانی در خلیج چابهار از بین رفته و تنها بخش کوچکی از آن‌ها باقی‌مانده است. این تعداد اندک نیز چندی است که در مسیر توسعه و خشکسازی دریا به منظور ایجاد یک بندر بزرگ (مگاپورت) در منطقه قرار دارند و در صورت توسعه منطق بندی نابودخواهند شد. لذا، به نظر می رسد که تنها راه حفظ کلنی‌های باقی‌مانده انتقال آن‌ها به یک نقطه امن و به دور از استرس باشد.

۵. نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که عوامل مختلفی مانند کاهش شدید جریان آب در اثر احداث موج‌شکن‌ها، کاهش تدریجی عمق محل زیست صخره‌های مرجانی در اثر رسوب‌گذاری، و نفوذ بیشتر اشعه خورشید و کاهش بارندگی طی سال‌های اخیر باعث افزایش نسبی و تدریجی دمای منطقه شده است. بنابراین در طول دو دهه گذشته، افزایش تدریجی دمای آب به‌عنوان اصلی‌ترین عامل به همراه اثرات منفی سایر عوامل مانند ارتعاشات ناشی از فعالیت چکش‌های الکتریکی در منطقه، باعث سفید شدگی مرجانی و جدا سازی بوته‌های در منطقه مطالعاتی شده باشند.

۶. منابع

References

Abramovitch-Gottlib, L.D., Katoshevski, M., Vago, D., 2003. Responses of Stylophora pistillata and Millepora dichotoma to seawater temperature elevation. *Bulletin of Marine Science* 73, 745-755.

Aminrad, T., 2011. Destructive effects of port construction on corals qualitative indices in southeast coast of Iran (Chabahar Bay). A final thesis presented to the academic department of the school of science and engineering in partial fulfillment of the requirement for the degree of doctor in marine biology. Atlantic international university Honolulu, Havwaii.

Askary, M., Nora, M.R., 2010. Investigation of changing in physical and chemical parameters of water in the coral regions of Chabahar Bay. 1nd International Conference on Water Resources Management-Coastal Lands, 8-9 December, 2010, 10 P

Bak, R.P.M., 1978. Lethal and Sublethal Effects of Dredging on Coral Reefs. *Marine Pollution Bulletin* 9(1): 14-16.

Behzadi, S., Akbarzadeh, Gh.A., Salarpouri, A., Darvishi, M., Momni, M., Kamali, E., Daghooghi, B., Dehghani, R., Hossein, R., Moradi Shahram, S., Mortazavi, M. S., Hamzaei, S., Ebrahimi, M., Ejlali, K., 2016. The identification of best location for rehabilitation of coral stock (*Acropora* spp.) in the Larak island. Iranian Fisheries Science Research Institute, 48 P.

Berkelmans, R., De'ath, G., Kininmonth, S., Skirving, W.J., 2004. A comparison of the 1998 and 2002 coral bleaching events on the Great Barrier Reef: spatial correlation, patterns, and predictions. *Coral reefs 23*(1), 74-83.

Brown, B.E., Odgen, J. C., 1993. Coral bleaching. Scientific American, 26(9): 64-70.

Coles SL. 1994. Extensive coral disease outbreak at Fahl Island, Gulf of Oman, Indian Ocean. *Coral Reefs* 13, 242.

Domínguez-Pérez D., Diaz-Garcia C.M., García-Delgado N., Sierra-Gómez Y., Castañeda O., (2013). Antunes, A. Insights into the toxicological properties of a low molecular weight fraction from *Zoanthus sociatus* (Cnidaria). *Marine Drugs* 11, 2873–2881.

Fabricius, K. E., 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine pollution bulletin 50*(2): 125-146.

Fitt, W., Brown. B., Warner, M., Dunne, R., 2001. Coral bleaching: Interpretation of thermal tolerance limits and thermal thresholds in tropical corals. *Coral Reefs* 20 (1), 51–65.

Goreau, T.F., Goreau, N.I., Goreau, T.J., 1979. Corals and Coral Reefs. *Scientific American* 241, 124-136.

Guest, J.R., Baird, A.H., Maynard J.A., 2012. Contrasting patterns of coral bleaching susceptibility in 2010 suggest an adaptive response to thermal stress. *PLoS One* 7(3), e33353.

Hill, J. and Wilkinson, C., 2004. Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. Version 1, Australian Institute of Marine Science, 116p.

Kiessling W., 2009. Geologic and biologic controls on the evolution of reefs. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40, 173–192.

Korrubel, J. and Riegl, B., 1998. A new coral disease from the Arabian Gulf. *Coral Reefs* 17(1), 35.

Littler, M.M. and Littler, D.S., 1995. Impact of CLOD pathogen on Pacific coral reefs. *Science* 267 (5202), 1356–1360.

Loghmani., M., Sadeghi, P., 2015. Distribution and Diversity of Hard Corals in Chabahar bay (Oman Sea). *Journal of animal environment* 7(4), 105-116. (In Persian)

Mahdi Abkenar A., 2009. Coral Reefs. Iranian fisheries science research institute, Chabahar fishery research center, 63 P.

McClanahan, T.R., 2000. Bleaching damage and recovery potential of Maldivian coral reefs. *Marine Pollution Bulletin 40*(7), 587-597.

Mileli, J., 2011. Effects of Nitrate/Nitrites on coral bleaching: Coral Reef health around the Hawaiian Islands. University of Washington School of Oceanography, pp. 10-11.

Nugues, M.M., Roberts, C.M., 2003. Coral mortality and interaction with algae in relation to sedimentation. *Coral reefs* 22(4), 507-516.

Pechenik, J.A., 1991. Biology of the invertebrates. Wm. C. Brown Publishers, -Dubuque, IA, pp. 91-92.

Riegl, B.M., Purkis, S.J., Al-Cibahy, A.S., Abdel-Moati, M.A. and Hoegh-Guldberg, O., 2011. Present limits to heat-adaptability in corals and population-level responses to climate extremes. *PloS one*, 6(9), e24802.

Rogers, C., 1994. Coral reef monitoring manual for the Caribbean and western Atlantic. National park Service. Virgin Island National park, USA.

Rogers, E. S., Chamberlin, J., Ellison, M. L., 1997. Measure empowerment among users of mental health services. *Psychiatric services* 48(8), 1042-1047.

Rogers, C.S., Garrison, G., Grober, R., Hillis, Z. M. and Franke, M.A., 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. Virgin Islands National Park, USA.

Spalding, M. D., Ravilious, C., Green, E.P. 2000. World Atlas of Coral Reefs University of California Press. *Berkeley Los Angeles*, 98 P.

Wooldridge, S. A., 2008. Modelling the improved resilience of inshore coral reefs to climate change due to terrestrial water quality improvements: A case study from the Tully-Murray River catchment, North Queensland. Reef and Rainforest Research Centre, 14 P.