

مقایسه تراکم جلبک‌های همزیست با مرجان *Porites compressa* در خلیج نابیند

مهدی بلوکی^{۱*}، احمد سواری^۲، سید محمدباقر نبوی^۳، محمدتقی رونق^۴، علی دانشمند^۵

- ۱- سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست دریایی، تهران و دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، گروه زیست‌شناسی دریا، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: lahijanjan@yahoo.com
- ۲- استاد گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: savari53@yahoo.com
- ۳- استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: nabavishiba@yahoo.com
- ۴- استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: rounagh@yahoo.com
- ۵- کارشناسی ارشد دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، گروه زیست‌شناسی دریا، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: daneshmandali@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۴

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۴

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

آب‌سنگ‌های مرجانی دارای رابطه همزیستی با جلبک (zooxanthellae) می‌باشند که ریختن مداوم آلاینده‌های انسان ساز به داخل محیط زیست آبی و اثرات تغییر جهانی آب و هوا، سلامتی مرجان‌ها را با به خطر انداختن این رابطه همزیستی تهدید می‌کند. هدف از این بررسی اندازه‌گیری تراکم زوگزانتلا در مرجان‌های *Porites compressa* به منظور بررسی وضعیت سلامت آب‌سنگ‌های مرجانی در منطقه‌ی شمال خلیج نابیند و جنوب خلیج نابیند است. این مناطق به ترتیب در نزدیکی منطقه‌ی ویژه پارس جنوبی و در فاصله‌ای دورتر نسبت به این صنایع قرار دارند. مرجان‌های شمال خلیج نابیند علائم بیشتری از تخریب را نشان دادند. بیشترین میزان زوگزانتلا 3607849 ± 229894 در ساعتی متر مربع در ماه بهمن در جنوب خلیج نابیند به دست آمد. میانگین تراکم زوگزانتلا به‌طور چشمگیری در ماه بهمن در جنوب خلیج نابیند زیادتر از ماه‌های دیگر بود که نشان‌دهنده‌ی وجود مرجان‌های سالم‌تر در این منطقه است.

کلمات کلیدی: آب‌سنگ‌های مرجانی، زوگزانتلا، *Porites compressa*، آلاینده‌های انسان ساز.

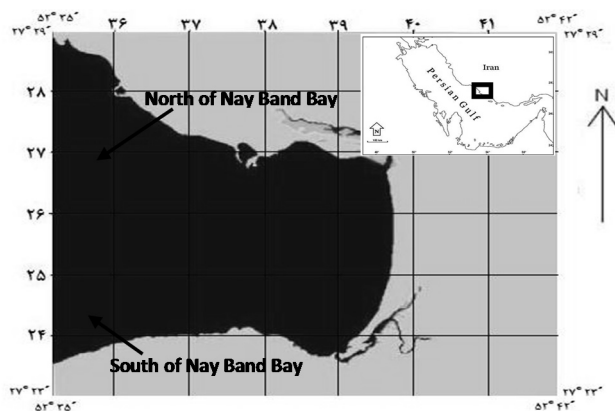
۱. مقدمه

هدف اصلی این تحقیق بررسی تغییرات تراکم زوگزانتلا در آبسنگ‌های مرجانی خلیج نایبند در پاسخ به تغییرات فصلی و تأثیرات ناشی از فعالیت‌های انسانی است. Mostafavi و همکاران در سال ۲۰۰۷ زوگزانتلاهای همزیست با مرجان‌های جزیره کیش و لارک در خلیج فارس را شناسایی نمود. Eghtesadi-Araghi و همکاران در سال ۲۰۱۰ تأثیر تنش (استرس) سرمای را بر روی تراکم پروتئین‌های تنش در آبسنگ‌های مرجانی جنس *Porites* را مورد بررسی قرار داد. Seyfabadi و همکاران در سال ۲۰۱۱ تراکم جلبک‌های همزیست و شاخص میتوزی و غلظت کلروفیل a را در آبسنگ‌های مرجانی کیش و لارک بررسی نمود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه‌ی مورد مطالعه

مرجان‌ها در دو منطقه‌ی خلیج نایبند جمع‌آوری شدند. این دو منطقه عبارتند از جنوب خلیج نایبند (۲۷°۲۴′۳۴″N, ۵۲°۳۵′۲۲″E) که یکی منطقه حفاظت شده با وسعت ۴۵۰ کیلومتر مربع است و شمال خلیج نایبند (۲۷°۲۶′۴۹″N, ۵۲°۳۵′۳۳″E) که در نزدیکی صنایع پتروشیمی پارس جنوبی قرار دارد. نمونه‌برداری در بهمن ماه ۸۶ (فصل سرد)، اردیبهشت ماه ۸۷ (فصل معتدل) و مرداد ۸۷ (فصل گرم) با انجام عملیات غواصی در زیر آب و در اعماقی که مرجان‌ها مشاهده می‌شدند (جنوب خلیج نایبند در عمق ۱-۵ متری، شمال خلیج نایبند در عمق ۳-۷ متری) انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱: منطقه‌ی مورد مطالعه

آبسنگ‌های مرجانی بوم‌سامانه‌های متنوع و حاصلخیزی هستند که در آب‌های کم‌عمق مناطق گرمسیری وجود دارند. حاصلخیزی زیاد بوم‌سامانه‌های آبسنگ مرجانی تا حد زیادی به داینوفلاژله همزیست که اغلب زوگزانتلا نامیده می‌شوند بستگی دارد. همزیستی مرجان با جلبک داینوفلاژله زوگزانتلا بسیار با اهمیت است، زیرا مرجان از تولیدات فتوسنتزی جلبک سود برده و برای رشد و بقا به آن نیاز دارد. در شرایط طبیعی ۹۵ درصد مواد آلی مورد نیاز مرجان توسط زوگزانتلا تأمین می‌شود. زوگزانتلا همچنین فرآیند کلسیمی شدن در مرجان را تسهیل می‌کند (Wiens et al., 2000; Downs et al., 2002). قرار گرفتن مرجان‌ها در معرض آلاینده‌های انسان‌ساخت منجر به از بین رفتن اجتماع زوگزانتلا و همچنین فقدان طولانی‌مدت زوگزانتلا سبب مرگ مرجان می‌شود (Hughes et al., 2003).

ویلیکینسون در سال ۲۰۰۲ برآورد کرده است که ۳۰٪ صخره‌های مرجانی دنیا به‌شدت آسیب دیده‌اند و اگر محافظت از آنها در الویت قرار نگیرد، تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰٪ صخره‌های مرجانی دنیا از بین خواهند رفت (Wilkinson, 2002). جزایر مرجانی در خلیج فارس به‌خصوص به‌علت ساختار نیمه بسته این خلیج و سایر عوامل جغرافیایی در معرض خطر تخریب و تلف شدن قرار دارند. شوری، دمای بالا، حداکثر جزر و تأثیرات ناشی از فعالیت‌های انسانی بعضی از عواملی هستند که بر مرجان‌های این منطقه تأثیرگذارند (Fadlallah et al., 1995). اگرچه خلیج نایبند به‌عنوان یک پارک ملی دریایی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست به ثبت رسیده است (Doe, 2011)، اما مجاورت این منطقه با پالایشگاه‌های پتروشیمی آسیب‌های جدی بر زیست بوم این منطقه وارد کرده است. پروژه‌های صنعتی از طریق آلودگی پساب‌های صنعتی، استفاده از زمین‌های نامرغوب، ساخت و سازهای ساحلی کنترل نشده و ساحل‌سازی که مقدار رسوبات مشتق شده از زمین‌ها را افزایش می‌دهد و منجر به کشیده شدن رسوبات روی آبسنگ‌های مرجانی می‌شود، می‌توانند منجر به چنین زیان‌های انسان‌ساز به آبسنگ‌های مرجانی شود (Valavi et al., 2009). آمارهای کمی درباره مقدار پساب تصفیه نشده‌ای که توسط این صنایع به دریا تخلیه می‌شود وجود دارد.

۲-۳. آنالیز آماری

آنالیز داده‌های آماری با نرم افزار SPSS (Version 14) انجام شده است. آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه‌ی فصلی میانگین تراکم زوگزان‌تلا در هر یک از مناطق نمونه‌برداری و آزمون T-test برای مقایسه‌ی میانگین تراکم زوگزان‌تلا بین دو منطقه‌ی شمال و جنوب نایبند در هر فصل استفاده شد. نتایج به‌صورت میانگین با خطای استاندارد آن‌ها بیان شده‌اند. سطح معنی‌داری برابر با ۰/۰۵ است.

۲-۴. بررسی سلامت مرجان‌ها توسط جدول سلامت مرجان‌ها

در این روش که بسیار ساده است، جدولی رنگی طراحی شده است که بین رنگ‌های آن و رنگ‌های اختصاصی مرجان‌ها شباهت وجود دارد. در این روش غواص با استفاده از یک جدول رنگی مخصوص و قرار دادن آن کنار آبسنگ مرجانی اقدام به یادداشت کم رنگ‌ترین و سپس پررنگ‌ترین ناحیه رنگی آبسنگ، منطبق با جدول می‌نماید. سپس با مراجعه به سایت www.coralwatch.org و ثبت اطلاعات به‌دست آمده در این سایت، وضعیت سلامت آبسنگ‌های مرجانی مورد نظر را بررسی می‌نماید که امتیاز رنگی ۳ و یا بالاتر از ۳ نشان‌دهنده‌ی وضعیت خوب و امتیاز رنگی کمتر از ۳ نشان‌دهنده‌ی وضعیت نامناسب آبسنگ‌های مرجانی است.

۳. نتایج

۱-۳. اندازه‌گیری دمای آب و بررسی فعالیت‌های انسانی در خلیج نایبند

میانگین دمای آب در خلیج نایبند در ۳ فصل زمستان، بهار و تابستان اندازه‌گیری شده که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: متوسط دمای آب در خلیج نایبند

| ماه | دمای آب (°C) |
|----------|--------------|
| بهار | ۲۰/۱±۰/۵ |
| اردیبهشت | ۲۶/۵±۱/۸ |
| مرداد | ۳۳/۹±۰/۴ |

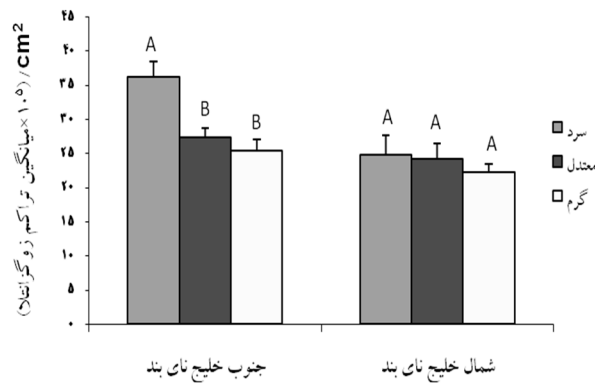
کلیه نمونه‌های مرجانی به‌دلیل حساسیت نسبت به تغییرات نور در محل نمونه‌برداری در فویل آلومینیوم پیچیده شدند و داخل ظروف مخصوص نمونه‌برداری با یخ پوشانده شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

۲-۲. نحوه استخراج و شمارش زوگزان‌تلا

جهت استخراج زوگزان‌تلا ابتدا قطعه‌ای از مرجان توسط دستگاه airbrush حاوی آب دریای فیلتر شده با زاویه ۴۵ درجه در داخل بشر شسته شد، به‌طوری که اسکلت باقی‌مانده کاملاً سفید گردید. سپس محلول استخراج شده که داخل بشر جمع‌آوری شده توسط دستگاه هموژنایزر به مدت ۵ دقیقه همگن شده و از آن به میزان ۱ تا ۲ سی سی داخل لوله‌های سانتریفوژ ریخته و با سرعت ۳۰۰۰rpm به مدت ۲۰ دقیقه برای جدا شدن بافت مرجان از زوگزان‌تلا سانتریفوژ شدند. بعد از سانتریفوژ، مواد معلق بر روی محلول بیرون ریخته شد و برای رقیق کردن نمونه‌ی رسوب‌کرده حاصل از سانتریفوژ، مقداری از آب دریای فیلتر شده به آن اضافه گردید. قبل از نمونه‌برداری از محلول حاصله، محلول توسط یک هموژنایزر یا پیپت پاستور کاملاً هموژنیزه گردید. به محلول هموژنیزه حاصل، چند قطره فرمالین ۳۸ درصد به‌منظور فیکس کردن زوگزان‌تلاها اضافه شد. سپس یک قطره از محلول حاصله را روی لام هماسیتومتر ریخته و تعداد زوگزان‌تلاها در زیر لام شمارش شدند (Putron et al., 2004).

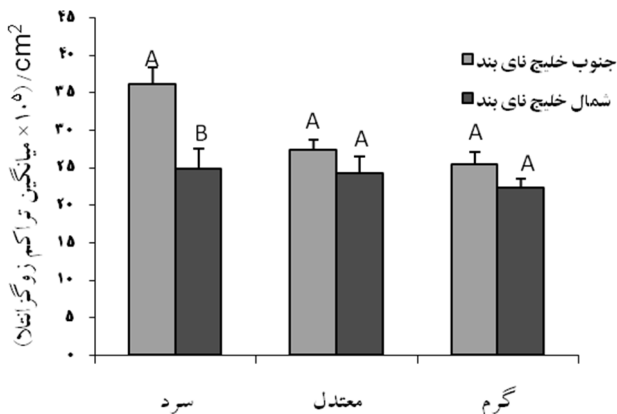
از آنجایی که پاسخ نهایی تراکم زوگزان‌تلا در واحد سطح مرجان بیان می‌شود، بنابراین باید سطح مرجان شسته شده را برای آنالیزهای فوق سنجید. برای اندازه‌گیری مساحت مرجان‌ها از روش آلومینیوم فویل استفاده می‌شود (Marsh, 1970). در این روش بعد از اینکه مرجان‌ها کاملاً سفید شدند، فویل آلومینیومی به دور اسکلت برهنه‌ی مرجانی پیچیده می‌شود، به‌صورتی که این فویل تمام ناحیه‌ی برهنه اسکلت را پوشش دهد و به داخل تمام فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌های اسکلت وارد شود. سپس فویل پیچیده شده، جدا شده و وزن آن با استفاده از ترازوی دیجیتال سنجیده می‌شود. آنگاه با استفاده از منحنی استاندارد (ارتباط‌دهنده وزن با سطح)، مساحت مرجان‌ها به‌دست می‌آید.

فعالیت‌های انسانی در دو منطقه‌ی شمال و جنوب خلیج نایبند مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲).



شکل ۲: نمودار مقایسه تغییرات میانگین تراکم زوگزانتلا در واحد سطح (cm²) در مرجان *Porites compressa* در شمال و جنوب خلیج نایبند در فصول مختلف
A, B حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

بر طبق جدول ۲ و نمودار شکل ۳ در جنوب خلیج نایبند، کاهش معنادار ۲۴٪ در تراکم زوگزانتلا در فصل بهار نسبت به فصل زمستان و کاهش معنادار ۳۰٪ تراکم زوگزانتلا در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان مشاهده شد. در منطقه‌ی شمال خلیج نایبند نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین تراکم زوگزانتلا در فصول مختلف در این منطقه اختلاف معناداری مشاهده نگردید.



شکل ۳: نمودار مقایسه تغییرات میانگین تراکم زوگزانتلا در واحد سطح (cm²) در مرجان *Porites compressa* در فصول مختلف در شمال و جنوب خلیج نایبند
A, B حروف نامشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

شکل ۳ بیانگر تغییرات تراکم زوگزانتلا در واحد سطح در فصول مختلف در خلیج نایبند است. نتایج حاصل از آزمون T-test

جدول ۲: نتایج بررسی تاثیرات ناشی از فعالیت‌های انسانی در شمال و جنوب خلیج نایبند

| فعالیت‌های انسانی | جنوب خلیج نایبند | شمال خلیج نایبند |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| ماهگیری با قلاب و دام | ✓ | ✓ |
| جمع‌آوری مرجان‌ها برای تزئینات | ✓ | ✓ |
| آلودگی فاضلاب‌های شهری | × | ✓ |
| آلودگی فاضلاب‌های صنعتی | × | ✓ |
| صید بی‌مهرگان مانند میگو | ✓ | ✓ |
| تاثیرات ناشی از لنگر | ✓ | ✓ |
| خشک کردن دریا به نفع ساحل | × | ✓ |
| ساخت و سازهای عظیم صنعتی | × | ✓ |

✓ مشاهده فعالیت مورد نظر × عدم مشاهده فعالیت مورد نظر

۳-۲. اندازه‌گیری تراکم زوگزانتلا

جدول ۳ تراکم زوگزانتلا در واحد سطح در منطقه‌ی شمال و جنوب منطقه‌ی نایبند در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد. بیشترین میزان زوگزانتلا 3607849 ± 229894 در سانتی‌متر مربع در ماه بهمن در جنوب خلیج نایبند و کمترین میزان زوگزانتلا 2226084 ± 119111 در سانتی‌متر مربع در ماه مرداد در منطقه‌ی شمال خلیج نایبند تعیین گردید (جدول ۳).

جدول ۳: میانگین تراکم زوگزانتلا در واحد سطح و خطای استاندارد برحسب N/cm² در *Porites compressa*

| منطقه | ماه | |
|----------|----------------------|----------------------|
| | شمال خلیج نایبند | جنوب خلیج نایبند |
| بهمن | 2480908 ± 276826 | 3607849 ± 229894 |
| | 2417789 ± 224022 | 2726084 ± 119111 |
| اردیبهشت | | |
| مرداد | | |

شکل ۲ بیانگر تغییرات تراکم زوگزانتلا در واحد سطح در خلیج نایبند در فصول مختلف است. با توجه به نمودار فوق، تغییرات تراکم زوگزانتلا در واحد سطح در جنوب خلیج نایبند از روندی منظم پیروی می‌کند؛ به این معنا که با تغییر فصل سرد به گرم میزان آن کاهش می‌یابد و بالاترین مقدار زوگزانتلا در زمستان و کمترین میزان آن نیز در تابستان ثبت گردید. نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان می‌دهد که روند این تغییرات در این منطقه بین فصل سرد با فصول معتدل و گرم دارای تفاوت معناداری در سطح ۰/۰۵ است.

شدید در دمای آب دریا می‌باشد) سبب تنش سرمایی در مرجان‌ها می‌شود (Fadlallah et al., 1995; Eghtesadi-Araghi, 2011). این تغییرات دمایی در فصول گرم و با گرم‌تر شدن دمای آب نیز سبب تنش گرمایی در مرجان‌ها می‌شود و در نتیجه این تنش گرمایی موجب کاهش تراکم زوگزان‌تلا در مرجان‌ها می‌شود که برای مثال می‌توان به کاهش ۷۲٪ تراکم زوگزان‌تلا در مرجان‌های *Montastraea franksi* (Edmunds et al., 2003) و کاهش ۷۵٪ درصدی در *Montastraea annularis* در جزایر فلوریدا (Porter et al., 1989) و کاهش ۶۶٪ در *Acropora formosa* در Great Barrier Reef در استرالیا اشاره کرد (Jones and Yellowlees, 1997). این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل سطوح متفاوت استرس‌های وارد شده در هر موقعیت باشد، برای مثال ترکیبی از نور دما و یا سایر عوامل می‌توانند تاثیر داشته باشند (Shenkar et al., 2006).

در تحقیقی که روی ۵ گونه از مرجان‌های دریای کارائیب در ۴ سال انجام شد، مشخص گردید که تراکم زوگزان‌تلا در طول سردترین فصل سال، بیشترین و در طول تابستان کاهش می‌یابد و در اواخر تابستان تا اوایل پاییز به مقدار ثابتی می‌رسد (Fitt et al., 2000).

بررسی انجام شده با روش Coralwatch نیز نشان‌دهنده وضعیت نسبتاً مناسب سلامت مرجان‌های مورد مطالعه در فصل زمستان در منطقه نایبند است که با گرم‌تر شدن هوا در فصل تابستان مرجان‌های مورد مطالعه شرایط نامناسب‌تری را نسبت به دو فصل اول دارا هستند. از آنجایی که زوگزان‌تلا موجود در مرجان مسوول ایجاد رنگ در مرجان است، لذا کاهش تراکم زوگزان‌تلا موجب کاهش رنگ مرجان می‌شود. بنابراین کاهش تراکم زوگزان‌تلا در مرجان در فصل گرم منجر به کاهش رنگ مرجان گردیده است.

در مرجان‌های سخت باید ۵۰ درصد و یا بیشتر از کل جمعیت همزیست قبل از اینکه رنگ پریدگی با چشم غیرمسلح قابل دیدن باشد، از بین بروند (Fitt et al., 2000). این در حالی است که کاهش حدوداً ۳۰٪ در تراکم زوگزان‌تلا در مرجان‌های جنوب خلیج نایبند در فصل گرم مشاهده گردید. بنابراین در طول مطالعه حاضر در فصل گرم، با وجود افزایش درجه حرارت به میزان ۳۴ درجه سانتی‌گراد، سفید شدگی در مرجان‌های منطقه رخ نداده و یا مقدار بسیار جزئی سفید شدگی رخ داده است که این وضعیت نشان‌دهنده مقاومت بسیار بالای مرجان‌های *Porites*

نشان می‌دهد که تغییرات تراکم زوگزان‌تلا بین منطقه‌ی شمال و جنوب خلیج نایبند در فصل سرد دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بوده، اما در فصل معتدل و گرم فاقد تفاوت معنادار است.

۳-۳. نتایج بررسی سلامت مرجان‌ها توسط جدول سلامت مرجان‌ها

با توجه به امکانات محدود و شرایط سخت نمونه‌برداری، ثبت اطلاعات برای این بررسی فقط در جنوب خلیج نایبند صورت گرفت که نتایج حاصله نشان داد مرجان‌های جنوب خلیج نایبند در فصل سرد دارای امتیاز رنگی ۳/۵، در فصل معتدل دارای امتیاز رنگی ۳ و در فصل سرد دارای امتیاز رنگی ۲/۵ است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

آشوب‌های زیستی دوره‌ای همچون طوفان‌ها و تغییرات دمایی موجب تغییر در تراکم زوگزان‌تلا می‌شود. این تنش‌های زیست‌محیطی به‌طور متناوب در طول زندگی مرجان‌های زنده تکرار می‌شوند (David, 2008). سفیدشدگی‌های خفیف (ملایم) اغلب در طول مدت افزایش دمای فصلی و پدیده‌های تنش‌زای دوره‌ای مانند طغیان فصلی رودخانه‌ها گزارش شده‌اند.

با بررسی‌های صورت گرفته در قسمت جنوبی خلیج نایبند، تغییر پارامترهای محیطی مانند درجه حرارت در فصول مختلف می‌تواند علت اصلی تغییر تراکم زوگزان‌تلا همزیست در مرجان‌های این منطقه باشد.

بیشترین تراکم زوگزان‌تلا در ماه بهمن در جنوب خلیج نایبند بود (3607849 ± 229894 N/cm²). کمترین میزان زوگزان‌تلا 2226084 ± 119111 N/cm² در ماه مرداد در منطقه شمال خلیج نایبند که در نزدیکی منطقه‌ی پارس جنوبی قرار دارد تعیین گردید (جدول ۲ و شکل ۳ و ۴). در مرداد ماه شاهد کاهش معنادار ۳۰٪ در تراکم زوگزان‌تلا نسبت به بهمن ماه در جنوب خلیج نایبند بودیم. نتایج مشابهی توسط Shenkar و همکاران در دریای مدیترانه در سال ۲۰۰۶ به‌دست آمد. بررسی سالانه‌ی تراکم زوگزان‌تلا، رابطه‌ی معنادار منفی بین دمای آب و تراکم زوگزان‌تلا را نشان داد، به‌طوری که تراکم زوگزان‌تلا در بهمن ماه به حداکثر خود و در مرداد ماه با کاهش ۹۵٪ نسبت به اسفند ماه به حداقل خود رسید. تحقیقات نشان داده است که تغییر فصل گرم به سرد معمولاً یک تغییر دمایی در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد (که یک کاهش

منابع

- Coral Watch., 2008. http://www.coralwatch.org/web/guest/reef?p_p_id=reefportlet_WAR_coralwatch&reefportlet_WAR_coralwatch_cmd=view&reefportlet_WAR_coralwatch_reefId=26047.
- David, O., 2008. Reef corals bleach to resist stress. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 206-212.
- Department Of Environment., 2011. Protected Areas. Retrieved March 01, 2012. <http://www.doe.ir/portal/Home/Default.aspx?CategoryID=194f31a0-4030-446f-8a8a-3b49774ba52d>.
- Downs, C.A.; Fauth, J.E.; Halas, J.C.; Dustan, P.; Bemiss, J.; Woodley, C.M., 2002. Oxidative Stress and Seasonal Coral Bleaching. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(4): 533-543.
- Edmunds, P.J.; Gates, R.D.; Gleason, D.F., 2003. The tissue composition of *Montastraea franksi* during a natural bleaching event in the Florida Keys. *Coral Reefs*, 22(1): 54-62.
- Eghtesadi Araghi, P., 2011. Coral reefs in the Persian Gulf and Oman Sea: an integrated perspective on some important stressors. *J Fish Aquat Sci*, 6: 48-56.
- Eghtesadi Araghi, P.; Darvish Bastami, K.; Nozhat, F., 2010. Seventy-kilodalton protein density in *Porites* spp.: possible useful proxy for cold stress in coral reefs. *Comp Clin Pathol. Comparative Clinical Pathology*, DOI 10.1007/s00580-010-1159-2.
- Fadlallah, YH.; Allen, KW.; Estudillo, RA., 1995. Damage to shallow reef corals in the Persian Gulf caused by periodic exposures to air during extreme low tides and low water temperatures (Tarut Bay, eastern Saudi Arabia). In: Ginsburg RN (ed) *Proc Colloq Global Aspects of Coral Reefs, Health, Hazards, and History*. RSMAS University of Miami, 1993: 371-377.
- Fitt, W.K.; McFarland, F.K.; Warner, M.E.; Chilcoat, G.C., 2000. Seasonal patterns of tissue biomass and *compressa* در خلیج فارس در مقابل تنش حرارتی به میزان ۳۴ درجه سانتی‌گراد است. ساختار مرجان‌های استوایی که با تنش‌های دمایی آسیب دیده‌اند زمانی که دما به محدوده‌ی دمایی عادی برمی‌گردد دوباره جلبک‌های همزیست خود را به دست می‌آورند و مرجان‌ها ترمیم می‌شوند (Goreau and Hayes, 1994).
- با بررسی میزان تغییرات زوگرائتلا در منطقه‌ی شمال خلیج نایبند در ماه‌های مختلف و عدم وجود رابطه‌ی معنادار بین این ماه‌ها در این منطقه، چنین به نظر می‌رسد که تنش‌های ناشی از تغییرات آب و هوا در منطقه‌ی نزدیک به عسلویه بی‌تاثیر است. البته مقایسه بین دو منطقه‌ی شمال و جنوب خلیج نایبند نشان می‌دهد که تغییرات تراکم زوگرائتلا بین این دو منطقه در بهمن ماه دارای تفاوت معنی‌داری است.
- اگرچه مرجان‌های شمال خلیج نایبند در نزدیکی منطقه‌ی صنعتی پارس جنوبی و مرجان‌های جنوب خلیج نایبند که دورتر از منطقه‌ی صنعتی پارس جنوبی به‌طور یکسانی تحت تاثیر تغییرات دمایی و سایر آشوب‌های زیستی قرار گرفته‌اند، اما اختلاف‌های مشاهده شده در تراکم زوگرائتلا (شکل ۳) در آبسنگ‌های مرجانی بین دو منطقه‌ی شمال و جنوب خلیج نایبند حاکی از تراکم زیاد عوامل تنش‌زا در منطقه شمال خلیج نایبند است؛ زیرا آب‌های شمال خلیج نایبند بیشتر از جنوب خلیج نایبند تحت تاثیر تنش‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی هستند (جدول ۳).
- اگرچه برخی از فعالیت‌های انسانی در هر دو منطقه‌ی شمال و جنوب نایبند مشترک است، اما منطقه شمال نایبند که یکی از مهمترین مراکز صنعتی ایران است با ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط اطراف و خاک‌ریزی برای افزایش ساحل به سمت دریا و ساخت و سازهای بی‌رویه در محدوده‌ی ساحلی باعث تغییر شرایط بوم‌شناختی منطقه گردیده است. این عوامل تنش‌زا سبب کاهش بازسازی و برگشت‌پذیری مرجان‌ها بعد از آشوب‌های زیستی همچون طوفان‌ها و سفیدشدگی‌ها می‌شود (Hughes, 1994) و در بلندمدت موجب تخریب بوم‌سامانه‌های آبسنگ‌های مرجانی می‌شوند (Hughes et al., 2007). در نتیجه مرجان‌های منطقه‌ی شمالی خلیج نایبند در نزدیکی پارس جنوبی از لحاظ سلامت در وضعیت نامساعدتری نسبت به مرجان‌های منطقه‌ی جنوبی خلیج نایبند به سر می‌برند.

- (Persian Gulf, Iran). *Marine Biology*, 153: 25–34.
- Porter, J.W.; Fitt, W.K.; Spero, H.J.; Rogers, C.S.; White, M.W., 1989. Bleaching in reef coral: physiological and stable isotopic responses. *Proc Natl Acad Sci USA*, 86: 9342–9346.
- Putron, S.; Jones, R.; Smith, R., 2004. *Coral Reef Ecology, Laboratory and Field Protocols*. Lyndsey Holland, pp: 20–28.
- Seyfabadi, J.; Shokri, N.; Fatemi, M. R., 2011. Spatial variation of symbiotic Dinoflagellates on coral reefs of the northern Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(3): 475-486.
- Shenkar, N.; Fine, M.; Kramarsky-Winter, E.; Loya, Y., 2006. Population dynamics of zooxanthellae during a bacterial bleaching event. *Springer-Verlag*, 25: 223–227.
- Valavi, H.; Savari, A.; Yavari, V.; Kochanian, P.; Safahieh, A.; Sedighi Savadkuhi, O., 2009. Coral reef anthropogenic impact bio-indicators in the Northern part of the Persian Gulf. *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(3): 215-227.
- Wiens, M.; Koziol, C.; Hassanein, H.M.A.; Shokry, M.; Nawar, A.H.; Eisinger, M.; Müller, I.M.; Müller, W.E.G., 2000. Induction of heat-shock (stress) protein gene expression by selected natural and anthropogenic disturbances in the octocoral *Dendronephthya klunzingeri*. *Aquatic Toxicol*, 245: 265-276.
- Wilkinson, C., 2002. The executive summary, p. 7–19. In C. Wilkinson [ed.], *Status of coral reefs of the world: 2004*. Australian Institute of Marine, Volume 1.
- densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. *Limnology and Oceanography*, 45: 677–685.
- Goreau, T.J.; Hayes, R.L., 1994. Coral bleaching and ocean "hot spots". *Ambio*, 23: 176–180.
- Hughes, T.P., 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265 (5178): 1547–1551.
- Hughes, T.P.; Baird, A.H.; Bellwood, D.R.; Card, M.; Connolly, S.R.; Folke, C.; Grosberg, R.; Hoegh-Guldberg, O.; Jackson, J.B.C.; Kleypas, J.; Lough, J.M.; Marshall, P.; Nyström, M.; Palumbi, S.R.; Pandolfi, J.M.; Rosen, B.; Roughgarden, J., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral ceefs. *Science*, 301 (5635): 929–933.
- Hughes, T.P.; Rodrigues, M.J.; Bellwood, D.R.; Ceccarelli, D.; Hoegh-Guldberg, O.; McCook, L.; Moltschaniwskyj, N.; Pratchett, M.S.; Steneck, R.S.; Willis, B., 2007. Phase Shifts, Herbivory, and the Resilience of Coral Reefs to Climate Change. *Current Biology*, 17 (4): 360–365.
- Jones, R.J.; Yellowlees, D., 1997. Regulation and control of intracellular algae (= zooxanthellae) in hard corals. *Philos T Roy Soc*, B352: 457–468.
- Marsh, J.A., 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. *Ecology*, 51: 255–263.
- Mostafavi, P.G.; Fatemi, M.R.; Shahhosseiny, M.; Hoegh-Guldberg, O.; Kok Weng Loh, W., 2007. Predominance of clade D Symbiodinium in shallow-water reef-building corals off Kish and Larak Islands