بررسی شاخص میتوزی در آبسنگهای مرجانی خلیج نای بند

مهدی بلوکی[۱و۲]*، سید محمدباقرنبوی[۲]، احمد سواری[۲]، احسان توسل پور[۲]، منیر حقیقت[۲و۳]

۱. سازمان حفاظت محیط زیست ، معاونت محیط زیست دریایی
۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳. اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، سازمان بنادر و دریانوردی

چکیده مقاله

آبسنگهای مرجانی که از مهمترین اکوسیستم های دریایی می باشند جهت رشد و بقای خود دارای رابطه همزیستی با جلبک دینوفلاژله زوگزانتلا می باشند. امروزه همزیستی زوگزانتلا و مرجان در معرض خطر ناشی از فعالیتهای بشری و تغییر آب و هوای جهانی می باشد. درک بهتر از چرخه میتوزی سلول در جلبک همزیست منجر به ارزیابی کمّی استرس در مرجانها و ارائه توضیح روشنی از اثر رابطه بین تقسیم میتوزی و آلاینده های می شود. جهت انجام این مطالعه در بررسی اولیه با استفاده از روش Manta Tow بهترین تراکم از آبسنگ های مرجانی زنده انتخاب شد. سپس با انجام غواصی اقدام به نمونه برداری از مرجانهای منطقه گردید. نمونه برداری در طی یکسال در سه فصل سرد، معتدل و گرم از جنس غالب منطقه (*Porites sp.*) صورت گرفت و با استخراج زوگزانتلا توسط دستگاه air brush و شمارش زوگزانتلاهای در حال تقسیم در زیر میکروسکوپ و ایجاد یک تناسب ساده نسبت به کل زوگزانتلاهای شمارش شده، شاخص میتوزی به دست آمد که در پایان مشخص شد که میانگین شاخص میتوزی دارای تغییرات معنادار بین فصول گرم و سرد با فصل معتدل می باشد.

واژگان کلیدی: شاخص میتوزی، زوگزانتلا، آبسنگهای مرجانی، نای بند

۱. نویسنده مسئول، پست الکترونیک: lahijanjan@yahoo.com

۱. مقدمه

اکوسیستم آبسنگهای مرجانی مراکز اصلی تنوع زیستی دریایی می باشند.این اکوسیستم ها از لحاظ ارزش‌های طبیعی، اکولوژیکی و اقتصادی در جهان حائزاهمیت می‌باشند.

خلیج فارس با تنوع زیستی آبسنگی نسبتا کم در مقایسه با تنوع زیستی موجود در اقیانوس هند یکی از وسیع ترین محیط ها برای رشد مرجان است (Price, 1993; Tavakoli, 1998) . برخی از شرایط نامناسب مانند شوری و کدورت بالا در خلیج فارس سبب شده تنوع مرجان ها در این منطقه کاهش یابد و به دنبال آن پوشش آنها افزایش یابد (Rezai, 1995). از سوی دیگر مرجان های خلیج فارس به علت عواملی مانند آلودگی های ناشی از فعالیت های انسانی در معرض خطر می باشند. بنابراین لازم است بررسی هایی جهت یافتن راهکردی مناسب به منظور حفظ سلامت آنها صورت گیرد.

جزایر ایرانی با آبسنگ های مرجانی محاصره شده است(Sharabati, 1981) که آبسنگ های حاشیه ای ساختار اصلی خطوط ساحلی را تشکیل می دهد (Sheppard *et al.*, 1998; Sheppard *et al.*, 1991) . مرجانهای Porites و Acropora مهمترین سازندگان آبسنگ در خلیج فارس محسوب شده (Sheppard, 1992) و بیشترین پوشش مرجانی مشاهده شده مربوط به این دو جنس می باشد (Rezai, 1995).

این اکوسیستم های دریایی بسیار حساس، ارزشمند و زیبا در سرتاسر جهان به میزان بی سابقه ای در حال تخریب می باشند(Grigg, 1994).

سفید شدن مرجانها در واقع پاسخی می باشد به شرایط محیطی آنها (Fang *et al.*, 1997; Hoegh-Guldberg & Jones, 1999) و در اثر تغییرات استرس های فیزیکی و یا شیمیایی در محیط رخ می دهد(Kleppel *et al.*, 1989) فاکتورهای فیزیکی شامل تغییرات دما، نور و شوری می باشد در حالیکه فاکتورهای شیمیایی شامل مسمومیت و مواد سمی ضد مرجان ها می باشد. سفید شدگی شامل جدا شدن همزیستی بین آبسنگها و داینوفلاژلاهای همزیست با آن می باشد. در واقع از دست دادن رنگ آبسنگها ناشی می شود از کاهش تعداد داینوفلاژلاهای همزیست با آنها و یا کاهش رنگدانه های فتوسنتز کننده و یا هر دوی آنها می باشد (Hoegh-Guldberg & Smith, 1989) . از آنجایی که تعادل بین مرجان و جلبک همزیست با آن در مقابل فاکتورهای زیست محیطی بسیار حساس می باشد لذا پیشنهاد شده که درک بهتر از چرخه میتوزی سلول در جلبک همزیست نه تنها منجر به ارزیابی کمّی استرس در مرجانها می شود بلکه سبب می شود که توضیح روشنی از اثر رابطه بین تقسیم میتوزی و آلاینده های ویژه بدست آید(Brown, 1988).

اکثر گزارشات، رخداد سفید شدگی آبسنگها مربوط می شود به افزایش دمای سطحی آب دریا(Hoegh-Guldberg & Jones, 1999) مشاهده پاسخهای دمایی آبسنگها عنوان می کند که آبسنگها نزدیک محدوده های دمایی بالای خودشان زندگی می کنند (Lesser, 1997) سفید شدگی با کاهش درجه حرارت سطحی آبها نیز در ارتباط می باشد(Gates *et al.*, 1992) دماهای کمتر از ۱۸ درجه سانتی گراد بقاء و گسترش آبسنگها را محدود می کند .

تغییرات سریع در تراکم زوگزانتلا در مرجان ها به اختلاف محیط برمی گردد. بنابراین تراکم زوگزانتلا، سنجش غلظت رنگدانه های فتوسنتزی به ویژه کلروفیلa، اندازه گیری شاخص میتوزی زوگزانتلا، تعیین میزان فلزات سنگین در بافت و اسکلت مرجان، تعیین میزان پروتئین های استرس و بررسی تنوع گونه ای و... برای بررسی تاثیرات استرس و میزان تخریب مرجان ها به کار می روند (Hubbard, 1997).

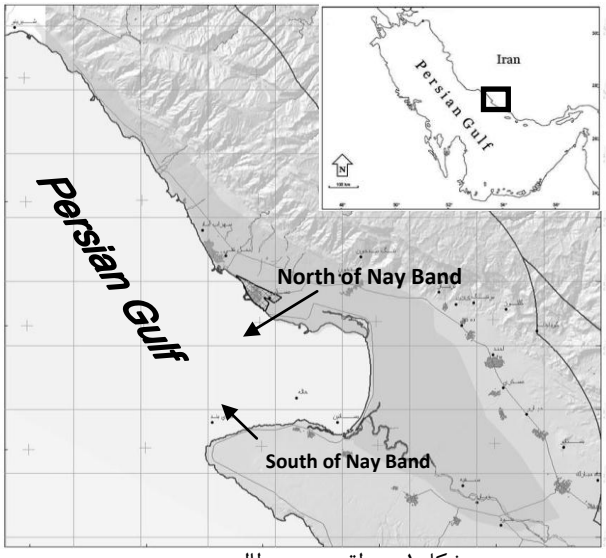
علیرغم این که مرجان های آبسنگ ساز یکی از با ارزش ترین اکوسیستم های خلیج فارس می باشند، اما تحقیقات انجام گرفته در زمینه استرس در مرجان های خلیج فارس و عکس العمل مرجانها نسبت به آن (بر طبق یافته ها) بسیار کم می باشد. در سال۲۰۰۴، Wilkinson گزارش کرد با وجود اینکه درجه حرارت

آب در محدوده طبیعی برای مرجانها قرار داشت، سفیدشدگی جزئی در آگوست۲۰۰۳ در Musandam اتفاق افتاد و نتیجه گرفت که آستانه بحرانی برای سفیدشدگی در تنگه هرمز۳۲/۵ درجه سانتیگراد می باشد. در سال۱۳۸۴ توسط نزهت میزان پروتئین های استرس و کلروفیلa به عنوان نشانگر استرس در آبسنگهای مرجانی در جزیره کیش مورد بررسی قرار داد و بیان نمود که میزان پروتئین و رنگدانه های فتوسنتزی در فصول سرد در مقایسه با فصول گرم کاهش می یابد. شکری در سال ۱۳۸۴ مرجانهای جزیره کیش را با استفاده از تراکم زوگزانتلا، شاخص میتوزی و میزان کلروفیلa در زوگزانتلا به عنوان شاخص استرس در فصل سرد مورد بررسی قرار داد . نتایج بدست آمده در تحقیق شکری نشان داد که مرجان جنس*sp.* Porites در منطقه مذکور مقاوم ترین جنس نسبت به تغییرات محیطی می باشد.

هدف اصلی از این مطالعه بررسی شاخص میتوزی در آبسنگهای مرجانی منطقه نای بند و عسلویه در پاسخ به استرس های فصلی و انسانی می باشد. با امید اینکه این مطالعات در آینده بستری برای تحقیقات بیشتر پیرامون آبسنگها و حفاظت بهتر و موثرتر از این ذخیره گاههای اصلی تنوع زیستی در خلیج همیشه فارس باشد.

۲ مواد وروش ها

مطالعه حاضر در دو منطقه نای بند و عسلویه جهت بررسی تغییرات شاخص میتوزی در طی ۳ فصل سرد، معتدل و گرم صورت گرفت (شکل۱) .ابتدا جهت مشخص نمودن کلنی های مرجانی موجود در منطقه و تعیین منطقه مناسب از لحاظ پوششی با استفاده از روش مانتاتو به بررسی مرجان های منطقه پرداخته شد در این روش غواص در پشت قایق توسط طنابی کشیده می شود و مشاهدات خود را بر روی تخته ای ثبت می نماید. سپس منطقه ای با پوشش حداکثر یافت شده و با توجه به مرجانهای غالب منطقه اقدام به نمونه برداری از آنها با حداقل ۳ تکرار گردید (English, 1994) .



شکل۱. منطقه مورد مطالعه

جهت استخراج زوگزانتلا قطعه ای از مرجان توسط دستگاه airbrush حاوی آب دریای فیلتر شده با زاویه ۴۵ درجه شسته شده به طوری که کاملا اسکلت باقی مانده سفید گردد. سپس توسط دستگاه هموژنایزر به مدت ۵ دقیقه، این محلول همگن شده و از آن به میزان ۱ تا ۲ سی سی داخل لوله های 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 شدند. برای رقیق کردن محلول حاصل که pellet نام دارد مقداری از آب دریای فیلتر شده را به آن اضافه شد. قبل از نمونه برداری از محلول حاصله (pellet)، توسط یک هموژنایزر یا پیپت پاستور کاملا هموژنیزه گردید. به محلول هموژنیزه حاصل چند قطره فرمالین ۳۸ درصد به منظور فیکس کردن زوگزانتلاها اضافه می شود. یک قطره از محلول حاصله را روی لام هماسیتومتر ریخته و تعداد زوگزانتلا ها شمارش گردیدند.

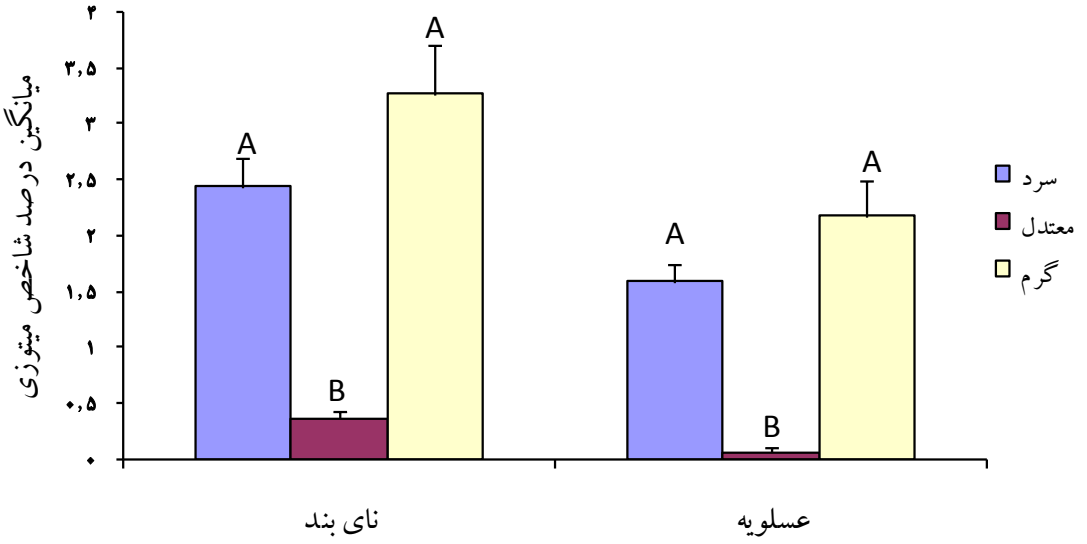
به منظور بدست آوردن شاخص میتوزی تعداد زواگزانتلاهایی را که در حال تقسیم هستند و شیار تقسیمی واضحی دارند شمرده شد و در نهایت تعداد زوگزانتلای در حال تقسیم به صورت درصدی از تعداد کل سلول های بررسی شده در روی لام در نظر گرفته شد. از آنجایی که پاسخ نهایی تراکم زوگزانتلا در واحد سطح مرجان بیان می شود بنابراین باید سطح مرجان شسته شده برای آنالیزهای فوق سنجیده شود. برای اندازه گیری مساحت مرجان ها، بعد از اینکه مرجان ها توسط دستگاه airbrush کاملا شسته شدند، فویل آلومینیومی به دور اسکلت برهنه مرجانی پیچیده می شود به صورتی که این فویل تمام ناحیه برهنه اسکلت را پوشش دهد و به داخل تمام فرورفتگی ها و برآمدگی های اسکلت وارد شود ولی باید توجه داشت که هیچ گونه همپوشانی در این فویل وجود نداشته باشد سپس فویل پیچیده شده را جدا کرده و وزن آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت۰/۰۱ می سنجیم و با استفاده از منحنی استاندارد(ارتباط دهنده وزن با سطح) مساحت مذکور بدست آمد. برای رسم منحنی استاندارد از همان آلومینیوم فویلی که برای سنجش سطح مرجان استفاده می شد مربع هایی به ضلع ۲×۲ و ۳×۳ و ۴×۴ و... بریده و وزنشان سنجیده شد. اعداد حاصل را به نرم افزار EXCEL برده و منحنی استاندارد رسم شد (Marsh, 1970).

۳. نتایج

جدول۱. درصد تقسیمات میتوزی(شاخص میتوزی) در نای بند و عسلویه در فصول مختلف را نشان می دهد. بیشترین میزان شاخص میتوزی ۰/۴۴ ±۳/۲۷ در فصل گرم(تابستان) در نای بند و کمترین میزان شاخص میتوزی ۰/۰۳ ±۰/۰۶ در فصل معتدل(بهار) در عسلویه تعیین گردید.

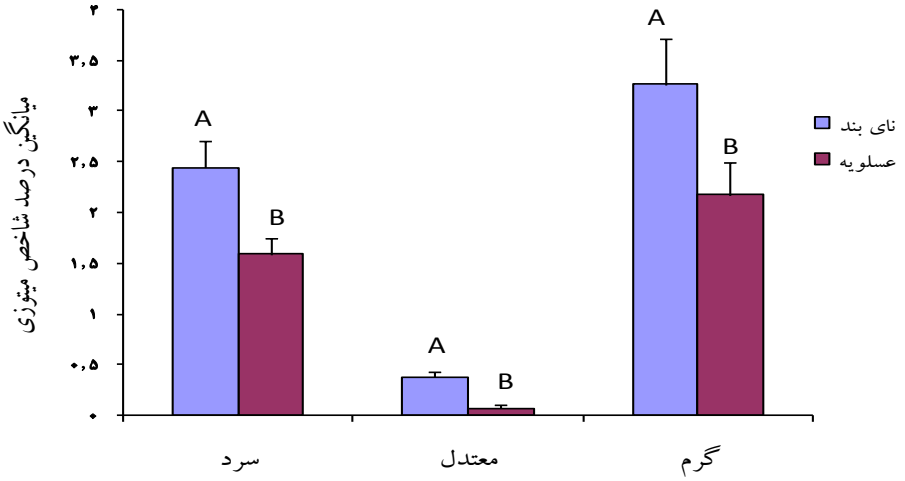
جدول۱. میانگین درصد شاخص میتوزی ± خطای استاندارد در مرجان جنس *Porites sp.*

فصل / منطقه	نای بند	عسلویه
سرد	۲/۴۴±۰/۲۵	۱/۵۹±۰/۱۵
معتدل	۰/۳۶±۰/۰۶	۰/۰۶±۰/۰۳
گرم	۳/۲۷±۰/۴۴	۲/۱۷±۰/۳۱



شکل۲. نمودار مقایسه درصد شاخص میتوزی در مرجان جنس *Porites sp.* در نای بند و عسلویه در فصول مختلف (میانگین±خطای استاندارد)

شکل۲ بیانگر تغییرات درصد تقسیمات میتوزی در زوگزانتلا در واحد سطح(شاخص میتوزی) در نای بند و عسلویه در فصول مختلف می باشد. با توجه به شکل۲ تغییرات شاخص میتوزی از یک روند منظمی در فصول پیروی می نماید به این صورت که بیشترین شاخص میتوزی را در فصل گرم و کمترین میزان آن را در فصل بهار می توان مشاهده نمود میزان این تغییرات در هر دو منطقه قابل توجه می باشد. نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه(One Way ANOVA) نشان می دهد شاخص میتوزی در هر دو منطقه دارای تغییرات معنادار در سطح ۰/۰۵ بین فصول گرم و سرد با فصل معتدل می باشد.



شکل۳. نمودار مقایسه میانگین درصد شاخص میتوزی در مرجان جنس *Porites sp.* در فصول مختلف در نای بند و عسلویه (میانگین± خطای استاندارد)

شکل۳ بیانگر تغییرات شاخص میتوزی زوگزانتلا در واحد سطح در فصول مختلف در نای بند و عسلویه می باشد. با توجه به نمودار فوق درصد تقسیمات میتوزی زوگزانتلا در واحد سطح در طی سه فصل در نای بند بیشتر از عسلویه می باشد. بیشترین میزان شاخص میتوزی زوگزانتلا در واحد سطح در فصل گرم می باشد. نتایج حاصل از آزمونT-test نشان می دهد که تغییرات شاخص میتوزی زوگزانتلا بین نای بند و ایستگاه عسلویه در هر سه فصل دارای تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعاتی که بر روی مرجانهای همزیست مناطق گرمسیر و معتدل صورت گرفته مشخص کرده است که شاخص میتوزی جلبکی بطور حساس به استرس هایی همچون شوک گرمایی و یونهای فلزات سنگین واکنش نشان می دهند(Miller, 1992).

شکل۲ نشان می دهد میانگین شاخص میتوزی در هردو منطقه نای بند و عسلویه دارای تغییرات معنادار بین فصول گرم و سرد با فصل معتدل می باشد. در مطالعه دیگری که توسط Bolouki و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی تراکم زوگزانتلا مرجانهای خلیج نای بند گزارش گردید کاهش معنادار ۲۴ درصدی در اردیبهشت سال ۱۳۸۷ نسبت به بهمن سال ۱۳۸۶ و کاهش معنادار ۳۰ درصدی در مرداد سال ۱۳۸۷ نسبت به بهمن سال ۱۳۸۶ در تراکم زوگزانتلا در مرجانهای جنوب خلیج نای بند مشاهده شد (Bolouki *et al.*, 2013) این درحالی است که برخلاف کاهش مشاهده شده در تراکم زوگزانتلا میزان شاخص میتوزی در تابستان به حداکثر میزان خود رسیده است

مطالعات زیادی یک رابطه منفی بین تراکم زوگزانتلا و شاخص میتوزی در مرجانها را به دنبال رخداد سفید شدگی گزارش داده اند(Hoegh-Guldberg & Smith, 1989; Fitt *et al.*, 1993; Jones & Yellowlees, 1997)

در تحقیقی که Jones & Yellowlees در سال ۱۹۹۷ انجام دادند بیان نمودند که در مرجان هایی که تحت تاثیر استرس قرار دارند شاخص های بالای تقسیم میتوزی نیز دیده می شوند و این شاخص های بالا در مرجان هایی با تراکم پایین زوگزانتلا وجود دارد. وجود شاخص های بالای تقسیم میتوزی در چنین مرجان هایی یک پاسخ استرسی است چرا که زوگزانتلا به منظور جبران خسارات وارد شده نرخ تقسیم سلولی خود را افزایش می دهد(Jones & Yellowlees, 1997).

اغلب بیان می شود که که زوگزانتلاهای باقیمانده، در یک محیط بین سلولی غنی از مواد مغذی قرار دارند و بنابراین نسبت به زوگزانتلاهایی که در مرجانهایی با تراکم بیشتر زوگزانتلا قرار دارند سریعتر تکثیر می یابند (Fitt *et al.*, 1993).

Shenkar و همکاران در سال ۲۰۰۶ عنوان کردند که که تراکم زوگزانتلا از شهریور تا آبان افزایش معناداری را نشان می دهد که افزایش مشاهده شده در تراکم زوگزانتلا در آبان ماه به شیب افزایش شاخص میتوزی در این بازده زمانی وابسته می باشد(Shenkar *et al.*, 2006).

شکل۳ مقایسه دو منطقه نای بند و عسلویه را نشان می دهد که میانگین شاخص میتوزی زوگزانتلا بین نای بند و عسلویه در هر سه فصل دارای تفاوت معنادار می باشد. با مقایسه شاخص میتوزی در بین دو منطقه نای بند و عسلویه می توان به این نتیجه رسید که مرجان های منطقه نای بند که به دور از استرس های ناشی از فعالیت های انسانی می باشند دارای شاخص میتوزی بالاتری نسبت به مرجانهای منطقه عسلویه که در معرض استرس های ناشی از فعالیتهای بشریند می باشند.

Cervino و همکاران در سال ۲۰۰۴ یک نتیجه مشابهی در مرجانهایی تحت تاثیر بیماری گزارش نمودند. در مقایسه با بافت های سالم، نمونه مرجانهای بیمار ۵۰٪ تراکم کمتری از زوگزانتلا و ۸۰٪ کاهش در شاخص میتوزی دارا بودند. ما نیز

شاهد یک اختلاف معنادار ۳۰ تا ۸۰٪ در شاخص میتوزی در منطقه عسلویه نسبت به نای بند بودیم. Shenkar و همکاران در سال ۲۰۰۶ مشاهده نمودند که در طول فصل سفید شدگی (تیر تا مهر) شاخص میتوزی در *O. patagonica* به صورت معناداری در مقایسه با تمامی ماههای باقی مانده سال پایین بود وی دلیل این امر را سفید شدگی باکتریای در مرجانها بیان نمود. یک توضیح برای این کاهش در شاخص میتوزی ممکن است این باشد که عامل موثری که درسفید شدگی در *O. patagonica* به صورت منفی بر روی تقسیم سلولی ممکن است تاثیر گذار باشد تولید سموم خارجی باشد(Ben-Haim *et al.*, 1999).

هرچند ما در بررسی خود در هر دو منطقه سعی نمودیم که از مرجانهایی که دارای وضعیت ظاهری سالمی بودند نمونه برداری کنیم. اما بررسی های انجام گرفته به وضوح نماینگر حضور استرس پایدار ناشی از فعالیتهای انسانی در منطقه می باشد (Bolouki *et al.*, 2013) که موجب پایین بودن شاخص میتوزی در منطقه عسلویه نسبت به منطقه نای بند می باشد.

منابع

شکری، ناهید.، ۱۳۸۴. مقایسه شاخص میتوزی و کلروفیلa جلبکهای همزیست با گونه های غالب مرجانهای آبسنگ ساز در دو منطقه Big Coral و Park Jourasic جزیره کیش، خلیج فارس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، صفحات ۱-۸۷.

نزهت، فاطمه.، ۱۳۸۴. شاخص های استرس در آبسنگ های مرجانی جزیره کیش. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۹۲ص

Ben-Haim, Y., Banin, E., Kushmaro, A., Loya, Y., Rosenberg, E., 1999. Inhibition of photosynthesis and bleaching of zooxanthellae by the coral pathogen Vibrio shiloi. Environ Microbiol. 1(3):223–229

Bolouki, M. Savari, A. Nabavi, S. M. B, Rounagh, M. T, Daneshmand, A. 2013. Comparison of Symbiotic Algae Densities in Coral Porites compressa in The Nay Band Bay. J. Oceanogr. 13: 45-51

Brown, B. E., 1988. Assessing environmental impacts on coral reefs. In: Choat. J. H., et al. (eds.) Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Vol. 1. Sixth International Coral Reef Symposium Executive Committee, Townsville, p. 71-80.

Cervino, J.M., Hayes, R.L., Polson, S.W., Polson, S.C., Goreau, T.J., Martinez, R.J., Smith, G.W., 2004. Relationship of Vibrio species infection and elevated temperatures to Yellow blotch/band disease in Caribbean corals. Appl. Environ. Microb. 70(11):6855–6864

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V., 1994. Survey Manual For Tropical Marine Resources. Australia Institute Of Marine Science. Townsville. pp: 368.

Fang, L.-S., Huang, S.-P. and Lin, K.-L., 1997. High temperature induces the synthesis of heat-shock proteins and the elevation of intracellular calcium in the coral Acropora grandis. Coral Reefs 16: 127-131.

Fatemi, S.M.R., Khosravi, M., Ghoddousi, F., Hossaini, S. and Sheikholeslami, M.R., 1989. National Strategy for Environment and Sustainable Development. 12. Marine Environment and Coastal Zone Management. UNDO/Government of IR Iran Document IRA/93/201/A/16/99.

Fitt, W.K., Spero, H.J., Halas, J., White, M.W., Porter, J.W., 1993. Recovery of the coral Montastrea annularis in the Florida Keys after the 1987 Caribbean ‘‘bleaching event’’. Coral Reefs 12:57–64.

Gates R. D., Baghdasarian G. and Muscatine L., 1992. Temperature stress causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: implications for coral bleaching. Biol .Bull . 182: 324-332.

Grigg, W.G., 1994. Effects of sewage discharge, fishing pressure and habitat complexity on coral ecosystems and ref fishes in Hawaii, Mar. Ecol. Prog. Ser. 103: 25–34.

Harger, J.R.E., 1984. Rapid survey techniques to determine distribution and structure of coral communities. In: Comparing Coral Reef

Lesser M. P., 1997. Oxidative stress causes coral bleaching during exposure to elevated temperatures. Coral Reefs 16: 187-192.
Marsh, J.A., 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. Ecology 51, 255–263.
Miller, D., Brown, B.E., Sharp, V.A., Nganro, N., 1992. Changes in the expression of sol.uble proteins extracted from the symbiotic anemone Anemonia viridis accompany bleaching induced by hyperthermia and metal stressors. J. therm. Biol 17: 217-223
Price, A.R.G., 1993. The Gulf: Human impact and management initiatives. Mar. Pollut. Bull. 27:17–27.
Rezai, H., 1995. Observation of some corals in shallow waters of several remote Iranian islands in the Persian Gulf. Abzeeyan 7: 4-11.
Sharabati, D., 1981. Saudi Arabia Seashells. Royal Smeet Offset B. V. Weert, The Netherlands, 119 pp.
Shenkar, N., Fine, M., Kramarsky-Winter, E., and Loya, Y., 2006. Population dynamics of zooxanthellae during a bacterial bleaching event . Springer-Verlag. 25: 223–227.
Sheppard, C. R. C., Price. A., and Roberts. C., 1992. Marine Ecology of the Arabian Region. Patterns and processes in extreme tropical environments. Academic Press, London, 347 pp.
Sheppard, C.R.C. and Salm, R.V., 1988. Reef and coral communities of Oman, with a description of a new coral species (Order Scleractinia, genus Acanthastrea). J. Natural History 22(1): 263–279.
Sheppard, C.R.C., Sheppard, A.L.S., 1991. Coral and coral communities of Arabia. Fauna of Saudi Arabia 12:1–170.
Tavakoli, E.V., 1998. Coral reefs the hidden treasures in the Persian Gulf. Kish Free Zone Organization, 29pp.
Wilkinson, C., 2004. Status of the Coral Reefs of the World 2004. Australian Institute of Marine Science, Vol: 1, pp 58.
Survey Methods. UNEP-UNESCO Workshop: Thailand, pp. 83–91.
Harrington, F.A. Jr., 1976. Surveys of the Southern Iranian Coastline with Recommendations for Additional Marine Reserves. In: Promotion of the Establishment of Marine Parks and Reserves in the Northern Indian Ocean including the Red Sea and Persian Gulf. Proc. Regional Meeting, Tehran, Iran, March 1975. IUCN Publications new series No.35: 50- 75.
Hoegh-Guldberg O. and Jones R. J., 1999. Photoinhibition and photoprotection in symbiotic dinoflagellates from reef-building corals. Mar. Ecol. Prog. Ser. 183: 73-86.
Hoegh-Guldberg. O., Smith. G.J., 1989. The effect of sudden changes in temperature, irradiance and salinity on the population density and export of zooxanthellae from the reef corals Stylophora pistillata and Seriatopora hystrix. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 129:279–303.
Hubbard, D.K., 1997. Reef as dynamic systems. In: C. Birkeland, Editor, Life and Death of Coral Reefs, Chapman & Hall, New York, pp. 43–67.
IUCN/UNEP., 1988. Coral Reefs of the World. Volume 2: Indian Ocean Red Sea and Gulf. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K./UNEP, Nairobi, Kenya. 389 pp.
Jokiel P. L. and Coles S. L., 1990. Response of Hawaiian and other Indo-Pacific reef corals to elevated temperature. Coral Reefs 8: 155-162.
Jones, R.J., Yellowlees, D., 1997. Regulation and control of intracellular algae (= zooxanthellae) in hard corals. Philos T Roy Soc B352:457–468
Kleppel G. S., Dodge R.E. and Reese C.J., 1989. Changes in pigmentation associated with the bleaching of stony corals. Limnol. Oceanogr. 34: 1331-1335.