فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۳۹۲

تغییر مکانی تاژکدار همزیست (زئوگزانتلا) با مرجان سخت گونه‌ی *Porites compressa* (Dana, 1846) در امتداد سواحل شمالی خلیج فارس (جزایر لارک، خارکو و خلیج نای بند)

طوبی وارسته*، صفورا بهزادی، مریم مهربد، محمدرضا شکری، حسن رجبی مهام
دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشجوی کارشناسی‌ارشد، استادیاران گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

تراکم، ضریب میتوزی و اندازه‌ی سلولی تاژکدار همزیست با آبسنگ مرجانی سخت گونه ی *Poritescompressa* در جزایر لارک، خارکو و خلیج نای بند در خلیج فارس بررسی گردید. مرجان های جزیره ی لارک که در نزدیکی تنگه هرمز قرار دارند، مواد مغذی فراوانی را از دریای عمان دریافت می کنند. مرجان های خلیج نای بند در اثر توسعه فعالیت های ۱۵ ساله نفت و گاز، همواره در معرض استرس قرار دارند و مرجان های جزیره ی خارکو که در غربی ترین قسمت شمالی خلیج فارس واقع شده اند، در معرض مواد آلی ورودی از رودخانه ها و فعالیت های نفتی هستند.طبق نتایج آنالیز های آماری ANOVA، تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلا در مرجان های جزیره ی لارک بیشتر از مناطق دیگر بود در حالی که ضریب میتوزی در این جزیره کمترین مقدار را دارا بوده و همینطور تفاوت معنی داری را با جزیره ی خارکو نشان داد. همچنین تفاوت معنی داری در هیچ یک از فاکتورها بین جزیره ی لارک و خلیج نای بند و بین جزیره ی خارکو و خلیج نای بند مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: زئوگزانتلا، *Porites compressa*، لارک، خارکو، خلیج نای بند

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۹۲ تاریخ پذیرش: مرداد ۹۲

* نویسنده مسئول: tvaraste@yahoo.com

مقدمه

خلیج فارس یک دریای حاشیه ای نیمه بسته است که در شمال غرب اقیانوس هند واقع شده است. موجودات زنده این خلیج به خصوص آبسنگ های مرجان ساز در شرایط سخت زیست محیطی از قبیل شوری و حرارت بالا، جزرومد پایین، تبخیر بالا و کمی آب ورودی، زیست می کنند(Fadlallah et al., 1995). شرایط فوق باعث تنوع کم جمعیت های مرجانی در مقایسه با جمعیت های مرجانی اقیانوس هند شده است(Price 1993). زئوگزانتلا (تاژکدار درون همزیست) در بافت مزودرم مرجان های آبسنگ ساز یافت می شوند (Porter et al., 1984, Gates; 1990). پدیده سفید شدگی در مرجان ها عموما در اثر بیرون شدن زئوگزانتلاها، از دست دادن رنگدانه های جلبک و یا هر دو در مرجان است (Hoegh-Guldberg and Smith 1989, Glynn 1993, Brown 1997). این پدیده تهدیدی برای سلامتی و مقاومت متنوع ترین و یکی از مهمترین اکوسیستم های اقتصادی بر روی زمین است (Hoegh-Guldberg 1999). لذا بررسی موقعیت آبسنگهای مرجانی معمولا شاخص سلامت آبسنگ است (Hoegh-Guldberg 1999) و حفاظت از این اکوسیستمهای باارزش از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. در این پژوهش از زئوگزانتلا همزیست با مرجان سخت گونه *Porites compressa* استفاده گردید، زیرا این گونه دارای پراکنش وسیع در کل خط ساحلی شمال خلیج فارس است (شکل ۱). جزایر خلیج فارس موقعیت های جغرافیایی متفاوتی دارند، و این موضوع باعث تفاوت در شرایط زیستی این جزایر نیز می شود. به طوریکه جزیره لارک در شمال غربی خلیج فارس، به علت ورود آب های اقیانوس هند دارای مواد مغذی بیشتر بوده و خلیج نایبند و جزیره خارکو در شمالی ترین قسمت خلیج فارس در معرض مواد مغذی کمتر و همچنین در معرض استرس های محیطی بیشتر مانند آلودگی های نفتی قرار دارند (Fatemi and Shokri 2001). از طرفی جزیره خارکو در معرض آب های ورودی رودخانه هایی مانند اروند رود، مند، زهره و هندیجان می باشد که این رودها مواد مغذی را برای این جزیره به همراه دارند. مطالعات مختلفی بر روی تراکم زئوگزانتلای همزیست با مرجان ها صورت گرفته، از آن جمله اینکه: Cunning و Baker در سال ۲۰۱۲ با مطالعه بر روی گونه هایی از آبسنگ های مرجانی نشان دادند که گرما باعث افزایش تراکم زئوگزانتلای همزیست با آبسنگ ها می گردد در حالی که در شرایط استرس دمایی این تراکم کاهش می یابد، که منظور از استرس دمایی، افزایش یا کاهش ناگهانی دما می باشد (Cunning and Baker, 2012). همین طور در سال ۲۰۱۱ محققان در دو عمق متفاوت نشان دادند که تراکم زئوگزانتلای همزیست با مرجان های آبسنگ ساز با افزایش عمق، کاهش می یابد که این خود نوعی پاسخ به

کاهش میزان نور می باشد در حالی که ضریب میتوزی در عمق بیشتر، افـزایش داشـت، همچنـین میزان اندازه ی سلولی در دو عمق مختلف، تفاوتی را نشان نداد (Seyfabadi et al., 2011). در سال ۲۰۰۲، Stimson نشان داد که تراکم زئوگزانتلا در مرجان هایی کـه مـرگ و میـر بیشـتری دارند، کمتر بوده و در ایـن شـرایط سـرعت خـروج زئـوگزانتلا از بافـت مرجـان افـزایش مـی یابـد (Stimson et al., 2002). Saxby در سال ۲۰۰۱ با انجام مطالعه ی فصلی بر روی آبسنگ هـا، اینطور گزارش کرد که در زمستان و در اثر دمای پایین، تراکم زئوگزانتلا بدلیل دسترسی نـاچیز بـه نور، کاهش می یابد(Saxby et al. 2003). Hoegh-Guldberg و Smith در سال ۱۹۹۸ بـا مطالعه ای بر روی آبسنگ های مرجانی در جزیره ی لیزارد اسـترالیا، نشـان دادنـد کـه در صـورت افزایش نور و دما، تراکم زئـوگزانتلا کـاهش یافتـه و منجـر بـه پدیـده ی Bleaching مـی گـردد (Jones et al., 1998). همچنین مطالعـه ای توسـط Warner و Fitt در سـال ۱۹۹۵ بـر روی گونه های مختلفی از مرجان ها صورت گرفت که در این مطالعه اثر نور و دما بررسـی گردیدکـه در یک گونه میزان فتوسنتز در نور طبیعی و دمای بالا کاهش داشت و در گونه ای دیگر در دمای بـالا و کاهش میزان نور، پدیده ی Bleaching مشاهده گردید و اینطور عنوان گردید که نور از عوامـل مهم در این پدیده و تعیین کننـده ی میـزان تـراکم زئـوگزانتلا مـی باشـد (Fitt and Warner 1995). بنا بر مطالعه ای، تراکم زئوگزانتلا در مرجـان هـا و شـقایق هـای دریـایی کـه در معـرض سیانید بودند کاهش چشمگیری را نسبت به گروه کنترل نشـان داد ولـی ضـریب میتـوزی در ایـن شرایط برای حفظ پایداری، افـزایش یافـت (Cervino et al., 2003). محققـان در سـال ۱۹۸۹ نشان دادند که دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد باعث کاهش تراکم زئوگزانتلا می شود، همچنین مرجان هایی که در معرض دائمی نور و مرجان هایی که بـه طـور کامـل در تـاریکی بودنـد کـاهش زوگزانتلا را نشـان دادنـد(Hoegh-Guldberg and Smith, 1989). بررسـی دیگـر راجـع بـه تفاوت پارامترهای زئوگزانتلا در گونه های مرجانی مقاوم تر نسبت به سفید شدگی و مرجـان هـای حساس به مرگ و میر بیشتر در جزیره اکیناوا صورت گرفت. نتیجه این که گونه هـایی بـا مـرگ و میر پایین تر عموما دارای تراکم بالاتری از زئـوگزانتلا در هـر سـانتی متـر مربـع از سـطح مرجـان هستند(Stimson et al., 2002). در سال ۱۹۹۲ Brown و همکاران، دو روش متفاوت را برای اندازه گیری ضریب میتوزی به کار بردند که در هر دو روش با افزایش دما، سرعت تقسـیم میتـوزی برای حفظ شرایط بهینه، افزایش یافت (Brown, 1992).

از آنجا که آبسنگ های مرجانی از اهمیت بسـزایی برخـوردار بـوده، لـذا بررسـی و مطالعـه ی جوامـع مرتبط و همزیست با این موجودات کمک شایانی در حفاظت و بکارگیری راهبرد های لازم برای حفظ سلامت این موجودات با ارزش می‌کند و هدف مطالعه‌ی حاضر، بررسی عوامل تهدید کننده‌ی سـلامت

این موجودات یعنی انواع آلودگی، از جمله آلودگی نفتی و کدورت و اثر آنها بر روی میزان تراکم زئوگزانتلا و سلامت آبسنگ های مرجانی می باشد.

مواد و روش‌ها

قطعات مرجان سخت گونه ی *Porites compressa* با عملیات غواصی در طول خط ساحل شمالی خلیج فارس از جزایر لارک (عرض جغرافیایی ″۱۵ ′۵۱ °۲۶ و طول جغرافیایی ″۵ ′۲۴ °۵۶ شرقی)، خارکو (عرض جغرافیایی ″۹۰ ′۱۲۰۶ °۲۹ شمالی و طول جغرافیایی ″۳۰ ′۱۹۰۶ °۵۰ شرقی) و خلیج نای بند (عرض جغرافیایی ″۸۲ ′۲۹۰۴ °۲۷ شمالی و طول جغرافیایی ″۰۲ ′۳۴۰۶ °۵۲ شرقی) (شکل ۲) در عمق ۶-۴ متر در خرداد ۱۳۹۱ جمع آوری شدند. جمعا **٤٥** قطعه از مرجان های جمع آوری شده (از هر ایستگاه ۱۵ نمونه) در جعبه های یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردید و توسط دستگاه شستشو با هوا (air brush) و آب فیلتر شده دریا، زئوگزانتلاها از بافت مرجان جدا شدند. محلول حاصل توسط دستگاه هموژنایزر همگن شد و سپس توسط فرمالین ۳۸ درصد فیکس گردید. تعداد زئوگزانتلا با استفاده از لام هماسیتومتر و میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ×۴۰ شمارش گردید و در نهایت طبق محاسباتی تعداد زئوگزانتلا در حجم اولیه شسته شده بدست آمد (شکل ۳) (Gibson et al., 2012). از آنجایی که این حجم از یک مقدار مشخصی از مرجان شسته شده و هدف تعیین تعداد زئوگزانتلا در واحد سطح مرجان است بنابراین با اندازه گیری سطح مرجان با روش آلومینیوم فویل، رسم منحنی سطح- وزن و با یک تناسب ساده میزان زئوگزانتلا در واحد سطح مرجان بدست آمد (فرمول ۱).

فرمول ۱

$$M = \frac{(V3 \times Z)(V1)}{V2}$$

M: تعداد زوگزانتلا در محلول اولیه

V3:حجم آب دریای فیلتر شده

Z:تعداد سلول در حجم زیر لام تقسیم بر حجم مایع حاوی زوگزانتلا

V1:حجم محلول اولیه

V2:حجم محلول سانتریفیوژ شده

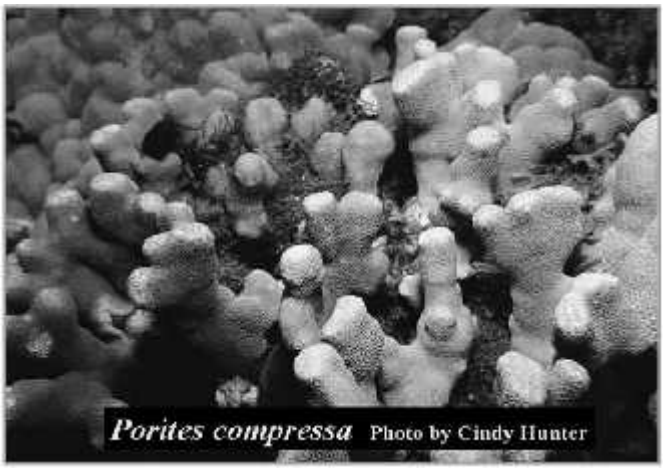
به منظور بدست آوردن شاخص میتوزی از همان نمونه هایی که برای اندازه گیری تراکم زئـوگزانتلا بکار برده شد، استفاده شد فقط با تفاوت این نکته که در اینجا تعداد زئوگزانتلا هایی را که در حـال تقسیم هستند و شیار تقسیمی واضحی دارند، شمرده شدند. در نهایت برای بدست آوردن شـاخص میتوزی زئوگزانتلای در حال تقسیم، به صورت درصدی از تعداد کل سـلول هـای بررسـی شـده در روی لام هماسیتومتر در نظر گرفته شد. قطر سلولی زئوگزانتلا ی کـروی بـا اسـتفاده از میکرومتـر چشمی سنجیده شد. ابتدا برای پـی بـردن بـه نرمـال بـودن داده هـا از آزمـون Shapiro-Wilk استفاده شد که جهت نرمال کردن داده ها ی مربوط به تراکم، از ریشه چهارم و برای نرمـال کـردن داده های مربوط به ضریب میتوزی، از ریشه دوم استفاده شد، داده های مربوط به اندازه ی سـلولی نرمـال بودنـد. سـپس جهـت مقایسـه داده هـای مربـوط بـه سـه منطقـه از آزمـون One-way-ANOVA در فضای SPSS (version 20) استفاده گردید.

نتایج و بحث

تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلای همزیست با مرجان سخت گونه ی *Porites compressa* در جزیره لارک، بیشتر از دو منطقه دیگر بود در حالی که میزان ضریب میتوزی در جزیره ی خارکو از دو منطقه ی دیگر بیشتر بود (شکل ۳). بر اساس آزمون One-way-ANOVA با ۹۵٪ اطمینان اختلاف معنی داری ($P<0.05$) بین میزان تراکم، ضریب میتوزی و اندازه ی سلولی زئوگزانتلای همزیست در واحد سطح مرجان بین جزیره لارک و جزیره خارکو وجود دارد. همچنین بر اساس این آزمون اختلاف معنی داری بین میزان تراکم، ضریب میتوزی و اندازه ی سلولی زئوگزانتلای همزیست در واحد سطح مرجان بین جزیره خارکو و خلیج نای بند و بین جزیره لارک و خلیج نای بند مشاهده نشد ($P>0.05$). با توجه به نتایج بدست آمده می توان اینگونه تفسیر نمود که موقعیت خلیج فارس باعث ایجاد محیطی استرس زا برای میزبان و همزیست تک سلولیاش شده است و در این حالت امکان جدا شدن زئوگزانتلا از مرجان و کاهش تراکم و اندازه ی سلولی آن وجود دارد که در نهایت هم منجر به پدیده ی سفید شدگی (Bleaching) و مرگ میزبان می گردد (Hoegh-Guldberg, 1999). به نظر می رسد دلیل افزایش چشمگیر تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلا در جزیره لارک نسبت به خارکو به دلیل فقدان فعالیت های پتروشیمی در جزیره لارک باشد که محیطی به دور از استرس را برای این موجودات فراهم کرده است و همچنین ارتباط آن با اقیانوس هند که باعث ورود مواد مغذی فراوان، شوری و دمای کمتر می شود، نیز مزید بر علت می باشد. اما علت کاهش تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلا در جزیره خارکو علاوه بر فعالیت های نفتی که محیطی استرس زا را برای این موجودات فراهم می کند، می

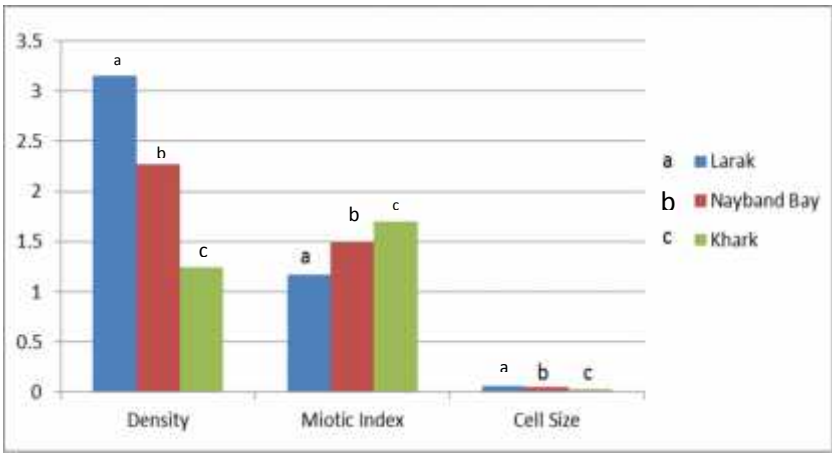
تواند بدلیل ورود مواد آلی از رودخانه های اروند رود، مند، هندیجان و زهره باشدکه باعث بالا رفتن کدورت آب و کاهش تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلا می شود. تصور بر این است که ازدیاد فعالیت های صنعتی و پتروشیمی در خلیج نای بند، باعث ایجاد استرس شده و این دلیلی بر کاهش تراکم و اندازه ی سلولی زئوگزانتلا در این خلیج می باشد. دلیل افزایش شاخص میتوزی در جزیره ی خارکو را می توان وجود محیطی استرس زا عنوان کرد که در این شرایط برای جبران کاهش تراکم، تقسیم سلولی یا ضریب میتوزی زئوگزانتلا افزایش می یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و مقایسه ی آن با کارهای انجام شده، عوامل مهمی در نابودی این اکوسیستم های با ارزش نقش دارند که از مهمترین این عوامل آلودگی نفتی و کدورت می باشد و از آنجاییکه آبسنگ های مرجانی پناهگاه طیف عظیمی از ارگانیسم های دریایی می باشند لذا حفاظت از این اکوسیستم ها بسیار حائز اهمیت است. و یکی از شاخص های مهمی که در حفظ حیات مرجان ها دخیل می باشد، زئوگزانتلای همزیست با آنها است، بنابراین بررسی و مطالعه ی این ارگانیسم های همزیست به حفظ بقای این موجودات کمک شایانی می کند.



شکل ۱: آبسنگ مرجانی *Porites compressa*

شکل ۲: پراکنش آبسنگ‌های مرجانی در شمال خلیج فارس، آب‌های ایران (Fatemi and Shokri, 2001)



شکل ۳: مقایسه ی تراکم، ضریب میتوزی و اندازه ی سلولی زئوگزانتلای همزیست با مرجان سخت گونه ی *Porites compressa* در سه ایستگاه لارک، نای بند و خارک

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت توسعه نفت و گاز پارس جنوبی و شرکت پایانه‌های نفتی خارک برای در اختیار قرار دادن امکانات لازم و همینطور جناب آقای آرش شیروانی جهت همکاری در نمونه برداری ابراز می دارند.

منابع

[1] Brown B. (1992). Comparative measurements of mitotic index in zooxanthellae from a symbiotic cnidarian subject to temperature increase. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 158(2): 179-188.
[2] Brown B. (1997). Coral bleaching: causes and consequences. Coral Reefs, 16(1): 129-138.
[3] Cervino J, Hayes RL, Honovich M, Goreau TJ, Jones S, and Rubecet PJ. (2003). Changes in zooxanthellae density, morphology, and mitotic index in hermatypic corals and anemones exposed to cyanide. Marine Pollution Bulletin, 46(5): 573-586.
[4] Cunning R, and Baker AC. (2012). Excess algal symbionts increase the susceptibility of reef corals to bleaching. Nature Climate Change, 3(3): 259-262.
[5] Fadlallah Y, Allen KW, and Estudillo RA. (1995). Mortality of shallow reef corals in the western Arabian Gulf following aerial exposure in winter. Coral Reefs, 14(2): 99-107.
[6] Fatemi SMR, and Shokri MR. (2001). Iranian coral reefs status with particular reference to Kish Island, Persian Gulf. Proceedings of international coral reef initiative (ICRI) regional workshop for the Indian Ocean, Maputo, Mozambique.
[7] Fitt W, and Warner M. (1995). Bleaching patterns of four species of Caribbean reef corals. The Biological Bulletin, 189(3): 298-307.
[8] Gates R. (1990). Seawater temperature and sublethal coral bleaching in Jamaica. Coral Reefs, 8(4): 193-197.
[9] Gibson R, Atkinson RJA, Gordon JDM, and Hughes RN. (2012). Measuring the performance of spatial management in marine protected areas. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 50 (50): 287-314.
[10] Glynn P. (1993). Coral reef bleaching: ecological perspectives. Coral Reefs, 12(1): 1-17.
[11] Hoegh-Guldberg O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. Marine and Freshwater Research, 50(8): 839-866.

[12] Hoegh-Guldberg O, and Smith GJ. (1989). The effect of sudden changes in temperature, light and salinity on the population densityand export of zooxanthellae from the reef corals *Stylophora pistillata* Esper and *Seriatopora hystrix* Dana. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 129(3): 279-303.
[13] Jones R, Hoegh-guldberg O, Larkum AWD, and Schreiber U. (1998). Temperature-induced bleaching of corals begins with impairment of the CO2 fixation mechanism in zooxanthellae. Plant, Cell & Environment, 21(12): 1219-1230.
[14] Porter J, Muscatine L, Dubinski Z, and Falkowski PG. (1984). Primary production and photoadaptation in light-and shade-adapted colonies of the symbiotic coral, *Stylophora pistillata*. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences, 222(1227): 161-180.
[15] Price A. (1993). The Gulf: Human impacts and management initiatives. Marine Pollution Bulletin, 27: 17-27.
[16] Saxby T, Dennison WC, and Hoegh-Guldberg O. (2003). Photosynthetic responses of the coral *Montipora digitata* to cold temperature stress. Marine Ecology Progress Series, 248: 85-97.
[17] Seyfabadi J, Shokri N, and Fatemi MR. (2011). Spatial variation of symbiotic dinoflagellates on coral reefs of the northern Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(3): 475-486.
[18] Stimson J, Sakai K, and Sembali H. (2002). Interspecific comparison of the symbiotic relationship in corals with high and low rates of bleaching-induced mortality. Coral Reefs, 21(4): 409-421.

Aquatic Physiology and Biotechnology
Vol. 1 No. 1, Fall 2013

Spatial variation of symbiotic dinoflagellates (Zooxanthellae) on dominant reef-building coral "*Porites compressa*" along northern Persian Gulf (Larak, Kharkoo and Nayband Bay Islands)

Tooba Varaste*, Safoora Behzadi, Maryam Mehrboud, MohammadReza Shokri, Hasan Rajabi Maham

MSc Student, MSc Student, MSc Student, Assistant Professor and Assistant Professor in Department of Biology, Faculty of Biological Science, University of Shahid Beheshti

Abstract

Density, mitotic index and cell size of Symbiotic dinoflagellates of reef building coral "*Porites compressa*" of Larak Island, Khark Island and Nay band Bay was studied. Corals of Larak Island that are near to strait of Hormoz have exposed to high nutrients from Oman Sea. Corals of Nayband Bay are always exposed to high environmental stress because of developement in oil and gas activities for about 15 years. Corals of Khark Island located in western north Persian Gulf are exposed to organic matter, oil activities and fresh waters. According to ANOVA analysis, the density and cell size of zooxanthellae in corals of Larak Island is higher than from other locations, and also showed significantly different to Khark Island. In addition, there have not seen significant difference among all of factors between Larak Island and Nay band Bay and between Khark Island and Nay band Bay.

Keywords: Zooxanthellae, *Poritescompressa*, Larak, Khark, Nay Band Bay.

*tvaraste@yahoo.com