

تحلیل روابط تغییرات تنوع گونه‌ای جنس *Acropora* در خلیج فارس بر اساس فاکتورهای اکولوژیک

محمدرضا رحمانی*، استادیار دکتری زیست شناسی جانوری، بیوسیستماتیک جانوری، دانشگاه محیط زیست، البرز، ایران.
مهناز اردلان، کارشناس ارشد زیست شناسی جانوری، بیوسیستماتیک جانوری، دانشگاه محیط زیست، البرز، ایران.

E-mail*: Irandoe_rahmani@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ - پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵

چکیده

جزایر مرجانی از مهمترین منابع تولید انرژی در اکوسیستم‌های دریایی هستند که میزان تولید انرژی در این اکوسیستم‌ها، معادل جنگل‌های حاره‌ای است. مرجان‌ها همچنین تأمین کننده سرپناهی مناسب برای دیگر گونه‌های جانوران آبی بوده و به عنوان مهمترین مراکز تنوع زیستی در دریا محسوب می‌گردند. روند نگران کننده کاهش تنوع زیستی در مرجان‌های سازنده آب‌سنگ‌ها نیز مشاهده شده است. با توجه به این که تنوع موجودات وابسته به آب‌سنگ‌های مرجانی با تنوع آب‌سنگ‌ها رابطه مستقیم دارد. لذا کاهش تنوع مرجان‌ها اهمیتی مضاعف دارد. جهت انجام مطالعات تنوع گونه‌ای، از فرم تغییر یافته ترانسکت خطی با فواصل مشخص شده در عمق‌های ۳، ۶ و ۹ متری جزایر لارک، فارور و خارک استفاده گردید. بررسی شاخص‌ها حاکی از آن است که کلیه اندیس‌های مورد ارزیابی (تنوع، غنای گونه و یکنواختی فراوانی گونه‌ها)، در امتداد طول خلیج فارس کاهش معنی داری را از سمت شرق به غرب نشان می‌دهند. این کاهش می‌تواند به دلیل یا دلایل رابطه معکوس جزیره و سرزمین اصلی، وجود شیب فزاینده فاکتورها در جهت شرق به غرب یا نوسانات شدید آنها در آن راستا و احتمال دخالت عوامل بیوتیک (از جمله رقابت) باشد.

واژه‌های کلیدی: *Acropora*، مرجان‌های سخت، تنوع زیستی، آب‌سنگ، خلیج فارس.

۱- مقدمه

آب‌سنگ‌ها رابطه مستقیم دارد (Thresher, 1991; Bellwood and Hughes, 2001; Gosliner, 1993; Knowlton, 2001)، لذا کاهش تنوع مرجان‌ها اهمیتی مضاعف دارد.

با وجود اطلاعات نسبتاً مناسب در خصوص پراکنش گونه‌ای و تنوع مرجان‌های scleractinian در مقیاس‌های مختلف فضایی در جهان (Veron, 1993; Meyer and Paulay, 2000; Wallace and Muir, 2005)، این گونه اطلاعات در مورد خلیج فارس که از جوانترین خلیج‌های اقیانوس هند می‌باشد (Wallace and Muir, 2005)، اندک است. این نقصان

آب‌سنگ‌های مرجانی نمونه کاملی از یک اجتماع دریایی اند (Cornell and Karlson, 2000) که از نظر تنوع و میزان تولید انرژی با جنگل‌های استوایی قابل قیاس هستند (Jackson, 1991) به نحوی که اصطلاح جنگل‌های پرباران دریایی^۱ به آن‌ها اطلاق می‌شود (Knowlton, 2001).

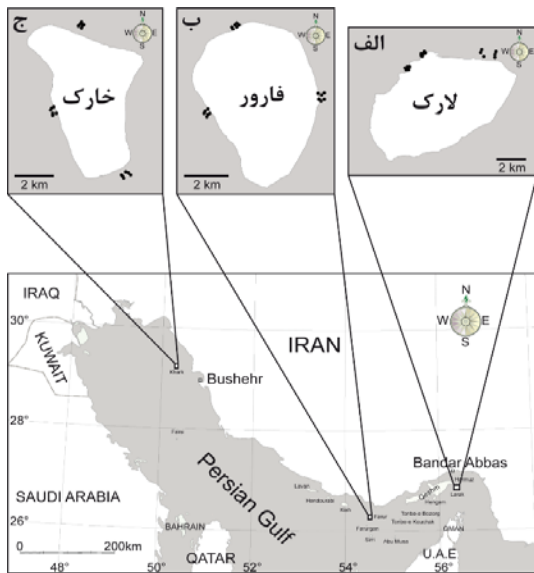
روند نگران کننده کاهش تنوع زیستی در مرجان‌های سازنده آب‌سنگ‌ها نیز مشاهده شده است (Wilson, 1999; Medlin, 1998) (Wilkinson, 1993; Sebens, 1994). با توجه به این که تنوع موجودات وابسته به آب‌سنگ‌های مرجانی با تنوع

(Huston, 1985). به چه صورت خواهد بود؟

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مکان‌های جمع‌آوری نمونه

با توجه به مطالعات (Nezlin et al., 2007). می‌توان از نظر شباهت فاکتورهای اکولوژیک، خلیج فارس را به سه منطقه شرقی، مرکزی و غربی تقسیم نمود. به منظور مطالعه تنوع زیستی، تاکسونومی و جغرافیای زیستی گونه‌های مرجان‌های جنس *Acropora* خلیج فارس، سه جزیره لارک (E 25° 25' - 56° 19' N، 26° 49' - 26° 53' E)، فارور (E 22° 22' - 54° 29' N، 26° 19' - 26° 14' E) و خارک (E 20° 20' - 50° 16' N، 29° 12' - 29° 16' E) به عنوان نماینده‌هایی از سه نواحی شرق، مرکز و غرب خلیج فارس در نظر گرفته شدند (شکل ۱). هر یک از این جزایر، از نظر تنوع زیستی غنی‌ترین جزایر واجد مرجان در منطقه خود می‌باشند.



شکل ۱. مکان‌های جمع‌آوری نمونه در شمال و شمال شرقی خلیج فارس. الف) ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره لارک؛ ب) ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره فارور؛ ج) ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره خارک.

۲-۲- روش مطالعه الگوهای تنوع

با توجه به ارزیابی اولیه و در نظر گرفتن نوع بستر و میزان پوشش آن، در هر جزیره ۳ ایستگاه در نظر گرفته

اطلاعات به خصوص در سواحل شمال و شمال شرقی چشمگیرتر است به طوری که تعداد گونه‌های جنس *Acropora* در این نواحی تا پیش از انجام تحقیق حاضر، کمتر از نصف تعداد حاصل از این پژوهش، گزارش شده بود.

در سواحل مذکور تقریباً هیچ گونه اطلاعاتی در مقیاس محلی وجود ندارد که این امر موجب عدم بررسی دقیق منطقه‌ای^۲ این ناحیه گشته است (Wallace and Muir, 2005). به عنوان مثال، این نقص اطلاعاتی موجب شده است تا خلیج فارس، هاوایی و شرق اقیانوس آرام (East Pacific) با هم در یک خوشه تنوعی جغرافیایی دسته‌بندی گردند (Wallace, 1999) یا در مطالعات (Stehli and Wells 1971)، خلیج فارس با ناحیه جنوبی هند-آرام در یک خوشه قرار گیرند.

خلیج فارس پهنه‌ای آبی است که در غرب شمال اقیانوس هند واقع شده است و مطالعه مرجان‌های این خلیج از لحاظ مطالعه اندمیستی و نیز مناسب بودن به عنوان الگویی جهت بررسی اثرات گرمایش جهانی بر این تاکسون مهم دریایی، واجد اهمیت می‌باشد (Wallace and Muir, 2005). در این پژوهش تلاش گشته است که تا حد امکان تنوع واقعی مرجان‌های *Acropora* سواحل شمال و شمال شرقی خلیج فارس، تعیین شود و این در حالی است که غنای گونه‌ای گزارش شده از سواحل مذکور، تاکنون ۶۰٪ کمتر از میزان ملاحظه شده در این پژوهش، بوده است. با توجه به قابل پیش‌بینی بودن تغییرات در آبنسنگ‌های مرجانی حتی در صورت متفاوت بودن غنای گونه‌ای یک آبنسنگ، که متأثر از فاکتورهای بیولوژیک و اکولوژیک می‌باشد (Cornell and Karlson, 2000) آیا شرایط ویژه خلیج فارس (Coles, 1988; Coles and Fadlallah 1991; Coles, 1994; Riegl, 1999; Coles 2003, Riegl and Purkis, 2012) بر تغییر الگوهای مرسوم حاکم بر تنوع مرجان‌ها مؤثر هستند؟

از سوی دیگر در این شرایط، zonation گونه غالب که یکی از مهم‌ترین الگوهای اجتماعات مرجانی است

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^{1/2}}$$

در این پژوهش به یکنواختی گونه‌ها نیز توجه شده و یکنواختی گونه‌های هر ترانسکت با فرمول Pielou از فرمول:

$$P' = H' / \ln S$$

محاسبه گردیده است، که در آن H' شاخص تنوع Shannon-Wiener و S غنای گونه می‌باشد.

۲-۴- فاکتورهای اکولوژیک

خلیج فارس یک بدنه نسبتاً جوان از اقیانوس هند بوده (Wallace and Muir, 2005) و از شرق از طریق دریای عمان به این اقیانوس متصل است. پیامد این اتصال، تأثیر شرایط اقیانوس هند بر وضعیت ناحیه شرقی خلیج فارس به میزان بیش از ناحیه غربی آن می‌باشد.

تفسیر الگوهای زیستی با فاکتورهای اکولوژیک، نیازمند اطلاعات جامع و کاملی از داده‌های اکولوژیک است. واضح است که امکان بررسی کلیه فاکتورها امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا برخی از فاکتورها مانند دما و شوری که از اهمیت بیش‌تری برخوردار هستند، مورد توجه واقع شد. این فاکتورها در دراز مدت بر ترکیب و زندگی مرجان‌ها تأثیری اساسی دارند.

متأسفانه در مناطق مورد نمونه‌برداری امکاناتی برای ثبت سالیانه این فاکتورها وجود ندارد و ثبت این فاکتورها توسط نگارنده نیز میسر نگردید. لذا تغییرات این عوامل به همراه تغییرات سالیانه برخی فاکتورهای دیگر شامل دما (شکل ۲) و کلروفیل a (شکل ۳)، شوری (شکل ۴) (Nezlin et al., 2007) و سرعت و مسیر جریان‌ها (شکل ۵)، احتمال زیاد بر الگوهای زیستی حاصل مؤثرتر می‌باشند (Kämpf and Sadrinasab, 2006) از مقالات منتشره استخراج شده است.

شد (شکل ۱). با توجه به شکل، میزان رشد و تراکم بسیار متفاوت کلنی‌های *Acropora* در سه جزیره مورد مطالعه و به‌منظور پوشش بیش‌ترین میزان مسافت ممکن، از فرم تغییر یافته ترانسکت خطی با فواصل مشخص شده (Rielgl, 1999;) (inear point intercept transect) (Beenaerts and Berghe, 2005) استفاده شد.

هر ترانسکت عبارت از چهار ترانسکت ۲۰ متری بود که با فواصل ۵ متری از یکدیگر جدا می‌شدند و هر ترانسکت ۲۰ متری با فواصل ۵۰ سانتی‌متری، مشخص شده بود. آغاز هر ترانسکت به‌صورت تصادفی انتخاب شد. از برخی کلنی‌ها توسط دوربین Sony DSCT-100 تصاویری ثبت گردید.

جهت بررسی تنوع گونه‌های *Acropora* در خلیج فارس، نمونه‌های مشاهده شده از این جنس در زیر نقاط مشخص شده در ترانسکت، در فرم تهیه شده ثبت و سپس داده‌های فرم مذکور در نرم‌افزارهای PRIMER 6 و SPSS22 تحلیل شدند.

۲-۳- تحلیل تنوع گونه‌ها

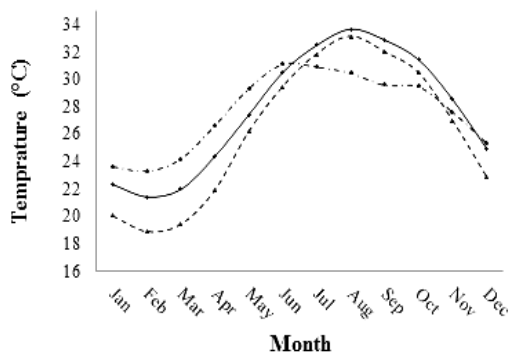
از میان شاخص‌های متعدد محاسبه تنوع، شاخص Shannon-Wiener به دلیل تغییرپذیری اندک و انطباق مناسب با کل نمونه‌برداری (Hepp and Engels, 1974) انتخاب گردید. در این شاخص تنوع که با فرمول (Krebs, 1998).

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

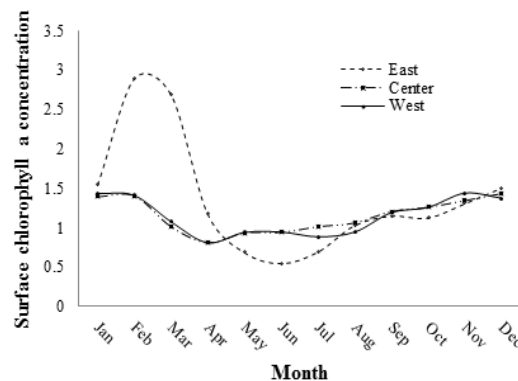
$$P_i = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

محاسبه می‌شود:

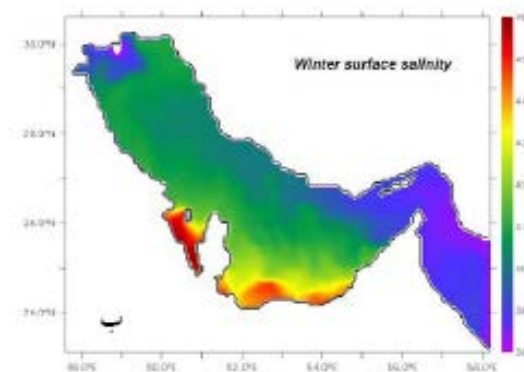
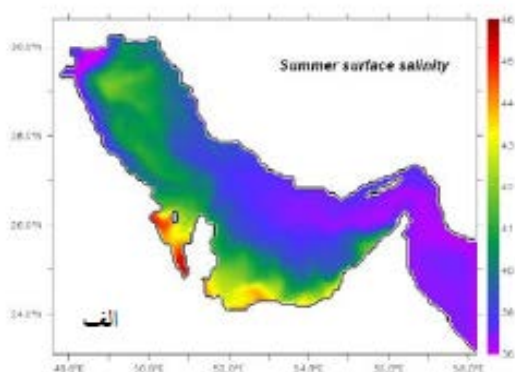
H' شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Wiener؛ P_i نسبت تعداد افراد گونه i ام در جامعه که نسبتی از کل جامعه می‌باشد؛ S غنای گونه. جهت ارزیابی معنی‌داری اختلافات دو شاخص تنوع محاسبه شده، از تست t-student استفاده شد.



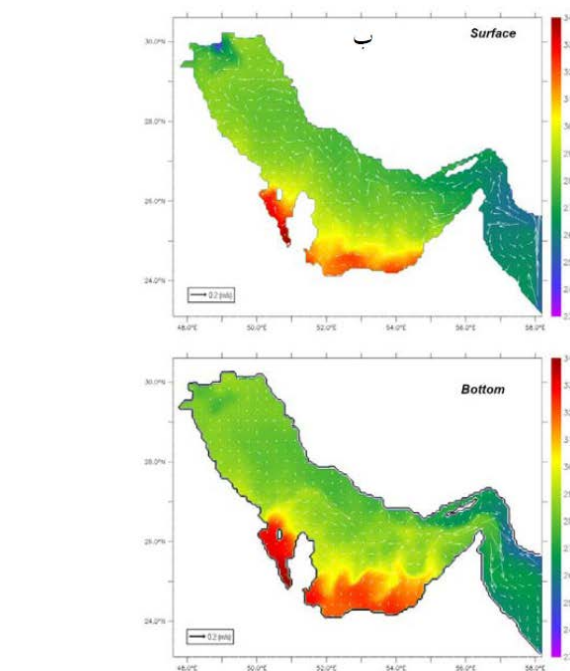
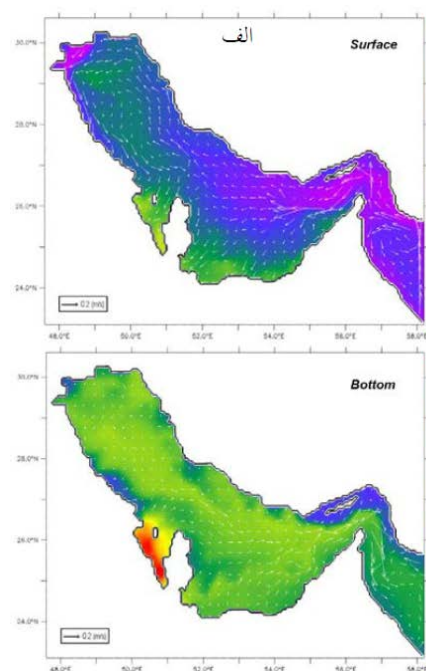
شکل ۳. نمودار تغییرات سالیانه غلظت کلروفیل a سطح آب مربوط به سالهای ۱۹۹۷-۲۰۰۶ در سه ناحیه شرقی، مرکزی و غربی خلیج فارس (ترسیم شده بر اساس داده‌های (Nezlin et al. (2007)



شکل ۲. نمودار تغییرات دما مربوط به سالهای ۱۹۹۷-۲۰۰۶ در سه ناحیه شرقی، مرکزی و غربی خلیج فارس (ترسیم شده بر اساس داده‌های (Nezlin et al. (2007)



شکل ۴. میزان شوری آب خلیج فارس در فصل تابستان (الف) و زمستان (ب) (برگرفته از (Kämpf and Sadrinasab (2006)



شکل ۵. سرعت و مسیر جریات دریایی در سطح و بستر خلیج فارس در فصل تابستان (الف) و زمستان (ب) (برگرفته از (Kämpf and Sadrinasab (2006)

مشابه در خلیج فارس، می‌توان انتظار داشت کدورت آب در قسمت‌های مختلف خلیج فارس، تفاوت داشته باشد. کدورت آب در غرب خلیج فارس نسبت به قسمت میانی آن، بالاتر می‌باشد. میزان شفافیت آب بطور میانگین (بیش از ۳۰ اندازه‌گیری برای هر جزیره) در جزایر لارک، فارور و خارک به ترتیب ۸/۳۰، کف و ۷/۸۰ متر است.

۳-۱-۳-۳- بستر

بستر دریا در جزایر خارک و فارور بیشتر ماسه‌ای بوده و هم جایی در مرجان‌های جنس *Acropora* در این جزایر با سایر جنس‌های مرجان‌های صخره‌ساز، کمتر مشاهده می‌شود. اما در جزیره خارک به‌استثنای ناحیه شمالی، بستر عمدتاً از آثار صخره‌های مرجانی مرده شکل گرفته است و علاوه بر گونه‌های جنس *Acropora* در مواردی جنس‌های دیگری از مرجان‌ها نظیر *Porites* و *Pocillopora* نیز با آن‌ها به چشم می‌خورند. در این جزیره بستر ناحیه شمالی بیشتر ماسه‌ای است.

۳-۲-۲-۳- تنوع و ترکیب گونه‌ای جنس *Acropora* در خلیج فارس

۳-۲-۳-۱- ترکیب گونه‌ای

در خصوص ترکیب گونه‌ای و تنوع گونه‌های جنس *Acropora* در شمال و شمال‌شرقی خلیج فارس، اطلاعات اندکی در دسترس می‌باشد. مطالعه اخیر نشان می‌دهد که تعداد گونه‌های *Acropora* در شمال و شمال‌شرقی خلیج فارس، حداقل نه گونه و در جزایر لارک، فارور و خارک به ترتیب حداقل هفت، شش و چهار گونه می‌باشد (جدول ۱).

۳-۲-۳-۲- الگوی تنوع

در ارزیابی الگوی تنوع شاخص‌های غنای گونه (species richness)، تنوع (diversity)، یکنواختی فراوانی گونه‌ها (evenness)، مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص تنوع سه جزیره نسبت به هم دارای اختلاف

اندازه‌گیری شفافیت آب توسط صفحه سکی (Secchi disk) (Coles et al., 1999; Crabbe and Smith, 2002) انجام شد.

۳- نتایج

۳-۱-۳- شرایط محیطی مکان‌های نمونه‌برداری

۳-۱-۳-۱- توپوگرافی

آب سنگ‌های مرجانی در جزیره لارک به ناحیه شمالی و بخشی از شمال‌غربی محدود می‌شوند. در این جزیره، بستر تا عمق سه متر حداقل در نواحی مورد نمونه‌برداری، سنگی بوده و در اعماق بیش‌تر، ماسه‌ای می‌باشد. شیب بستر در نواحی با عمق کمتر (تا حدود ۴ متر) ملایم بوده و در نواحی عمیق‌تر، تندتر می‌شوند.

در فارور، آب سنگ‌های مرجانی اطراف جزیره را احاطه نموده‌اند. در این جزیره بستر بیشتر ماسه‌ای بوده و شیب آن در عمق‌های کمتر (تا حدود ۴ متر) بسیار تند بوده و در اعماق، ملایم می‌شوند.

آب سنگ‌های جزیره خارک نیز مانند فارور، این جزیره را احاطه نموده‌اند. بستر در جزیره خارک به‌استثنای بخش شمالی که ماسه‌ای می‌باشد، تا حدود عمق ۱۳ متر از مرجان‌های مرده شکل گرفته است و پس از آن عمق مجدداً ماسه‌ای است. شیب بستر به‌جز در ناحیه شمالی، در اعماق کم ملایم بوده و در برخی از محدوده‌ها به صفر می‌رسد ولی در اعماق بیش‌تر شیب بستر تند و در مواردی به‌صورت پلکانی در می‌آید. در بخش شمالی، شیب بستر ملایم است. مشاهدات از جمله طعم (طعم مشابه پیاز و سیر) و چرب بودن آب، نشان می‌دهند که آب سنگ‌های جزیره خارک به‌ویژه در نواحی شرق، جنوب شرقی و غرب جزیره، به‌شدت در معرض فاضلاب حاصل از پالایشگاه‌ها، انبارهای مواد نفتی و اسکله بارگیری تانکرهای نفت قرار دارند.

۳-۱-۳-۲- شفافیت آب

با توجه به متفاوت بودن عوامل مؤثر بر کدورت مانند شدت جریان، نوعی بستر، میزان حاصلخیزی و عوامل

۴- بحث

به منظور حفاظت از تنوع مرجان‌ها، درک مکانیسم‌های تعیین‌کننده پویایی آب‌سنگ‌های مرجانی در کلیه مقیاس‌های زمانی و مکانی ضروری می‌باشد (Connell et al., 1997; Bellwood and Hughes, 2005; Beenaerts and Berghe, 2001). همان‌گونه که

پیش‌تر نیز ذکر شد، فاکتورهای محیطی، از جمله شوری (Huston, 1985; Coles, 1988; 2003, Riegl and Purkis, 2012). دما (Huston, 1985; Riegl, 1999). میزان دسترسی به نور، جریانات (Porter, 1972). تیرگی آب (Roy and Smith, 1971; Hooper et al., 2002) ، جزر و مد (Huston, 1985) ، بس‌تر (Riegl, 1999; Riegl et al., 1995). برهمکنش زیستی (Porter, 1972) بر پویایی آب‌سنگ‌های مرجانی مؤثر هستند.

کلیه اندیس‌های مورد ارزیابی (تنوع، غنای گونه و یکنواختی فراوانی گونه‌ها)، در امتداد طول خلیج فارس کاهشی را از سمت شرق به غرب نشان می‌دهند. مطالعات (Bauman et al., 2012) نیز روند افزایش حداقل تعداد گونه‌ها از غرب به شرق را در سواحل جنوبی خلیج فارس تأیید می‌نماید. کاهش اندیس‌ها از شرق به غرب می‌تواند به یک یا چند دلیل ذیل باشد:

۱- با توجه به رابطه معکوس جزیره و سرزمین اصلی (mainland) با فاصله (Brown and Lomolino, 1998) و عملکرد جزیره‌ای خلیج فارس (Coles, 2003) و همچنین تمایل استرس‌های محیطی به محدود نمودن تنوع مرجان‌ها در جمعیت‌های حاشیه‌ای (Stehli and Wells, 1971) کاهش شرق به غرب اندیس‌ها، طبیعی به نظر می‌رسد.

۲- با در نظر گرفتن الگوی شوری آب خلیج فارس که حاکی از وجود شیبی فزاینده در جهت شرق به غرب می‌باشد. به طوری که شوری آب در تابستان از ppt ۳۶/۵ تا ppt ۴۰ از سمت شرق به غرب متغیر بوده و در زمستان به میزان ppt ۲-۱ افزایش می‌یابد

معنی‌دار هستند (جدول ۱). در این مقیاس بیش‌ترین غنای گونه (S=۷)، تنوع (H'=۰/۸۱۷) و بهترین یکنواختی گونه‌ها (J'=۰/۴۲)، به جزیره لارک تعلق دارد. کمترین غنای گونه (S=۳)، تنوع (H'=۰/۴۱۶) و پایین‌ترین یکنواختی گونه‌ها (J'=۰/۳)، به جزیره خارک اختصاص پیدا می‌کند.

جدول ۱. تعداد گونه (S)، تنوع (H') و یکنواختی

فراوانی گونه‌های (J') جنس *Acropora* در سه جزیره

لارک، فارور و خارک

t-test		J'	H'	S	
فارور	لارک				
		۰/۴۲	۰/۸۱	۷	لارک
	۳/۳۱۹ (۰/۰۰۰۵)	۰/۳۴	۰/۶۱	۶	فارور
۳/۳۰۴ (۰/۰۰۰۵)	۶/۹۵۷ (۰/۰۰۰۵)	۰/۳	۰/۴۱	۳	خارک

(۱) شاخص تنوع Shannon-Wiener

(۲) شاخص یکنواختی فراوانی گونه‌های Pielou

تغییرات تنوع در امتداد طول برای هر عمق نیز به‌طور جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۲). در عمق ۳ و ۶ متر در امتداد طول، بیش‌ترین میزان شاخص‌های مورد بررسی، مربوط به جزیره لارک می‌باشد. مقدار شاخص‌های عمق ۳ متر برای غنای گونه، تنوع و یکنواختی گونه‌ها به ترتیب ۷، ۰/۹۱۱ و ۰/۵۰۸ و در عمق ۶ متر به ترتیب برابر ۶، ۰/۷۱۹ و ۰/۳۷۸ است.

جدول ۲. غنای گونه (S)، تنوع (H')، یکنواختی

گونه‌های (*Acropora*) در امتداد طول و عمق سه

جزیره لارک، فارور و خارک

عمق (متر)								
۹			۶			۳		
J'	H'	S	J'	H'	S	J'	H'	S
۰/۶۵	۰/۴۵۱	۲	۰/۳۷۸	۰/۷۱۹	۶	۰/۵۰۸	۰/۹۱۱	۷
۰/۴۱۹	۰/۶۷۵	۵	۰/۳۵۵	۰/۶۳۷	۶	-	-	-
۰/۵۴۸	۰/۵۴۸	۳	۰/۳۴۹	۰/۲۴۲	۲	۰/۲۵۵	۰/۲۸۱	۳

(۱) شاخص تنوع Shannon-Wiener

(۲) شاخص یکنواختی فراوانی گونه‌های Pielou

با جزیره مذکور هستند و هم‌چنین غنای گونه‌ای بالای فون برخی از مناطق خلیج فارس (دست کم از نظر تعداد گونه‌های *Acropora*) از جمله Manifa reef که واجد شرایط اکولوژیکی (حداقل در دما و شوری) دشوارتری نسبت به جزیره خارک می‌باشد، (see Coles, 1988) از یک سو و با توجه به افزایش منظم فراوانی نسبی گونه *A. downingi* به همراه کاهش منظم فراوانی نسبی گونه *A. arabensis* در امتداد طول (Rahmani, 2012) از سوی دیگر، این احتمال وجود دارد که کاهش شاخص‌های مورد مطالعه از شرق به غرب صرفاً وابسته به شرایط اکولوژیک نبوده و عوامل بیوتیک (مانند رقابت) نیز در این امر دخیل باشند. این احتمال بدان دلیل است که برهمکنش زیستی نقش مهمی در تعیین ساختار اجتماعی مرجان‌ها دارد (Porter, 1972). به نظر می‌رسد نوسانات شدید فاکتورهای اکولوژیک در سمت شرق خلیج فارس، از قدرت رقابتی *A. Downingi* تا حدودی کاسته و علت افزایش فراوانی گونه‌های دیگر به‌خصوص *A. arabensis* را فراهم نموده باشد. فرضیه فوق نیازمند مطالعه بیشتر و تفکیک دقیق‌تر اثرات فاکتورهای بیولوژیک و اکولوژیک می‌باشد.

۵- تشکر و قدردانی

نگارنده بر خود می‌داند که تا بدینوسیله از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند اساتید ارجمند حسن رحیمیان، محمد رضا شکری، پروفیسور Chaolun Allen Chen، دکتر Carden C. Wallace، دکتر Stephen L. Coles، دکتر Jacqueline K. Wolstenholme، دکتر John E. N. Veron و پروفیسور Charles R. C. Sheppard که همواره راه‌گشا بوده است، قدردانی نماید.

از مسئولان محترم اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان، اداره کل حفاظت محیط زیست استان بوشهر و شرکت نفت فلات قاره، که امکان اسکان و تامین قایق در طی نمونه برداری را فراهم نموده‌اند و همچنین از جنابان

(Kämpf and Sadrinassab, 2006). افزون بر آن، اختلاف دمای بین بخش‌های شرقی و غربی خلیج فارس طی ماه‌های سرد سال ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و این اختلاف در ماه‌های گرم سال نقصان می‌یابد (Nezlin et al., 2007). در خلیج فارس اختلاف دمای میان ماه‌های گرم و سرد سال، به بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد (Coles, 2003). به عبارت دیگر الگوی تغییرات دمایی شرق خلیج فارس نسبت به قسمت‌های مرکزی و غربی در ماه‌های گرم سال بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر فاکتور سرعت جریان آب که برعکس شوری در سمت شرق (به‌خصوص در کف) دارای سرعتی بیش‌تر از سمت غرب است (Kämpf and Sadrinassab, 2006). هم‌چنین نوسانات بالای غلظت کلروفیل a سطح آب در ناحیه شرقی در طی سال و اندک بودن این نوسانات در بخش‌های مرکزی و غربی (Nezlin et al., 2007) ملاحظه می‌شود. با توجه به الگوهای شوری، دما، سرعت جریان آب و کلروفیل a مذکور، تطبیق روند کاهش اندیس‌های مورد بررسی با الگوی افزایش شدت فاکتورهای اکولوژیک، مانند شوری و دما به‌عنوان عوامل محدودکننده رشد و الگوی کاهش (Roberts et al., 1982; Coles, 2003) جریانات مناسب، به‌عنوان فاکتور دفع‌کننده مواد زاید، فراهم نمودن مواد غذایی و کاهش اثرات دو فاکتور محدودکننده شوری و دما (Chamberlain and Graus, 1975; Jokiel, 1980) و هم‌چنین روند کاهش میزان دسترسی به مواد غذایی که موجب کاهش رشد می‌شود (Bongiorni et al., 2003 a, b) منطقی به نظر می‌رسد. ۳- با عنایت به تأثیر اندک عرض جغرافیایی در تنوع مرجان‌ها، حداقل در مقیاس جهانی غنای بالای گونه‌های جنس *Acropora* در برخی از مناطق هم‌عرض با جزیره خارک مانند ناحیه شمالی دریای سرخ (Sheppard and Sheppard, 1991) که دارای شرایط اکولوژیکی (از جمله دما، شوری) و تاریخی نسبتاً مشابه

-Coles S. L., (1988) "Limitations on reef coral development in the Arabian Gulf: temperature or algal competition", 8-12 Aug 1988, Pages 211-216 in J. H. Choat, D. Barnes, M. A. Borowitzka, J. C. Coll, P. J. Davies, P. Flood, B. G. Hatcher, D. Hopley, P. A. Hutchings, D. Kinsey, G. R. Orme, M. Pichon, P. F. Sale, P. Sammarco, C. C. Wallace, C. Wilkinson, E. Wolanski and O. Bellwood (eds.). Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Vol. 3. Townsville, Australia.

-Coles S. L., (1994) "Extensive coral disease outbreak at Fahl Island, Gulf of Oman, Indian Ocean", *Coral Reefs* 13: 242-242.

-Coles S. L., (2003), "Coral species diversity and environmental factors in the Arabian Gulf and the Gulf of Oman: A comparison to the Indo-Pacific Region", *Atoll Research Bulletin* 507: 1-19.

-Coles S. L., R. C. DeFelice, L. G. Eldredge, and J. T. Carlton., (1999) "Historical and recent introductions of non-indigenous marine species into Pearl Harbor, Oahu, Hawaiian Islands", *Marine Biology* 135: 147-158.

-Coles S. L. and Y. H. Fadlallah, (1991) "Reef coral survival and mortality at low temperatures in the Arabian Gulf: new species-specific lower temperature limits", *Coral Reefs* 9: 231-237.

-Connell J. H., T. P. Hughes, and C. C. Wallace. (1997) "A 30-year study of coral abundance, recruitment, and disturbance in space and time", *Ecological Monographs* 67: 461-488.

-Cornell H. V. and R. H. Karlson, (2000) "Coral species richness: ecological versus biogeographical influences", *Coral Reefs* 19: 37-49.

-Crabbe M. J. C. and D. J. Smith, (2002) "Comparison of two reef sites in the Wakatobi Marine National Park (SE Sulawesi, Indonesia) using digital image analysis", *Coral Reefs* 21: 242-244.

-Gosliner T. M. (1993) "Biodiversity of tropical opisthobranch gastropod faunas", 22-27 June 1992, Pages 702-709 in R. H. Richmond (Ed.). Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Vol. 2. University of Guam Press, UOG Station, Guam.

-Hepp C. and P. Engels, (1974) "Comparing species diversity and evenness indices", *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 54: 559-563.

-Hooper J. N. A., J. A. Kennedy, and R. J. Quinn, (2002) "Biodiversity 'hotspots', patterns of richness and endemism, and taxonomic affinities of

آقایان دکتر روانبخش شیردم و دکتر شهاب الدین منتظمی در فراهم نمودن بستر نمونه برداری و آقایان نامدار، شکری، معین، طلاب، ایمان هادی و مجتبی شیرزاد که در طی نمونه برداری یاورم بوده اند، بسیار سپاسگزارم.

۶- پی نوشته ها

1. The rain forests of the sea

2. Regional

۷- منابع

-Bauman A. G., D. A. Feary, S. F. Heron, M. S. Pratchett, and J. A. Burt. (2012) "Multiple environmental factors influence the spatial distribution and structure of reef communities in the northeastern Arabian Peninsula", *Marine Pollution Bulletin* (in press).

-Beenaerts N. and E. V. Berghe., (2005) "Comparative Study of Three Transect Methods to Assess Coral Cover, Richness and Diversity", *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 4: 29-37.

-Beger M., G. P. Jones, and P. L. Munday., (2003) "Conservation of coral reef biodiversity: a comparison of reserve selection procedures for corals and fishes. *Biological Conservation*", 111: 53-62.

-Bellwood D. R. and T. P. Hughes, (2001) "Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science*", 292: 1532-1535.

-Bongiorni L., S. Shafir, D. Angel, and B. Rinkevich, (2003)a "Survival, growth and gonad development of two hermatypic corals subjected to in situ fish-farm nutrient enrichment", *Marine Ecology Progress Series*, 253: 137-144.

-Bongiorni L., S. Shafir, and B. Rinkevich, (2003)b "Effects of particulate matter released by a fish farm (Eilat, Red Sea) on survival and growth of *Stylophora pistillata* coral nubbins", *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1120-1124.

-Brown J. H. and M. V. Lomolino, (1998) "Biogeography. Second edition", Sinauer Associates, INC., Massachusetts.

-Chamberlain J. A. and R. R. Graus, (1975) "Water flow and hydromechanical adaptations of branched reef corals", *Bulletin of Marine Science*, 25: 112-125.

- Riegl B., M. H. Schleyer, P. J. Cook, and G. M. Branch (1995) "Structure of Africa's southernmost Coral communities", *Bulletin of Marine Science* 56: 676-691.
- Roberts H. H., J. R. Rouse, N. D. Walker, and J. H. Hudson, (1982) "Cold-water stress in Florida Bay and Northern Bahamas: a product of winter cold-air outbreaks", *Journal of Sedimentary Petrology* 52: 145-155.
- Roy K. J. and S. V. Smith, (1971) "Sedimentation and coral reef development in turbid water: Fanning Lagoon", *Pacific Scientific* 25: 234-248.
- Sebens K. P., (1994) "Biodiversity of Coral Reefs: What are we losing and why? *American Zoologist*", 34: 115-133.
- Sheppard C. R. C. and A. L. S. Sheppard, (1991), "Corals and coral communities of Arabi. Pages 1-170 in W. Böttiker and F. Krupp, editors", *Fauna of Saudi Arabia. Pro Entomologia c/o Natural History Museum, Basle*.
- Stehli F. G. and J. W. Wells, (1971) "Diversity and age patterns in hermatypic corals", *Systematic Zoology* 20: 115-126.
- Thresher R. E., (1991) "Geographic variability in the ecology of coral reef fishes: Evidence, evolution, and possible implications. In P. F. Sale, editor", *the ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, New York.
- Veron J. E. N., (1993) "A biogeographic database of hermatypic corals", *Australian Institute of Marine Science Monograph Series* 10: 1-443.
- Wallace C. C., (1999) "Staghorn corals of the world: a revision of the coral genus *Acropora* (Scleractinia; Astrocoeniina; Acroporidae) worldwide, with emphasis on morphology, phylogeny and biogeography", *CSIRO Victoria, Australia*.
- Wallace C. C. and P. R. Muir, (2005) "Biodiversity of the Indian Ocean from the perspective of staghorn corals (*Acropora* spp)", *Indian Journal of Marine Sciences* 34(1): 42-49.
- Wilkinson C. R., (1993) "Coral reefs of the world are facing widespread devastation: can we prevent this through sustainable management practices? 22-27 June 1992, Pages 11-21 in R. H. Richmond (ed.)", *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Vol. 1*. University of Guam Press, UOG Station, Guam.
- Wilson E. O., (1999) "The Diversity of Life", 2nd ed., *W. W. Norton & Company, New York*.
- tropical Australian sponges (Porifera)", *Biodiversity and Conservation* 11: 851-885.
- Huston M. A., (1985) b. "Patterns of Species Diversity on Coral Reefs", *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 16: 149-177.
- Jackson J. B. C., (1991) "Adaption and diversity of reef corals", *Bioscience* 41: 475-482.
- Jokiel P. L., (1980) "Solar Ultraviolet Radiation and Coral Reef Epifauna", *Science* 207: 1069-1071.
- Kämpf J. and M. Sadrinasab, (2006) "The circulation of the Persian Gulf: a numerical study", *Ocean Science* 2: 27-41.
- Knowlton N., (2001) "Ecology. Coral reef biodiversity-habitat size matters", *Science* 292: 1493-1495.
- Krebs C. J., (1998) "Ecological Methodology 2 edition", *Benjamin Cummings, San Francisco*.
- Medlin L., (1998) "When the boat comes in", *Nature* 395: 658.
- Meyer C. and G. Paulay., (2000) "Indo-west Pacific diversity: phylogenetic evidence from cowries for a mozaic of causes", 23-27 Oct 2000, Page 45 in M. K. Moosa, S. Soemodihardjo, A. Soegiarto, K. Romimohtarto, A. Nontji, Soekarno and Suharsono (eds.). *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium, Vol. 1*. Bali, Indonesia.
- Nezlin N. P., I. G. Polikarpov, and F. Al-Yamani, (2007) "Satellite-measured chlorophyll distribution in the Arabian Gulf: Spatial, seasonal and inter-annual variability", *International Journal of Oceans and Oceanography* 2: 139-156.
- Porter J. W., (1972) "Patterns of species diversity in Carribbean reef corals", *Ecology* 53: 745-748.
- Rahmani, M. R., (2012) "Biosystematic study of genus *Acropora* (Cnidaria: Anthozoa) in the Larak and Khark Islands", *PhD. University of Tehran, Tehran*.
- Riegl B., (1999) "Corals in a non-reef setting in the southern Arabian Gulf (Dubai, UAE): fauna and community structure in response to recurring mass mortality", *Coral Reefs* 18: 63-73.
- Riegl B. M. and S. J. Purkis, (2012) "Dynamics of Gulf coral communities: observations and models from the world's hottest Coral Sea", In B. M. Riegl and S. J. Purkis, editors. *Coral Reefs of The Gulf: Adaptation to Climatic Extremes*. Springer: New York.

