مجله دنیای میکروب ها
سال چهارم، شماره اول و دوم (پیاپی ۱۰)، تابستان ۱۳۹۰
صفحات ۴۹ ـ ۴۱

Original Article

حضور کلاد D زوگزانتله در مرجان‌های نرم و سخت غالب اطراف جزیره لارک، خلیج فارس

محمد حسن شاه حسینی*[۱]، پر گل قوام مصطفوی[۲]، غلامحسین وثوقی[۳]، ساناز آزادبادی[۴]

[۱]دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرقدس، گروه میکرو بیولوژی، [۲]استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه بیولوژی دریا،
[۳]استاد، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، [۴]کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه بیولوژی دریا

چکیده

سابقه و هدف: مرجان‌های سخت و نرم خلیج فارس دارای جلبک تک سلولی هم زیستی به نام زوگزانتله می‌باشند که نقش مهمی در تأمین مواد آلی مورد نیاز مرجان‌ها ایفا می‌نماید. آبسنگ‌های مرجانی این ناحیه از خلیج به دلیل قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی نیمه گرمسیری و وجود دامنه وسیع تغییرات دمای آب و شوری بالا همواره تحت تأثیر تنش‌های محیطی می‌باشند. این تنش‌ها می‌تواند منجر به تغییر زوگزانتله‌های همزیست با آن‌ها گردد. این مطالعه با هدف شناسایی کلادهای Symbiodinium به روش مولکولی و نیز بررسی حضور کلاد D زوگزانتله در مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک در خلیج فارس انجام شده است.

مواد و روش‌ها: ۳ گونه از مرجان‌های نرم شمال و شمال شرق جزیره لارک و ۵ گونه مرجان سخت در شمال جزیره جمع‌آوری گردید. پس از استخراج DNA، زیرواحد بزرگ ریبوزومی ۲۸S با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلی مراز (PCR) تکثیر شد. سپس توالی زیرواحد بزرگ ریبوزومی ۲۸S با استفاده از آنالیز فیلوژنی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: به دنبال تکثیر قطعه ای از ژن زیرواحد بزرگ ریبوزومی ۲۸S، توالی ۷۸۰bp به دست آمد. پس از توالی یابی قطعه ژنی تکثیر یافته و مقایسه آن با ترادف های ژنی موجود در بانک ژنی مشخص گردید که کلادهای هم زیست با مرجان‌های نرم اطراف جزیره‌لارک، از نوع کلاد D می‌باشند.

نتیجه گیری: غالب بودن کلاد D به علت درجه حرارت بالای خلیج فارس و نیز شرایط ناپایدار تنگهٔ هرمز در مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک کاملاً طبیعی می‌باشد.

واژگان کلیدی: *Symbiodinium* ، کلاد D، جلبک تک سلولی، خلیج فارس

دریافت مقاله: فروردین ۱۳۹۰ پذیرش برای چاپ: خرداد ۱۳۹۰

مقدمه

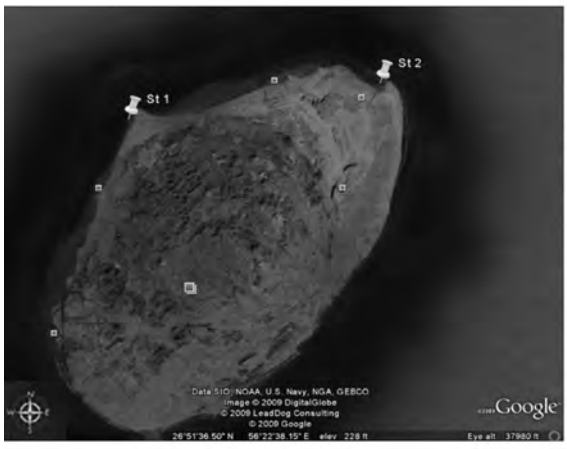
مرجان‌ها به دو دسته هرماتیپیک و غیرهرماتیپیک تقسیم می‌شوند. نوع هرماتیپیک دارای جلبک تک سلولی هم‌زیستی به نام زوگزانتله می‌باشد که حضور آن در برخی از مرجان‌ها باعث به وجود آمدن آبسنگ‌های مرجانی می‌گردد (۱).

آبسنگ‌های مرجانی به دلیل داشتن گونه‌های متنوع جانوری اهمیت بسیاری دارند. بنابراین مصون ماندن این موجودات مستلزم حفاظت از اکوسیستم حساس و شکننده مرجان‌ها

*) آدرس برای مکاتبه: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرقدس، گروه میکرو بیولوژی
تلفن: ۰۹۱۲۳۳۰۴۰۶۹
پست الکترونیک: shahhosseiny@yahoo.com

می‌باشد (۱). مرجان‌های نرم عضو مهمی در اکوسیستم آبسنگ‌های مرجانی به شمار می‌آیند (۷-۲). با این وجود مطالعات بسیار کمی بر روی پاسخی که هم زیست مرجان‌های نرم در برابر تنش‌های محیطی صورت گرفته است (۸ و ۹). در پدیده سفیدشدگی، مرجان‌ها جلبک هم‌زیست خود را از دست می‌دهند. این پدیده می‌تواند در اثر شرایط محیطی مانند گرم شدن بیش از حد آب دریا به وقوع بپیوندد (۱۰). آبسنگ‌های خلیج فارس نیز به همراه آبسنگ‌های مرجانی زیادی در سراسر جهان پس از ال نینوی سال‌های ۱۹۹۶و ۱۹۹۸ میلادی دچار پدیده سفیدشدگی شده‌اند (۱۳-۱۱) .

از آن‌جایی که جداسازی و کشت این نوع جلبک‌های تک سلولی به آسانی امکان پذیر نیست، لذا شناسایی گونه آن‌ها با توجه به ویژگی‌های ریخت شناسی کار بسیار پیچیده‌ای می‌باشد. درحقیقت تنوع واقعی سیمبیودینیوم (Symbiodinium) در طبیعت بسیار وسیع‌تر از طبقه بندی ریخت شناسی است . از این رو تمامی اطلاعات موجود بر پایهٔ مطالعات ژنتیک مولکولی بنا نهاده شده است. بنابراین به منظور شناسایی دقیق جلبک‌های هم زیست نیز باید از روش‌های مولکولی استفاده نمود. بر همین اساس امروزه انواع سیمبیودینیوم به ۸ کلاد مجزا شامل کلادهای A، B، C (۱۴)، D، E (۱۵)، F، G و H (۱۶) تقسیم‌بندی شده اند. هر کلاد می‌تواند شامل یک یا چند گونه سیمبیودینیوم باشد. از طرفی این کلادها در شاخه‌های متنوعی از جانوران مانند مرجانیان،



شکل ۱: مناطق نمونه برداری در جزیره لارک که با نشانه (St 1 و St 2) علامت گذاری شده است.

نرم‌تنان و روزنه داران دیده می‌شوند. کلادها بر اساس تفاوت‌های موجود در توالی‌های مشترک موجود در ژنوم و با استفاده از نرم‌افزارهای فیلوژنی قابل تعریف می‌باشند. شناسایی مولکولی سیمبیودینیوم به طور عمده با استفاده از ژن‌های کد کننده RNAریبوزومی هسته‌ای (nrDNA) صورت می‌گیرد. این مطالعات شامل بررسی زیرواحد کوچک ریبوزومی (SSU) (۱۷ و ۱۸)، زیرواحد بزرگ ریبوزومی (LSU) (۱۹-۲۶)، فاصله‌گرهای نسخه برداری شده درونی (ITS2 , ITS1) و نواحی ۵/۸S (۱۶، ۲۷-۳۱) می‌باشد. اخیراً نیز توالی‌های rDNA کلروپلاستی زیرواحد بزرگ، از روی nrDNA، مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۳۲-۳۴). جامع‌ترین فیلوژنی‌های سیمبیودینیوم در به کارگیری LSU nrDNA به منظور شناسایی تنوع موجود در همه کلادها (به جز کلادهای B و E) توسط پاولوفسکی و پوچون انجام گردید که تا حدی موفقیت آمیز بوده است (۲۳ و ۳۵). به طور کلی از نظر فیزیولوژی انواع سیمبیودینیوم از یکدیگر متفاوت می‌باشند و این مساله موجب بقای مرجان در محیط می‌گردد (۱۵). با این وجود شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد کلاد D نسبت به تنش‌های ناشی از درجه حرارت بالا مقاومت بیشتری دارد (۳۶) و معمولاً می‌تواند شرایطی که حیات مرجان‌ها را به خطر می‌اندازد بهتر تحمل نماید (۲۲ و ۳۷). در مطالعه حاضر مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این خلیج در شمال غربی اقیانوس هند قرار دارد و تنها از طریق تنگه هرمز با آب دریا تبادل دارد. به همین دلیل شدت دامنه تغییرات دمایی زیادی بین فصول تابستان و زمستان در خلیج فارس وجود دارد. از میان جزایر ایرانی خلیج فارس، جزیره لارک به دلیل قرارگیری در تنگه هرمز تا اندازه‌ای تحت تأثیر آب‌های سرد ناشی از پدیده فراجوشی دریای عمان است و از تنوع گونه‌ای بالایی برخوردار می‌باشد (۱۲).

این مطالعه با هدف شناسایی کلادهای سیمبیودینیوم به روش مولکولی و نیز بررسی حضور کلاد D زوگزانتله در مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک در خلیج فارس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

الف) نمونه‌برداری و استخراج *DNA*: مرجان‌های نرم و سخت مورد بررسی در این مطالعه با غواصی از دو ایستگاه در شمال و شمال شرق جزیره لارک به نام‌های S1 (طول جغرافیایی ″۲۶°۵۲'۳۵/۱۴ شمالی و عرض جغرافیایی ″۵۶° ۲۴' ۳۶/۴۷ شرقی) و S2 (طول جغرافیایی ″۲۶° ۵۳' ۲۱/۰۷ شمالی و عرض جغرافیایی ″۵۶° ۲۱' ۵/۸۲ شرقی) در ماه‌های مهر و بهمن سال ۱۳۸۷ و نیز اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ در دو عمق مختلف جمع‌آوری گردیدند (شکل ۱).

گونه‌های مرجانی نرم جمع‌آوری شده شامل: *Sarcophyton minusculum*، *Sinularia erecta*، *Sinularia* sp. و گونه‌های مرجانی سخت مورد بررسی شامل: *Cyphastrea microphthalma*، *Stylophora sp*، *Favia pallida*، *Platygyra daedalea* و *Porites compressa* بودند.

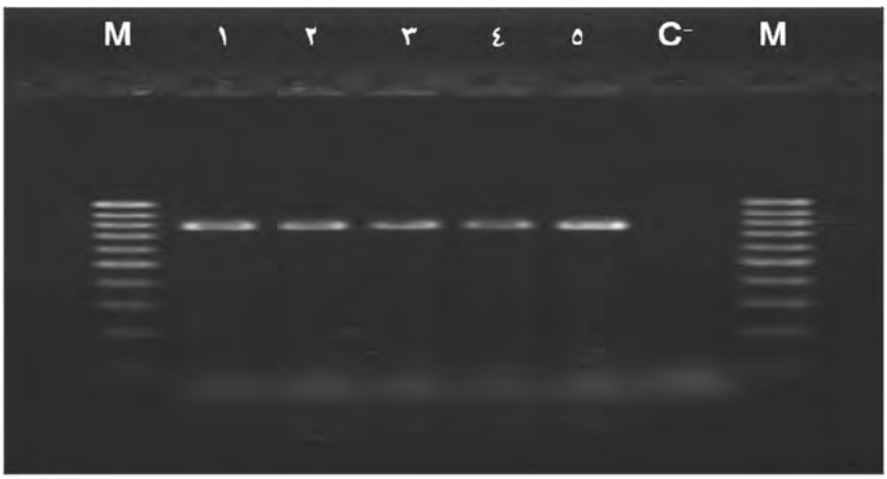
در ابتدا نمونه‌های جمع‌آوری شده از مرجان‌های نرم در هاون کوبیده شدند و به کمک آب دیونیزه به صورت هموژن در آمدند. در مورد مرجان‌های سخت نیز تودهٔ زوگزانتله با استفاده از دستگاه Air Brush و بافر DNAB جداسازی شد. سپس با استفاده از روش CTAB و کلروفرم، DNA از توده زوگزانتله استخراج گردید (۱۵).

ب) واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز: با استفاده از پرایمرهای اختصاصی سیمبیودینیوم به نام MOS، قطعه ای از ژن زیر واحد بزرگ ریبوزومی ۲۸S آن تکثیر گردید. توالی پرایمرهای به کار رفته در این مطالعه شامل: Mos Forward: 5′-ATATAAGTAAGCGGAGGAAAAG-3′ و Mos Reverse: 5′- CTTTCGGGTCCTAACACACATG-3′ بودند (۳۹). واکنش PCR با حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر شامل: ۲/۵ میکرولیتر PCR buffer (10x)، ۱/۵ میکرولیتر $MgCl_2$، ۰/۵ میکرولیتر dNTPs، ۱/۵ واحد (۰/۳ میکرولیتر) آنزیم *Taq* DNA Polymerase، ۰/۵ میکرولیتر از هر پرایمر (10mM) و ۱ میکرولیتر از نمونه DNA انجام گردید.

سپس واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر Corbett با شرایط دمایی ۳۰ ثانیه واسرشت شدن در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، اتصال در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه، طویل شدن در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و در نهایت طویل شدن نهایی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه انجام شد. محصول PCR در ژل آگاروز ۱/۵ درصد واجد اتیدیوم بروماید منتقل و پس از الکتروفورز به وسیله دستگاه الکتروفورز مورد بررسی قرار گرفت (۳۹).

ج) توالی‌یابی و آنالیز فیلوژنی: توالی یابی DNA به صورت دوطرفه با استفاده از دستگاه ABI 3730 XL(شرکت آمریکایی Applied Biosystem)، در کشور کره جنوبی به روش ختم زنجیره Dideoxy-Chain Termination انجام گرفت. ۳ توالی ژنی از زوگزانتله مرجان‌های نرم جزیره لارک و ۵ توالی ژنی از مرجان‌های سخت به دست آمد.

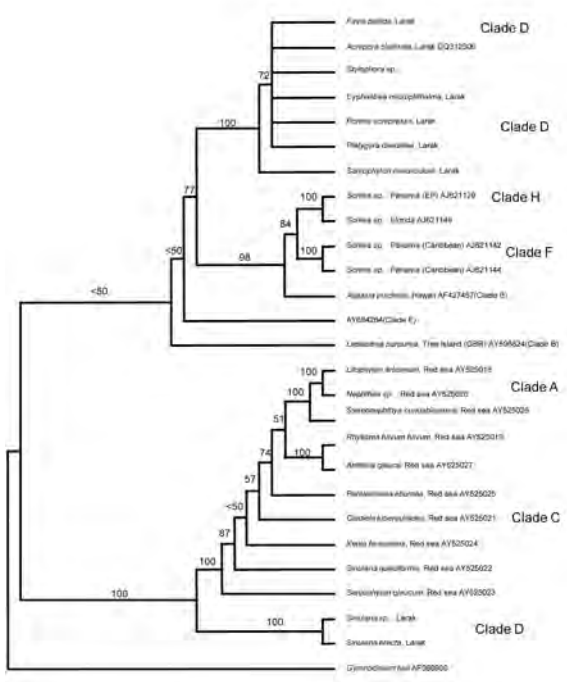
توالی‌های سیمبیودینیوم از ۸ گونه مرجان مورد آنالیز فیلوژنی



شکل ۲: محصول PCR از قطعه ژن ریبوزومی ۲۸S تکثیر شده هر ۵ کلنی. M) مارکر (۱۰۰bp)، ستون‌های ۱ تا ۵) محصول PCR حاصل از ۵ گونه، ستون ۶) کنترل منفی.

قرار گرفت. به این منظور تمام سکانس ها با استفاده از نرم افزار Clustal X تنظیم گردید (۳۸). سیستماتیک کلادها بر اساس مطالعه Baker در سال ۲۰۰۳، در نظر گرفته شد. توالی‌های استفاده شده در این مطالعه کلاد A (AY525018، AY525020 و AY525026)، کلاد B (AY596824 و AF427457)، کلاد C (AY525019، AY525021، AY525022، AY525023، AY525024، AY525025 و AY525027)، کلاد D (DQ312306، DQ312312، DQ312315، DQ312322، و DQ312325)، کلاد E (AY074957 و AY684264)، کلاد F (AJ621142 و AJ621144) و کلاد H (AJ621129 و AJ621149) بودند.

درخت فیلوژنی مربوطه بر ریشه گونه (AF0620900) Gymnodinium beii رسم گردید. ۵۴۱ عدد کوتاه ترین درخت به طول ۱۹۸۵ گام (صفات غیراطلاعی حذف نشده اند)، شاخص سازگاری (CI= ۰/۷۹۳) و شاخص گروه‌پذیری (RI= ۰/۹۲۳)، درخت توافقی (مطلق مرکزی ۵۴۱ عدد درخت) ۱۰۰۰۰ تکرار off = Multrees و Bootstrap (حدود اطمینان کلادها) ۱۰۰۰۰ می‌باشد. درخت فیلوژنی با استفاده از برنامه حداکثر پارسیمونی (Maximum Parsimony) رسم گردید. جستجوی ابتکاری (Heuristic search) با گزینه‌های sequence Simple addition و TBR انجام شده است.



شکل ۳: درخت Maximum Parsimony از ژنوتیپ های DNA ریبوزومی ۲۸S از مرجان های نرم و سخت جزیره لارک. کلادهای کنترل (A، B، C، D، E، F و H)و یک موجود Outgroup (*Gymnodinium beii*) در آنالیز قرار دارند (شماره مسلسل در شکل نشان داده شده است). گونه‌های مرجان‌های میزبان عبارتند از: *Platygyra daedalea, Stylophora sp. Favia pallida, Cyphastrea microphthalma, Porites compressa, Sinularia erecta, Sinularia sp., Sarcophyton minusculum,*

نتایج

الف) واکنش زنجیره ای پلی مراز: در مطالعه حاضر اندازه محصول PCR حاصل از تکثیر ژن RNA ریبوزومی ۲۸S سیمبیودینیوم ، قطعه ای ۷۸۰ جفت بازی بود (شکل ۲) که برای توالی یابی DNA مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مجموع جمعیت سیمبیودینیوم در میان و در بین جمعیت‌های ۸ گونه مرجان مورد مطالعه یکسان است. به طوری که در بین کلنی‌ها، ایستگاه‌ها و عمق‌های مختلف هیچ گونه تفاوتی مشاهده نگردید.

ب) توالی یابی *DNA*: توالی‌یابی مستقیم بر روی محصولات PCR از گونه‌های مرجانی موجود انجام گرفت. آنالیزهای BLASTN توالی‌ها نشان داد که نتایج حداکثر تشابه را (٪۹۵>) با کلاد D دارند (شکل ۳).

بحث

خلیج فارس به دلیل قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی نیمه‌گرمسیری، محدودیت‌هایی را برای جوامع مرجانی به وجود آورده است. به طوری که دامنه وسیع دمای آب، شوری بالا و کدورت نسبتاً زیاد آب در خلیج فارس موجب تنش در مرجان‌های این ناحیه شده است (۱۰). به همین دلیل تنوع گونه‌ای مرجان‌ها در خلیج فارس محدود می‌باشد. با این وجود تنوع جلبک‌های هم زیست (زوگزانتله) تابعی از فراوانی تعداد گونه‌های مرجانی نمی‌باشد. زیرا در سواحل عربستان با وجود تنها ۵۰ گونه مرجان سخت می‌توان کلادهای A، C و D را مشاهده نمود (۱۰).

مطالعه حاضر با هدف شناسایی کلادهای مختلف زوگزانتله به

روش مولکولی بر روی گونه‌های مختلف مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک در خلیج فارس انجام گردید تا بتوان آن‌ها را در اعماق مختلف با یکدیگر مقایسه نمود. یافته‌های ما نشان دهنده حضور غالب کلاد D بر روی مرجان‌های اطراف جزیره لارک بوده است.

بر همین اساس مصطفوی (Mostafavi) و همکاران در سال ۲۰۰۷، با استفاده از روش PCR-Sequence، مطالعه‌ای بر روی ژن RNA ریبوزومی ۲۸S سیمبیودینیوم زوگزانتله ۵ گونه از مرجان‌های غالب اطراف جزیره لارک و نیز ۷ گونه از مرجان‌های آبسنگ ساز اطراف جزیرهٔ کیش انجام دادند. نتایج آن‌ها غالب بودن کلاد D در این گونه‌ها را نشان داد (۳۹).

بیکر (Baker) و همکاران در سال ۲۰۰۴، زوگزانتله‌های هم زیست با گونه‌های مرجانی خلیج فارس را در سواحل عربستان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از پرایم‌های اختصاصی سیمبیودینیوم و به کمک تکنیک PCR-RFLP بر روی ژن زیر واحد بزرگ ریبوزومی هسته‌ای (LSU) موفق به شناسایی کلادهای A، C و D شدند. همچنین کلاد D به عنوان کلاد غالب آبسنگ‌های مرجانی این ناحیه معرفی گردید (۱۰).

در سال ۲۰۰۵، ون اپن (Van Oppen) به منظور ارزیابی تنوع زوگزانتله، مطالعه ای بر روی ۱۱۴ گونه از ۶۹ جنس اوکتاکرال‌های قرار گرفته در آبسنگ‌های عظیم سدی استرالیا، دریای کارایب و اقیانوس آرام شرقی انجام داد (۴۰). او در این مطالعه از روش های PCR-Cloning و توالی یابی به منظور آنالیز ژنتیکی منطقه ITSl (Internal transcribed spacer) استفاده نمود. یافته‌های او غالب بودن کلادهای C و D در مرجان‌های نرم آبسنگ های سدی عظیم استرالیا را نشان داد. همچنین کلادهای A، B و G نیز به ندرت مشاهده شدند. کلادهای غالب مرجان های سخت این ناحیه نیز D-C و به ندرت B-A معرفی گردیدند.

در آبسنگ‌های سدی عظیم استرالیا، از میان مرجان های نرم تنها گونه *C. koellikeri* دارای کلاد D و گونه *Nephthea* sp. دارای کلادهای B و C بوده است. غالب ترین نمونه های مرجان نرم دریای کارائیب کلاد B و به ندرت کلاد C نیز گزارش شده است. از طرفی در مرجان های سخت این ناحیه کلادهای C-B-A و به ندرت D نیز دیده شده است. در اقیانوس آرام شرقی هر سه گونه نمونه‌برداری شده از اوکتاکرال‌ها (*Leptogorgia rigida*، *Eugorgia aurantiaca* و *Pacifigorgia gracilis*) فاقد زوگزانتله بوده اند (۴۰). به نظر می‌رسد که کلاد D از نظر انتشار تا حدی تصادفی عمل می‌نماید. در سال ۱۹۹۹، بیکر و همکاران حضور کلاد D، سیمبیودینیوم را در مرجان سخت *Stephanocoenia intersepta* در عمق‌ای متوسط گزارش نمودند. در حالی که اگر این گونه در آب‌های کم عمق قرار گیرد دارای کلاد A و چنانچه در آب‌های عمیق قرار گیرد دارای کلاد C خواهد بود. همچنین کلاد D در گونه *Montastraea franksi* که در تایوان در اعماق زیاد قرار گرفته است غالب می باشد (۲۵). این امر نشان می‌دهد که کلاد D در موقعیتی حضور می‌یابد که سایر کلادها، هم‌زیستی در آن شرایط را نمی‌پسندند. تالر (Toller) و همکاران در بررسی خود مرجانی را از آب‌های عمیق به آب‌های کم عمق انتقال دادند. در اثر این جابجایی کلنی مرجان دچار پدیده سفید شدگی شد. اما پس از بهبودی، وجود کلاد D در کلنی‌های بهبود یافته اثبات گردید (۲۵).

با توجه به شرایط پر استرس خلیج فارس برای آبسنگ‌های مرجانی و ال نینوی سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۸، همچنین افزایش ناگهانی دما در آگوست سال ۲۰۰۷، سفیدشدگی عظیمی در آب‌های ایران رخ داده است (۱۲). شاید بهبودی‌های پس از این پدیده‌های سفیدشدگی موجب ظهور کلاد D به عنوان کلاد غالب در آبسنگ‌های مرجانی ایران شده است و یا شاید حتی قبل از پدیده ال نینوی ۱۹۹۶، کلاد D هم‌زیست ثابت و دائمی در این ناحیه بوده است.

از آن‌جایی که جزیرهٔ لارک در تنگهٔ هرمز واقع شده است، در تنش ناشی از کشند (جزر و مد) و نوسانات دما و شوری می‌باشد. از طرفی کلاد D نیز در شرایطی با مرجان‌ها هم‌زیست می‌شوند که سایر کلادها در آن شرایط تمایلی به هم‌زیستی ندارند (۲۵). بنابراین با توجه به شرایط تنگهٔ هرمز، همچنین بروز پدیدهٔ سفیدشدگی در سال‌های اخیر در آبسنگ‌های مرجانی ناحیهٔ شمالی خلیج فارس به دلیل افزایش دمای محیط، حضور کلاد D بر روی ۸ گونه از مرجان‌های نرم و سخت غالب اطراف جزیرهٔ لارک امری دور از ذهن نمی‌باشد.

از این روحضور کلاد D در خلیج فارس به دلیل تأثیر شرایط خشکی اطراف آن و نیز تغییرات دمایی، کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد. در مجموع نتایج به دست آمده در مطالعات نشان می‌دهد که کلاد D می‌تواند یک هم‌زیست فرصت طلب برای زیستگاه‌های حاشیه‌ای و یا دچار تنش باشد. از طرفی می‌تواند در فرآیند بهبود جوامع پایدار مرجان‌های سفیدشده نقش بسزایی داشته باشد (۱۹، ۲۲، ۲۵ و ۴۱). در آبسنگ‌های سدی عظیم استرالیا ۳ گونه از جنس *Sarcophyton* و ۲ گونه از جنس *Sinularia* مورد بررسی قرار گرفته‌اند و پژوهش‌های انجام شده حضور کلاد C را تأیید می‌نماید. با توجه به این که در این منطقه کلادهای C و D غالب می‌باشند، حضور کلاد C بر روی اوکتاکرال‌های این منطقه امری طبیعی به نظر می‌رسد (۴۰). بر خلاف مرجان‌های سخت، مرجان‌های نرم فاقد کالبد اسکلتی برای حفاظت از خود می‌باشند. بنابراین چنانچه دچار پدیده سفیدشدگی شوند و یا شرایط تنش‌زا برای مرجان هم چنان ادامه پیدا کند، از کالبد آن‌ها چیزی باقی نمی‌ماند. به همین دلیل در مورد میرش مرجان‌های نرم پس از سفیدشدگی اصطلاح ذوب شدن را به کار برده اند (۴۲).

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که غالب بودن کلاد D به علت درجه حرارت بالای خلیج فارس و نیز شرایط ناپایدار تنگهٔ هرمز در مرجان‌های نرم و سخت جزیرهٔ لارک کاملاً طبیعی می‌باشد. از طرفی کلاد D نیز در شرایطی با مرجان ها هم‌زیست می‌شوند که سایر کلادها در آن شرایط تمایلی به هم‌زیستی ندارند. بنابراین با توجه به شرایط تنگهٔ هرمز، همچنین بروز پدیدهٔ سفیدشدگی در سال‌های اخیر در آبسنگ‌های مرجانی ناحیهٔ شمالی خلیج فارس به دلیل افزایش دمای محیط، حضور کلاد D بر روی ۸ گونه از مرجان های نرم و سخت غالب اطراف جزیرهٔ لارک امری طبیعی است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس به دلیل تامین پشتیبانی مالی، پرسنل موسسه ایرانیان ژن فناور بابت کمک‌های تکنیکی و علمی و همین طور دکتر سید محمد رضا فاطمی به دلیل همکاری صمیمانه در اجرای این پژوهش کمال امتنان را دارند.

References

1. Nybakken JW. Marine Biology, An Ecological Approach. Wesely. 2000; 481p.
2. Goldberg WM. The ecology of the coral-octocoral communities on the southeast Florida coast: geomorphology, species composition, and zonation. Bull Mar Sci. 1973; 23: 465-488.
3. Kinzie RA. The zonation of West Indian gorgonians. Bull Mar Sci. 1973; 23: 93-154.
4. Kinzie RA. Plexaura homomalla: the biology and ecology of a harvestable marine resource. Stud Trop Oceanogr. 1974; 12: 22-28.
5. Muzik K. Octocorallia (Cnidaria) from Carrie Bow Cay, Belize. Smithson Contrib Mar Sci. 1982; 12: 303-310.
6. Lasker HR, Coffroth MA. Octocoral distributions at Carrie Bow Cay, Belize. Mar Ecol Prog Ser. 1983; 13: 21-28.
7. Fabricius KE, Alderslade P. Soft corals and sea fans: a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the Central west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 2001.
8. Fabricius KE. Tissue loss and mortality in soft corals following mass-bleaching. Coral Reefs. 1999; 18: 54.
9. Strychar KB, Coates M, Sammmarco P W, Piva T J. Loss of Symbiodinium from bleached soft corals Sarcophyton ehrenbergi, Sinularia sp. and Xenia sp. J Exp Mar Biol Ecol. 2005; 320: 159-177.
10. Baker AC, Starger C J, McClanahan T R, Glynn P W. Corals' adaptive climate change. Nature .2004; 430(7001): 741

11. Goreau T, McClanahan T, Hayes R, Strong A. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. Cons Biol. 2000; 14(1): 5-15.
12. Wilkinson C. The 1997-98 mass coral bleaching and mortality events: 2 years on. In: Wilkinson CR (ed) Status of coral reefs of the world: 2000. Australian Institute of Marine Science, Townsville, 2000; pp 21-34.
13. Glynn PW, Colley SB. A collection of studies on the effects of the 1997-98 El Nin? o-Southern Oscillation events on corals and coral reefs in the eastern tropical Pacific. Bull Mar Sci. 2001; 69(1): 1-288.
14. Rowan R, Powers DA. A molecular genetic classification of zooxanthellae and the evolution of animal -algal symbiosis. Science. 1991a; 251: 1348-1351
15. Baker AC. Flexibility and specificity in coral-algal symbiosis: diversity, ecology and biogeography of Symbiodinium. Annu Rev Ecol Evol Syst. 2003; 34: 661-689.
16. Pochon X, LaJeunesse TC, Pawlowski J. Biogeographic partitioning and host specialization among foraminiferan dinoflagellate symbionts (Symbiodinium; Dinophyta). Mar Biol . 2004; 146: 17-27.
17. Brown BE, Dunne RP, Goodson M S, Douglas A E. Experience shapes the susceptibility of a reef coral to bleaching. Coral Reefs. 2002; 21: 119-26.
18. Rowan R, Powers DA. Ribosomal RNA sequences and the diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae). Proc Natl Acad Sci USA. 1992; 89(8): 3639-43.
19. Baker AC. Symbiosis ecology of reef-building corals. Ph.D dissertation, of Miami, 1999; pp. 120.
20. Loh W, Sakai K, Hoegh-Guldberg O. Coral zooanthellae diversity in bleached reefs. Proc. Int Coral Reef Symp., 9th, Bali,p. 2000; 33.
21. Pochon X, Pawlowski J, Zaninetti L, Rowan R. High genetic diversity and relative specificity among Symbiodinium-like endosymbiotic dinoflagellates in soritid foraminiferans. Mar Biol. 2001; 139: 1069-1078.
22. van Oppen MJH, Willis B L, van Vugt HWJA, Miller D J. Examination of species boundaries in the Acropora cervicornis group (Scleractinia, Cnidaria) using nuclear DNA sequence analyses. Mol Ecol. 2000; 9: 1363-1373.
23. Pawlowski J, Holzmann M, Fahrni JF, Pochon X, Lee JJ. Molecular identification of algal endosymbionts in large miliolid foraminifera: 2. Dinoflagellates. J Eukaryot Microbiol. 2001; 48: 368-73.
24. Savage AM, Goodson MS, Visram S, Trapido-Rosenthal H, Wiedenmann J, Douglas A E. Molecular diversity of symbiotic algae at the latitudinal margins of their distribution: dinoflagellates of the genus Symbiodinium in corals and sea anemones. Mar Ecol Prog Ser. 2002a; 244: 17-26.
25. Toller WW, Rowan R, Knowlton N. Zooxanthellae of the Montastraea annularisspecies complex: Patterns of distribution of four taxa of Symbiodinium on differentreefs and across depths. Biol Bul. 2001b; 201: 348-59.
26. Wilcox TP. Large subunit ribosomal RNA systematic of symbiotic dinoflagellates: morphology does not recapitulate phylogeny. Mol Phylogenet Evol .1998; 10:436-448.
27. Brown BE, Dunne RP, Goodson MS, Douglas A E. Bleaching patterns in reef corals. Nature. 2000; 404: 142-43.
28. Brown BE, Dunne RP, Goodson MS, Douglas AE. Experience shapes the susceptibility of a reef coral to bleaching. Coral Reefs. 2002; 21: 119-26.
29. Hunter CL, Morden CW, Smith CM. The utility of ITS sequences in assessing relationships among zooxanthellae and corals. Proc. Int. Coral Reef Symp., 8th, Panama. 1997; 2: 1599-1602.
30. LaJeunesse TC. Investigating the biodiversity, ecology an phylogeny of endosymbiotic dinoflagellates in the genus Symbiodinium using the ITS region: In search of a "species" level marker. J Phycol. 2001; 37: 866-80.
31. LaJeunesse TC. Diversity and community structure of symbiotic dinoflagellates from Caribbean coral reefs. Mar Biol. 2002; 141: 387-400.
32. Santos SR, Taylor DJ, Kinzie RA, Hidaka M, Sakai K, Coffroth MA. Molecular phylogeny of symbiotic dinoflagellates inferred from partial chloroplast large subunit (23S)-rDNA sequences. Mol. Phylogenet Evol. 2002a; 23: 97-111.
33. Santos SR, Taylor DJ, Kinzie RA, Sakai K, Coffroth MA. Evolution of length variation and heteroplasmy in the chloroplast rDNA of symbiotic dinoflagellates (Symbiodinium, Dinophyta) and a novel insertion in the universal core region of the large subunit rDNA. Phycologia. 2002b; 41: 311-18.
34. Santos SR, Guti´errez-Rodr´?guez C, Coffroth MA. Phylogenetic identification of symbiotic dinoflagellates via length heteroplasmy in domain V of chloroplast large subunit (cp23S)-rDNAsequences. Mar Biotechnol. 2003a; 5: 134-40.
35. Pochon X, Pawlowski J, Zaninetti L, Rowan R. High genetic diversity and relative specificity among Symbiodinium-like endosymbiotic dinoflagellates in soritid foraminiferans. Mar Biol. 2001; 139:1069-78.
36. Rowan R. Thermal adaptation in reef coral symbionts. Nature. 2004; 430: 742.

37. Chen CA, Lam KK, Nakano Y, Tsai WS. Stable association of a stress-tolerant zooxanthellae, Symbiodinium clade D, with the low-temperate tolerant coral Ouastrea crispata, (Scleractinia; Faviidae) in subtropical non-reefal coral communities. Zool Stud. 2003; 42: 540-550.
38. Thompson JD, Higgins DG, Gibson TJ. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Res. 1994; 22(22): 4673-80.
39. Ghavam-Mostafavi PG, Fatemi MR, Shahhosseiny MH, Hoegh-Guldberg O, Loh WK. Predominance of clade D symbiodinium in shallow-water reef-building corals of Kish and larak islands (Persian Gulf, Iran). Mar Biol; 2007; 153: 25-34.
40. vanOppen MJH. Diversity of algal endosymbionts (zooxanthellae) in octocorals: the role of geography and host relationships Molecular Ecology. 2005; 14: 2403 - 241.
41. Baker AC. Reef corals bleach to survivechange. Nature.2001; 411: 765-66.
42. Benayahu Y, Loya Y. Competition for space among coral-reef sessile organisms at Eilat, Red Sea. Bull Mar Sci. 1981; 31: 514-522.

Journal of Microbial World
Volume 4, No. 1 & 2, September 2011

Presence of clade D Zooxanthellae in dominant sclerectinian and soft corals in Larak island, Persian Gulf

Mohammad Hassan Shahhosseiny[1], Pargol Ghavam Mostafavi[2], Gholamhossein Vosughi[3], Sanaz Azadbody[2]

[1]Associate Professor, Department of Microbiology, Islamic Azad University, Qods Branch, Tehran, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Marine Biology, Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
[3]Professor, Veterinary Faculty, Tehran University, Tehran, Iran.
[4]M.Sc., Department of Marine Biology, Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Objectives: Dominant sclerectinian and soft corals contain the symbiotic single cell called zooxanthellae which have important role in preparing organic material for coral requirements. The coral reefs of this area in the gulf are always under effects of environmental conditions, such as subtropical latitude, temperature and salinity variations, changing symbiotic zooxanthellae. The aims of this study was identification of *Symbiodinium* clades and presence of clade D in sclerectinian and soft corals of Larak island by molecular methods.

Materials and Methods: Three soft coral species and five sclerectinian coral species were collected from north and north east of Larak island, respectively. After DNA extraction, partial 28S ribosomal DNA of *Symbidinium* were amplified by polymerase chain reaction (PCR). Then PCR products were analyzed by phylogenetic analyses of the partial 28S ribosomal sequence.

Results: To follow amplification of 28S large ribosomal subunit gene, the 780 bp PCR products were sequenced and were compared to the gene bank. The results showed that all the symbiotic clades of soft corals in Larak Island belonged to clade D.

Conclusion: Dominance of clade D in sclerectinian and soft corals in Larak island due to of high temperature in the Persian Gulf and unstable condition of Hormoz strait is normal and natural.

Keywords: Symbiodinium, Clade D, Unicellular Algea, Persian Gulf

Correspondance to: Mohammad Hassan Shahhosseiny
Tel: +989123304069
E-mail: shahhosseiny@yahoo.com
Journal of Microbial World, 2011, 4(1&2): 41-49.