Archive of SID

معرفی کلاد D زوگزانتله به عنوان همزیست غالب با مرجانهای سخت ناحیه جزر و مدی جزیره هنگام

کریمی، ا.، قوام مصطفوی، پ.، شاه حسینی، م.ح. و فاطمی، س.م.ر.، ۱۳۸۹. معرفی کلاد D زوگزانتله به عنوان همزیست غالب با مرجانهای سخت ناحیه جزر و مدی جزیره هنگام. مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره اول، صفحات ۱۷-۱۱.

الناز کریمی[۱*]، پرگل قوام مصطفوی[۲]، محمد حسن شاه حسینی[۳] و سید محمد رضا فاطمی[۲]

۱.دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۲. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۳. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.

* نویسنده مسئول مکاتبات
karimi.2362@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۲۴

چکیده

تشکیل آبسنگهای مرجانی به علت همزیستی نوعی تاژکدار تک سلولی به نام زوگزانتله (Zooxanthellae) با مرجانها می باشد که عمدتا متعلق به جنس *Symbiodinium* بوده و نقش بسیار مهمی را در پدیده سفید شدگی بر عهده دارد. این تک سلولی ها ومیزبان آنها مرجانها در برابر شرایط استرس زای محیطی مانند شوری، درجه حرارت بالا، درجه حرارت کم، نور زیاد و کدورت می توانند از خودشان مقاومت نشان دهند. در این تحقیق ۳ گونه مرجان *Cyphastrea serailia* , *Anomastrea irregulariis* , *Coscinaraea columna* از حوضچه های جزرو مدی جزیره هنگام در خلیج فارس(جنوب جزیره قشم) در تابستان ۱۳۸۸ جمع آوری گردید. زیر واحد بزرگ ریبوزومی ۲۸S با استفاده از واکنش زنجیره ای پلیمراز(PCR) تکثیر شده و سپس آنالیز فیلوژنی سکانس زیر واحد بزرگ ریبوزومی بر اساس نرم افزارهای PAUP و Clustal X مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مرجانهای مورد مطاله در این تحقیق دارای کلاد D میباشند که به دلیل وجود استرسهای محیطی و نوسانات شرایط زیستی در ناحیه ساحلی به خصوص در حوضچه های جزرومدی، وجود کلاد مقاوم D طبیعی به نظر می رسد .

واژگان کلیدی: زوگزانتله های همزیست، مرجانهای سخت، جزیره هنگام، خلیج فارس.

مقدمه

آبسنگهای مرجانی نشانه ای از سازش بین مرجان های آهکی و جلبک های تک سلولی دو تاژکی از جنس *Symbiodinium* است که به این جلبکها در اصطلاح زوگزانتله (Zooxanthellae) گفته می شود. ارتباط همزیستی بین مرجانها و جلبکهای تک سلولی همزیست، مرجانهای آبسنگ ساز را قادر می سازد تا توان تولید مواد آلی و تولید کربنات کلسیم در پیکره ی آبسنگ مرجانی را داشته باشند (Trench, 1986). با توجه به مناطق ژنومی متفاوت در زوگزانتله ها آنها را در ۸ کلاد دسته بندی کرده اند (A-H) که این کلادها در شاخه های متنوعی از جانوران مانند گزنه سانان، نرمتنان، روزنه داران دیده می شوند (Van Oppen, 2004).

انواع مختلف *Symbiodinium* فیزیولوژی متفاوتی داشته و این مسئله نقش مهمی در بقاء مرجانها ایفا می کند(Baker, 2003) . امروزه بیشتر مطالعات مربوط به تنوع زیستی *Symbiodinium* در دریای کارائیب و اقیانوس آرام انجام شده است. تنها مطالعه صورت گرفته در سواحل ایرانی خلیج فارس بر روی زوگزانتله های مرجانهای سخت غالب اطراف جزیره کیش و لارک بوده که در این مطالعات کلاد D و C90 به عنوان کلادهای غالب گزارش شده است(Mostafavi *et al*., 2007) . همچنین بر روی مرجانهای نرم در سواحل شمالی خلیج فارس در جزیره لارک کلاد D به عنوان کلاد غالب گزارش شده است (آزادبادی، ۱۳۸۸). در سواحل جنوبی خلیج فارس نیز مطالعاتی بر روی زوگزانتله های مرجانهای سخت انجام شد که کلاد D، کلاد غالب در این ناحیه بوده است. کلاد A و C نیز در برخی گونه ها یافت شده است (Baker *et al*., 2004).

آبسنگهای مرجانی خلیج فارس بدلیل قرار گیری در خارج از مرز جغرافیایی ۲۳/۵ درجه ی استوایی دارای ویژگی های خاصی هستند. شرایط سخت زندگی در خلیج فارس به دلیل بالا بودن میزان شوری، درجه ی حرارت و کدورت، مرجان ها را دچار استرس زیادی کرده است (Baker *et al*., 2004) که در این شرایط رشد آبسنگها محدود می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات شدید حرارتی، از جمله گرم شدن بیش از حد آب دریا از جمله عواملی است که باعث ایجاد محیطی استرس‌زا برای میزبان و همزیست تک سلولی‌اش می‌شود. در این حالت امکان جدا شدن زوگزانتله از مرجان‌ها که منجر به پدیده ی سفیدشدگی(Bleaching) و مرگ میزبان می‌گردد وجود دارد. (Hoegh-Guldberg, 1999). بزرگترین پدیده سفید شدگی و مرگ ومیر مرجانها مربوط می شود به ال نینو سالهای ۱۹۹۶و ۱۹۹۸ که طی این دوره آبسنگهای مرجانی زیادی را تحت تاثیر خود قرار داد (Wilkinson, 2000). بررسی ها نشان داده است که *Symbiodinium* ها میتوانند از نظر فیزیولوژی وسازش با محیط متفاوت عمل کنند که احتمالا ناشی از تفاوت در گونه های میزبان باشد (Huang *et al*., 2006). شواهد نشان می دهد که *Symbiodinium* کلاد D نسبت به سایر کلادهای مشاهده شده در مرجان ها به درجه حرارت بالا مقاوم تر می باشد (Rown, 2004). مقاوم بودن این کلاد نسبت به حرارت بالا، منجر به این فرضیه شده است که پراکندگی این کلاد در آبسنگ های مرجانی که در معرض سفید شدگی ناشی از استرس حرارتی قرار داشته اند، بالاتر می باشد (Chen *et al*., 2003)

در این مطالعه کار بر روی مرجانهای شمالی خلیج فارس که در منطقه ی جزرو مدی جزیره هنگام واقع شده اند انجام شده است و از آنجایی که شناسایی دقیق جلبک های همزیست فقط از طریق روش های مولکولی امکان پذیر است، در این تحقیق از روش های مولکولی برای شناسایی زوگزانتله های همزیست با مرجان های سخت در برکه های جزرو مدی هنگام استفاده شده است. هدف از این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی *Symbiodinium* در گونه های مرجانی جزر و مدی جزیره هنگام در مقایسه با *Symbiodinium* های جوامع مرجانی سراسر جهان است و با توجه به اهمیت زوگزانتله در پدیده سفید شدگی جوامع مرجانهای آبسنگ ساز وبه منظور روابط زیستی بین مرجانهای آبسنگ ساز وجلبکهای همزیست آنها در خلیج فارس و همچنین چگونگی پایداری و بقا مرجانها در برابر شرایط نامساعد و سخت زیست محیطی، تعیین وشناسایی تک سلولی های دو تاژکی از جنس *Symbiodinium* به عنوان هدف اصلی از انجام این تحقیق در نظر گرفته شده است.

مواد و روش ها

نمونه برداری از سواحل بین جزر و مدی جزیره هنگام با تاکید بر سواحل صخره ای واقع در " ۴۰ ' ۵۴ ° ۵۵ تا " ۵۵ '۵۴° ۵۵ طول شرقی و " ۴۳ ' ۳۶ ° ۲۶ تا " ۱۵ ' ۴۱ ° ۲۶ عرض شمالی در تابستان ۱۳۸۸ انجام گرفت (شکل ۱). برای انجام این تحقیق ابتدا جنسهای مورد نظر دارای زوگزانتله، شناسایی شده سپس نمونه برداری انجام شد و گونه های مرجان جمع آوری شده عبارتند از:

Cyphastrea serailia که مربوط به خانواده Faviidae و گونه های *Anomastrea irregulariis*، *Coscinaraea columna* مربوط به خانواده Siderastreidae می باشند. از هر گونه مرجان ۳ کلنی مجزا انتخاب واز هر کلنی ۳ تکرار مورد بررسی قرارگرفت. نمونه ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند ودر آنجا با کمک بافر (NaCl 0.4M, EDTA50 mM, pH=8) DNAB و دستگاه شست و شو با هوا (Air Brush) توده لزج زوگزانتله جدا شد و در لوله های فالکون های۵۰ میلی متر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند برای استخراج DNA ابتدا نمونه ها سانتریفوژ شدند و تشکیل دو فاز متفاوت را دادند، سپس به قسمت ته نشین شده بافر DNAB و سدیم لوریل سولفات یا سدیم دودسیل سولفات (SDS) ۱۰٪ اضافه کرده و۱/۵ساعت داخل بن ماری گذاشته تا دیواره های سلولی جلبک پاره شود سپس به آنها پروتئیناز K اضافه کرده و داخل بن ماری گذاشته و سپس ازروش CTAB و کلروفرم برای انجام عمل استخراج استفاده شد(Baker, 2001).

DNA مورد نظر جهت انجام واکنش زنجیره ای پلیمراز مورد استفاده قرار می گیرد. ژن هدف در اینجا زیر واحد بزرگ ریبوزومی هسته ای (Large subunit rRNA LSU) می باشد و با استفاده از پرایمر های اختصاصی با ترادف زیر واکنش PCR انجام گرفت :

Mos Forward (ATA TAA GTA AGC GGA GGA AAA G)
Mos Reverse (CTT TCG GGT CCT AAC ACA CAT G)

www.SID.ir

Archive of SID

واکنش PCR شامل 1 میکرولیتر از DNA الگو، 0.5 میکرولیتر ازdNTP، 0.5 میکرولیتر از هر پرایمر، 0.3 میکرولیتر از Taq DNA Polymerase (Ampli-Taq , Cinnagen) در حجم کل 25 میکرولیتر استفاده شد و این حجم واکنش در دستگاه ترمو سایکلر با پروفایل حرارتی ۳۰ ثانیه در ۹۴ درجه سانتی گراد، یک دقیقه در ۶۴ درجه سانتی گراد ، ۳۰ ثانیه در ۷۲ درجه سانتی گراد برای ۳۰ سیکل ویک مرحله ی نهایی ساخت رشته ی مکمل به مدت ۵ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی گراد صورت گرفت. سپس محصول PCR بدست آمده بر روی ژل آگارز ۱/۵ ٪ در کنار سایز مارکر فرمنتاس (100 bpDNA Ladder) الکتروفورز و با اتیدیوم بروماید رنگ آمیزی شد(Mostafavi et al., 2007).

تعیین ترادف DNA درهر دو جهت با استفاده ازروش ختم زنجیره (Dideoxy Chain Termination) وتوسط کمپانی ماکروژن در کشور کره انجام شد. سکانس های مورد استفاده در اینجا عبارتند از :

کلاد A (AF427455 , AF427454)

کلاد B (GQ984269 , GQ984271 , GQ984272)

کلادC (AJ620941 , AJ620942 , DQ312326 , DQ312327 , DQ312324 , DQ312323)

کلاد D (DQ312325 , DQ312322 , DQ312315)

کلادE (AY684264 , AF060899)

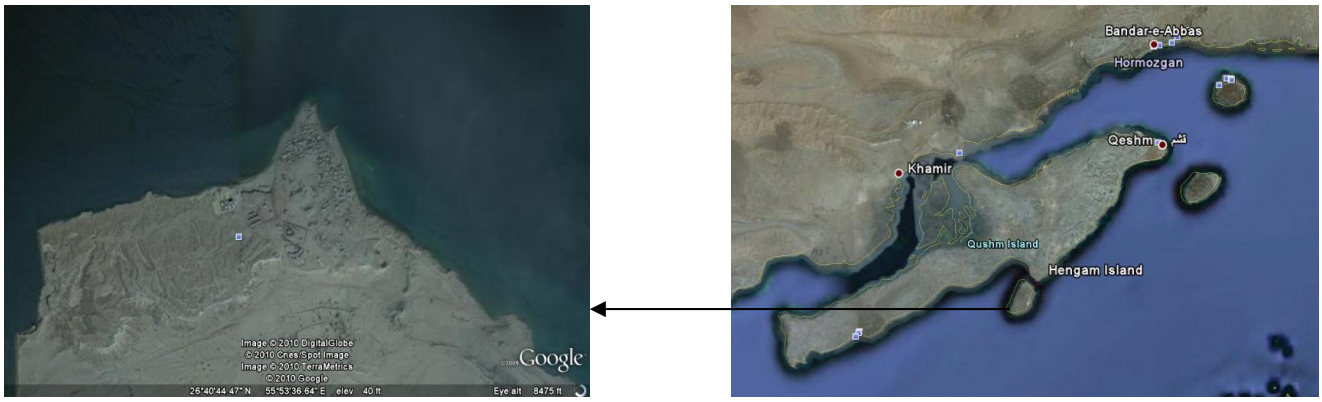
کلاد F (AJ830916 , AJ830912 , AJ830914)

کلاد G (AJ872107 , AJ872108)

کلادH (AJ830907 , AJ830906)

و درخت بر ریشه Gymnodinium (AF060900) رسم گردید.

توالی یابی به صورت مستقیم در مورد محصولات PCR به دست آمده از پرایمر های MOS انجام گرفت. سکانس ها در بانک ژنی مورد مقایسه قرار گرفت سپس آنالیز فیلوژنی سکانس ها بر اساس نرم افزارهای PAUP و Clustal X مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱: نقشه منطقه مورد بررسی در شمال جزیره هنگام

نتایج

DNA های استخراج شده از جلبک های همزیست با ۳ گونه مرجان *C. serailia* ، *A .irregulariis* ، *C. columna* خالص بوده و فاقد پروتئین در چاهک می باشد و برای انجام واکنش PCR مناسب می باشد (شکل۲).

پس از انجام شدن واکنش PCR بر روی ژن RNA ریبوزومی ۲۸s *Symbiodinium* محصولی به اندازه ۷۸۰ جفت باز برای پرایمرها ی MOS بدست آمد که کاملاً خالص بوده و بدون هیچ گونه باند اضافی می باشد باندهای بدست آمده از ۳ گونه مرجان تقریباً یکسان و در حدود (+ + +) دیده شد (شکل ۳).

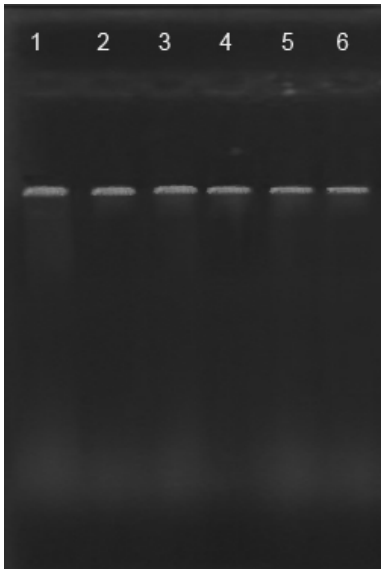
از نتایج درخت MP (Maximum Parsimony) مشخص گردید که : ضریب سازگاری یا CI (Consistency Index) برابر است با ۰/۶۹۸ و ضریب گروه پذیری یا RI (Retention Index) برابر است با ۰/۸۸۰ (شکل ۴). با انجام آزمایشات مشخص گردید که هر سه گونه دارای کلاد D می باشد و یکی

www.SID.ir

Archive of SID

معرفی کلاد D زوگزانتله به عنوان همزیست غالب با مرجانهای سخت ناحیه جزرومدی جزیره هنگام

از ویژگی های این کلاد سازش در برابر شوری و نوسانات فصلی درجه حرارت سطح دریا است.

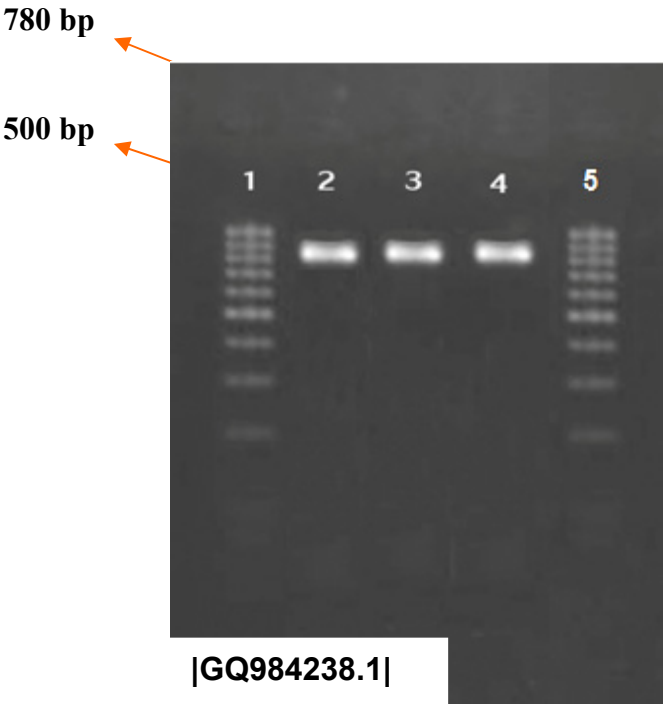


1,2 : *Cyphastrea serailia*

3,4 : *Anamastrea irregulariis*

5,6 : *Coscinaraea columna*

شکل ۲: DNA استخراجی از زوگزانتله مرجانهای سخت (دو بار تکرار)



1, 5: *Ladder 100 bp*

2: Coscinaraea columna

3: Cyphastrea serailia

4: Anamastrea irregulariis

شکل ۳: محصولاتPCR حاصل از زوگزانتله مرجانهای سخت

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

مرجانهای آبسنگ ساز مورد مطالعه در حوضچه های جزرو مدی جزیره هنگام که شامل گونه های C. columna، A. irregulariis و C. serailia می باشند هر سه دارای کلاد D می باشندکه کلاد D غالب ترین جمعیت Symbiodiniumها رادر این ناحیه داشته است. مطالعات قبلی در مورد کلادهای Symbiodinium که بر روی ۸ گونه مرجان: *Favia pallida*، *Cyphastrea microphthalma*، *Turbinaria reniformes*، *Acropora clathrata*، *Platygyra daedalea*، *Pavona decussate*، *Psammocora contigua*، *Porites compressa*، بر روی جزایر کیش و لارک صورت گرفت مشخص نمود که در جزیره کیش کلادهای D و C غالب بوده است. همچنین در جزیره لارک ۵ گونه‌ی: A. ، F. pallida، C.microphthalma.، clathrata، P. daedalea P. compressa مورد بررسی قرار گرفتند و کلاد D، کلاد غالب در این گونه ها بوده است (Mostafavi et al., 2007). همچنین کار بر روی زوگرانتله های همزیست با گونه های مرجانی درحاشیه جنوبی خلیج فارس در سواحل عربستان توسط Baker و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد که مشخص گردید کلاد غالب در آبسنگهای مرجانی این ناحیه کلاد D می باشد که این کلاد در حدود ۶۳٪ از کل آبسنگهای مرجانی این ناحیه را پوشش می دهد و کلاد های A و C نیز شناسایی شدند (Baker *et al*., 2004). بر روی ۳ گونه *Sarcophyton minusculum*، *Sinularia erecta* و *Sinularia sp.* از مرجانهای نرم غالب در جزیره لارک نیزشناسایی زوگزانتله های همزیست انجام شد که کلاد غالب در این گونه ها D گزارش شد (آزادبادی، ۱۳۸۸).

بسیاری از مرجانها برای بقاء خود وابسته به جلبک همزیست خودشان هستند ولی اگر این جلبک تحت فشار و استرس در درجه حرارتهای بالاتر از حد نرمال قرار گیرد بر مکانیسم فتوسنتزی symbiodinium تأثیر مخربی گذاشته و منجر به از بین رفتن symbiodinium و در نتیجه باعث سفید شدگی مرجان می شود (Jones *et al*., 1998) (Goulet, 2006).

مقاومت کلادهای ژنوتیپی Symbiodinium نسبت به درجه حرارت های بالا متفاوت است (Loh *et al*.,1998). بر اساس آزمایشات انجام شده مشخص گردیده است که سیستم فتوسنتزی کلاد D مقاومت بالاتری را در برابر حرارتهای زیاد نسبت به سایر کلادها نشان می دهد (Coles and Brown, 2003) و در بین کلاد ها کلادD بیشترین مقاومت را دارد و این طور گزارش شده است که ترتیب مقاومت کلادها به صورت زیر می باشد A< B< C< D (Glynn, 2006). غالب بودن کلاد D در خلیج فارس می تواند نشانی از سازش این کلاد در برابر فاکتورهای نامساعد محیطی آبهای خلیج فارس باشد. در نتیجه غالبیت کلاد D در خلیج فارس که تحت تاثیر تغییرات شدید دمایی و محیط خشک اطرافش است دور از ذهن نمی باشد.

آبسنگهای مرجانی در خلیج فارس به دلیل قرار گیری در عرضهای جغرافیایی بالا تحت تأثیر درجه ی حرارت زیاد (Shinn, 1976 ; Downing, 1985 ; Coles and Fadlallah, 1991)، شوری و کدورت هستند (Sheppard and Sheppard, 1991) و بیشتر در معرض سفید شدگی قرار می گیرند. آبسنگهای مرجانی ایران در طی سالهای ۱۹۹۸-۱۹۹۶پس از بروز پدیده ی ال نینوی جهانی در معرض سفید شدگی شدیدی قرار گرفتند (Wilkinson, 2000) و همچنین در مرداد سال ۱۳۸۶بر اثر افزایش ناگهانی دما، پدیده‌ی سفیدشدگی عظیمی در آبهای شمال خلیج فارس رخ داد که تأثیر کمی بر روی جنوب خلیج فارس نیز داشته است.

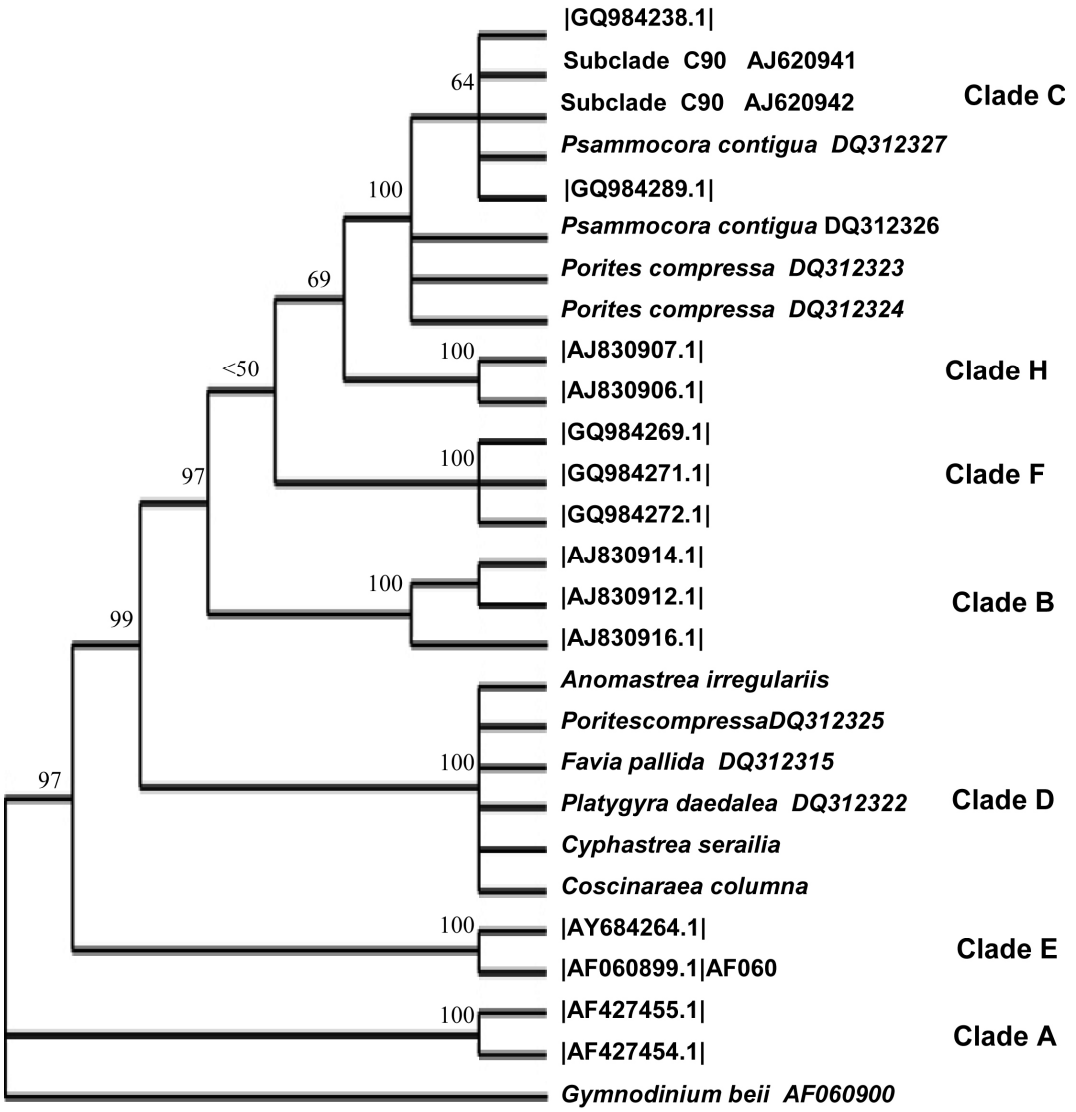
بقای متفاوت مرجانها میتواند به مقاومت کلنی مرجانها، مقاومت زوگزانتله و یا مقاومت هر دو بستگی داشته باشد (Brown *et al*., 2002). آیا غالبیت کلاد D در خلیج فارس می تواند به دلیل حضور این کلاد پس از پدیده ی سفیدشدگی باشد؟ و یا آیا اینکه این کلاد قبل از پدیده ی سفیدشدگی نیز به دلیل وجود شرایط استرس زا در خلیج فارس به عنوان همزیست غالب با مرجانها وجود داشته است؟ ولی چون در مورد شناسایی کلادها تا قبل از سال ۲۰۰۴ تحقیقی بر روی خلیج فارس صورت نگرفته در نتیجه نمی توانیم به درستی جواب سوالات را بدهیم.

در این مطالعه مرجانهای نمونه برداری شده از حوضچه های موجود در پهنه جزرو مدی می باشندکه این مناطق دارای شرایط محیطی خاصی می باشند. موجوداتی که در این مناطق به سر می برند بایستی دارای یک سری از سازشهایی باشند تا بتوانند با استرسهای ناشی از زمان جزر مقابله کنند. استخرهای جزرومدی نمی توانند یک زیستگاه جزرو مدی را از خود نشان بدهند زیرا در زمان سیکل جزرومد در معرض هوا قرار نمی گیرند و مقداری آب دریا در گودالها باقی می ماند ولی با این حال فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در استخرهای جزرو مدی تغییر می کند. سه فاکتور فیزیکی که در استخرهای جزرومدی بسیار متنوّع است عبارتند از : دما، شوری، تراکم اکسیژن (Nybakken, 2000). در زمان جزر چیزی در حدود کمتر از یک متر آب بر روی مرجانهای نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

برداری شده قرار داشته که با کاهش آب در زمان جزر در این برکه ها میزان نفوذ نور به آنها متفاوت خواهد بود و میزان دمای آب بالا خواهد رفت که این یکی از استرسهایی می‌باشد که مرجان با آن مواجه است و همانطور که نیز در بالا اشاره شد بالا رفتن دما سبب خارج شدن جلبک همزیست شده و موجب سفیدشدگی و در نهایت مرگ میزبان میشود. چون این موجودات ساعاتی از شبانه روز را در مجاورت استرس ها ی محیطی سپری می کنند بایستی بتوانند سازش خود را با داشتن کلاد مقاومی نشان دهند و گونه های مورد بررسی بخوبی نشان دادند که با داشتن کلاد مقاوم D در حوضچه های جزرو مدی می توانند در برابر استرسهای ناشی از محیط در زمان جزر مقاومت داشته باشند. با توجه به این که تاکنون شناسایی کلادهای زوگزانتله های همزیست با مرجانها در حوضچه های جزرومدی در ایران و همچنین در سایر نقاط جهان صورت نگرفته واین تحقیق برای اولین بار است که انجام می شود در نتیجه بدلیل عدم وجود تحقیقات مشابه، در حال حاضر امکان مقایسه نتایج حاصله وجود ندارد.



شکل۴: درخت Maximum Parsimony از ژنوتیپ های DNA ریبوزومی ۲۸S از مرجانهای جزیره هنگام (اعداد روی شاخه ها ارزش هایBootstrap (حدود اطمینان کلادها را نشان می دهد)

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. آزاد بادی، س.، ۱۳۸۸. شناسایی کلادهای زوگزانتله های همزیست با مرجان های نرم غالب اطراف جزیره لارک، خلیج فارس، ایران، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد،گروه بیولوژی دریا. صفحه ۵۹.

2.Baker, A.C., 2001. Reef corals bleach to survive change. Nature, 411:765-766.

3.Baker, A.C., 2003. Flexibility and specificity in coral-algal symbiosis: diversity, ecology and biogeography of *Symbiodinium*. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 34:661-689.

4.Baker, A.C., Starger, C.J., McClanahan, T.R. and Glynn, P.W., 2004. Corals' adaptive response to climate change. *Nature*. 430:741.

5.Brown, B.E., Downs, C.A., Dunne, R.P. and Gibb, S.W., 2002. Exploring the basis of thermotolerance in the reef coral *Goniastrea aspera*. Mar Ecol Progr Ser 242:119–129.

6.Chen, C.A., Lam, K.K., Nakano, Y. and Tsai, W.S., 2003. Stable association of a stress-tolerant zooxanthellae, *Symbiodinium* clade D, with the low-temperate tolerant coral *Ouastrea crispata*, (Scleractinia; Faviidae) in subtropical nonreefal coral communities. *Zool Stud.* 42:540-550.

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

8.Coles, S.L., Brown, B.E., 2003. Coral bleaching capacity for acclimatization and adaptation. Adv Mar Biol 46:183–223.

9.Downing, N., 1985. Coral reef communities in an extreme environment: the northwest Arabian Gulf. In: Gabrie C. Salvat B. Lacroix C. Toffart, J.L. (eds). *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, vol 6, Antenne Museum-EPHE Moorea, Tahiti, French Polynesia, pp. 343-348.

10.Glynn, P.W., 2006. Coral reef bleaching : facts , hypotheses and implication. Global Change Biol 2:495-509.

11.Goulet, D., 2006. Most corals may not change their symbionts. *Marine Ecology Progress in Series*, 321, 1–7.

12.Hoegh-Guldberg, O., 1999. Climate change, coral bleaching, and the future of the world's coral reefs. *Mar FreshW Res* . 50:839-866.

13.Huang, H., Dong, Z.J., Huang, L.M. and Zhang, J.B., 2006. Restriction fragment length polymorphism analysis of large subunit rDNA of symbiotic dinoflagellates from scleractinian corals in the Zhubi Coral reef of the Nansha Islands. J Integr Plant Biol 48:148-152.

14.Jones, R.J., Hoegh-Guldberg, O., Larkum, A.W.D. and Schreiber, U., 1998. Temperature-induced bleaching of corals begins with impairment of the CO_2 fixation mechanism in zooxanthellae. *Plant Cell Environ*. 21:1219-1230.

15.Loh, W.K.W., Carter, D. and Hoegh-Guldberg, O., 1998. Diversity of zooxanthellae from scleractinian corals of One Tree Island (The Great Barrier Reef). In: Greenwood JG, Hall NJ (eds).*Proceedings of the Australian Coral Reef Society's 75th Anniversary*, Heron Island-GBR. School of Marine Science, University of Queensland, Brisbane, pp 141-149.

16.Mostafavi, P.G., Fatemi, M.R., Shahhosseiny, M.H., Hoegh-Guldberg, O. and Loh, W.K.W., 2007. Predominance of clade D *Symbiodinium* in shallow-water reef-building corals off Kish and Larak Islands (Persian Gulf, Iran). Mar Biol 153:25–34

17.Nybakken, J.W., 2000. Marine Biology, An Ecological Approach.Addision Wesely.481p.

18.Rown, R., 2004. Thermal adaption in reef coral symbionts. Nature.430:742.

19.Shepperd, C. and Shepperd, A., 1991. Corals and coral communities of Arabia Fauna of Saudi Arabia, 12, 3-170.

20.Shinn, E.A., 1976. Coral reef recovery in Florida and the Persian Gulf. Environ.Geol. 1:241-254.

21.Trench, R.K., 1986. Dinoflagellates in non-parasitic symbioses. In: Taylor FJR (ed) Biology of dinoflagellates. Blackwell, Oxford, pp. 530- 570.

22.Van Oppen, M.J.H., 2004. Mode of zooxanthellae transmission does not affect zooxanthellae diversity in acroporid corals. *Mar Bio.l*, 144:1-7.

23.Wilkinson, C., 2000. The 1997-98 mass coral bleaching and mortality events: 2 years on. In:

24.Wilkinson, C.R., 2000. Status of coral reefs of the world. Australian Institute of Marine Science, Townsville, pp21-34.

www.SID.ir