جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



مجله علمی- پژوهشی زیست فناوری میکروبی دانشگاه آزاد اسلامی
تابستان 1391، دوره چهارم، شماره سیزدهم، صفحه 12-7

# مقایسه مولکولی *سیمبیودینیوم* آزاد و همزیست در آبسنگ های مرجانی جزیره لارک- خلیج فارس

**محمود قیم اشرفی[1]، پرگل قوام مصطفوی[2]، سید محمد رضا فاطمی[2]**

1- دانشجوی دکترای بوم شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه بیولوژی دریا، تهران، ایران
2- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه بیولوژی دریا، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: محمود قیم اشرفی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه بیولوژی دریا، تهران، ایران m.ashrafi@srbiau.ac.ir

دریافت: 91/4/25 پذیرش: 91/6/22

## چکیده

**زمینه و هدف:** جلبک های *سیمبیودینیوم* یکی از جنس های جلبک های تک سلولی دو تاژکی هستند که قادر به همزیستی با اغلب بی مهرگان دریایی همچون مرجانها می باشند و به صورت آزاد نیز در ستون آب دریا وجود دارند. تاکنون 11 گونه از این جنس بر مبنای خصوصیات مورفولوژیک شناسایی شده است. از آنجا که خصوصیات مورفولوژیک این گونه ها با عملکرد فیزیولوژیک آن ها انطباق ندارد، لذا از روش های مولکولی برای شناسایی این جلبک تک سلولی استفاده شده و بر این اساس 9 کلاد *سیمبیودینیوم* شناسایی و به ترتیب از A تا I نام گذاری شده است.

**روش بررسی:** از دو گونه مرجان (3 کلنی، 3 تکرار) و آب دریا در جزیره لارک نمونه برداری شد و استخراج DNA جلبک های آنها انجام و با استفاده از واکنش زنجیره ای پلیمراز، قطعه ی DNA هسته ای ریبوزومی Internal Transcribed Spacer 2 تکثیر و تعیین ترادف ژنی انجام پذیرفت.

**یافته ها:** *سیمبیودینیوم* آزاد زی در ستون آب و همزیست با مرجان ها از نوع کلاد A می باشد.

**نتیجه‌گیری:** کلاد A برای اولین بار از بخش شمالی خلیج فارس گزارش می شود. تاکنون تنها کلاد D از جزیره لارک گزارش شده بود. از آنجا که کلاد D مقاوم به شرایط نامساعد محیط است، به نظر میرسد که جزیره لارک بعلت قرار گرفتن در منطقه بین خلیج فارس و دریای عمان تحت تاثیر شرایط اقیانوسی یعنی شوری و درجه حرارت کمتر نسبت به خلیج فارس قرار گرفته و شرایط مساعدتری برای حضور این کلاد ایجاد شده است.

**واژه‌های کلیدی:** خلیج فارس، جزیره لارک، آبسنگ مرجانی، کلاد A، قطعه ی DNA هسته ای ریبوزومی.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



## مقدمه

جنس سیمبیودینیوم یکی از جنس های جلبکهای تک سلولی دوتاژکی است که می توانند به صورت آزاد در ستون آب و روی رسوبات و یا به صورت همزیست در بسیاری از بی مهرگان دریایی همچون مرجانها زندگی کنند که در این حالت با نام زوگزانتله شناخته می شوند (1). مرجانها به دو دسته مرجانهای هرماتیپیک و آهرماتیپیک تقسیم می شوند. مرجان های هرماتیپیک که مرجان های آبسنگ ساز می باشند می توانند میزبان زوگزانتله ها در لایه گاسترودرم خود باشند. این مرجانها از تولیدات فتوسنتزی زوگزانتله ها به عنوان غذا استفاده می کنند (2). به علت کاهش pH آب در اثر واکنش فتوسنتز، کربنات کلسیم رسوب کرده و ساختار کالیکس مرجان تشکیل می شود. در واقع توانایی تشکیل آبسنگ های مرجانی به توانایی همزیستی زوگزانتله و مرجان آبسنگ ساز وابسته می باشد. به علت جدا شدن زوگزانتله ها از مرجان و یا کاهش رنگدانه های آنها مرجان دچار پدیده ی سفید شدگی می شود.

تاکنون با روش های مورفولوژی 11 گونه از جنس سیمبیودینیوم شناسایی شده است (1) ولی از آنجایی که ویژگی های مورفولوژیک این جلبک ها با عملکرد فیزیولوژیک آنها انطباق ندارد از روش های مولکولی جهت شناسایی آنها استفاده کرده اند و تاکنون 9 کلاد از A تا I شناسایی شده است (3). شناسایی مولکولی با استفاده از ژن های هدف SSU، LSU، $ITS_1$، $ITS_2$، 5,8S، میکروستلایت و کلروپلاست (4) و روشهای مولکولی شامل پلی مورفیسم طولی قطعه محدود شونده( Restriction Fragment Length Polymorphism) ، الکتروفورز گرادیانت ژل دناتوره کننده (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) ، پلی مورفیسم صورت بندی تک رشته ای ( Single-Strand Conformation Polymorphism) و توالی یابی جهت شناسایی آنها انجام شده است(4). مطالعه مولکولی زوگزانتله ها برای اولین بار توسط Rowan و Power (1991) در اقیانوس اطلس و سواحل برمودا و باهاما صورت پذیرفت (5) و پس از آن مطالعات فراوانی در اقیانوس آرام (6، 7 و 8)، اقیانوس اطلس (9 و10) و اقیانوس هند انجام پذیرفته است (11و 12). در خلیج فارس اولین مطالعه در سواحل عربستان توسط Baker (2004) صورت گرفت و کلادهای A، C و D گزارش گردید (11). مطالعات انجام شده در ایران از سال 1383توسط مصطفوی و همکاران صورت گرفته و کلاد D و C گزارش شده است (13و14).

این تحقیق بر روی سیمبیودینیوم های همزیست آبسنگ های مرجانی و سیمبیودینیوم آزادزی در ستون آب اطراف آن در جزیره لارک واقع در شمال خلیج فارس انجام پذیرفته است. خلیج فارس دریای نیمه بسته ای است که در منطقه نیمه گرمسیری واقع شده است. مساحت آن 240 هزار کیلومتر مربع است و عمق متوسط آن 35 متر می باشد (15). نوسانات حرارتی در خلیج فارس از 14 الی $34^{\circ}C$ و شوری متوسط آن 40ppt می باشد. خلیج فارس به علت قرار گرفتن در عرض های جغرافیایی نیمه گرمسیری، محدودیت هایی را برای جوامع مرجانی به وجود آورده است. به طوری که دامنه ی وسیع تغییرات دمای آب، شوری بالا و کدورت در خلیج فارس موجب کاهش تنوع آبسنگ های مرجانی در این منطقه گردیده است و آبسنگ های مرجانی خلیج فارس به علت شرایط خاص محیطی همواره تحت استرس می باشند (11).

جزیره لارک در شرق خلیج فارس در مختصات جغرافیایی بین ″47 ′18 °56 تا ″45 ′24 °56 طول شرقی و ″15 ′49 °26 تا ″32 ′53 °26 عرض شمالی واقع شده است. مساحت این جزیره 7/48 کیلومتر مربع بوده و دارای سواحل مرجانی در اطراف خود است (15).

مرجان های جزیره ی لارک به علت نزدیکی به تنگه ی هرمز تا اندازه ای تحت تأثیر آبهای سرد ناشی از فراجوشی دریای عمان هستند. در پدیده ی سفیدشدگی، مرجان ها جلبک همزیست خود را از دست می دهند که این پدیده می تواند در اثر تغییر شرایط محیطی مانند گرم شدن بیش از حد آب دریا صورت گیرد(11). هدف از این تحقیق شناسایی مولکولی سیمبیودینیوم همزیست در دو گونه از مرجانهای غالب جزیره لارک و سیمبیودینیوم آزاد زی در ستون آب اطراف این مرجانها و نیز مقایسه مولکولی این دو با یکدیگر می باشد.

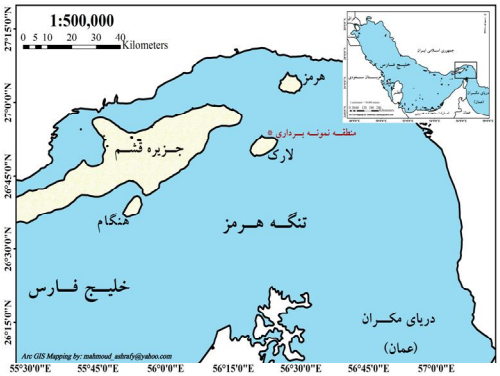
## روش بررسی

**ایستگاه یابی و نمونه برداری:** با انجام Manta tow در آبان 1389 در اطراف سواحل جزیره ی لارک و مشاهده ی پراکنش و تنوع مرجانها، مختصات جغرافیایی ″43/11 ′23 °56 طول شرقی و ″14/92 ′53 °26 عرض شمالی به علت داشتن تنوع و تراکم بالا و همچنین داشتن دسترسی مناسب برای انجام غواصی جهت نمونه برداری انتخاب شد و عمق ایستگاه 4 الی 6

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد



متر محاسبه شد (شکل 1). نمونه برداری در همین ماه توسط غواصی انجام شد. از دو گونه مرجان غالب در ایستگاه از هر کدام 3 کلنی مجزا از هم و از هر کلنی با سه تکرار نمونه برداری شد. برای شکستن آبسنگ مرجانها از چکش استفاده شد. از ستون آب اطراف هر کلنی ( ازچتر بالایی کلنی) با سه بار تکرار 10 لیتر آب توسط بطری نانسن برداشته شد. مرجانها در بافر نمکی دی متیل سولفوکساید20% (Dimethyl Sulfoxide: DMSO) اشباع شده با NaCl با pH=8 قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند.




**شکل1. ایستگاه نمونه برداری درشمال جزیره لارک واقع در تنگه هرمز با علامت ستاره مشخص شده است. عمق این ایستگاه 4 الی 6 متر بوده و نمونه ها با روش غواصی جمع آوری شدند.**

**جدا سازی جلبک سیمبیودینیوم: جدا سازی سیمبیودینیوم آزادزی از ستون آب:** ابتدا نمونه های آب از الک و تور پلانکتون گیری با چشمه 55 میکرومتر عبور داده شد تا ذرات درشت و زئو پلانکتونهای درشت از آن جدا شوند سپس توسط دستگاه فیلتراسیون و پمپ مکش ابتدا با فیلتر (Fast) 41 Watmanبا چشمه 20 میکرومتر برای جداشدن زئوپلانکتونها و ذرات بالای 20 میکرومتر فیلتر شد و سپس توسط فیلتر Munktel 393 معادل Watman 42 (Slow) با چشمه 2/5 میکرومتر جهت جداسازی فیتوپلانکتون ها فیلتر شدند و سپس نمونه های فیلتر شده در بافر نمکی دی متیل سولفوکساید20% (DMSO) اشباع شده با NaCl با pH=8 قرار گرفتند. نمونه ها به آزمایشگاه انتقال داده و در فریزر $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند (1).

**جدا سازی سیمبیودینیوم همزیست مرجان:** مرجانها با بافر DNAB(pH=8، 50 mM EDTA، 0/4 M NaCl) و دستگاه شست و شو با هوا (Air brush) جهت خارج کردن سیمبیودینیوم های همزیست از بافت مرجان شست و شو داده شدند. توده لزج جدا شده، جمع آوری و در درجه حرارت$-20^{\circ}C$ در فریزر نگهداری شد. از آبسنگ های مرجانی جهت شناسایی گونه مرجان ها پس از سفید شدن در ماده سفید کننده (20 دقیقه، سفید کننده 50%)، توسط استریومیکروسکوپ عکس تهیه شد و گونه‌های مرجانی با کمک کلید شناسایی Veron (2000) با استفاده از عکس کرالیت و عکس مرجانها در زیر آب شناسایی گردیدند (16).

**استخراج DNA:** استخراج DNA از تمامی نمونه ها با استفاده از روش( Cethyl Trimethyl Ammonium Bromide)CTAB و کلروفرم انجام شد (17).

**واکنش زنجیره ای پلیمراز (PCR):** قطعه ی DNA هسته ای ریبوزومی Internal Transcribed Spacer 2 (ITS2) با استفاده از پرایمرهای اختصاصی سیمبیودینیوم (1) با توالی نوکلئوتیدی ITS2-Forward (its2) (5´-gTg-AAT-TgC-AgA-ACT-CCg-Tg-3´) و ITS2-Reverse (ITS2rev2') (5´-CCT-CCg-CTT-ACT-TAT-ATg-CTT-3) تکثیر شد (1). همه واکنش های PCR شامل 20 نانوگرم از DNA الگو، 0/5 mM dNTP، pmol 7/5 از هر پرایمر و 1/5 U آنزیم *Taq* DNA polymerase (Cinnagen) در حجم کل 25 میکرولیتر استفاده شده و واکنش ها در دستگاه ترموسایکلر با پروفایل حرارتی (30 ثانیه در $94^{\circ}C$، یک دقیقه در $64^{\circ}C$ و 30 ثانیه در $72^{\circ}C$ برای 30 سیکل و یک مرحله Denaturation اولیه به مدت 5 دقیقه در دمای $94^{\circ}C$ و مرحله نهایی ساخت رشته مکمل به مدت 7 دقیقه در دمای $72^{\circ}C$) انجام شد. محصول PCR در ژل آگاروز 1/5% با ولتاژ 80 الکتروفورز و با اتیدیوم بروماید رنگ آمیزی شد و سپس توسط دستگاه Gel Documentation با نور UV مورد بررسی قرار گرفت و از آن عکس تهیه شد (شکل 2).

**توالی یابی و آنالیز فیلوژنی:** سکانس DNA در جهت Forward در کمپانیAlpha sequencing در کشور آمریکا، توسط دستگاه ABI مدل 3730X2 انجام پذیرفت. همه سکانس ها توسط نرم افزار Chromas مدل 1.45(bit.32) مشاهده شدند. و ترادفهای ژنی مشابه پس از جستجوی BLASTN بر مبنای حداکثر همخوانی با سکانس های این تحقیق انتخاب شدند.

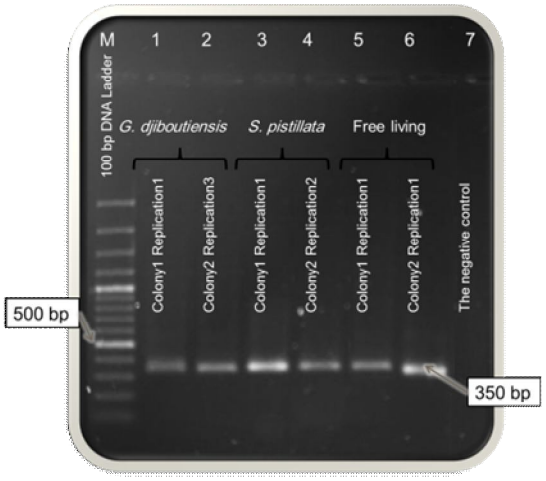
از اطلاعات بدست آمده جهت رسم درخت فیلوژنی توسط نرم افزار MEGA 5.05، تجزیه و تحلیل فیلوژنی و مقایسه مولکولی بین زوگزانتله های آزاد و همزیست استفاده گردید. سکانس های استفاده شده در این جا عبارتند از: کلاد A (FJ626951.1، EU074925.1، AF333507.1، FJ626950.1، AF333505.1، AF333504.1، AF333506.1، AF333507.1، AF333509.1 و AF333508.1)، کلاد B (JN602456.1، EU315253.1، HM130514.1، AF333511.1، AF333513.1، AF333512.1 و AF333514.1)، کلاد C (DQ182634.1، DQ182656.1، EU436648.1، EU074939.1، EU431996.1، EU431995.1، AF333515.1 و AF333518.1)، کلاد D (AF334660.1 و HM437247.1)، کلاد E (AF334659.1 و AB546599.1)، کلاد F (AJ830908.2، AF333517.1 و AF333516.1)، کلاد G (EF134622.1، EF134623.1 ، EF134621.1 و AJ291538.1) و کلاد H (AJ291513.1، AJ621150.1، AJ621153.1 و AJ621157.1). درخت بر ریشه *Gymnodinium beii* (DQ195374.1) رسم گردید. درخت فیلوژنی maximum likelihood، maximum parsimony و neighbor joining با استفاده از نرم افزار MEGA 5.05 رسم شد. درخت های فیلوژنی ایجاد شده در همه آنالیزها با استفاده از برنامه treeview مدل 1.6.5 مشاهده شدند؛ و توالی سکانس های بدست آمده در بانک ژن آمریکا (مرکز ملی اطلاعات بیوتکنولوژی) ثبت شدند.

## یافته ها

**شناسایی مرجانها:** این گونه ها شامل گونه های (*Stylophora pistillata* Esper، 1797) و گونه (*Goniopora djiboutiensis* Vaughan، 1907) بودند.

**استخراج DNA:** با بررسی DNA استخراج شده روی ژل آگارز باندی با شدت (++++) مشاهده شد. DNA استخراج شده خالص بوده و پروتئینی در چاهک های ژل مشاهده نگردید. همچنین غلظت و خلوص DNA برای انجام واکنش PCR مناسب بود.

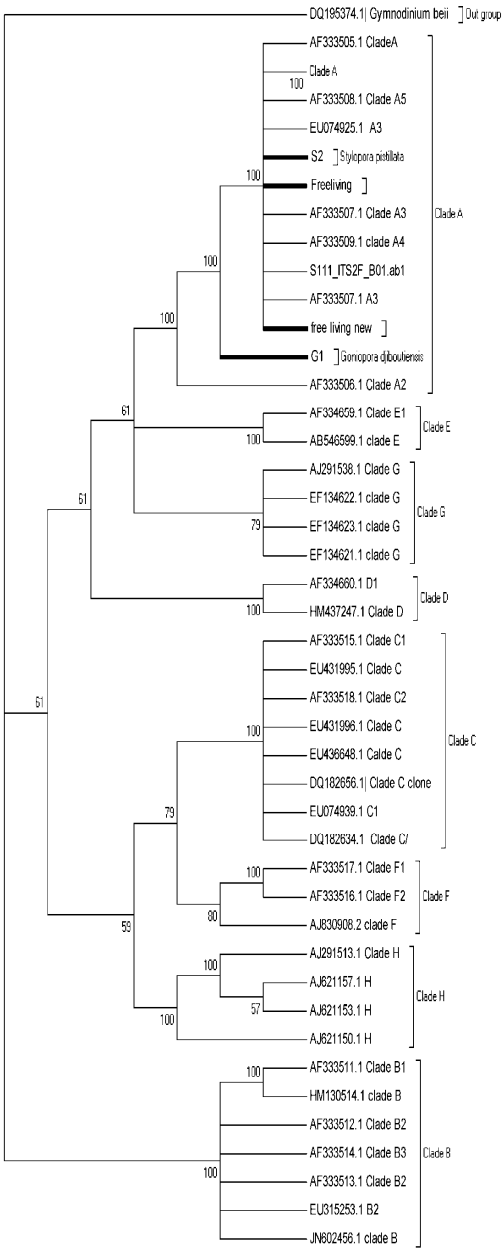
**واکنش زنجیره ای پلیمراز (PCR):** اندازه محصول واکنش زنجیره ای پلیمراز بر روی قطعه ITS2 ژن ریبوزومی سیمبیودینیوم برابر 350bp بوده که در تمامی نمونه ها مانند هم و بدون آلودگی بودند. این محصول برای سکانس DNA مورد استفاده قرار گرفت (شکل 2).




**شکل 2، نتایج واکنش زنجیره ای پلیمراز PCR، M: مارکر bp 100 DNA Ladder(فرمنتاز)، 1 و2: محصول PCR حاصل از *Stylophora pistillata* مربوط به دو کلنی، 3 و4: محصول PCR حاصل از*Goniopora djiboutiensis* مربوط به دو کلنی، 5 و6: محصول PCR حاصل از *سیمبیودینیوم* آزاد زی مربوط به دو گونه، 7 : کنترل منفی**

**توالی یابی و آنالیز فیلوژنی:** توالی یابی مستقیم بر روی محصولات PCR انجام گرفت. توالی های قطعه ITS2 ژن ریبوزومی *سیمبیودینیوم* همزیست در دو گونه مرجان مورد مطالعه در این تحقیق و *سیمبیودینیوم* آزادزی در ستون آب جهت آنالیزهای BLASTN استفاده شد؛ و این آنالیزها نشان داد که نتایج حداکثر تشابه (99%<) را با کلاد A دارند. مقایسه سکانس های به دست آمده با سکانس های بانک ژنی توسط رسم درخت فیلوژنی (شکل 3)، نشان داد که کلاد های *سیمبیودینیوم* در این تحقیق به گروه کلاد A تعلق دارد (شکل 3). که تاکنون از بخش شمالی خلیج فارس گزارش نشده بود. شماره های مسلسل ثبت بانک ژن عبارتند از:

S. pistillata: JQ518393- JX845327- JX845324
G. djiboutiensis: JX845321
Free living: JX845328- JX845329




**شکل3.درخت Maximum Parsimony از ژنوتیپ های DNA ریبوزومی قطعه ITS2 سیمبیودینیومITS2 ، از سیمبیودینیوم های همزیست مرجان های جزیره لارک و آزاد زی و کلادهای کنترل(A, B, C, D, E, F, G and H) و یک Outgroup (Gymnodinium beii) در آنالیز قرار دارند، نمونه های مربوط به این تحقیق با خط افقی پر رنگ مشخص شده است.**

## بحث

در این تحقیق فرض بر این بوده است که کلاد سیمبیودینیوم های همزیست در دو گونه از مرجانهای غالب جزیره لارک و کلاد سیمبیودینیوم آزادزی در ستون آب مشابه می باشد. به همین دلیل در اولین قدم از تحقیق سیمبیودینیوم همزیست در دو گونه مرجان *Stylophora pistillata* و *Goniopora djiboutiensis* شناسایی گردید. که هر دو گونه دارای کلاد A بودند. در مطالعه Baker (2004) که در سواحل جنوبی خلیج فارس صورت گرفته است، کلاد های D، C و A از سواحل عربستان معرفی شده اند که 63% آن از نوع کلاد D بوده است (11). همچنین در مطالعه مصطفوی و همکاران (2007) کلاد D به عنوان کلاد غالب از بخش شمالی خلیج فارس معرفی شده است (13). همچنین در مطالعه دیگری که بر روی مرجانهای نرم جزیره لارک صورت گرفته است تنها کلاد D معرفی شده است. تاکنون کلاد A از بخش شمالی خلیج فارس گزارش نشده است و این اولین گزارش از حضور این کلاد در شمال خلیج فارس است. همچنین ژن هدف ITS2 برای اولین بار در این منطقه مورد استفاده قرار گرفته است و پیش از این، این دو گونه مرجان مورد شناسایی کلاد سیمبیودینیوم همزیست قرار نگرفته بود.

در قدم دوم کلاد سیمبیودینیوم آزادزی در ستون آب اطراف دو گونه مرجان *Stylophora pistillata* و *Goniopora djiboutiensis* شناسایی گردید. نتایج این بررسی نشان داد که کلاد آزاد زی در هر دو منطقه کلاد A می باشد. کلاد A از کلادهای سیمبیودینیوم است که به تنهایی در ستون آب و میزبان زندگی می کند (18). کلاد A کلاد غالب در ستون آب در مطالعه Carlos و همکاران (1999) و Pochon و همکاران (2010) بوده است (19 و1).

در قدم سوم کلاد سیمبیودینیوم همزیست در دو مرجان مورد مطالعه این تحقیق و جلبک آزاد زی در ستون آب اطراف آنها با هم مقایسه شد. نتایج درخت فیلوژنی Maximum likelihood، Maximum parsimony و Neighbor joining نشان داد که این کلاد ها مشابه بوده و از دسته کلاد A می باشد (شکل 3). در نتیجه فرضیه این تحقیق اثبات شد یعنی کلاد سیمبیودینیوم های همزیست در دو گونه از مرجانهای غالب جزیره لارک و کلاد سیمبیودینیوم آزادزی در ستون آب مشابه می باشد. از آنجا که زوگزانتله های آزاد زی از اطراف دو گونه مرجان جمع آوری شده است و ارتباط تبادل زوگزانتله آزادزی و همزیست وجود دارد (1). این تشابه معنی دار است.

پیش از این کلاد غالب و مقاوم به شرایط خلیج فارس در سیمبیودینیوم های همزیست کلاد D معرفی شده است (11و

13)، و از آنجا که تبادل سیمبیودینیوم ها بین فاز آزاد و فاز همزیست صورت می گیرد (1) به نظر میرسد که جزیره لارک به علت قرار گرفتن در منطقه بین خلیج فارس و دریای عمان تحت تاثیر شرایط اقیانوسی یعنی شوری و درجه حرارت کمتر نسبت به خلیج فارس قرار گرفته و شرایط مساعدتری برای حضور این کلاد ایجاد شده است.

## نتیجه گیری

در این تحقیق مشخص گردید که سیمبیودینیوم همزیست با دو مرجان جزیره لارک واقع در خلیج فارس از گونه های *Stylophora pistillata* و *Goniopora djiboutiensis* و همچنین سیمبیودینیوم آزاد زی موجود در ستون آب اطراف چتر مرجانی این دو گونه متعلق به کلاد A می باشند. کلاد A نوعی از کلادهای سیمبیودینیوم است که برای اولین بار از بخش شمالی خلیج فارس گزارش می شود. این کلاد از جلبک زوگزانتله غالباً به تنهایی در ستون آب و همچنین مرجانهای سخت زندگی می کند.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از کارشناسان محترم مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، به ویژه آقای مهندس رضا محسنیان برای در اختیار قرار دادن تمام امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز این تحقیق و آقای دکتر حامد دهقانی به جهت کمک در شناسایی مرجانها ابراز می دارند و همچنین از سرکار خانم مهندس سیده نرگس نبوی به جهت بازخوانی مقاله و ارائه نظرات ارزشمند خود تشکر می شود.

## References

1. Pochon X, Stat M, Takabayashi M, Chasqui L, Chauka L, Logon D, Gates R. *Comparison of endosymbiotic and free-living Symbiodinium (Dinophyceae) diversity in a Hawaiian reef environment*. J Phycol. 2010; 46:53-65.
2. Ghavam Mostafavi P, Fatemi SMR, Shahhosseini MH, Vossoughi G. *Molecular identification of Symbiotic Dinoflagellate in coral reef off the Kish Island-Persian Gulf.* J Mic Bio. 2009; 1(1): 32-40
3. Stat M, Gates RD. *Clade D Symbiodinium in Scleractinian Corals: A "Nugget" of Hope, a Selfish Opportunist, an Ominous Sign, or All of the Above?* J Mar Biol. 2011; 730715:1-9.
4. Baker AC. *Flexibility and specificity in coral-algal symbiosis. Diversity, ecology and biogeography of Symbiodinium.* Ann Rev Ecol Evol. 2003; 34: 661-689.
5. Rowan R, Powers DA. *A molecular genetics identification of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae).* Mar Ecol Prog Ser. 1991; 71: 65-73.
6. LaJeunesse TC, Loh WKW, Van Woesik R, Hoegh-Guldberg O, Schmidt GW, Fitt WK. *Low symbiont diversity in southern Great Barrier Reef corals, relative to those of the Caribbean.* Limnol Oceanogr. 2003; 48: 2046–2054
7. Loh WKW, Carter D, Hoegh-Guldberg O. *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.* Brisbane: Sch Mar Sci. U Queensland Pre. 1998; 141-149.
8. Glynn PW, Mate JL, Baker AC, Calderón MO. *Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997–1998 El Niño-Southern oscillation event: spatial/temporal patterns and comparisons with the 1982–1983 events.* Bull Mar Sci. 2000; 1(69): 79-109.
9. Rowan R, Knowlton N, Baker A, Jara J. *Landscape ecology of algal symbionts creates variation in episodes of coral bleaching*. Nat. 1997; 388:265-269.
10. Visram S, Obura DO, Wiedenmann J, Douglas AE. *The diversity of zooxanthellae (Symbiodinium) in Kenyan corals and Mediterranean sea anemones*. Cor Ref. 2006; 25:172-176.
11. Baker AC, Starger CJ, McClanahan TR, Glynn PW. *Corals adaptive response to climate change*. Nat. 2004; 430:741-742.
12. Visram S, Obura DO, Wiedenmann J, Douglas AE. *The diversity of zooxanthellae (Symbiodinium) in Kenyan corals and Mediterranean sea anemones*. Cor Ref. 2006; 25:172-176
13. Mostafavi PG, Fatemi MR, Shahhosseiny MH, Hoegh-Guldberg O, Kok Weng Loh W. *Predominance of Clade D Symbiodinium in shallow water Reef–Building coral off Kish and Larak Island (Persian Gulf, Iran).* Mar Biol. 2007; 53:25-34.
14. Shahhosseiny MH, Ghavam Mostafavi P, Fatemi SMR, Karimi E. *Clade identification of symbiotic zooxanthellae of dominant sclerectinian coral species of intertidal pools in Hengam Island*. Afr J Bio. 2011; 10(9): 1502-1506.
15. Geographical Organization of the Armed Forces. *Iranian Persian Gulf Islands (Qeshm, Larak, Hormuz, Hengam).* Geo Org Arm For.2003; 20-60.
16. Veron J. *Corals of the World*. Aus Ins Mar Sci. 2000; 1-1382.
17. Baker AC. *Symbiosis ecology of reef-building corals*: [PhD dissertation]: Miami Uni; 1999.
18. Yamashita H, Suzuki G, Hayashibara T, Koike K. *Do corals select zooxanthellae by alternative discharge?* Mar Biol. 2010; 158:87-100.
19. Carlos AA, Baillie BK, Kawachi M, Maruyama T. *Phylogenetic position of Symbiodinium (Dinophyceae) isolates from tridacnids (Bivalvia), cardiids (Bivalvia), a sponge (porifera), a soft coral (Anthozoa), and a free-living strain.* J Phycol. 1999; 35:1054-62.