JOMB
Journal of Marin Biology
J Marin Bio, 2024; 16(4): 13-20 Doi
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Journal of Marin Biology

Islamic Azad university
Ahvaz Branch

Original Article

The effect of thermal stress on changes of symbiotic microalgae in two coral species

Parviz Teymourian[1], Pargol Ghavam Mostafavi[1*], Maryam Hadipour[2]

1. Department of Fisheries and Marine Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.

Article history:

Received: 29 July 2022
Revised: 16 July 2024
Accepted: 27 September 2024
ePublished: 29 December 2024

***Corresponding author:** Pargol Ghavam Mostafavi, Department of Fisheries and Marine Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: mostafavi_pa@srbiau.ac.ir

Abstract

Hermatypic corals harbor communities of single-celled symbiotic algae from the Symbiodiniaceae family. So far, 7 genera of this algae have been identified by molecular methods. These single-celled symbiotic algae have different physiological characteristics and this matter plays an important role in the survival of the host. In this research, two coral species, *Dipsastrea pallida* and *Psammocora contigua*, were sampled from the depth of 3 meters in Larak Island in 2014. After adaptation of the samples in the treatment aquarium for two weeks (20 samples in 4 treatments including control, 30, 32 and 34°C), bleaching was observed in the corals. Sampling of corals carried out before and after bleaching. After isolating the symbiotic algae via air pump, DNA was extracted by Cethyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) - Chloroform method. PCR amplification was performed using the target gene ITS2 (Internal Transcribed Spacer2). The results of gene sequencing and phylogenic tree indicated that the studied coral species did not change their symbiotic communities with the decreasing of temperature. Because of the presence of these species in the Persian Gulf, they can tolerate the temperature of 30 °C and decreasing the temperature to 32 and 34°C has just caused partial bleaching, it may be due to the presence existence of thermal tolerant type of symbiotic algae in the studied coral species.

Keywords: *Symbiodinium*, Reef-building corals, Bleaching, Persian Gulf, Sequencing.

Please cite this article as follows: Teymourian P, Ghavam Mostafavi P; Hadipour M. The effect of thermal stress on changes of symbiotic microalgae in two coral species. J Marin Bio, 2024; 16(4): 13-20. DOI:

Copyright © 2024 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳-۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقاله اصلی

تأثیر تغییرات درجهٔ حرارت بر تغییر جوامع جلبک های تک‌سلولی همزیست با دو گونه از مرجان های آبسنگ ساز

پرویز تیموریان [۱]، پرگل قوام مصطفوی [۱*]، مریم هادی پور [۲]

۱. گروه شیلات و علوم دریایی، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی زیست‌فناوری، گروه زیست‌فناوری، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۵/۷
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۳/۴/۲۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۷/۶
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۹

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: پرگل قوام مصطفوی، گروه شیلات و علوم دریایی، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

ایمیل:
mostafavi_pa@srbiau.ac.ir

چکیده

مرجان‌های آبسنگ ساز دارای جمعیت‌هایی از جلبک‌های همزیست تک‌سلولی از خانواده Symbiodiniaceae می‌باشند. تاکنون ۷ جنس از این میکرو جلبک با روش مولکولی شناسایی‌شده است. این جلبک‌های تک‌سلولی همزیست خصوصیات فیزیولوژیکی متفاوتی داشته و این مسئله در بقای میزبان نقش مهمی ایفا می‌کند. دمای بالا می‌تواند منجر به از بین رفتن این رابطه همزیستی گردد که درنتیجه آن پدیده سفید شدگی رخ می‌دهد. در این تحقیق، از ۲ گونه مرجان *Dipsastrea pallida* و *Psammocora contigua* از عمق ۳ متری در جزیرهٔ لارک در سال ۱۳۹۳ نمونه‌برداری انجام گرفت. سپس به مدت دو هفته تعداد ۲۰ نمونه در قالب چهار تیمار در دماهای ۳۰، ۳۲ و ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس‌ازاین مدت سفید شدگی مرجان‌ها موردبررسی قرار گرفت؛ از مرجان‌ها قبل و بعد از سفید شدگی نمونه‌برداری صورت گرفت و بعد از جداسازی جلبک‌های همزیست به‌وسیله پمپ هوا، استخراج DNA به روش CTAB-Chloroform انجام شد. سپس واکنش زنجیره‌ای پلیمراز به‌منظور شناسایی جلبک‌های همزیست تک‌سلولی با ژن هدف ITS2 (Internal Transcribed Spacer2) انجام شد. نتایج تعیین ترادف ژنی نشان داد که گونه‌های مرجانی بررسی‌شده با تغییر درجهٔ حرارت، تغییری در جوامع همزیست خود ایجاد نکردند. همچنین با توجه به حضور این گونه‌ها در خلیج‌فارس، دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد باعث سفید شدن آن‌ها نشده و دماهای ۳۲ و ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد نیز باعث سفید شدگی بخش‌هایی از مرجان شده است که دلیل آن حضور جلبک‌های همزیست مقاوم به تغییر درجهٔ حرارت در گونه‌های مرجان موردبررسی می‌باشد.

واژگان کلیدی: *Symbiodinium*، مرجان آبسنگ ساز، سفید شدگی، خلیج‌فارس، توالی یابی.

استناد: تیموریان، پرویز؛ قوام مصطفوی، پرگل؛ هادی‌پور، مریم. تأثیر تغییرات درجهٔ حرارت بر تغییر جوامع جلبک های تک‌سلولی همزیست با دو گونه از مرجان های آبسنگ ساز. مجله زیست شناسی دریا، زمستان ۱۴۰۳؛ ۱۶(۴):۱۳-۲۰

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳-۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقدمه

مرجان‌های آبسنگ ساز، گروهی از مرجان‌ها هستند که باقابلیت رسوب کلسیم کربنات ($CaCO_3$) و ساخت آبسنگ‌های مرجانی، یکی از متنوع‌ترین و پراهمیت‌ترین اکوسیستم‌های کرۀ زمین را ایجاد می‌کنند (Hickman, 1961 ؛Miller and Harley, 2001). این نوع از مرجان‌ها نیازمند نور، گرما و میزان شوری مشخصی از آب هستند که بر اساس این نیازمندی‌ها به آب‌های کم‌عمق، گرم و شفاف عرض‌های ۳۰ درجه شمالی و جنوبی جغرافیایی محدود می‌شوند (Hickman, 1961 ؛Pechenik, 2015). دلیل اصلی نیازمندی مرجان‌ها به نور، همزیستی آن‌ها با جلبک‌های تک‌سلولی فتوسنتز کننده از شاخه Dinoflagellata است (Hickman, 1961 ؛Huchings *et al.*, 2013).

این جلبک طی فرآیند فتوسنتز، ترکیبات آلی همچون اسید چرب، آمینواسید، گلوکز و گلیسرول تولید می‌کند. مطالعات نشان می‌دهد که طی همزیستی با مرجان، ۲۰ الی ۹۵ درصد از این مواد آلی به میزبان منتقل می‌شود (Pechenik, 2015). همچنین، جلبک تک‌سلولی همزیست در افزایش توانایی مرجان در تولید اسکلت آهکی نقش دارد و مواد حاصل از تنفس میزبان را به‌عنوان منبعی برای فتوسنتز استفاده کرده و از ساختمان مرجان به‌عنوان فضایی امن در برابر گیاه‌خواران استفاده می‌کند (Muscatine,1967؛ Pechenik, 2015 ؛Hickman, 1961). طی چند دهه گذشته، به علت گرم شدن کرۀ زمین این همزیستی توسط پدیده سفید شدگی مورد تهدید قرارگرفته است (Glynn, 1984).

پدیده سفید شدگی زمانی رخ می‌دهد که مرجان براثر استرس محیط، جلبک همزیست خود را ازدست‌داده و یا رنگ‌دانه‌های جلبک از بین رفته که موجب عدم توانایی در فتوسنتز جلبک و شکننده شدن مرجان می‌شود (Hickman,1961؛Loya *et al.*, 2001). این پدیده تحت تأثیر عوامل متعددی همچون افزایش دمای آب، تابش خورشیدی ازجمله پرتوی فرابنفش، کاهش شوری آب، عفونت باکتریایی و سایر موارد استرس‌زا است (Brown, 1997). در پی افزایش دمای آب، ساختار فتوسنتزی جلبک دچار آسیب شده و اکسیدان های مضر (ازجمله رادیکال‌های اکسیژن (Marshall and Schuttenberg, 2006) تولید می‌شود. این اکسیدان ها در بافت مرجان پخش‌شده و مرجان برای دفاع از خود در برابر این مواد، جلبک‌های همزیست را از خود دور کرده یا از بین می‌برد که درنهایت، پدیده سفید شدگی را ایجاد می‌کند (Hickman, 1961). درصورتی‌که گسترش این پدیده در سطح مرجان زیاد نباشد، با از بین رفتن عوامل محیطی استرس‌زا و برگشت کیفیت آب به حالت مطلوب، همزیستی مرجان و جلبک قابل‌ترمیم است؛ اما در دهه‌های گذشته، براثر پدیده گرمایش جهانی، آبسنگ‌های مرجانی در مواجهه با سفید شدگی وسیعی بوده‌اند (Miller and Harley, 2001).

آبسنگ‌های مرجانی خلیج‌فارس، به دلیل شرایط جغرافیایی این توده آبی، تحت تأثیر عوامل محدودکننده مختلفی قرار دارند. عمق کم و تبادلات پایین، نوسانات دمایی و میزان شوری بالای آب، جزء عوامل استرس‌زا برای تنوع آبسنگ‌های مرجانی به شمار می‌روند (Baker *et al.*, 2004). جنس‌های *Symbiodinium*، *Cladocopium* و *Durusdinium* به‌عنوان جلبک‌های همزیست در خلیج‌فارس، اولین بار در سال ۲۰۰۴ (Baker *et al.*, 2004) و همچنین در سال ۲۰۰۷، در جزیره‌های کیش و لارک شناسایی شدند (Mashini et *al.*, 2015؛ Ghavam Mostafavi *et al.*, 2007). طبق مطالعات، در سواحل ایرانی و همچنین سواحل جنوبی خلیج‌فارس، جنس *Durusdinium*، جنس غالب به شمار می‌رود (Baker *et al.*, 2004 ؛Ghavam Mostafavi *et al.*, 2007) که از این جنس به‌عنوان مقاوم‌ترین جنس در برابر استرس ناشی از افزایش حرارت یاد می‌شود (Stat and Gates, 2011). مطالعه حاضر باهدف شناسایی میزان درجه حرارت سفید شدگی مرجان، بررسی جنس جلبک‌های همزیست با مرجان قبل از اعمال حرارت و بعد از سفید شدگی انجام‌شده است و فرض بر این بوده که جنس جلبک‌های همزیست با این دو گونه مرجان‌های سخت به علت سازش با شرایط خلیج‌فارس در اثر درجه حرارت بالا دچار تغییر نمی‌شود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در تاریخ ۱۳۹۳/۷/۱۵ در شرق جزیره لارک با مختصات جغرافیایی ″۲۶°۵۱′۵۷٫۰۸ شمالی و ″۵۶°۲۵′۰۶٫۴۲ شرقی انجام شد. نمونه‌ها از عمق ۳ متری، از طریق غواصی و از ۲ گونه مرجان *Dipsastrea pallida* و *Psammocora contigua* تهیه شدند. مرجان‌ها پس از نمونه‌برداری در محفظه‌های حاوی آب دریا به آزمایشگاه انتقال یافتند. شناسایی مرجان‌ها با استفاده از کلید شناسایی Veron (۲۰۰۱) انجام

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

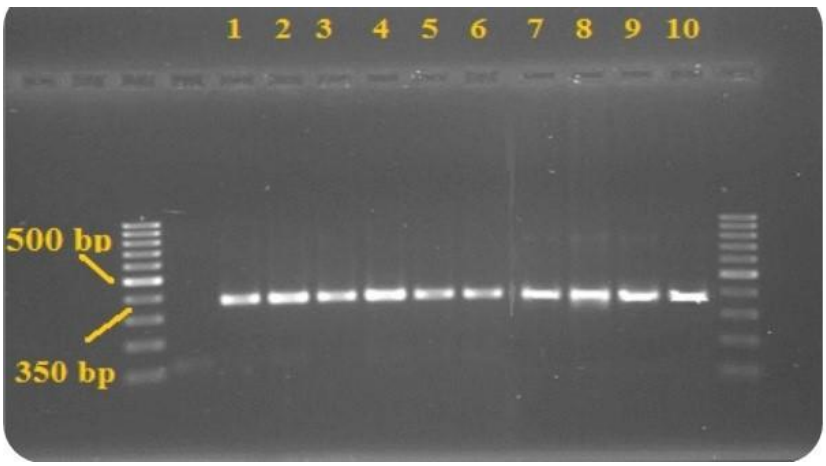
JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳–۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

گرفت. به‌منظور ایجاد سازگاری، مرجان‌ها به مدت ۲ هفته در آکواریوم شاهد با دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. از هرگونه، ۳ نمونه جداشده و در ۳ آکواریوم تیمار به ترتیب با دماهای ۳۰، ۳۲ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد گرفتند. با ثابت نگه‌داشتن دمای آکواریوم‌ها، پس از ۲ هفته سفید شدگی به‌صورت لکه‌ای در نمونه‌ها مشاهده شد. جلبک‌ها با استفاده از دستگاه شست‌وشو با هوا حاوی بافر DNAB (۰/۴ مولار NaCl، ۵۰ میلی مولار EDTA) جدا شدند. استخراج DNA به روش CTAB-Chloroform انجام گرفت (Baker *et al.*, 2004). با اضافه کردن کلروفرم، حذف مواد آلی (ناخالصی و موکوس) صورت گرفت و نمونه‌ها برای ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. فاز حاوی نوکلئیک اسید جداشده و تخلیص DNA به روش رسوب در اتانول انجام گرفت.

ژن هدف برای انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، ژن ITS2 بوده که با استفاده از پرایمرهای اختصاصی ITS-2-F و ITS-2-R، به ترتیب با توالی‌های نوکلئوتیدی 5′GTGAATTGCAGAACTCCGTG3′ و 5′CCTCCGCTTACTTATATGCCT3′ تکثیر شد. در تمام واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، از DNA استخراج‌شده با غلظت ۱۰۰ نانوگرم، dNTP با غلظت ۱۰ میلی مولار، پرایمر هر یک با غلظت ۱۰ میلی مولار و *Taq* DNA Polymerase با غلظت ۵ یونیت در حجم کلی ۲۵ میکرو لیتر استفاده شد. در مورد تمامی نمونه‌ها، عمل تکثیر با استفاده از دستگاه ترموسایکلر و بر اساس پروفایل حرارتی ۵ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به‌منظور جداسازی دو رشته DNA استخراج‌شده از یکدیگر، ۳۰ ثانیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، ۶۲ ثانیه در دمای ۵۸ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ ثانیه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ سیکل و ۵ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد جهت ساخت رشته مکمل انجام گرفت. برای سنجش کیفیت، محصول PCR بر روی ژل آگارز ۱/۵ درصد رنگ‌آمیزی توسط رنگ ژل رد برده و الکتروفورز با اختلاف‌پتانسیل ۸۰ ولت و برای ۴۵ دقیقه انجام شد. توالی یابی در شرکت ماکروژن کره با روش ختم زنجیره صورت گرفت. نتایج به‌دست‌آمده با نرم‌افزار BLAST (Basic Local Alignment Search Tools, Online) و به کمک نرم‌افزار Chromas pro (Version 1.5) بررسی و شباهت آن با سایر توالی‌ها در بانک ژنی (NCBI) سنجیده شد. سپس درخت فیلوژنی با نرم‌افزار MEGA 5 و با بوت استراپ ۱۰۰۰ کشیده شد و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

نتایج

کیفیت و کمیت محصول نهایی PCR توسط ژل آگارز ۱/۵ درصد سنجیده و طول محصول با استفاده از 100 bp DNA ladder ready to use اندازه‌گیری شد. پس از بررسی، محصولی به‌اندازه ۳۵۰ الی ۴۰۰ جفت باز برای پرایمر ITS2 به دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱: محصول پی سی آر روی ژل آگارز ۱/۵ درصد.

ستون ۱–۱۰ نمونه‌های بررسی‌شده و ستون اول از سمت راست و چپ DNA Ladder Ready to use و ستون دوم کنترل منفی می‌باشد.

مشخصات نمونه‌ها پس از واکنش PCR در جدول ۱ ارائه‌شده است:

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳–۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

جدول ۱: گونه‌های نمونه‌های موردبررسی و وضعیت آن‌ها در دماهای ۳۰°C، ۳۲°C و ۳٤ درجه سانتی‌گراد.

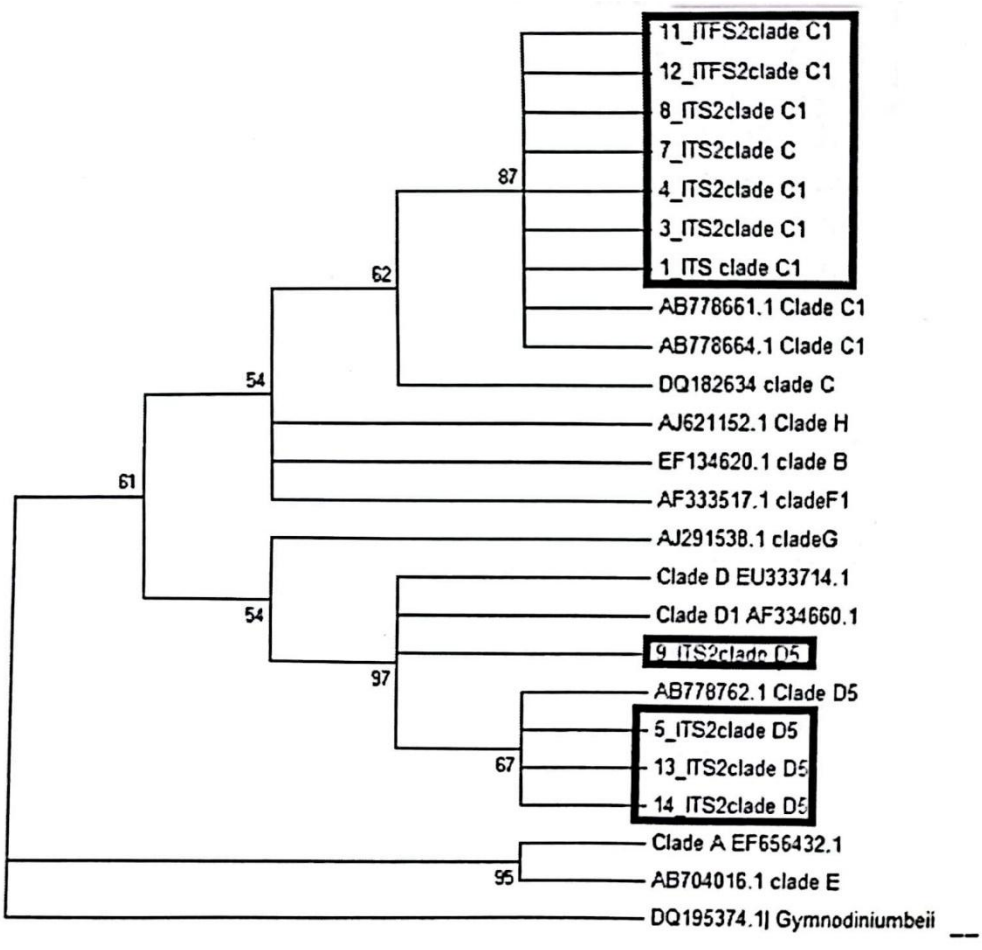
شماره نمونه	نمونه
۱	*P. contigua* (شاهد)
۲	*D. pallida* (شاهد)
۳	*P. contigua* (سالم، ۳۰°C)
٤	*P. contigua* (سالم، ۳۰°C)
٥	*P. contigua* (سالم، ۳۰°C)
٦	*D. pallida* (سالم، ۳۰°C)
۷	*D. pallida* (سالم، ۳۰°C)
۸	*D. pallida* (سالم، ۳۰°C)
۹	*P. contigua* (سفید شده، ۳۲°C)
۱۰	*P. contigua* (سفید شده، ۳۲°C)
۱۱	*P. contigua* (سفید شده، ۳۲°C)
۱۲	*D. pallida* (سفید شده، ۳۲°C)
۱۳	*D. pallida* (سفید شده، ۳۲°C)
۱٤	*D. pallida* (سفید شده، ۳۲°C)
۱٥	*P. contigua* (سفید شده، ۳۴°C)
۱٦	*P. contigua* (سفید شده، ۳۴°C)
۱۷	*P. contigua* (سفید شده، ۳۴°C)
۱۸	*D. pallida* (سفید شده، ۳۴°C)
۱۹	*D. pallida* (سفید شده، ۳۴°C)
۲۰	*D. pallida* (سفید شده، ۳۴°C)

پس از بررسی و مقایسه توالی ژنی به‌دست‌آمده با توالی‌های موجود در بانک ژن آمریکا (NCBI)، مشاهده شد که نتایج توالی یابی بیشترین تشابه (>۹۹٪) را با میکرو جلبک‌های جنس *Cladocopium* و *Durusdinium* دارند.

درخت فیلوژنی Maximum Likelihood، با استفاده از نرم‌افزار MEGA 5 و با بوت استراپ ۱۰۰۰ رسم گردید. در این درخت فیلوژنی، ژنوتیپ‌های DNA ریبوزومی قطعه ITS2 جلبک همزیست با مرجان‌های جزیره لارک و کلادهای کنترل A,B,C,D,E,F,G و یک برون گروه (*Gymmnodinium beii*) در آنالیز قرار دارند. لازم به توضیح است که قبلاً تقسیم‌بندی جلبک‌های همزیست بر اساس کلاد صورت می‌گرفت و در سال‌های اخیر بر طبق نظر برخی محققین کلادها در حد جنس تقسیم‌بندی شدند (LaJeunesse *et al.*, 2018). با توجه به این‌که در برخی تحقیقات همچنان از کلاد استفاده می‌شود، لذا در این تحقیق نیز درخت فیلوژنی بر مبنای کلاد رسم شده است. با بررسی درخت فیلوژنی مشاهده می‌شود که نمونه‌های موردبررسی در دو کلاد مجزا قرار گرفتند، ۷ نمونه با بوت استرپ ۸۷ با نمونه‌های C1 گروه خواهری تشکیل دادند و ۴ نمونه متعلق به کلاد D5 بودند که با بوت استرپ ۶۷ با نمونه‌های D5 ثبت‌شده در بانک ژنی آمریکا گروه خواهری تشکیل داده‌اند. در شکل ۲ درخت فیلوژنی Maximum Likelihood ارائه‌شده است.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳-۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۲: درخت فیلوژنی Maximum Likelihood.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر دو گونه از مرجان‌های آبسنگ ساز خلیج‌فارس در محیط آزمایشگاهی موردبررسی قرار گرفتند و اثر تغییر درجهٔ حرارت بر تغییر نوع کلاد جلبک تک‌سلولی همزیست آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. بر اساس این مطالعه *P. contigua* در ابتدا دارای کلاد C1 (*Cladocopium*) بود که بعد از قرار گرفتن در درجه حرارت ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به سفید شدگی مقاومت نشان داده ولی در ۳۲ و ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد سفید شدگی رخداده است. عوامل متعددی می‌توانند آغازکنندهٔ سفید شدگی باشند که افزایش درجهٔ حرارت یکی از آن‌هاست (Suggett and Smith, 2020). با بررسی درخت فیلوژنی مشخص شد که پس از سفید شدگی نیز نمونه‌ها دارای کلاد C1 هستند. به‌طورکلی مرجان‌های آبسنگ ساز قابلیت همزیستی به‌طور هم‌زمان با چندین نوع جلبک همزیست و همچنین جوامع باکتریایی دارند که می‌توانند در مقاومت آن‌ها نسبت به تغییر درجه حرارت نقش داشته باشند (Morgans *et al.*, 2020؛ Rosado *et al.*, 2019؛ Voolstra and Ziegler, 2020) و یکی از انواع جلبکی که با *Psammacora* همزیست می‌شود، *Cladocopium* می‌باشد.

برای اولین بار در سال ۲۰۰۴ Baker و همکاران، جلبک‌های همزیست با گونه‌های مرجانی خلیج‌فارس در سواحل عربستان را موردبررسی قرار داده و موفق به شناسایی جنس‌های *Symbiodinium*، *Cladocopium* و *Durusdinium* شدند. در مطالعهٔ مذکور ۶۳ درصد مرجان‌ها با جلبکی از جنس *Durusdinium* همزیستی داشتند و این جنس بر آبسنگ‌های مرجانی این منطقه به‌عنوان جنس غالب معرفی شد (Baker *et al.*, 2004). شناسایی تنوع جلبک‌های همزیست در سواحل ایرانی خلیج‌فارس، نخستین بار در سال ۲۰۰۷ توسط Ghavam Mostafavi و همکاران (۲۰۰۷) صورت گرفت و در هشت گونه از مرجان‌های آبسنگ ساز جزایر کیش و لارک، جلبک‌های همزیست *Cladocopium* و

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳–۲۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Durusdinium شناسایی شدند. بر اساس مطالعات انجام‌شده در جزایر شمالی خلیج‌فارس طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۲، جنس‌های *Durusdinium*، *Cladocopium* و *Symbiodinium*، به ترتیب ۷۷/۴، ۱۶/۸ و ۵/۸ درصد از کل گونه‌های جلبک بررسی‌شده را شامل می‌شوند (Shahhosseiny *et al.*, 2011؛ Ghavam Mostafavi *et al.*, 2007). در این مطالعات جنس *Symbiodinium* کمترین میزان را به خود اختصاص می‌دهد، ولی Hume و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی مجدد سواحل جنوبی خلیج‌فارس، این جنس را به‌عنوان جنس غالب و جنس *Cladocopium* را جنس مقاوم به تغییرات درجه حرارت معرفی کردند. این ویژگی باعث شده است که مرجان موردبررسی دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد را به‌راحتی تحمل کرده و در دماهای ۳۲ و ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد به ترتیب شروع به سفید شدگی کرده و بخشی از آن سفید شده است.

همچنین گونهٔ *Dipsastrea pallida* قبل از شروع آزمایش دارای کلاد D5 (*Durusdinium*) بود. این کلاد نیز در برابر افزایش دما تا حدودی مقاومت نشان داده ولی در دمای ۳۲ و ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد از مرجان جداشده و باعث سفید شدگی مرجان می‌شود. با رسم درخت فیلوژنی مشخص شد که تمام نمونه‌های همزیست با گونهٔ مذکور از نوع کلاد مقاوم به حرارت D و زیر کلاد D5 می‌باشند.

در زمان انجام این مطالعه، جلبک‌های همزیست با مرجان‌ها، عمدتاً از جنس مقاوم به حرارت (*Durusdinium*) بودند؛ که علت این امر عمق کم در شرق جزیره کیش و استرس‌های محیطی گزارش‌شده است (Ghavam Mostafavi *et al.*, 2007). این جنس از جلبک، بسیار فرصت‌طلب به شمار رفته و بر مرجان‌هایی که در معرض تنش‌های محیطی ازجمله چالش‌های دمایی و آلودگی قرار دارند، غالب می‌شود (Stat and Gates, 2011; Helgo *et al.*, 2024).

به‌طورکلی هر دو نوع کلاد C و D نسبت به تغییر درجهٔ حرارت مقاوم هستند و کلاد C بیشتر اوقات با جنس *Psammacora* و کلاد D با جنس *Dipsastrea* همزیست می‌شوند.

تغییر درصد غالب بودن جلبک‌های همزیست در خلیج‌فارس می‌تواند به‌عنوان پاسخ سازشی مرجان‌ها به شمار رود. طبق فرضیه ABH (Adaptive Coral Bleaching)، آبسنگ‌های مرجانی برای ایجاد سازش با تغییرات شرایط محیطی، دچار پدیده سفید شدگی شده و نوع جلبک‌های همزیست را تغییر داده یا آن‌ها را از بین می‌برند (Kinzie *et al.*, 2001). بااینکه مرجان‌ها برای بقای خود نیازمند همزیستی با جلبک‌ها هستند، اما در شرایط دمایی بالاتر از حد عادی، مکانیسم فتوسنتزی جلبک‌ها دچار آسیب شده و با ایجاد رادیکال‌های آزاد اکسیژن، مرجان برای دفاع از خود، اقدام به از دست دادن جلبک همزیست می‌کند (Goulet, 2006). درصورتی‌که مرجان پس از تحمل استرس یا سفید شدگی زنده بماند، امکان ترمیم بافت‌های ازدست‌رفته فراهم می‌شود. از طرفی، طی فرآیند ترمیم، مرجان می‌تواند نوع همزیست خود را اصلاح‌کرده تا با چالش‌های محیطی سازش بیشتری پیدا کند (Jiang *et al.*, 2021؛Buddemeier and Fautin, 1993). در سفید شدگی‌های اخیر در آبسنگ سدی عظیم استرالیا، مرجان‌ها پس از تحمل سفید شدگی زنده مانده و دوباره جلبک‌های همزیست را از محیط گرفته‌اند (McGowan and Theobald, 2023).

با توجه به نتایج حاصل و مقایسه آن با سایر نتایج Ghavam Mostafavi و همکاران (۲۰۰۷) هیچ تغییر جنسی در جلبک‌های همزیست پس از افزایش درجه حرارت مشاهده نشد و درنتیجهٔ بررسی، تمامی جنس‌های همزیست با نمونه‌های مرجانی همانند گذشته گزارش شدند. به نظر می‌رسد عدم‌تغییر جنس جلبک‌های همزیست درنتیجه سازش یا اقلیمی شدن مرجان‌های منطقه باشد، زیرا بر طبق مطالعات قبلی *Durusdinium* و *Cladocopium* هر دو به‌عنوان جلبک‌های همزیست مقاوم شناسایی‌شده‌اند و قادر به مقاومت در برابر نوسانات حرارتی خلیج‌فارس می‌باشند، لذا تغییرات درجهٔ حرارت تأثیر زیادی بر روی آن‌ها نمی‌گذارد (Baker *et al.*, 2004 ؛Ghavam Mostafavi *et al.*, 2007).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که نوع جلبک‌های همزیست با دو گونه مرجان موردبررسی با افزایش درجهٔ حرارت تغییر نکرده است که علت آن می‌تواند سازش این مرجان‌ها به شرایط خاص خلیج‌فارس و همزیستی با جنس‌های مقاوم جلبک تک‌سلولی همزیست باشد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

References

1. **Baker, A. C., Starger, C. J., McClanahan, T. R. and Glynn, P. W., 2004.** Corals' adaptive response to climate change. Nature, 430(7001): 741-741.
2. **Brown, B., 1997.** Coral bleaching: causes and consequences. Coral Reefs, 16 (Suppl): 129-138.
3. **Buddemeier, R. and Fautin, D., 1993.** Coral Bleaching as an Adaptive Mechanism. Bioscience, 43.
4. **Ghavam Mostafavi, P., Fatemi, S. M. R., Shahhosseiny, M., Hoegh-Guldberg, O. and Loh, W., 2007.** Predominance of clade D Symbiodinium in shallow-water reef-building corals off Kish and Larak Islands (Persian Gulf, Iran). Marine Biology, 153: 25-34.
5. **Glynn, P. W., 1984.** Widespread Coral Mortality and the 1982–83 El Niño Warming Event. Environmental Conservation, 11: 133-146.
6. **Goulet, T., 2006.** Most corals may not change their symbionts. Marine Ecology-progress Series - MAR ECOL-PROGR SER, 321:1-7.
7. **Helgo, J., Davy, S. K., Weis, V. M. and Rodriguez-Lanetty, M., 2024.** Triggers, cascades, and endpoints: connecting the dots of coral bleaching mechanisms. Biological Review, V: 2024, pp:000-000.
8. **Hickman, C. P., 1961.** Integrated Principles of Zoology (Seventeenth ed.). McGraw-Hill Education, pp. 296-297.
9. **Hutchings, P., Kingsford, M. J. and Hoegh-Guldberg, O., 2013.** The Great Barrier Reef: Biology, Environment and Management. Springer Netherlands. P.57.
10. **Hume, B. C. C., D'Angelo, C., Smith, E. G., Stevens, J. R., Burt, J. and Wiedenmann, J., 2015.** Symbiodinium thermophilum sp. nov., a thermotolerant symbiotic alga prevalent in corals of the world's hottest sea, the Persian/Arabian Gulf. Scientific Reports, 5(1): 8562.
11. **Jiang, J., Wang, A., Deng, X., Zhou, W., Gan, Q. and Lu, Y., 2021.** How Symbiodiniaceae meets the challenges of life during coral bleaching. Coral Reefs, 40(4): 1339–1353.
12. **Kavousi, J., Tavakoli-Kolour, P., Mohammadizadeh, M., Bahrami, A. and Barkhordari, A., 2014.** Mass coral bleaching in the northern Persian Gulf, 2012. Scientia Marina, 78(3): 397–404.
13. **Kinzie, R., Takayama, M., Santos, S. and Coffroth, M., 2001.** The Adaptive Bleaching Hypothesis: Experimental Tests of Critical Assumptions. The Biological Bulletin, 200: 51-58.
14. **LaJeunesse, T. C., Parkinson, J. E., Gabrielson, P. W., Jeong, H. J., Reimer, J. D., Voolstra, C. R. and Santos, S. R., 2018.** Systematic Revision of Symbiodiniaceae Highlights the Antiquity and Diversity of Coral Endosymbionts. Current Biology, 28(16): 2570-2580.
15. **Loya, Y., Sakai, K., Yamazato, K., Nakano, Y., Sambali, H. and Van Woesik, R., 2001.** Coral bleaching: The winners and the losers. Ecology Letters, 4:122-131.
16. **McGowan, H. and Theobald, A., 2023.** Atypical weather patterns cause coral bleaching on the great barrier reef, Australia during the 2021–2022 La Niña. Scientific Reports, 13(1): 1–8.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]

17. **Marshall, P. A. and Schuttenberg, H., 2006.** A reef manager's guide to coral bleaching. Great Barrier Reef Marine Park Authority, p. 178.
18. **Mashini, A.G., Parsa, S. and Mostafavi, P. G., 2015.** Comparison of *Symbiodinium* populations in corals from subtidal region and tidal pools of northern coasts of Hengam Island, Iran. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 473: 202-206.
19. **Miller, S. A. and Harley, J. P., 2001**. Zoology (Fifth ed.). McGraw-Hill Education, pp.137.
20. **Morgans, C. A., Hung, J. Y., Bourne, D. G. and Quigley, K. M., 2020.** Symbiodiniaceae probiotics for use in bleaching recovery. Restoration Ecology, 28(2): 282–288.
21. **Muscatine, L., 1967.** Glycerol excretion by symbiotic algae from corals and tridacna and its control by the host. Science, 156(3774): 516-519.
22. **Pechenik, J. A., 2015.** Biology of the Invertebrates (Seventh ed.). McGraw-Hill Education, pp.122-123.
23. **Rosado, P. M., Leite, D. C. A., Duarte, G. A. S., Chaloub, R. M., Jospin, G., Nunes Da Rocha, U., P Saraiva, J., Dini-Andreote, F., Eisen, J. A., Bourne, D. G. and Peixoto, R. S., 2019.** Marine probiotics: increasing coral resistance to bleaching through microbiome manipulation. The ISME Journal, 13(4): 921–936.
24. **Stat, M. and Gates, R., 2011.** Clade D *Symbiodinium* in Scleractinian Corals: A "Nugget" of Hope, a Selfish Opportunist, an Ominous Sign, or All of the Above? Journal of Marine Biology, V: 2011.
25. **Shahhosseiny, M., Ghavam Mostafavi, P., Mohammad, S., Fatemi, S. M. R. and Karimi, E., 2011.** Clade identification of symbiotic zooxanthellae of dominant sclerectinian coral species of intertidal pools in Hengam Island. African Journal of Biotechnology, 10: 1502-1506.
26. **Suggett, D. J. and Smith, D. J., 2020.** Coral bleaching patterns are the outcome of complex biological and environmental networking. Global Change Biology, 26(1): 68–79.
27. **Voolstra, C. R. and Ziegler, M., 2020.** Adapting with microbial help: microbiome flexibility facilitates rapid responses to environmental change. BioEssays: News and Reviews in Molecular, Cellular and Developmental Biology, 42(7): 1–9.
28. **Wilkinson, C., 2008.** Status of coral reefs of the world: 2008. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, p. 81.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-07]