15(2) 293-306, Summer 2023

Journal of Animal Environment

(AEJ)

Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Recruitment of biofouling communities in the coral reefs of Hengam Island (Persian Gulf): The interaction of nutrients and grazing

Mohammad Mehdi Zamani Jamshidi [1], Jafar Seyfabadi [*1], Ali Nasrolahi [2], Hamid Rezai Marnani [3]

[1]Department of Marine Biology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
[2]Department of Marine Biology, Faculty of Biological Sciences and Technology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[3]Department of Marine Biology, Daryamgar Pars Company, Tehran, Iran

Key Words

Coral Ecosystem
Biofouling
Nutrients
Grazing
Hengam Island
Persian Gulf

Abstract

Introduction: The coverage of Persian Gulf coral reefs has decreased in recent years due to global scale stressors such as global warming and acidification of oceans and local stressors such as ecotourism and coral diseases. This condition is often associated with the overgrowth of algae and other benthos and impairs the ability of coral communities to regenerate. However, the evidence suggests that coral reefs can essentially be recovered in the absence of stressors and destructive agents, provided that the larvae settle properly on the bed and among biofouling organisms competitors. Therefore, studying the interaction of nutrients and grazing as a precondition for coral larvae settlement is very important in determining the health of coral reefs and benthic population structure in management discussions.

Materials & Methods: In order to determine the relative importance of nutrient and grazing on the settlement pattern of hermatypic corals and other epibenthic communities in the coral reefs of Hengam Island, experimental manipulations was designed and performed in four treatments in terms of nutrient s and grazing parameters. The beginning of this research was from autumn 1398 to the end of summer 1400 in four time periods of spring, summer, autumn and one year-period-panel on ceramic panels with a size of 20×20 cm for 21 months.

Results: The statistical results show the predominant effect of the nutrient parameter in controlling the subsidence of benthic communities compared to the grazing parameter in coral ecosystems of Hengam Island. This reflects the fact that the studied coral ecosystems of Hengam Island are mainly driven by a "bottom-up control" mechanism.

Conclusion: According to the present study, it can be concluded that if by adjusting the global and local stressful conditions, the coral reefs of Hengam Island are in the direction of regeneration and restoration, the intensity of grazing in the case of s high levels of nutrients will not be able to remove algal biomass and competing biofoulings, and coral larvae will not be able to settle and spend post-settlement phase successfully.

* Corresponding Author's email: seyfabadi@modares.ac.ir
Received: 6 April 2022; Reviewed: 6 May 2022; Revised: 4 July 2022; Accepted: 9 August 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.349394.2835

مقاله پژوهشی

نشست جوامع چسبنده زیستی (بیوفولینگ) نواحی مرجانی جزیره هنگام (خلیج فارس): ارتباط مواد مغذی و چراگری

محمدمهدی زمانی‌جمشیدی[1]، جعفر سیف‌آبادی[1*]، علی نصرالهی[2]، حمید رضایی‌مارنانی[3]

[1] گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

[2] گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[3] گروه زیست‌شناسی دریا، شرکت دریانگار پارس، تهران، ایران

کلمات کلیدی

سازگان مرجانی
چسبنده زیستی
مواد مغذی
چراگری
جزیره هنگام
خلیج فارس

چکیده

مقدمه: پراکنش آبسنگ‌های مرجانی خلیج فارس تحت تاثیر تنش‌های با مقیاس جهانی مانند گرمایش جهانی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها و تنش‌های محلی نظیر اکوتوریسم و بیماری‌ها در سال‌های اخیر کاهش یافته است. این حالت اغلب با رشد بی‌رویه جلبک‌ها و سایر کفزیان همراه است و توانایی اجتماعات مرجانی برای احیاء را مختل می‌سازد. با این وجود، مستندات نشان می‌دهند که آبسنگ‌های مرجانی می‌توانند در غیاب عوامل تنش‌زا و تخریب‌کننده، بازسازی شوند و این بازسازی، مشروط به نشست و جایگیری مناسب لاروها روی بستر و در میان جانداران چسبنده زیستی رقیب می‌باشد. از این‌رو مطالعه نقش نسبی عوامل کنترل‌کننده مواد مغذی و چراگری به‌عنوان زمینه‌ساز نشست لاروهای مرجانی، در تعیین سلامت آبسنگ‌های مرجانی و ساختار جمعیتی کفزیان در بحث‌های مدیریتی بسیار مهم است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین اهمیت نسبی عوامل موادمغذی و چراگری بر الگوی نشست مرجان‌های صخره‌ساز و سایر جوامع کفزی در نواحی مرجانی جزیره هنگام، طراحی آزمایش به شکل تیمارهای چهارگانه و دستکاری آزمایشی از لحاظ عوامل موادمغذی و چراگری و از ابتدای پاییز ۱۳۹۸ تا انتهای تابستان ۱۴۰۰ در چهار دوره زمانی بهار، تابستان، پاییز و بازه زمانی یک‌ساله روی کاشی‌های سرامیک با اندازه ۲۰×۲۰ سانتی‌متر طی ۲۱ ماه اجرا شد.

نتایج: نتایج آماری نشان‌دهنده تاثیر غالب موادمغذی در کنترل نشست اجتماعات کفزی در مقایسه با عامل چراگری در بوم‌سازگان مرجانی جزیره هنگام است. این موضوع نشانگر این واقعیت است که بوم سازگان مطالعه شده مرجانی جزیره هنگام، عمدتاً از طریق مکانیسم "کنترل از پایین" (bottom-up) هدایت می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به مطالعه حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگر با تعدیل شرایط تنش‌زای جهانی و موضعی، آبسنگ‌های مرجانی جزیره هنگام در جهت باززایی و احیاء قرار بگیرند، شدت چراگری در صورت شرایط مواد مغذی بالای محیطی قادر به رفع زی‌توده جلبکی و چسبنده‌های زیستی رقیب نخواهد بود و لاروهای مرجانی شرایط نشست و رشد پسانشست را پیدا نخواهند کرد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: seyfabadi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۷ فروردین ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۳ تیر ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۸ مرداد ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.349394.2835

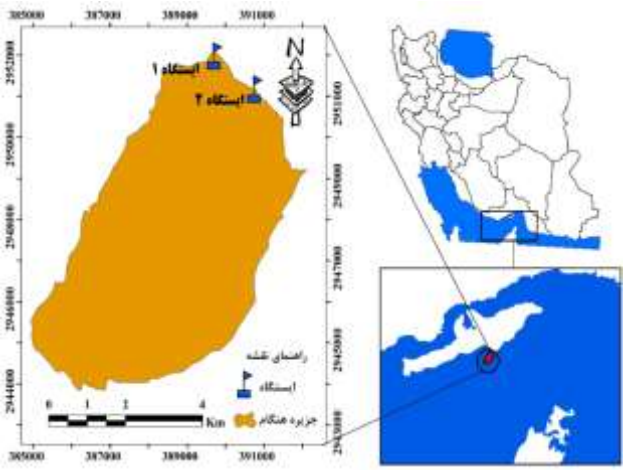
مقدمه

جمعیت‌های بیش‌تر گونه‌های دریایی توانایی انتشار دارند، از این رو احیاء آن‌ها به‌مقدار زیادی بستگی به انتشار لاروهای پلانکتونی از دیگر نقاط دارد؛ استقرار موفق این لاروها در هر جمعیت محلی، فرآیند اساسی تعیین‌کننده سرنوشت درازمدت جمعیت‌های دریایی به‌ویژه جمعیت‌های حساس و آسیب‌پذیر است (۱، ۲، ۳). حفظ توان باززایی آبسنگ‌های مرجانی در برابر تهدیدهای فزاینده انسانی به‌منظور مدیریت موثر این بوم‌سازگان‌ها حیاتی است (۴). تغییر اقلیم، افزایش دمای آب و اسیدی شدن آن، مهم‌ترین عوامل تنش‌زا در مقیاس جهانی، و صید بیش از حد، و توسعه سواحل و افزایش ورود مواد مغذی به دریا از مهم‌ترین تهدیدهای محلی و منطقه‌ای برای آبسنگ‌های مرجانی به‌شمار می‌روند (۵). برای بازسازی و احیای صخره‌های مرجانی، نشست و بازمانی لاروها عواملی تعیین‌کننده است. به‌عبارت دیگر، در بوم‌سازگان‌های تخریب‌شده مرجانی، توانایی احیا و بازسازی وابسته به نشست و جایگیری موفق لاروها در میان جلبک‌های رقیب و سایر گروه‌های کفزی می‌باشد (۶، ۷). از لحاظ تاریخی، بسیاری از مطالعات در زمینه بازسازی آبسنگ‌های مرجانی روی نشست مرجان‌ها متمرکز بوده و از بررسی نشست سایر گروه‌های کفزی اجتماعات بوم‌سازگان‌های مرجانی چشم‌پوشی شده است؛ درحالی‌که، جلبک‌ها، اسفنج‌ها، اسیدین‌ها، بارناکل‌ها، مرجان‌های نرم زوآنتیده، پرتاران سرپولید، بریوزوئن‌ها و سایر گروه‌های کفزی، اعضای فراوان اجتماعات مرجانی و دارای نقش‌های کارکردی متنوعی می‌باشند. اگرچه نقش سایر گروه‌های کفزی در فرآیند بازسازی آبسنگ‌های مرجانی به‌خوبی درک نشده است، اما معمولاً میزان نشست این گروه‌ها در مراحل اولیه بسیار بیش‌تر از مرجان‌های صخره‌ساز می‌باشد (۷). از میان این گروه‌ها، جلبک‌ها جزو تاثیرگذارترین گروه‌ها بوده و می‌توانند از طریق رقابت برای فضای بستر با مرجان‌ها، ترشح مواد شیمیایی و تجمع رسوبات، از نشست لارو مرجان و درنتیجه احیاء مرجان‌های صخره‌ساز جلوگیری کنند. به‌هرحال، مستندات نشان می‌دهند که آبسنگ‌های مرجانی می‌توانند در غیاب عوامل تنش‌زا و تخریب‌کننده، بازسازی شوند (۸، ۹). پوشش آبسنگ‌های مرجانی بنا به‌دلایل اشاره شده و هم‌چنین کاهش گیاه‌خواران و سایر چراگران کفزی‌خوار، در دهه‌های اخیر شدیداً کاهش یافته که اغلب با رشد بی‌رویه درشت‌جلبک‌ها و سایر کفزیان همراه بوده و توانایی اجتماعات مرجانی برای احیا را مختل می‌سازد (۱۰، ۱۱، ۱۲). اهمیت نسبی مکانیسم‌های هدایت‌کننده "کنترل از بالا" (top-down) در مقابل "کنترل از پایین" (bottom-up) در تنظیم جوامع کفزی آبسنگ‌های مرجانی، موضوع بحث و جدل بوده است (۱۳، ۱۴). مطالعات تجربی تک‌متغیره و دستکاری‌های میدانی نشان داده که افزایش مواد مغذی به‌تنهایی می‌تواند موجب افزایش رشد جلبک و نیز افزایش عوامل فیزیولوژیکی آن شود (۱۵، ۱۶، ۱۷)؛ از طرفی کاهش میزان چراگری منجر به افزایش فراوانی و زی‌توده جلبکی و سایر جوامع کفزی می‌گردد (۱۸، ۱۹، ۲۰). اما اثر هم‌زمان این دو متغیر و برهم‌کنش‌های میان این دو در بوم‌سازگان‌های طبیعی کم‌تر مشخص شده است (۵). مطالعات هم‌چنین بیانگر اهمیت بیش‌تر نقش مکانیسم‌های هدایت‌کننده کنترل از بالا و کنترل از پایین در نشست و درصد پوشش اسفنج‌های مرجانی بوده است (۲۱). صید بیش از حد و افزایش مواد مغذی ناشی از فعالیت‌های انسانی، به‌عنوان شایع‌ترین عوامل قابل‌کنترل مرتبط با کاهش اجتماعات آبسنگ‌های مرجانی در دو دهه اخیر شناسایی شده‌اند، از این‌رو مطالعه نقش نسبی مکانیسم‌های هدایت‌کننده کنترل از بالا و کنترل از پایین در تعیین ساختار جمعیتی کفزیان و سلامت آبسنگ‌های مرجانی در بحث‌های مدیریتی بسیار مهم هستند (۲۲). آبسنگ‌های مرجانی در خلیج فارس در سخت‌ترین شرایط زیست‌محیطی از لحاظ شوری، نوسانات دمایی و رسوب‌گذاری به‌سر می‌برند و در چند سال اخیر معضلاتی چون افزایش دمای ناشی از گازهای گلخانه‌ای و آلودگی‌های زیست‌محیطی مخرب در شرایطی که فرصت کافی برای احیا در بین دوره‌های افزایش دمایی وجود نداشته، منجر به آسیب‌ها و تلفات شدیدی به نواحی مرجانی خلیج فارس شده‌اند؛ هم‌چنین اثرات رقابتی سایر چسبنده‌های زیستی و وضعیت پرتنش برای جلبک‌های همزیست موارد نگران‌کننده و مورد ملاحظه در سال‌های اخیر بوده‌اند (۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷). هدف از این تحقیق در جزیره هنگام به‌عنوان یکی از بوم‌سازگان‌های مرجانی در بخش شمال‌شرقی خلیج فارس: ۱) بررسی میزان نشست لاروهای مرجانی، ۲) تعیین رقابت‌کننده‌های غالب چسبنده زیستی، ۳) شناخت چگونگی نحوه تأثیر هم‌زمان مکانیسم‌های چراگری (کنترل از بالا) و مواد مغذی (کنترل از پایین) روی نشست گروه‌های کفزی و ۴) شناخت نحوه واکنش چسبنده‌های زیستی مختلف در شرایط کاهش چراگری و افزایش مواد مغذی برای نشست و جایگیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: جزیره هنگام با ۸/۹ کیلومتر طول و ۳ تا ۶ کیلومتر عرض و ۵۰ کیلومتر مربع مساحت در دهانه تنگه هرمز و در مختصات جغرافیایی ´۳۶ °۲۶ تا ´۴۱ °۲۶ شمالی و ´´۴۰ ´۵۴ °۵۵

تا ´´۵۵ ´۵۴ °۵۵ شرقی واقع شده است. این جزیره از شمال به جزیره قشم، از شمال‌شرقی به جزایر قشم و لارک، از جنوب به راس‌المسندام و از جنوب‌غرب به جزیره تنگ بزرگ محدود می‌گردد. در پژوهش قبلی انجام شده روی نواحی مرجانی جزیره هنگام (۲۸)، بخش شمالی جزیره از نظر پوشش و تراکم مرجان‌های صخره‌ساز و نیز شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای بر سایر نواحی جزیره برتری داشت. با احداث مزرعه پرورش میگو در دهه اخیر عملاً ناحیه مرجانی شمالی جزیره به دو منطقه دور از پساب مواد مغذی (ایستگاه اسکله) و منطقه تحت تاثیر پساب مواد مغذی (مزرعه پرورش میگو) تغییر یافته است؛ از این‌رو، ناحیه مرجانی شمالی جزیره برای مطالعه حاضر درنظر گرفته شد. (شکل ۱، جدول ۱).



شکل ۱: موقعیت جزیره هنگام و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره هنگام

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	عمق (متر)
اسکله	۲۶° ۴۱'۱۲۴ " شمالی ۵۵° ۵۳'۵۹۰ " شرقی	۸
مزرعه پرورش میگو	۲۶° ۳۹'۶۸۶ " شمالی ۵۵° ۵۴'۷۴۱ " شرقی	۶

طراحی آزمایش، عملیات میدانی و مراحل آزمایشگاهی:

در مطالعه حاضر، سازه‌های آزمایشی در دو ناحیه از منطقه مرجانی شمالی جزیره هنگام، موسوم به ایستگاه اسکله (ناحیه فاقد پساب مواد مغذی) و نیز در فاصله کم‌تر از ۲۰۰ متری پساب مواد مغذی در ناحیه موسوم به ایستگاه مزرعه پرورش میگو قرار داده شدند. دوره فعالیت مزرعه پرورش میگو و درنتیجه رهاسازی مواد مغذی به درون آب از فروردین‌ماه تا آذرماه بود و فصل زمستان فاقد فعالیت پرورش میگو و در نتیجه ورودی مواد مغذی به آب بودیم. به‌علت دقیقاً مشخص نبودن دوره‌های تولیدمثلی و آزادسازی و نشست لارو پلانولا در جزیره هنگام، نتایج سایر مناطق مدنظر قرار گرفت و زمان‌بندی پژوهش به‌شکلی درنظر گرفته شد که تمامی زمان‌های ممکن از نظر امکان نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز، زمان‌های آزادسازی مواد مغذی ورودی از مزرعه پرورش میگو به بخش مرجانی مشرف به آن و نیز پنل بازه زمانی یک‌ساله به‌منظور اهمیت، دقت و موثرتر بودن مطالعه، پوشش داده شوند. دوره بیشینه اصلی نشست لاروهای مرجانی در منطقه ابوظبی از ژوئن تا آگوست مشاهده شده که به‌فاصله یک تا چهار ماه پس از دوره تخم‌ریزی (آوریل و می) صورت می‌گیرد؛ ضمناً دوره نشست کوچک‌تری از سپتامبر تا نوامبر گزارش شده است (۲۹، ۳۰). هم‌چنین زمان اوج تخم‌ریزی مرجان‌های صخره‌ساز درجزایر کیش و لارک در ماه‌های ژوئن و سپتامبر گزارش شده‌است (۳۱). در مطالعه دیگری در خلیج فارس (در سه ناحیه راس قناد، سعادیات و زابیا)، این دوره از ژوئن تا اکتبر ثبت شده است (۷). بر اساس اطلاعات در دسترس در خصوص زمان نشست لاروهای مرجانی در سایر نقاط خلیج فارس (۲۹، ۳۰، ۳۱، ۷) و نیز نتایج سنجش مواد مغذی که فصل زمستان را فاقد ورودی مواد مغذی و متعاقبا فاقد برهم‌کنش دو پارامتر مواد مغذی و چراگری تشخیص داد، و هم‌چنین به‌علت اهمیت بررسی نشست در دوره یک ساله و مقایسه این دوره با دوره‌های فصلی به‌منظور درک نقش طولانی شدن زمان بر برهم‌کنش دو پارامتر مورداشاره، مراحل تحقیق در چهار دوره زمانی بهار، تابستان و پاییز به‌همراه دوره زمانی یک ساله انجام شد. در این بررسی، از کاشی‌های سرامیک با اندازه ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به‌عنوان صفحات نشست، از گرگورها به‌عنوان قفس یا حصار ممانعت‌کننده‌از ورود چراگران و از بست‌های پلاستیکی برای اتصال صفحات نشست به بلوک‌های سیمانی استفاده شد (شکل ۲). برای زاویه‌دار کردن صفحات نشست (به‌منظور مناسب‌تر شدن برای نشست لاروها به‌ویژه لاروهای مرجانی) (۳۲) از تکه‌های سنگ و چوب در لبه‌های پایینی هر کاشی استفاده شد. صفحات نشست در مجاورت مرجان‌های صخره‌ساز در دو ایستگاه مذکور مرجانی ناحیه شمالی جزیره قرار داده شدند. نصب هر سازه و تایل‌های مربوطه در مجاورت مرجان‌های صخره‌ساز به‌نحوی انجام گرفت که آسیب فیزیکی به مرجان‌ها وارد نشود. به‌منظور بررسی تاثیر هم‌زمان مواد مغذی و چراگری بر نشست جوامع چسبنده زیستی، چهار تیمار آزمایشی به‌شرح ذیل درنظرگرفته‌شد: ۱) تیمار $N^{-}H^{+}$: این تیمار در ایستگاه اسکله که فاقد پساب حاوی مواد مغذی است قرار داده شد و از هیچ‌گونه حصاری برای جلوگیری از دسترسی چراگران به صفحات نشست استفاده نشد. ۲) تیمار $N^{-}H^{-}$: این تیمار در ایستگاه اسکله که فاقد پساب حاوی مواد مغذی است قرار داده شد و از گرگور برای جلوگیری از دسترسی چراگران به صفحات نشست استفاده شد. ۳)

تیمار N^+H^+: این تیمار در ایستگاه پرورش میگو که حاوی پساب مواد مغذی است قرار داده شد و از هیچ‌گونه حصاری برای جلوگیری از دسترسی چراگران به صفحات نشست استفاده نشد. ۴) تیمار N^+H^-: این تیمار در ایستگاه پرورش میگو که حاوی پساب مواد مغذی است قرار داده شد و از گرگور برای جلوگیری از دسترسی چراگران به صفحات نشست استفاده شد.

شکل ۲: سازه‌های آزمایشی، سمت راست: تیمار شاهد (N^-H^+)، سمت چپ: تیمار مواد مغذی و حذف چراگری (N^+H^-)

طراحی آزمایش و نمونه‌برداری فوق‌الذکر در دوره‌های فصلی تحت تاثیر ورودی پساب مواد مغذی مزرعه پرورش میگو شامل بهار، تابستان، پاییز و نیز یک دوره یک‌ساله اجرا شد. آب محیطی از عمق چند سانتی‌متری بالای بستر نواحی مرجانی جزیره هنگام درنقاط داری سازه‌های نشست با هدف‌سنجش نیترات، نیتریت، ارتو فسفات، آمونیاک کل و کلروفیل a در سه تکرار، با استفاده از بطری نمونه‌برداری‌دو لیتری‌نیسکین و درماه‌های‌مختلف سال نمونه‌برداری شد. پس از نمونه‌برداری، صفحات نشست برچسب‌گذاری شده با لیبل، در یخدان‌های حاوی یخ قرارگرفته و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شدند و تا انجام مراحل بعدی در فریزر در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. هم‌چنین بطری‌های آب برچسب‌گذاری شده با لیبل، در یخدان‌های حاوی یخ قرارگرفته و جهت سنجش نیترات، نیتریت، ارتوفسفات، آمونیاک کل و کلروفیل a به آزمایشگاه واحد آلودگی دریا، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، شهرستان بندرعباس منتقل شدند و سپس با استفاده از پمپ خلا و کاغذهای میلی‌پور با قطر ۰/۴۵ میکرون، فیلتر و تا زمان آنالیز در فریزر نگه‌داری شدند. اندازه‌گیری تمامی نمونه‌های مربوط به مواد مغذی به‌صورت خودکار با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ساخت کشور انگلستان مدل UV/VIS سری ۲۰۰۰ صورت گرفت (۳۳). در هر نمونه‌برداری، به‌منظور حذف گل و لای از سطح کاشی‌ها، هرکاشی به آهستگی توسط قلمو شسته شد. تعیین درصد پوشش موجودات چسبنده زیستی در سطح صفحات نشست و هم‌چنین فضاهای خالی موجود با استفاده از تصویربرداری و آنالیز دیجیتالی صورت پذیرفت. بدین‌ترتیب که ابتدا از سطوح رویی و زیرین هر کاشی به‌صورت جداگانه توسط دوربین Fujifilm مدل Finepix عکس‌برداری شد. سپس تصاویر توسط نرم‌افزار CPCe مورد تحلیل قرار گرفتند و درصد پوشش اجزاء محاسبه شد. در مراحل بعد، هر پنل با دقت توسط استریومیکروسکوپ مشاهده و بررسی شد. برای محاسبه درصد فراوانی تاکسون‌های نشست‌کرده در سطح هر پنل از روش محاسبه درصد پوشش با استفاده از نرم‌افزار CPCe 4.1 استفاده شد (۳۴).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ به‌منظور محاسبه میانگین درصد پوشش تاکسون‌ها در هر بازه زمانی مورد استفاده قرار گرفت. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ برای بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk و نرمال سازی داده‌ها با استفاده روش تبدیل لگاریتمی، محاسبه آنالیز واریانس‌های یک‌طرفه مقایسه‌درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی بین تیمارها و بازه‌های زمانی،دوطرفه جهت‌بررسی اثر متقابل‌بازه‌زمانی و تیمار استفاده شد. از نرم‌افزار PRIMER نسخه ۶ جهت‌انجام آنالیز ANOSIM برای بررسی اختلاف‌در ساختار جمعیت جانداران، آنالیز nMDS جهت‌دسته‌بندی تیمارها در بازه‌های‌زمانی‌مختلف از لحاظ تاکسون‌ها بر اساس‌میزان تشابهات و عدم تشابهات، و آنالیز SIMPER برای تعیین سهم تاکسون‌های موثر در ایجاد عدم تشابه ساختار جمعیتی استفاده شد.

نتایج

در این‌مطالعه درمجموع ۴۰ تاکسون از جوامع‌چسبنده زیستی شناسایی شدند (جداول ۲ و ۳). هیچ موردی از نشست‌ها مربوط به مرجان‌های سخت و صخره‌ساز، و جانداران تسهیل‌کننده نشست مرجان‌ها یعنی جلبک‌های مرجانی و اسفنج‌های آهکی نبود. در هر چهار دوره‌زمانی مطالعه‌شده، از میان‌موجودات اتوتروف، بیوفیلم‌های میکروجلبکی (متشکل از دیاتومه‌ها و سیانوباکترها) و جوانه‌های جلبک‌های رشته‌ای و سپس جلبک رشته‌ای *Enteromorpha* و جلبک قرمز *Soliera* و از میان موجودات هتروتروف، سرپولیدهای *Hydroides* و Spirorbinae، بیش‌ترین میزان را به‌خود اختصاص دادند (اشکال ۳ تا ۶).

نتایج مقایسه درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی بین تیمارها و بازه‌های زمانی مختلف: نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (جدول ۴) نشان داد که در فصول پاییز، بهار و تابستان، تیمارهای حاوی مواد مغذی (N^+H^- و N^+H^+) و تیمار حذف چراگری (N^-H^-) با اختلاف‌معنی‌دار، میزان‌بیش‌تری از نشست‌جوامع چسبنده زیستی را در مقایسه با تیمار شاهد (N^-H^+) در نواحی مرجانی جزیره هنگام به‌خود اختصاص داده‌اند ($P<۰/۰۵$). در بازه زمانی یک‌ساله،

اختلاف معنی‌داری بین درصد پوشش بین تیمارهای چهارگانه وجود ندارد (P<۰/۰۵، df=۳، F=۰/۲۷۵) (جدول ۴). نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه (جدول ۵) نشان داد که بازه زمانی یک‌ساله از نظر درصد پوشش با اختلاف معنی‌داری بالاترین میزان و فصول پاییز و بهار کم‌ترین میزان را داشته و فصل تابستان بین این دو مقدار قرار گرفته است؛ بنابراین در بین ۳ فصل مطالعه شده، تابستان بیش‌ترین میزان درصد پوشش جوامع چسبنده زیستی را دارا بوده است (F=۴/۰۳۷ ،df=۳ ،P<۰/۰۵).

جدول ۲: گروه‌های کفزیان چسبنده زیستی هتروتروف در نواحی مرجانی جزیره هنگام

Polychaetes	Serpulidae	*Hydroides, Spirobranchus,* Spirorbinae
	Sabellidae	-
Ascidians	Didemnidae (Colonial Ascidians)	*Didemnum, Trididemnum*
	Ascididae (Solitary Ascidians)	*Phallusia nigra, Styela, Ascidiella*
Bryozoa	Cheilostomata	*Microporella, Schizoporella*
Bivalvia	Petreidae (Feather Oysters)	*Pinctada radiata, Pinctada, Pteria*
	Spondylidae (Thorny Oysters)	*Spondylus*
	Osteridae (Hood Oysters)	*Saccostrea cucullata*
	Anomidae (Saddle Oysters)	–
	Hippocynidae (Hoof Snails)	–
	Mytilidae (Mussels)	*Modiolus*
Gastropoda	Patellidae (True Limpets)	*Patella*
	Siphonaridae (False Limpets)	*Siphonaria*
	Rib Limpets (Acmaeidae)	*Acmaea*
Sponges	Demospongia	Clionidae, Massive Demospongia
Anthozoa	Sea Anemones (Solitary Sea Anemones	-

جدول ۳: گروه‌های کفزیان چسبنده زیستی اتوتروف در نواحی مرجانی جزیره هنگام

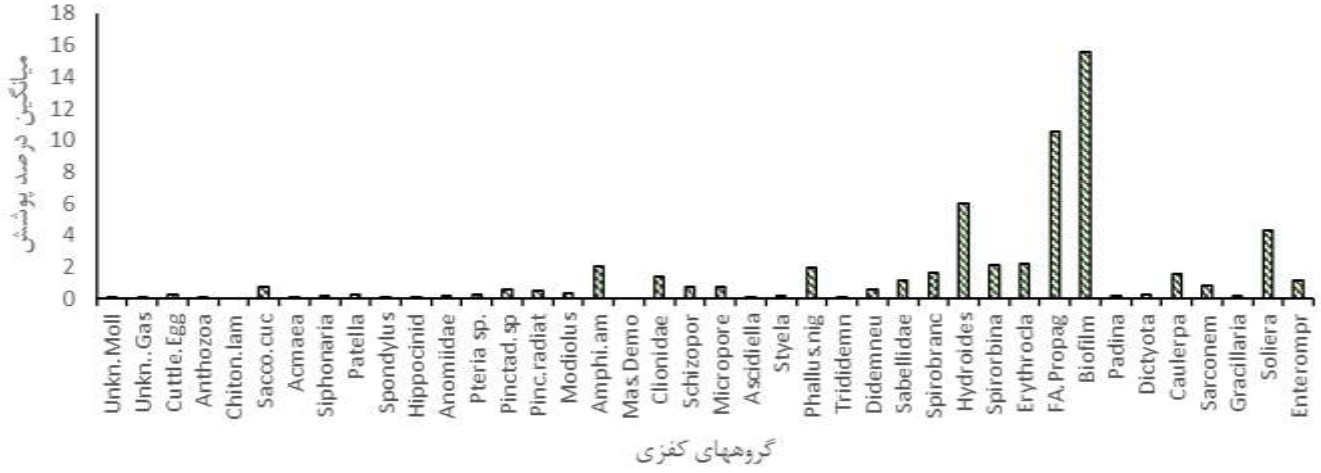
Microalgae Biofims and slimes	diatoms and Cyanobacters
Green turf macroalgae	*Enteromorpha*
Green Macroalgae	*Caulerpa*
Phaeophyta (Brown Macroalgae)	*Dictyota, Padina*
Rhodophyta (non-coralline or non-crustose)	*Soliera, Sarconema, Erythrocladia, Gracillaria*

جدول ۴: مقایسه درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی بین تیمارهای مختلف در بازه‌های زمانی جزیره هنگام (n=۱۲، n=تکرار در هر تیمار)

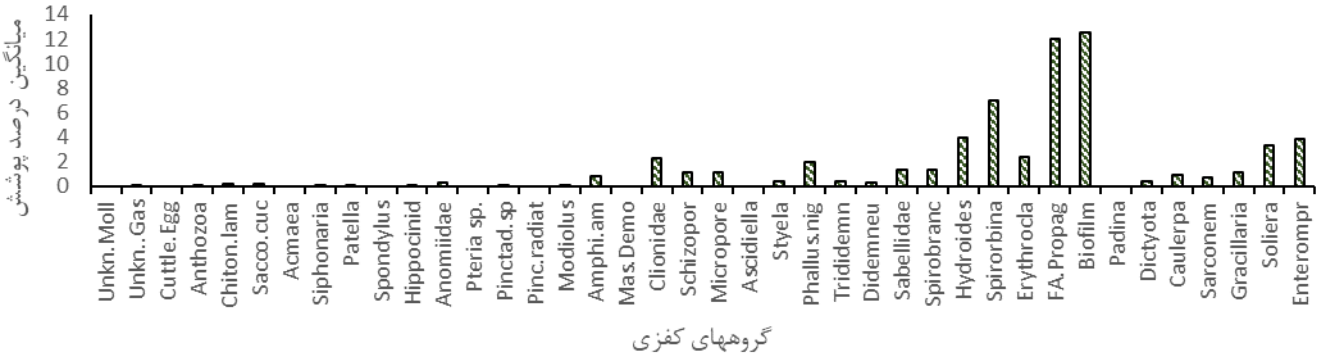
بازه زمانی	تیمار	انحراف معیار ± میانگین
فصل پاییز	N^-H^+	۳۶/۱۰ ± ۱۱/۸۰ b
	N^-H^-	۶۰/۵۱ ± ۲۵/۸۱ a
	N^+H^+	۷۰/۴۴ ± ۲۲/۰۲ a
	N^+H^-	۶۹/۱۰ ± ۲۸/۲۰ a
فصل بهار	N^-H^+	۳۲/۴۰ ± ۱۲/۰۷ b
	N^-H^-	۶۲/۹۵ ± ۲۷/۳۵ a
	N^+H^+	۷۰/۷۰ ± ۲۱/۴۴ a
	N^+H^-	۷۳/۸۱ ± ۲۵/۶۲ a
فصل تابستان	N^-H^+	۴۲/۴۲ ± ۷/۳۰ b
	N^-H^-	۶۸/۲۵ ± ۲۴/۴۶ a
	N^+H^+	۷۳/۹۸ ± ۲۰/۱۳ a
	N^+H^-	۷۶/۰۸ ± ۲۳/۴۰ a
بازه زمانی یک‌ساله	N^-H^+	۷۶/۳۳ ± ۲۴/۱۱
	N^-H^-	۷۵/۲۴ ± ۱۷/۲۷
	N^+H^+	۷۷/۸۵ ± ۲۱/۷۵
	N^+H^-	۶۹/۸۵ ± ۲۷/۴۹

جدول ۵: مقایسه درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی بین بازه‌های زمانی در جزیره هنگام (n=۴۸، n=تکرار در هر بازه زمانی)

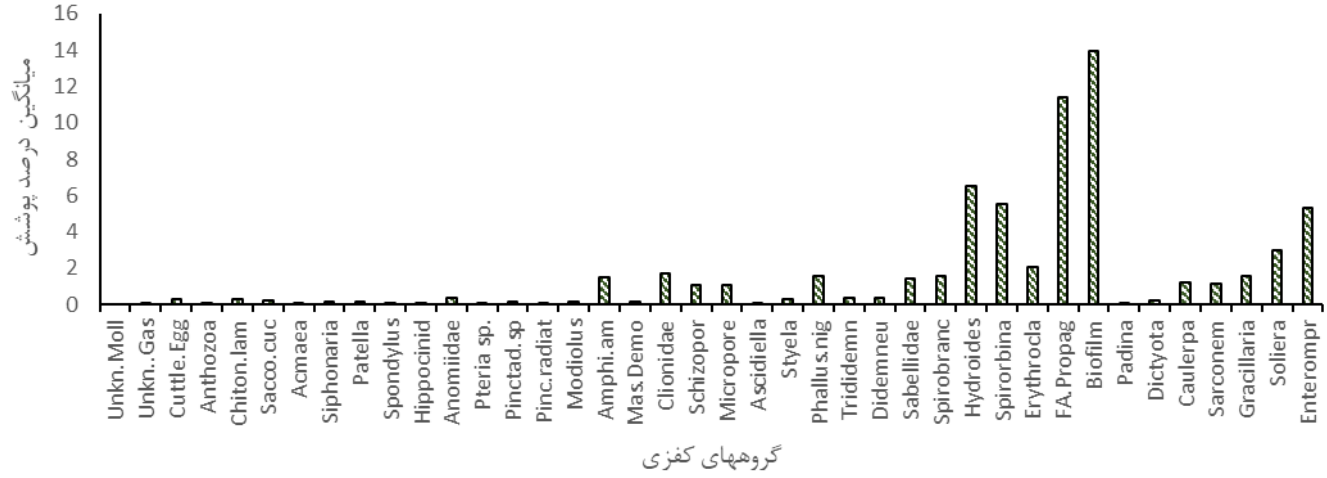
بازه زمانی	انحراف معیار ± میانگین
یک‌ساله	۷۴/۸۲ ± ۲۲/۴۲ a
بهار	۵۹/۹۶ ± ۲۷/۲۹ b
تابستان	۶۵/۱۸ ± ۲۳/۶۷ ab
پاییز	۵۹/۰۴ ± ۲۶/۱۱ b



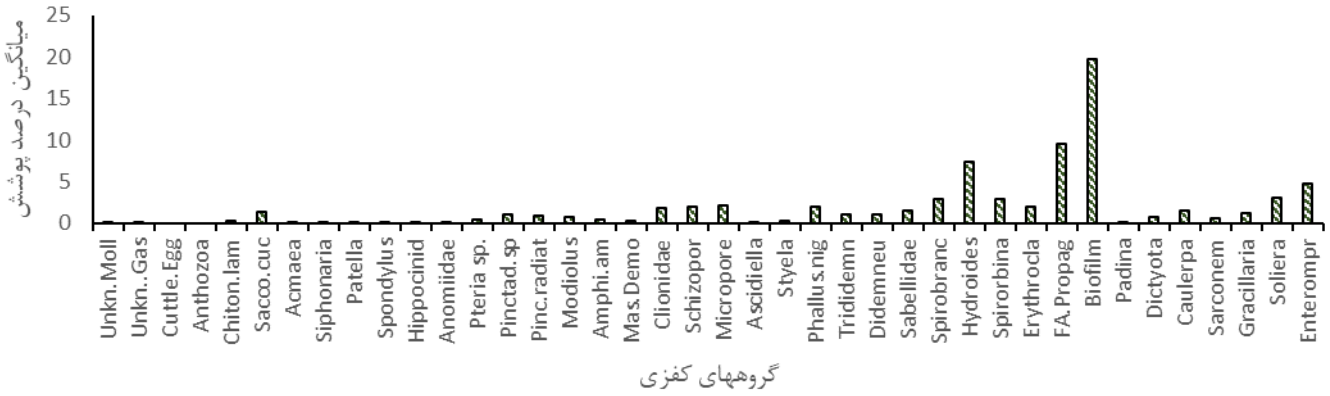
شکل ۳: نمودار میانگین درصد پوشش تاکسون‌های چسبنده زیستی در فصل پاییز



شکل ۴: نمودار میانگین درصد پوشش تاکسون‌های چسبنده زیستی در فصل بهار



شکل ۵: نمودار میانگین درصد پوشش تاکسون‌های چسبنده زیستی در فصل تابستان

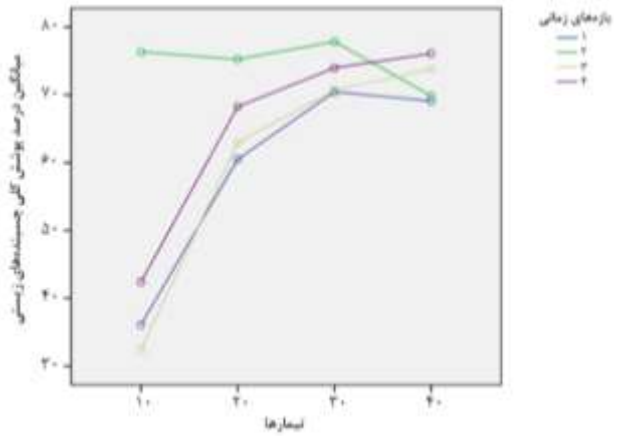


شکل ۶: نمودار میانگین درصد پوشش تاکسون‌های چسبنده زیستی در بازه زمانی یک‌ساله

نتایج بررسی تاثیر بازه زمانی، تیمار و برهم‌کنش (اثر متقابل) بازه زمانی و تیمار بر درصد فراوانی کلی نشست چسبنده‌های زیستی: آنالیز واریانس دوطرفه (جدول ۶) نشان داد که "تاثیر بازه زمانی بر درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی"، "تاثیر تیمار بر درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی" و " تاثیر برهمکنش (اثر متقابل) بازه زمانی و تیمار بر درصد پوشش چسبنده‌های زیستی"، معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵). شکل ۷ نشان می‌دهد که بازه زمانی یک ساله از نظر اختلاف فراوانی بین تیمارها و نیز میزان فراوانی کلی چسبنده‌های زیستی در تیمارها متفاوت از سایر بازه‌های زمانی است (P<۰/۰۵).

جدول۶: درجه معنی‌داری بررسی تاثیر بازه زمانی، تیمار و تاثیر متقابل بازه زمانی و تیمار بر فراوانی کلی نشست چسبنده‌های زیستی در نواحی مرجانی جزیره هنگام

آنالیزهای تاثیر بر فراوانی کلی	F	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
بازه زمانی	۵/۱۴۹	۳	۰/۰۰۲*
تیمار	۱۴/۸۶۱	۳	۰*
تاثیر متقابل بازه زمانی و تیمار	۲/۱۳۴	۹	۰/۰۲۹*



شکل ۷: تاثیر متقابل بازه زمانی و تیمارها در مورد فراوانی نشست چسبنده‌های زیستی در نواحی مرجانی جزیره هنگام

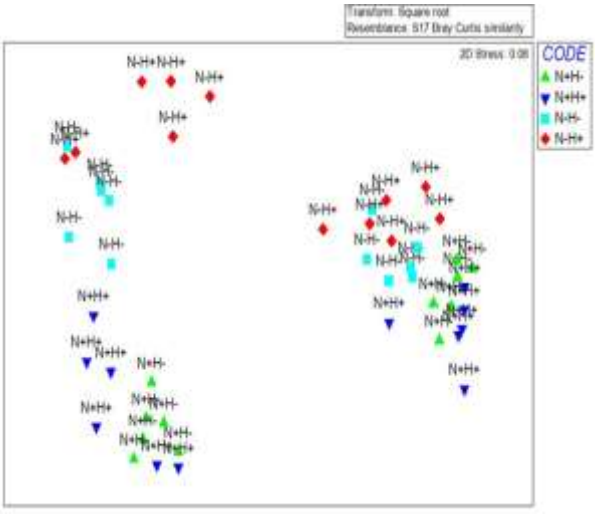
فصل پاییز=۱، بازه یک‌ساله=۲،فصل بهار=۳، فصل تابستان=۴/ محور افقی: تیمار N-H+=۱۰، تیمار N-H-=۲۰، تیمار N+H+=۳۰، تیمار N+H-=۴۰

بررسی ساختار جمعیتی در بازه‌های زمانی مختلف از لحاظ ترکیب تاکسون‌ها: در فصل پاییز، نتایج ANOSIM و nMDS نشان دهنده اثر معنی‌دار عامل مواد مغذی و غیر معنی‌دار عامل چراگری بر ساختار جمعیتی تیمارها از لحاظ تاکسون‌ها است (جدول ۷ و شکل ۸). نتایج آزمون SIMPER نشان‌دهنده نقش جلبک قرمز *Soliera* و اسیدین کلنی از جنس *Didemnum* در ایجاد عدم تشابه از لحاظ عامل مواد مغذی بین تیمارها و در ساختار جمعیتی فصل پاییز است (جدول ۸). در فصل بهار، نتایج ANOSIM و nMDS نشان‌دهنده اثر معنی‌دار عامل مواد مغذی و غیر معنی‌دار عامل چراگری بر ساختار جمعیتی تیمارها از لحاظ تاکسون‌ها است (جدول ۷ و شکل ۹). نتایج آزمون SIMPER نشان‌دهنده نقش جلبک قرمز *Soliera* در ایجاد عدم تشابه از لحاظ عامل مواد مغذی بین تیمارها و در ساختار جمعیتی فصل بهار است (جدول ۸). در فصل تابستان، نتایج ANOSIM و

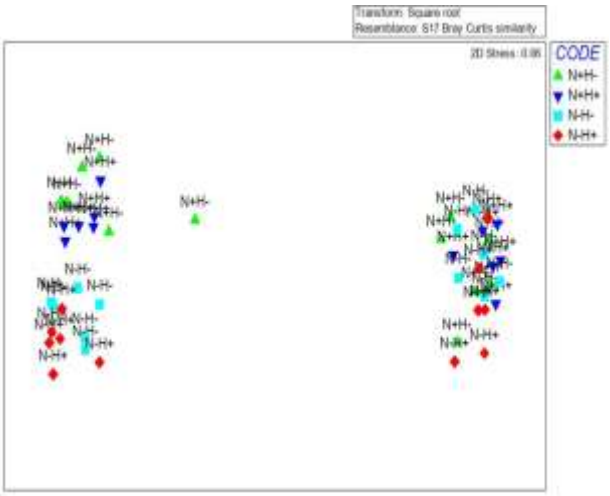
nMDS نشان‌دهنده اثر معنی‌دار هر دو عامل مواد مغذی و چراگری بر ساختار جمعیتی تیمارها از لحاظ تاکسون‌ها است (جدول ۷ و شکل ۱۰). نتایج آزمون SIMPER نشان‌دهنده نقش جلبک قرمز *Soliera* و Serpulid از جنس *Hydroides* در ایجاد عدم تشابه از لحاظ عامل مواد مغذی و نقش جلبک رشته‌ای *Enteromorpha* در ایجاد عدم تشابه‌از لحاظ عامل چراگری بین تیمارها و در ساختار جمعیتی فصل تابستان است (جدول ۸). در بازه زمانی یک‌ساله، نتایج ANOSIM و nMDS نشان‌دهنده اثر معنی‌دار عامل مواد مغذی و غیرمعنی‌دار عامل چراگری بر ساختار جمعیتی تیمارها از لحاظ تاکسون‌ها است (جدول ۷ و شکل ۱۱). نتایج آزمون SIMPER نشان‌دهنده نقش جلبک قرمز *Soliera* و دوکفه‌ای اویستر از گونه *Saccostrea cucullata* در ایجاد عدم تشابه از لحاظ عامل مواد مغذی بین تیمارها و در ساختار جمعیتی بازه زمانی یک‌ساله است (جدول ۸).

جدول ۷: نتایج آزمون ANOSIM برای مقایسه تیمارها از نظر ترکیب تاکسون‌ها در دوره‌های زمانی مختلف

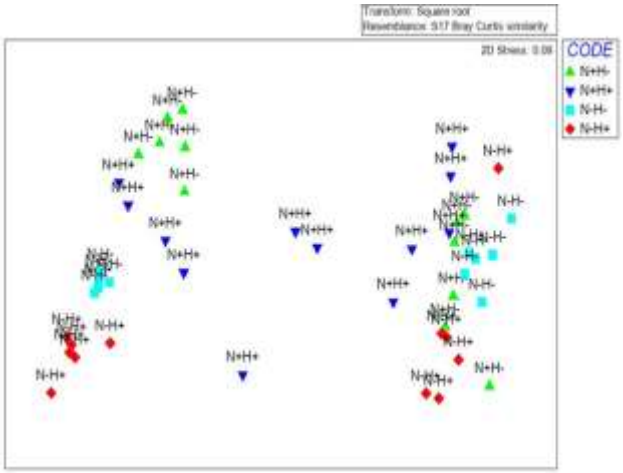
دوره زمانی	متغییر	مقدار R
	مواد مغذی	*۰/۵۰
فصل پاییز	چراگری	۰/۳۲
	مواد مغذی	*۰/۴۸
فصل بهار	چراگری	۰/۲۹
	مواد مغذی	*۰/۶۰
فصل تابستان	چراگری	*۰/۴۲
	مواد مغذی	*۰/۵۱
بازه زمانی یک‌ساله	چراگری	۰/۲۶



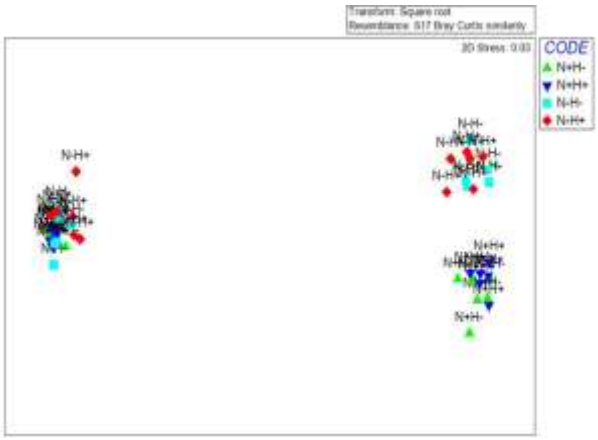
شکل ۸: شکل nMDS مقایسه درصد پوشش بین تیمارها از لحاظ ترکیب تاکسون‌ها در فصل پاییز



شکل ۹: شکل nMDS مقایسه درصد پوشش بین تیمارها از لحاظ ترکیب تاکسون‌ها در فصل بهار



شکل ۱۰: شکل nMDS مقایسه درصد پوشش بین تیمارها از لحاظ ترکیب تاکسون‌ها در فصل تابستان



شکل ۱۱: شکل nMDS مقایسه درصد پوشش بین تیمارها از لحاظ ترکیب تاکسون‌ها در بازه زمانی یک‌ساله

جدول ۸: نتایج آنالیز SIMPER برای تعیین تاکسون‌های موثر در ایجاد تفاوت بین تیمارها از لحاظ مواد مغذی در دوره‌های زمانی مختلف

دوره زمانی	عامل	تاکسون موثر	درصد مشارکت در عدم تشابه
فصل پاییز	مواد مغذی	*Soliera*	*۶۲/۰۱
		Didemnum	*۵۴/۰۷
	چراگری	–	–
بازه زمانی یکساله	مواد مغذی	*Soliera*	*۶۶/۸۹
		Saccostrea cucullata	*۵۲/۳۳
	چراگری	–	–
فصل بهار	مواد مغذی	*Soliera*	*۵۲/۴۵
	چراگری	–	–
فصل تابستان	مواد مغذی	*Soliera*	*۸۱/۷۵
		Hydroides	*۵۹/۹۹
	چراگری	*Enteromorpha*	*۵۶/۴۰

بحث

اجتماعات آبسنگ‌های مرجانی در خلیج فارس در معرض تنش‌ها و آشفتگی‌هایی در مقیاس وسیع در سال‌های اخیر بوده‌اند. تا به امروز، اطلاعات اندکی از الگوهای مکانی و فصلی نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز و و اجتماعات کفزیان غیرمرجانی در بوم‌سازگان‌های آبسنگ‌های مرجانی شمالی خلیج فارس به‌دست آمده که درک ما از این موضوع مهم و تاثیرگذار بر آینده بوم‌سازگان‌های مرجانی را محدود ساخته‌است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نشست مرجان‌های صخره‌ساز در وضعیت بحرانی بوده و واقعیت عدم نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز، فارغ از اختلافات بین تیمارهای مورد مطالعه ما از نظر برهم‌کنش عوامل چراگری و مواد مغذی و نیز بازه‌های زمانی مطالعه شده است. فقدان نشست مرجان‌های سخت در مطالعه ما مطابق با نتایج مطالعات در نواحی آسیب‌دیده مرجانی چون نتایج مطالعه در دریای عمان و موسندام (۷)، در آب‌های سنگاپور (۳۵)، منطقه چابهار (۳۶) است، چرا که در این مطالعات نیز مثل مطالعه حاضر هیچ موردی از نشست لاروهای مرجان صخره‌ساز در طول دوره پژوهش مشاهده و گزارش نشده است. از طرف دیگر مطالعه حاضر، مغایر با نتایج مطالعه در نواحی جنوبی خلیج فارس (دوبی، امارات متحده عربی)(۳۰) است؛ چراکه در این مورد، نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز در حد قابل توجهی مشاهده و گزارش گردید. هم‌چنین در مطالعه نواحی جنوبی خلیج فارس (دوبی، امارات متحده عربی)(۳۰)، نشست مرجان‌های سخت به‌صورت پیک‌های فصلی بزرگ و کوچک به‌ترتیب در تابستان و پاییز بود، ولی در مطالعه حاضر پیک فصلی در نشست مرجان‌های سخت مشاهده نشد. در این مطالعه، فراوانی نشست بیوفولینگ‌ها به‌نفع غالبیت بیوفیلم‌های میکروجلبکی همراه جوانه‌های جلبک‌های رشته‌ای یعنی epilithic algal turf بود (شکل‌های ۳ تا ۶) که مراحل اولیه توالی جلبک‌های رشته‌ای هم‌چون *Enteromorpha* هستند، و در همه تیمارها با درصد پوشش قابل توجهی حضور داشتند. در مورد نشست موجودات هتروتروف، پرتاران Serpulidae از *Hydroides* و Spirorbinae غالبیت داشتند (شکل‌های ۲ تا ۵) که جزو معلق‌خوارها (suspension feeders) بوده، لذا تحت تاثیر مواد مغذی محیط قرار می‌گیرند. جلبک قرمز *Soliera* که در تیمارهای بدون ورودی مواد مغذی، یعنی N^-H^+ و N^-H^- غایب بودند، در تیمارهای دارای ورودی مواد مغذی یعنی N^+H^+ و N^+H^- حضور معنی‌داری داشتند. جلبک‌های قرمز غیرمرجانی *Erythocladia* و جلبک‌های رشته‌ای *Entermorpha* نیز که در همگی تیمارها حضور داشتند، در تیمارهای دارای ورودی مواد مغذی حضور بیش‌تری در مقایسه با تیمارهای بدون ورودی مواد مغذی داشتند. هم‌چنین جلبک‌های رشته‌ای در شرایط مواد مغذی، ابعاد بیش‌تری داشتند که نشان‌دهنده تاثیر مواد مغذی بر افزایش متابولیسم و سرعت رشد آن‌ها بوده است. خلیج فارس یکی از سخت‌ترین شرایط زیست‌محیطی در آب‌های سراسر جهان را داراست که به‌علت نوسانات بالای دمایی، شوری و نیز رسوب‌گذاری بالاست و در چند سال اخیر جوامع مرجانی آن به‌شدت در معرض سفیدشدگی، بیماری‌ها و مرگ‌ومیر قرار گرفته است؛ به‌گونه‌ای که موجب تغییر فاز گسترده‌ای در ساختار اجتماعات کفزی این نواحی شده است (۷). در مطالعه ما اثری از نشست جلبک‌های پوسته‌دار مرجانی مشاهده نشد؛ در صورتی‌که در مطالعاتی نظیر مطالعه در دریای عمان و موسندام (۷)، این گروه جلبکی به‌صورت غالب در نواحی جنوبی خلیج فارس نشست کرده و عامل اصلی تفاوت ساختار جمعیتی کفزیان در مقایسه با سایر نواحی بودند. عدم نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز و جانداران تسهیل کننده روی سطوح آزمایشی مصنوعی در این مطالعه، احتمالاً بی‌ارتباط با نشست سایر جوامع کفزی و رقابت با آن‌هاست، زیراکه در مواردی به‌ویژه تیمار شاهد، فضای خالی قابل توجهی روی سطوح رویی و زیرین کاشی‌ها در بسیاری از بازه‌های زمانی وجود داشت. فراوانی نشست پرتاران سرپولید، اسیدین‌ها و بریوزوئن‌ها در همه تیمارها و بازه‌های زمانی، نشان‌دهنده سازگاری بالای آن‌ها با شرایط مختلف و سخت محیطی، مقاومت در برابر چرا و رسوبگذاری، قابلیت رقابت با سایر گروه‌های کفزی و شرایط مساعد تولیدمثلی و متعاقباً ذخیره لاروی مناسب آن‌هاست. درحالی‌که بسیاری از مطالعات روی درک پویایی نشست مرجان‌های آبسنگ‌ساز پس از بروز تنش‌ها و آشفتگی‌های

محیطی تمرکز کرده‌اند (۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۳۰)، مطالعات کم‌تری به نقش نشست لاروهای گروه‌های کفزیان غیرمرجانی پرداخته‌اند که تاثیرگذار بر مراحل اولیه احیاء و بازسازی بومسازگان‌های مرجانی‌اند (۴۱، ۴۲). کفزیان غیرمرجانی جزو نخستین گروه‌های نشست‌کننده روی سطوح و بسترهای درمعرض تنش‌های محیطی هستند و عموماً سرعت نشست آن‌ها بیش از لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز است. می‌دانیم که بسیاری از کفزیان غیرمرجانی می‌توانند به‌عنوان تسهیل کننده یا بازدارنده برای نشست لاروها و متعاقباً بازگشت شیلاتی (recruitment) مرجان‌های صخره‌ساز در آبسنگ‌های درمعرض تنش‌ها و آشفتگی‌های محیطی محیطی عمل کنند. اجتماعات نشست‌کننده درنواحی مرجانی به‌شدت وابسته به مکان (region-specific) هستند و کفزیان غیرمرجانی، گروه‌های اولیه نشست‌کننده در همه مناطق مرجانی‌اند (گروه‌های پیشگام یا pioneer) که می‌تواند توسط گروه‌های تسهیل‌کننده (facilitator) چون جلبک‌های پوسته‌دار مرجانی و یا برعکس توسط گروه‌های بازدارنده (inhibitor) چون اسیدین‌ها بستر را بپوشاند (۷). در مطالعه حاضر، بومسازگان مرجانی جزیره هنگام فاقد جانداران تسهیل‌کننده چون جلبک‌های پوسته‌دار مرجانی و اسفنج‌های آهکی بود و در عوض، جانداران بازدارنده چون جلبک‌های رشته‌ای اسیدین‌های منفرد و کلنی، بریوزوئن‌ها، پرتاران لوله‌ساز به شدت در اجتماعات نشست‌کنندگان، غالبیت داشتند. عدم نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز در هیچ‌یک از تیمارهای مطالعه حاضر، احتمالاً به‌علت وضعیت نامساعد آبسنگ‌های مرجانی و متعاقباً شرایط نامطلوب تولیدمثلی و کاهش توانایی رقابتی آن‌ها با سایر جوامع چسبنده زیستی است؛ درحالی‌که در برخی مطالعات (۵)، نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز فقط روی صفحات در معرض چراگری مشاهده و گزارش شدند که نشان‌دهنده اهمیت عامل چراگری بر کنترل باززایی بومسازگان‌های مرجانی بوده‌اند. درمطالعه ما اثر چراگری عمدتاً بر بیوفیلم‌های میکروجلبکی و جوانه‌های جلبک‌های رشته‌ای مشاهده شد و این اثر، بیش‌تر در غیاب عامل مواد مغذی نقش خود را ایفا می‌کرد؛ نیز در مطالعه ما هم‌چون برخی مطالعات (۴۳)، در حضور مواد مغذی، چراگران ترجیح می‌دادند که از جلبک‌های foliose چون *Soliera* و *Gracillaria* درمقایسه با جلبک‌های رشته‌ای تغذیه کنند که به‌علت ارزش تغذیه‌ای بالاتر و خوشمزه‌تر شدن در اثر مواد مغذی بوده‌است. اما در مطالعات دیگری (۵)، اثر چراگری نه تنها فراوانی نشست مرجان‌های صخره‌ساز و جلبک‌های پوسته‌دار مرجانی را افزایش داد، بلکه موجب کاهش شدید فراوانی جلبک‌های رشته‌ای و جلبک‌های foliose و frondose نیز شد. در مطالعه حاضر، درشت جلبک‌های foliose و frondose واکنش مثبتی به افزایش مواد مغذی در هر دو تیمار دارای قفس‌گذاری و بدون قفس‌گذاری نشان دادند (که در تیمار دارای قفس‌گذاری، این افزایش بیش‌تر بود)؛ این یافته با نتایج برخی مطالعات (۵)، هم‌خوانی و مطابقت دارد. در مورد تاکسون‌های موثر بر اختلاف میان تیمارها باید گفت که گونه جلبکی *Soliera* در همه بازه‌های زمانی عامل اصلی اختلاف معنی‌دار درصد پوشش جوامع چسبنده زیستی بین تیمارهای متفاوت از نظر مواد مغذی بوده است (جدول ۸)؛ چرا که در تیمارهای حاوی مواد مغذی بالا، این گونه جلبکی با درصد قابل توجهی حضور داشت؛ درحالی‌که در تیمارهای بدون ورودی مواد مغذی فاقد این گونه هستیم. علاوه بر گونه جلبکی *Soliera*، در فصل پاییز جنس *Didemnum* از اسیدین‌های کلنی، در بازه‌زمانی یک‌ساله گونه *Saccostrea cucullata* و در فصل تابستان جنس *Hydroides* از سرپولیدها نیز در ایجاد تمایز میان تیمارهای متفاوت از نظر سطح مواد مغذی موثرند (جدول ۸). تاکسون‌های جانوری مذکور همگی دارای روش‌های تغذیه معلق‌خواری و صافی‌خواری بوده و بنابراین سطوح بالای مواد مغذی تحریک‌کننده رشد و افزایش جمعیت آن‌ها هستند. از لحاظ تاکسون‌ها، اختلاف تیمارهای متفاوت از نظر چراگری، کم‌تر از مواد مغذی و فقط محدود به فصل تابستان بوده است (جدول ۷؛ شکل‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱) و جلبک رشته‌ای *Enteromorpha* عامل تمایز میان تیمارها در این فصل بوده است (جدول ۸)؛ این موضوع را باید در نقش محدودچراگری درمقایسه با موادمغذی در کنترل نشست اجتماعات کفزی نواحی جزیره هنگام جستجو کرد. با توجه به این‌که همه جوامع نشست‌یافته در نواحی مرجانی مورد مطالعه جزیره هنگام از نوع بازدارنده‌های نشست مرجان‌های صخره‌ساز (inhibitor) بوده‌اند و با استناد به نتایج داده‌های مربوط به فراوانی کلی جوامع چسبنده زیستی در فصول پاییز، بهار و تابستان، باید نتیجه‌گیری کرد که اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد (N^-H^+) با تیمار N^-H^- (جدول ۴) نشان‌دهنده تاثیر عامل چراگری (مکانیسم کنترل از بالا) بوده است. نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد با تیمار N^+H^+ (جدول ۴)، نشان‌دهنده تاثیر عامل مواد مغذی (مکانیسم کنترل از پایین) در مطالعه ما بوده است و عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار N^+H^+ با تیمار N^+H^- (جدول ۴) نشان‌دهنده اهمیت بیش‌تر و غالب عامل مواد مغذی (مکانیسم کنترل از پایین) در مقایسه با عامل چراگری (مکانیسم کنترل از بالا) بوده است. نکته دیگر این‌که با بررسی نتایج مقایسه فراوانی کلی جوامع چسبنده زیستی در پنل یک‌ساله و عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد با سایر تیمارها (جدول ۴)، باید گفت که اثرات چراگری با افزایش دوره زمانی نشست جوامع کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. در مطالعه‌ای (۴۴) نشان داده شد که تاثیر چراگری و مواد مغذی بر نشست جلبک‌های بومسازگان‌های مرجانی متفاوت است که به موضوع تفاوت شدت فعالیت چراگری در اثر

نوسانات فصلی و تفاوت در فراوانی جلبک‌ها در فصول مختلف مربوط است. نتایج تاثیر متقابل بازه زمانی و تیمار در مورد فراوانی کلی جوامع چسبنده زیستی (جدول ۶ و شکل ۷)، علاوه بر تایید تاثیر متقابل بازه زمانی وتیمار، نشان‌دهنده این واقعیت است که کاهش شدت چراگری تحت تاثیر افزایش دوره زمانی نشست و نیز احتمالاً تاثیر این افزایش دوره بر تاثیرات عامل مواد مغذی، موجب تاثیر بازه زمانی بر کیفیت و کمیت اختلاف بین تیمارها و تفاوت معنی‌دار میان فراوانی چسبنده‌های زیستی در بازه زمانی یک‌ساله با سایر بازه‌های زمانی شده است. اما با توجه به جدول ۴ باید گفت که بین فصول پاییز، بهار و تابستان، اختلاف اساسی از نظر تفاوت میزان درصد پوشش بین تیمارها که برگرفته از چگونگی تاثیر برهم‌کنش مواد مغذی و چراگری بر درصد پوشش کلی چسبنده‌های زیستی است، مشاهده نشده است. با توجه به نتایج خروجی از PRIMER باید اذعان کرد که برهم‌کنش میان مواد مغذی و چراگری در فصل تابستان بیش‌تر بوده و در فصل بهار و بازه زمانی یک‌ساله کم‌ترین بر هم‌کنش وجود داشته است. درمجموع، درمطالعه ما در مورد مقایسه اثرات متقابل دو عامل چراگری و مواد مغذی در فصول مختلف بهار، تابستان و پاییز باید گفت که اگرچه نقش چراگری در قیاس با نقش مواد مغذی ناچیز بوده، ولی این برهم‌کنش در درجاتی محدود وجود داشت؛ درحالی‌که، در بازه زمانی یک‌ساله به‌علت از بین رفتن تاثیر چراگری، این دو عامل فاقد برهم‌کنش بر یکدیگر بودند که باید علت این موضوع را در ارتباط با دوره طولانی مورد بررسی در مورد بازه یک‌ساله جستجو کرد. بالاتر بودن درصد پوشش چسبنده‌های زیستی در بازه‌زمانی یک‌ساله (جدول ۵)، نشان‌دهنده تاثیر دوره‌زمانی طولانی بر میزان نشست جوامع چسبنده زیستی در نواحی مرجانی جزیره هنگام است. از طرف دیگر و بین فصول بررسی شده، فصل تابستان میزان بیش‌تری از نشست جوامع چسبنده زیستی را دارا بوده است (جدول ۵)؛ درصد پوشش بالا در فصل تابستان، می‌تواند در ارتباط با دمای بالا در این فصل باشد. دمای بالا در فصول گرم می‌تواند موجب تسریع بلوغ تولیدمثلی در بسیاری از بی‌مهرگان دریایی شود (۴۵). مطابق برخی پژوهش‌ها (۴۶)، افزایش دما و دسترسی به نور کافی در تابستان و بهار می‌تواند موجب افزایش نرخ تولیدمثلی و گامت‌زایی در گونه‌های اپی‌بنتیک شود. درمطالعه حاضر درصد پوشش پایین جوامع چسبنده زیستی در فصل بهار، نشان‌دهنده این واقعیت است که بالا بودن میزان نشست چسبنده‌های زیستی صرفاً توسط عامل دما تعیین نمی‌شود. مساعدبودن سایر عوامل نظیر شوری، مواد مغذی و کلروفیل a به‌شکل و میزان مطلوب می‌تواند منجربه دسترسی آسان بالغین به منابع غذایی باشد. در مطالعه حاضر، به‌علت غالبیت گروه جلبکی epilithic algal turf در محیط مرجانی جزیره هنگام، باید گفت که جلبک‌ها رقابت‌کننده‌های غالب در برابر سایر جوامع کفزی هستند و علاوه بر این، گروه جلبکی مورد اشاره را باید به‌عنوان گروه پیشگام (pioneer) در مراحل توالی بوم‌سازگان مرجانی جزیره هنگام به‌عنوان پیش‌زمینه حضور درشت‌جلبک‌های رشته‌ای چون *Enteromorpha* در تراکم‌های بالا دانست. از میان گروه‌های جانوری، پرتاران سرپولید چون Spirorbinae، *Hydroides* و *Spirobranchus* را باید گروه‌های پیشگام در توالی دانست که شاهد نشست ثانویه برخی اسفنج‌های Clionidae روی آن‌ها در مراحل بعدی توالی بودیم. عدم نشست مرجان‌های صخره‌ساز، جلبک‌ها و اسفنج‌های مرجانی در نواحی مرجانی جزیره هنگام به‌علت وضعیت نامساعد بوم‌سازگان مرجانی جزیره هنگام، هم تا حدودی برگرفته از این رقابت‌کننده‌های غالب و هم تا حدودزیادی تقویت‌کننده موفقیت رقابتی این رقابت‌کننده‌های غالب است. با مقایسه وضعیت میزان نشست جوامع چسبنده زیستی در تیمارهای چهارگانه بین مطالعه ما و مطالعاتی دیگر (۵) می‌توان نتیجه‌گرفت که نواحی‌مرجانی جزیره‌هنگام‌علاوه برجانداران مرجانی وضعیت چندان مطلوبی، حتی برای نشست بسیاری از موجودات غیرمرجانی ندارد. واکنش گروه‌های جلبکی برگدار و بوته‌ای هم‌چون *Soliera*، *Dictyota* و *Caulerpa* و نیز جلبک‌های رشته‌ای چون *Enteromorpha* در مقابل عوامل مواد مغذی و چراگری، نشان‌دهنده آسیب‌پذیرتر بودن جلبک‌های برگدار و بوته‌ای در برابر کاهش مواد مغذی در مقایسه با جلبک‌های رشته‌ای و آسیب‌پذیرتر بودن جلبک‌های‌رشته‌ای در برابر چراگری در مقایسه با جلبک‌های برگدار و بوته‌ای است. فراوانی بالای جلبک‌های بوته‌ای و برگدار در تیمار $N^{+}H^{-}$ (تیمار مواد مغذی بالا و حذف چراگری) و گروه جلبک‌های رشته‌ای‌در تیمار $N^{+}H^{+}$ (تیمار موادمغذی بالا) مطابق با مدل RDM پیشنهادی (۴۷) است؛ ولی در مطالعه ما، عدم حضور مرجان‌های صخره‌ساز و جلبک‌های قرمز آهکی‌در تیمارهای $N^{-}H^{+}$ (تیمار شاهد) و $N^{-}H^{-}$ (تیمار بدون چراگری) عامل اصلی مغایرت و تفاوت این مطالعه با مطالعه مذکور شده است. نقش پررنگ مواد مغذی در کنترل نشست اجتماعات کفزی منطقه مطالعه شده، به‌علت این واقعیت است که بوم‌سازگان مطالعه شده مرجانی جزیره هنگام، عمدتاً از طریق مکانیسم کنترل از پایین کنترل می‌شود و نه کنترل از پایین. این نتیجه با مطالعات دیگری (۵ و ۴۸) مطابقت، ولی با مطالعه‌دیگری (۴۷) مغایرت‌دارد. باید گفت که به‌علت متفاوت بودن وضعیت مرجان‌های صخره‌ساز و بوم‌سازگان مرجانی جزیره هنگام نسبت به سایرنواحی مطالعه شده در بررسی‌های مدل غالبیت نسبی (RDM) نمی‌توان الگوی RDM برای منطقه مطالعه شده را مطابق با الگوی برگرفته از مطالعات گذشته چون (۴۷) ارایه داد. با توجه به نتایج مقایسه درصد پوشش چسبنده‌های زیستی بین تیمارها و

چگونگی تاثیر عوامل مواد مغذی و چراگری بر تیمارها در بازه‌های زمانی مختلف، باید گفت که نوسانات زمانی و فصلی بر تفاوت الگوی تاثیر عوامل مواد مغذی، چراگری و اثر برهم‌کنشی آن‌ها بر نشست جوامع چسبنده زیستی موثر بوده است. به‌نظر می‌رسد با توجه به آسیب‌دیدگی مرجان‌های نواحی مرجانی مورد مطالعه که در غواصی‌های مربوط به مطالعه حاضر مشاهده شده‌اند، کاهش شدید توان تولیدمثلی و درنتیجه، تولید لاروهای پلانولا رخ داده باشد. هرچند که بخش قابل توجهی از این مطالعه الزاماً بایستی در زمان‌های تولیدمثلی، تخمریزی و نشست لاروهای مرجان‌های صخره‌ساز بوده باشد، اما به‌علت شرایط نامطلوب، احتمالاً کاهش لاروهای تولیدی و شناور در ستون‌های آبی بروز کرده و این میزان اندک لارو تولیدی در رقابت با جوامع چسبنده زیستی چون سرپولیدها، اسیدین‌ها، بریوزوئن‌ها، جلبک‌های رشته‌ای، بیوفیلم‌های میکروجلبکی و سایر موجودات چسبنده زیستی، توانایی اشغال فضای بستر به‌منظور نشست و رشد پسانشست را از دست داده‌اند؛ به‌ویژه این‌که اثرات چراگری جهت حذف زی‌توده چسبنده‌های زیستی رقیب و اثرات افزایش مواد مغذی ناکافی بوده و زمینه را برای نشست لاروهای مرجانی بسیار مشکل ساخته‌است. بنابراین به‌نظر می‌رسد احتمالاً هم‌کاهش تولید لاروهای مرجانی به‌علت آسیب‌دیدگی‌های موثر بر فرآیندهای تولیدمثلی و هم کاهش توان رقابت این لاروها با لاروهای جوامع کفزی بازدارنده (inhibitor)، بر فقدان نشست لاروهای مرجانی در دوره ۲۱ ماهه مطالعه شده، موثر و حائز اهمیت بوده‌اند. از این‌رو، لزوم مطالعه و بررسی ذخیره لاروی و در دسترس بودن لارو (larval supply و larval availability) مرجان‌های صخره‌ساز به‌عنوان اولین مرحله بازگشت شیلاتی (recruitment) در پژوهش‌های آینده قابل درک است. در مجموع باید گفت در شرایطی که تنش‌های جهانی مانند گرمایش جهانی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها و تنش‌های موضعی نظیر تخریب‌های ناشی از اکوتوریسم و بیماری‌های مرجان‌ها شرایط بغرنجی را برای بوم‌سازگان مرجانی خلیج فارس ایجاد کرده، لزوم توجه به برهم‌کنش دو عامل مواد مغذی (مکانیسم کنترل از پایین) و چراگری (مکانیسم کنترل از بالا) به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده بر توانایی باززایی و احیاء این بوم‌سازگان، اجتناب‌ناپذیر بوده و با توجه به مطالعه حاضر در بوم‌سازگان مرجانی جزیره هنگام می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگر با تعدیل شرایط تنش‌زای جهانی و موضعی، این سنگفرش‌ها در جهت باززایی و احیاء قرار بگیرند، شدت چراگری در صورت شرایط مواد مغذی بالای محیطی قادر به رفع زی توده جلبکی و چسبنده‌های زیستی رقیب نخواهد بود و لاروهای مرجانی شرایط نشست و رشد پسانشست را پیدا نخواهند کرد.

تشکر و قدردانی

از آقای حمزه عیدی، غواص و ناخدای محلی جزیره هنگام جهت همکاری در انجام عملیات نمونه‌برداری و غواصی، سازمان حفاظت محیط زیست جزیره قشم، مهندس داخته و مهندس محمد غواصی جهت همکاری و هماهنگی برای صدور مجوز نمونه‌برداری و انتقال نمونه‌ها، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور جهت حمایت مالی این پژوهش، مسئولین آزمایشگاه‌های مرکزی، بوم‌شناسی و تبارشناسی آبزیان دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، دکتر مهدی قدرتی‌شجاعی و نیز بابت راهنمایی در شناسایی تاکسون‌های مختلف از خانم پریسا گلی‌نیا، هادی برادری، خانم دکتر سمانه پازوکی، آقای راشد عبدالهی، آقای دکتر محدثی و خانم دکتر جلوه سهرابی کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌داریم.

منابع

1. **Hixon, M.A., Pacala, S.W. and Sandin, S.A., 2002.** Population regulation: historical context and contemporary challenges of open vs. closed systems. Ecology. 83: 1490-1508.
2. **Caley, M.J., Carr, M.H., Hixon, M.A., Hughes, T.P., Jones, G.P. and Menge, B.A., 1996.** Recruitment and the local dynamics of open marine populations. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. 27: 477-500.
3. **Wen, C.K.C., Almany, G.R., Williamson, D.H., Pratchett, M.S., Mannering, T.D., Evans, R.D., Leis, J.M., Srinivasan, M. and Jones, G.P., 2013.** Recruitment hotspots boost the effectiveness of no-take marine reserves. Biological Conservation. 166: 124-131.
4. **Rasher, D., Engel, S., Bonito, V., Fraser, G.J., Montoya, J.P. and Hay, M.E., 2012.** Effects of herbivory, nutrients, and reef protection on algal proliferation and coral growth on a tropical reef. Oecologia. 169(1): 187-198.
5. **Smith, J.E., Hunter, C.L. and Smith, C.M., 2010.** The effects of top–down versus bottom–up control on benthic coral reef community structure. Oecologia. 163: 497-507.
6. **Birrel, C.L., McCook, L.J. and Bette, L.W., 2005.** Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. Marine Pollution Bulletin. 51: 408-414.
7. **Bento, R., Feary, D.A., Hoey, A.S. and Burt, J.A., 2017.** Settlement Patterns of Corals and other Benthos on Reefs with Divergent Environments and Disturbances Histories around the Northeastern Arabian Peninsula. Frontiers in Marine Science. 1-12.

8. **McCook, L.J., Jompa, J. and Diaz-Pulido, G., 2001.** Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. Coral Reefs. 19: 400-417.

9. **Grottoli, A.G., Rodrigues, L.J. and Palardy, J.E., 2006.** Heterotrophic plasticity and resilience in bleached corals. Nature. 440: 1186-1189.

10. **Diaz-Pulido, G. and McCook, L.J., 2002.** The fate of bleached corals: patterns and dynamics of algal recruitment. Marine Ecology Progress Series. 232: 115-128.

11. **Birrel, C.L., McCook, L.J., Willis, B.L. and Diaz Pulido, G.A., 2008.** Effects of benthic algae on the replenishment of corals and the implications for the resilience of coral reefs. Oceanography and Marine Biology. 46: 25-63.

12. **Suchley, A. and Alvarez-Filip, L., 2017.** Herbivory facilitates growth of a key reef- building Caribbean coral. Ecology and Evolution. 7: 11246-11256.

13. **Lapointe, B.E., 1999.** Simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs (reply to the comment by Hughes et al.). Limnology and Oceanography. 44: 1586-1592.

14. **Hughes, T., Szmant, A.M., Steneck, R., Carpenter, R. and Miller, S., 1999.** Algal blooms on coral reefs: what are the causes? Limnology and Oceanography. 44: 1583-1586.

15. **Littler, M.M. and Littler, D.S., 1997.** Disease-induced mass mortality of crustose coralline algae on coral reefs provides rationale for the conservation of herbivorous fish stocks. In: Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium. 1: 719-724.

16. **Lapointe, B.E., 1997.** Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. Limnology and Oceanography. 42: 1119-1131.

17. **Larned. S.T., 1998.** Nitrogen- versus phosphorus-limited growth and sources of nutrients for coral reef macroalgae. Marine Biology. 132: 409-421.

18. **Posey, M., Powell, C., Cahoon, L. and Lindquist, D., 1995.** Top-down vs. bottom-up control of benthic community composition on an intertidal tide flat. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 185: 19-31.

19. **Lewis, S.M., 1986.** The role of herbivorous fishes in the organization of a Caribbean reef community. Ecological Monographs. 56: 183-200.

20. **Carpenter, R.C., 1986.** Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities. Ecological Monographs. 56: 345-363.

21. **Pawlik, J.R., Chanas, B., Toonen, R.J. and Fenical, W., 1995.** Defenses of Caribbean sponges against predatory reef fish.1. Chemical deterrence. Marine Ecology Progress Series. 127: 183-194.

22. **Littler, M.M. and Littler, D.S., 2007.** Assessment of coral reefs using herbivory/nutrient assays and indicator groups of benthic primary producers: a critical synthesis, proposed protocols, and critique of management strategies. Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems. 17(2): 195-215.

23. **Maghsoudlou, A., Eghtesadi Araghi, P., Wilson, S., Taylor, O. and Medio, D., 2008.** Status of coral reefs in the ROPME sea area (The Persian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea), Publisher: AIMS: http://www.reefbase.org/resource_center/publication/statusreport.aspx?refid=27173. Editors: Clive Wilkinson. 79-90.

24. **Sheppard, C., Al-Husain, M., Al-Jmali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J., Benzoni, F., Dutrieux, E., Dulvy, N.K., Durvasula, S.R.V., Jones, D.A., Louhland, R., Medio, D., Nithyanandan, M., Pilling, G.M., Polikarpov, I., Price, A.R.G., Purkis, S., Riegl, B., Saburova, M., Samimi Namin, K., Taylor, O., Wilson, S. and Zainal, K., 2010.** A Gulf: A young sea in decline. Marine Pollution Bulletin. 60: 13-38.

25. **Riegl, B., Cavalcante, G., Bauman, A., Feary, D.A. and Steiner, Purkis, S., 2017.** Demographic mechanisms of reef coral species winnowing from communities under increased environmental stress. Frontiers in Marine Science. 4: 1-16.

26. **Ali Dast Salimi, M., Qavam Mustafavi, P., Abi, G. and Fatemi, S.M.R., 2018.** Report on the presence of *Clathria* sp sponge on living coral colonies in Kish Island, Persian Gulf**.** Journal of Animal environment. 11 (4): 377-380. (In Persian)

27. **Dehghani, H., Qavam Mustafavi, P., Fatemi, S.M.R. and Fallah-Mehrabadi, J., 2017.** The use of specific primers in investigating the diversity of zooxanthellae symbiotic algae with hermatypic corals in Hemgan Island-Persian Gulf. Journal of Animal environment. 9(1): 173-178. (In Persian)

28. **Nejatkhah-Manavi, P., Rezaei Marnani, H. and Dehghani, H., 2009.** Identification and estimation of the density of hard corals in the intertidal zone of Hamgam Island in the Persian Gulf, Marine Biology Scientific Research Journal. 6: 27-37. (In Persian)

29. **Bauman, A.G., Baird, A.H. and Cavalcante, G.H., 2011.** Coral reproduction in the world's warmest reefs: southern Persian Gulf (Dubai, United Arab Emirates). Coral Reefs. 1-9.

30. **Bauman, A.G., Baird, A.H., Burt, J.A., Pratchett, M.S. and Feary, D.A., 2014.** Patterns of coral settlement in an extreme environment: the southern Persian Gulf (Dubai, United Arab Emirates). Marine Ecology Progress Series. 499: 115-126.

31. **Howells, E.J., Abrego, D., Vaughan, G.O. and Burt, J.A., 2014.** Coral spawning in the Gulf of Oman and relationship to latitudinal variation in spawning season in the northwest Indian Ocean. Scientific Reports. 1-6.

32. **Kennedy, E.V., Ordoñez, A., Lewis, B.E. and Diaz Pulido, G., 2017.** Comparison of recruitment tile materials for monitoring coralline algae responses to a changing climate. Marine Ecology Progress Series. https://doi.org/10.3354/meps12076. 129-144.

33. **Strickland, J.D.H. and Parson, T.R., 1972.** A practical handbook of seawater analysis. Information Canada, Ottava (ICD). 310 p.

34. **Kohler, K.E. and Gill, S.M., 2006.** Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Computers & Geosciences. 32: 1259-1261.

35. **Bauman, A.G., Guest, J.R., Dunshea, G., Low, J., Todd, P.A. and Steinberg, P.D., 2015**. Coral settlement on a highly disturbed equatorial reef system. PLoS ONE 10: e0127874. doi: 10.1371/journal.pone.0127874.

36. **Ghazilou, A., Kouchaknejad, E., Ershadifar, K. and Negarestan, H., 2018.** Investigating the role of fish in preventing the replacement of herbaceous algae in the coral environments of Chabahar Bay. Research project, approved number 14-035-01-011-395. Ministry of Science. Research and Technology. National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences. Research Institute Marine Science. 1-39. (In Persian)

37. **Glassom, D., Zakai, D. and Chadwick-Furman, N.E., 2004.** Coral recruitment: a spatio-temporal analysis along the coastline of Eilat, northern Red Sea. Marine Biology. 144: 641-651. doi: 10.1007/s00227-003-1243-0.

38. **Abelson, A., Olinky, R. and Gaines, S., 2005.** Coral recruitment to the reefs of Eilat, Red Sea: temporal and spatial variation, and possible effects of anthropogenic disturbances. Marine Pollution Bulletin. 50: 576-582. doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.02.021.

39. **Green, D.H. and Edmunds, P.J., 2011.** Spatio-temporal variability of coral recruitment on shallow reefs in St. John, US Virgin Islands. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 397: 220-229. doi: 10.1016/j. jembe.2010.12.004.

40. **Sawall, Y., Jompa, J., Litaay, M., Maddusila, A. and Richter, C., 2013.** Coral recruitment and potential recovery of eutrophied and blast fishing impacted reefs in Spermonde Archipelago, Indonesia. Marine Pollution Bulletin. 74: 374-382. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.06. 022.

41. **Colvard, N.B. and Edmunds, P.J., 2011.** Decadal-scale changes in abundance of non-scleractinian invertebrates on a Caribbean coral reef. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 397: 153-160. doi: 10.1016/ j.jembe.2010.11.015.

42. **Luter, H.M., Duckworth, A.R., Wolff, C.W., Evans Illidge, E. and Whalan, S., 2016.** Recruitment variability of coral reef sessile communities of the far north great barrier reef. PLoS ONE 11: e0153184. doi: 10.1371/ journal.pone.0153184.

43. **McClanahan, T.R., Sala, E., Stickels, P.A., Cokos, B.A., Baker, A.C., Starger, C.J. and Jones IV, S.H., 2003.** Interaction between nutrients and herbivory in controlling algal communities and coral condition on Glover's Reef, Belize. Marine Ecology Progress. 261: 135-147.

44. **Duran, A., Collado-Vides, L. and Deron, E.B., 2016.** Seasonal regulation of herbivory and nutrient effects on macroalgal recruitment and succession in a Florida coral reef. PeerJ. DOI 10.7717/peerj.2643. 1-22.

45. **Olive, P.J.W., 1995.** Annual breeding cycles in marine invertebrates and environmental temperature: probing the proximate and ultimate causes of reproductive synchrony. Journal of thermal biology. 20: 79-90.

46. **Sokołowski, A., Ziółkowska, M., Balazy, P., Kukliński, P. and Plichta, I., 2017.** Seasonal and multi-annual patterns of colonisation and growth of sessile benthic fauna on artificial substrates in the brackish low-diversity system of the Baltic Sea. Hydrobiologia. 790: 183-200.

47. **Littler, M.M. and Littler, D.S., 1984.** Models of tropical reef biogenesis: the contribution of algae. In: Round, F.E. and Chapman, D.J., (Eds.). Progress in Phycological Research. Biopress, Bristol. 3: 323-364.

48. **Mwachireya, S.A., Nzioka, A.M. and Mutiso, D.N., 2017.** Coral Recruit-Algae Interactions in Coral Reef Lagoons Are Mediated by Riverine Influences. International Journal of Ecology. 1-10.