(DOI): 10.22092/ISFJ.2021.125208
(DOR): 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0

مجله علمی شیلات ایران ۳۰(٤) ۱۰۷-۱۱۷

مقاله علمی – پژوهشی:

بررسی روند سلامت مرجان‌های انتقال یافته در خلیج چابهار با روش Coral Watch و Line Intercept Transect مبتنی بر پارامترهای آب و هوایی

محمدرضا علیمرادی[۱]، محمد باعقیده*[۱]، علیرضا انتظاری[۱]، محسن حمیدیان پور[۲]، تیمور امینی راد[۳]، علی مهدی آبکنار[٤]

*m.baaghideh@hsu.ac.ir

۱- گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۲- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۳- مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.
٤- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: تیر ۱٤۰۰

چکیده

به منظور توسعه بندر شهید بهشتی چابهار، حدود ۲۰ هزار کلنی مرجانی از محدوده طرح توسعه بندر مذکور به سایت جدیدی واقع در شمال بندر شهید کلانتری منتقل گردید. پس از گذشت یک دهه از زمان انتقال مرجان‌ها، جهت تصمیم‌گیری آتی در موارد مشابه، اطلاع از روند سلامت آنها ضروری است. در این پژوهش ضمن بررسی روند دمای هوا و دمای آب خلیج چابهار، با عملیات غواصی و استفاده از روش‌های Line Intercept Transect و Coral Watch وضعیت سلامت و پوشش مرجان‌ها به طور ماهانه طی سال‌های ۹۰-۱۳۹۸ پایش گردید. داده‌های آب و هوایی مورد نیاز این پژوهش از ایستگاه هواشناسی چابهار و پایگاه داده ماهواره‌ای مرکز ECMWF اخذ گردیدند. بررسی ارتباط بین متغیرها از طریق آزمون همبستگی پیرسون و تحلیل روند من کندال و قابلیت نرم افزارهای SPSS و Minitab صورت گرفت. طبق نتایج، وضعیت سلامت و توسعه مرجان‌های مذکور، دارای روند کاهشی بوده تا حدی که درصد پوشش مرجان زنده از ۹۸ درصد در سال۱۳۹۰، به ۷۱/۵ درصد در سال ۱۳۹۸ رسیده است. از سویی، نمره رنگی شاخص سلامت مرجان‌های شاخه‌ای با کسب ۴/۳۱ نمره از ۶ در وضعیت "خوب" و مرجان‌های توده‌ای با کسب ۳/۵۹ نمره در وضعیت "متوسط" قرار داشته است. به رغم وجود همبستگی منفی بین دما و سلامت مرجان‌ها و وجود روند افزایشی معنی‌دار در پارامتر دمای هوا، به علت عدم معنی‌داری روند افزایشی دمای آب، به‌نظر می‌رسد عوامل دیگری به‌جز نوسان دمای آب، در روند کاهشی وضعیت سلامت مرجان‌ها دخیل بوده‌اند.

لغات کلیدی: جوامع مرجان، روش Coral Watch، روش Line Intercept Transect ، پارامترهای آب و هوایی، خلیج چابهار

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

مقدمه

مرجان‌های دریایی در نواحی گرمسیری دنیا نقش بسیار کلیدی در پایداری حیات اقیانوس‌ها و تولیدات شیلاتی ایفاء می‌کنند و مزیت‌های فراوانی برای بومیان آن نواحی به‌دنبال دارند. متأسفانه مرجان‌های دریایی به دلیل توسعه روز افزون بنادر، گسترش آلودگی‌های دریایی و تغییرات اقلیمی ناشی از گرم شدن کره زمین در معرض خطر قرار دارند و زنگ خطر فاجعه زیست محیطی در حوزه دریا سال‌هاست که به صدا درآمده است. بخشی از مرجان‌های خلیج چابهار در محدوده طرح توسعه بندر شهید بهشتی قرار گرفته بودند و ضرورت توسعه این بندر باعث شد تا در سال ۱۳۹۰پروژه انتقال مرجان‌های این بندر به منطقه‌ای در آبهای ساحلی شمال بندر شهید کلانتری عملی شود. عملیات انتقال با ۱۸ هزار کلنی در مرحله اول و ۲ هزار کلنی در مرحله دوم با ۹۸ درصد مرجان زنده با موفقیت انجام شد (اداره محیط زیست دریایی سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۰). طبق بررسی صورت گرفته مشخص گردید که تحقیقات جامع و بلند مدتی تاکنون بر وضعیت سلامت مرجان‌های انتقال یافته در خلیج چابهار انجام نشده است. اولین پژوهشی که بر مرجان‌های این سایت جدید صورت گرفته است، در خصوص موفقیت یا عدم موفقیت پروژه و معرفی روش مناسب انتقال مرجان‌های خلیج چابهار بود و طبق این یافته علمی کوتاه دو روش انتقال مرجان با هم مقایسه شد و نتیجه گرفته شد که در روش Carrier basket حدود ۲۶٪ مرجان‌ها و در روش Coral carrier حدود ۹۲٪ از مرجان‌های حمل شده بقاء خود را در پایان سال اول حفظ نمودند (اژدری، ۱۳۹۷). در مطالعه دیگری با استفاده از روش Coral Watch Racket به بررسی سلامت مرجان‌ها و عوامل تأثیرگذار انسان ساخت بر رشد مرجان‌های دریایی چابهار پرداخته شده بود. در واقع، هدف اصلی تحقیق معرفی روش مذکور در زمینه پایش مرجان‌ها بود (Aminirad and Sanjani, 2010). یکی از دلایل مرگ و میر مرجان‌های خلیج چابهار، حجم بالای رسوبات بستر دریا و کدورت آب حین دوره مونسون تابستانه می‌باشد (Tehranifard *et al.*, 2012). به منظور توسعه گردشگری دریایی، بهترین نقطه ژئومورفوسایت خلیج چابهار جهت توسعه زیستگاه‌های مرجانی و پروژه‌های انتقال مرجانی حد فاصل بندر شهید کلانتری و روستای تیس چابهار بر اساس کارکردهای مربوطه می‌باشد (علیمرادی و همکاران، ۱۳۹۳). عمده مرجان‌های جزیرهٔ کیش دارای کلاد D می باشند. لذا، اگر استرس‌های انسانی از محیط حذف شوند، آبسنگ‌های مرجانی این ناحیه می‌توانند در آینده در مقابل تغییرات محیطی به‌خصوص درجه حرارت‌های بالا مقاومت کنند و به حیات خود ادامه دهند (قوام مصطفوی، ۱۳۸۵). افزایش دما تا سطح ۳۴ درجه سانتی‌گراد در محدوده بردباری مرجان‌های خلیج فارس است و مشکلی را ایجاد نمی‌کند (ولوی، ۱۳۸۸). از میان فاکتورهای فیزیکوشیمیایی دما، شوری، کدورت، میزان اکسیژن محلول و pH، تنها میان شوری آب و میزان بیوماس تر مرجان‌های زیستگاه‌های مصنوعی منطقه بحرکان همبستگی معنی‌داری وجود دارد (R^2=۰/۸۲) و در بین آنها pH کم‌ترین میزان همبستگی (R^2=۰/۲۱) را با میزان بیوماس مرجان‌ها داراست (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰). وضعیت پوشش مرجانی جزیره خارگ (۷۷-۶۴ درصد) مناسب‌تر از جزیره خارگو (۶۲-۴۸ درصد) است و به دلیل تفاوت در نوع بستر و جهت جریانات دریایی، شاخص سلامت مرجان‌ها در جزیره خارگ در وضعیت بهتری نسبت به جزیره خارگو می باشد (بلوکی‌کورنده و همکاران، ۱۳۹۷). افزایش دمای سطحی آب خلیج فارس طی سه دهه ۰/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و پیامدهای منفی ناشی از تغییر اقلیم بر ساختار زیستگاهی و تنوع گونه‌ای ماهیان آبسنگ‌های مرجانی در بوم سازگان‌های جزیره‌ای خلیج فارس و تنگه هرمز تأثیرگذار بوده است (عوفی و همکاران، ۱۳۹۷). به رغم این‌که کلنی‌های مرجان شاخه‌ای جزیره هندورابی، کاملاً سفید شده‌اند، اما مرجان‌های توده‌ای توانسته‌اند در برابر استرس‌های دمای محیطی تاب بیاورند (بهزادی و همکاران، ۱۳۹۹). در ارتباط با اثر دما بر سلامت مرجان‌های و دستیابی به دمای مناسب رشد مرجان‌ها در سایر نقاط دنیا نتایج مختلفی کسب گردیده است، از جمله اینکه برخی از گونه‌های مرجانی همچون آبسنگ‌های مرجانی جنوب خلیج فارس در بحرین و عربستان دارای

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

قدرت تحمل دما حدود ۴۰-۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشند (Hubbard and Pocock, 1997). دمای اپتیمم برای گسترش، رشد و بقاء مرجان‌ها حدود ۲۸-۲۲ و در برخی منابع ۲۹-۲۳ درجه سانتیگراد عنوان شده است (NOAA, 2020). در صورتی که میانگین دمای آب بالاتر از ۱۸درجه سانتی گراد باشد، مرجان‌های گرمسیری می توانند رشد و تولید مثل نمایند اما آبهای بسیار گرم برای مرجان‌ها نامناسب بوده و دمای بالای محدود کننده معمولاً حدود ۳۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Castro and Huber, 2003). پژوهش حاضر در خصوص نتایج پایش مستمر وضعیت سلامت مرجان‌های انتقال یافته به سایت جدیدی در خلیج چابهار، طی سال‌های ۹۰-۱۳۹۸ (۱۹-۲۰۱۱) می‌باشد. وجه تمایز این پژوهش با پژوهش‌های قبلی در مورد مرجان‌های ایران، در این است که این پژوهش در مورد مرجان‌هایی انجام شده است که برای اولین بار در ایران به محل دیگری به‌جز زیستگاه اصلی خود انتقال یافته‌اند و آگاهی از موفقیت پروژه انتقال قبل از اجرای پروژه‌های مشابه در آینده، ضروری است. اطلاع از روند دمای هوای منطقه و دمای آب خلیج چابهار و نیز بررسی میزان همبستگی بین سلامت مرجان‌های انتقال یافته و پارامترهای دمای محیط از اهداف دیگر این پژوهش می‌باشد. لذا، تحقیق پیش‌رو می تواند به عنوان پایه علمی و بانک داده برای پژوهش‌های آتی بر این اکوسیستم مرجانی محسوب گردد و نتایج پژوهش‌های بعدی با این پژوهش علمی مقایسه شوند.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، سایت جدید مرجانی جنوب شرقی خلیج چابهار در عمق کمتر از ۵ متر واقع در شمال اسکله شهید کلانتری با مختصات جغرافیایی ۳۷' ۶۰° طول شرقی و ۱۹' ۲۵° عرض شمالی می‌باشد (شکل۱). در این پژوهش بررسی درصد پوشش جامعه مرجانی در بازه زمانی ۹۰-۱۳۹۸ (۱۹-۲۰۱۱) در سایت جدید مرجانی با روش Line Intercept Transect انجام گرفته است. این روش شامل یک ترانسکت خطی ۱۰۰ متری موازی با ساحل است. در مورد مرجان‌های انتقال یافته چون کلنی‌های مرجانی بر بلوک‌های ۱۰×۱۰ متر مجزا نصب گردیده‌اند. لذا، کارشناسان محیط زیست دریایی ترانسکت‌های خطی را طی سال‌های ۹۰-۱۳۹۷ (۲۰۱۸) بر ۴ بلوک ۱۰ متری به طور مجزا لحاظ کردند و نتایج بر اساس همین ۴ ترانسکت به عنوان ۴ ایستگاه ثابت (با مختصات جغرافیایی: "۲۶ '۱۹ °۲۵ و "۵۶ '۳۶ °۶۰ :ایستگاه یک، "۱۹ '۱۹ °۲۵ و "۴۶ '۳۶ °۶۰ :ایستگاه دو، "۱۰ '۱۹ °۲۵ و "۰۸ '۳۷ °۶۰ :ایستگاه سه و "۰۶ '۱۹ °۲۵ و "۵۰ '۳۶ °۶۰ :ایستگاه چهار) محاسبه گردیده است (شکل ۱).

وضعیت سلامت مرجان‌ها نیز با روش Coral Watch و دو مرحله عملیات غواصی در هر ماه (با فاصله زمانی حداقل دو هفته) و با استفاده از چهار ترانسکت دایره‌ای با شعاع ده متر در ایستگاه‌های ثابت مذکور بررسی گردید. در روش Line Intercept Transect منطقه‌ای با پوشش مناسب انتخاب گردید و سپس درصد پوشش جوامع کفزی منطقه شامل مرجان‌های زنده و مرده به‌دست آمد و پس از آن، وضعیت مرجان‌ها بر اساس جدول کیفیت مربوطه مشخص گردید (Loya, 1978; English *et al.*, 1997; Hill and Wilkinson, 2004). اطلاعاتی که در این روش بر اساس هدف تحقیق قابل ثبت می باشد شامل: درصد پوشش جوامع کفزی شامل مرجان‌های سخت HC[1]، مرجان‌های نرم SC[2]، مرجان‌های مرده DC[3]، جلبک ها Al[4]، جلبک های شاخص مواد مغذی NIA[5] و سایر موجودات OT[6] می‌باشد (Idris *et al.*, 2006). در روش Coral Watch سلامت مرجان‌های دریایی با شاخص نشان‌دهنده میزان غلظت و تراکم جلبک‌های تک سلولی همزیست با کلنی مرجانی سنجیده می‌شود (Hill and Wilkinson, 2004). در این روش شاخص سلامت/کیفیت که به اختصار CQI [7] نام‌گذاری شده است، بیانگر میزان تغییرات در غلظت رنگ در بافت

[1] Hard Coral
[2] Soft Coral
[3] Dead Coral
[4] Algae
[5] Nutrients Index Algae
[6] Other fauna
[7] Coral Quality Index

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

خارجی مرجان در یک سایت یا یک ترانسکت مطالعاتی خاص می‌باشد که به صورت ذیل محاسبه می‌گردد:

رابطه (۱) $$QI = \log_{10}[(\bar{x}L_1 + \bar{x}L_2 + \bar{x}L_3)/n]$$

$\bar{x}L$= میانگین نمره رنگی در هریک از لایه های ترانسکت دایره ای، n =تعداد لایه های هر ترانسکت دایره‌ای

در رابطه مذکور به جای سه لایه می‌توان تنها از ترانسکت با شعاع ۱۰ متر استفاده کرد و فرمول قابل اصلاح است. برای تعیین میزان غلظت رنگ در یک کلنی، از چارت رنگی تعیین غلظت رنگ معرفی شده در سایت Coral Watch با آدرس اینترنتی www.coralwatch.org استفاده شد. میزان تراکم زوگزانتلا با مطابقت دادن جدول رنگی با کلنی‌های مرجانی به‌دست می‌آید. کدهایی که با عدد ۶ مشخص شده‌اند، بیانگر تیره‌ترین قسمت یا بیش‌ترین حد همزیستی بین زوگزانتلا و پولیپ‌های مرجانی و کدهایی که با عدد ۱ مشخص شده‌اند، بیانگر کم‌رنگ‌ترین قسمت یا کمترین حد میزان همزیستی بین آنها می‌باشند. پس از تعیین میانگین نمره رنگی در هر کلنی، میانگین نمره رنگی کلنی‌ها در هر لایه از ترانسکت دایره‌ای به‌دست آمد و با توجه به فرمول، شاخص کیفیت داده‌گذاری و سپس میانگین لگاریتمی کل لایه‌ها به عنوان نمره رنگی نهایی در ترانسکت طبق جدول استاندارد (۱) تعیین شد (Hill and Wilkinson, 2004).



شکل۱: ایستگاه‌های نمونه برداری و غواصی در سایت جدید مرجانی شمال بندر شهید کلانتری چابهار، ۱۳۹۸

Figure 1: Sampling and diving stations in the new coral site north of Shahid Kalantari port in Chabahar, 2019

داده‌های دمای میانگین هوای منطقه از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک چابهار و داده‌های دمای آب که در این پژوهش استفاده شده است، حاصل میانگین‌گیری از داده‌های دمای ثبت شده به‌وسیله میکرو دیتالاگرهای نصب شده در بستر مرجانی و داده‌های ماهواره‌ای بازتحلیل شده مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جو (ECMWF, 2020[1]) در محدوده سایت مرجانی می‌باشد. تحلیل‌های آماری، ارتباط بین متغیرها و تعیین روند پارامترهای

[1] European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

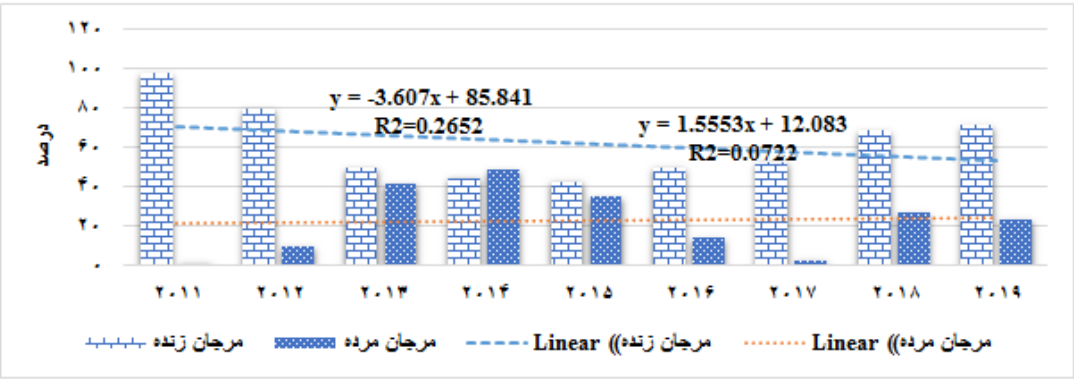
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

اقلیمی و سلامت مرجان‌ها با استفاده از روش همبستگی پیرسون و آزمون تعیین روند من کندال از طریق نرم افزارهای SPSS و Minitab انجام شد. آزمون من کندال برای تعیین روند داده‌های آب و هواشناسی کاربرد گسترده‌ای دارد. Mann (۱۹۴۵) ابتدا این آزمون را ارائه داده و سپس Kendall (۱۹۷۵) آن‌را توسعه داد.

نتایج

نتایج پایش سایت جدید نشان داد که درصد پوشش مرجان‌های زنده نسبت به مرجان‌های مرده، طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۰ (۱۵-۲۰۱۱) کاهشی بوده است، ولی از سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶) روند بر عکس شد به‌طوری‌که تا سال ۲۰۱۹ روند افزایشی درصد پوشش مرجان زنده نسبت به مرجان‌های مرده، ادامه داشته است. در واقع، درصد پوشش مرجان‌های مرده طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۲ (۱۵-۲۰۱۳ میلادی) افزایش داشته است، اما مجدداً پس از آن مرجان‌ها احیاء شده‌اند و دارای وضعیت بهتری بوده‌اند (شکل۲). طبق بررسی به‌عمل آمده در خصوص وضعیت سلامت مرجان‌ها طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۰ (۱۹-۲۰۱۱ میلادی) مشخص گردید که مرجان‌های شاخه‌ای به استثناء سال ۲۰۱۴ از سلامت بهتری نسبت به مرجان‌های توده‌ای برخوردار بوده‌اند (شکل ۳). پایین‌ترین نمره رنگی جلبک‌های همزیست مرجان که به عنوان شاخص سلامت مرجان محسوب می شود، برای مرجان شاخه‌ای (نمره رنگی۳/۸۷) مربوط به سال ۱۳۹۳ (۲۰۱۴) و بالاترین مقدار آن (۴/۷۵) در سال۱۳۹۱ (۲۰۱۲ میلادی) ثبت گردیده است. برای مرجان‌های توده‌ای نیز پایین‌ترین نمره رنگی شاخص سلامت (۳/۶۹) مربوط به سال ۱۳۹۴ (۲۰۱۵ میلادی) و بالاترین مقدار آن (۴/۶) متعلق به سال۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ (۲۰۱۳ و ۲۰۱۲ میلادی) می‌باشد. از سویی، نتایج نشان می‌دهد که طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷ (۱۹-۲۰۱۸ میلادی) سلامت مرجان‌های شاخه‌ای رو به بهبودی بوده است. سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و توده‌ای بر اساس نمره رنگی شاخص سلامت مرجان، در پایان سال ۱۳۹۸ (۲۰۱۹ میلادی) طبق جدول طبقه‌بندی (۱) به‌ترتیب در وضعیت "خوب" و "متوسط" بوده است (شکل ۳). طبق بررسی‌ها وضعیت سلامت هر دو تیپ مرجان در ماه‌های فصل پاییز و زمستان بهتر از سایر فصول سال بوده و اواخر فصل بهار و فصل تابستان [در ماه‌های مه تا ژوئیه (اواخر خرداد لغایت مرداد)]، نمره رنگی شاخص سلامت آنها کاهشی بوده است (شکل۴).

در مرحله بعد با آزمون من کندال، روند تغییرات نمره رنگی جلبک‌های همزیست مرجان که به‌نوعی شاخص سلامت کلنی‌های مرجانی است، بررسی گردید. نتایج آزمون نشان داد که سلامت هر دو تیپ مرجانی توده‌ای و شاخه‌ای طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۰ (۱۹-۲۰۱۱ میلادی) روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ داشته‌اند (شکل ۵ و جدول ۲).

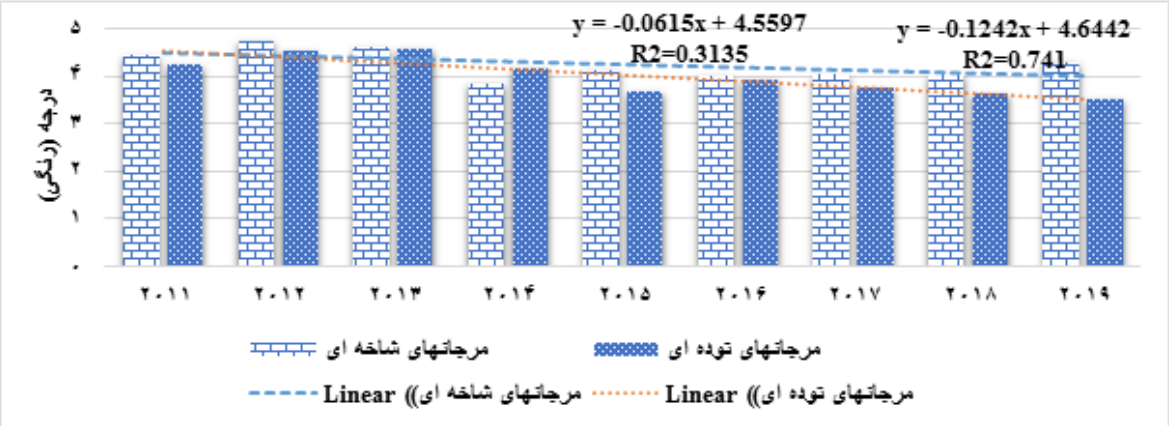


شکل ۲: درصد پوشش مرجان‌های زنده و مرده خلیج چابهار طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۱

Figure 2: Percentage coverage of live and dead corals of Chabahar Bay (2011-2019)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]



شکل ۳: وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه ای و توده ای خلیج چابهار طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۱

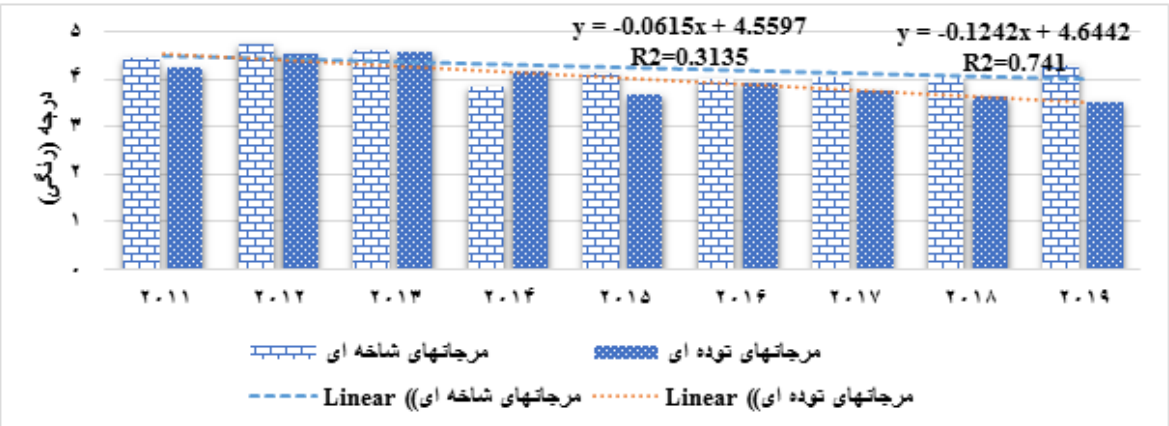
Figure 3: The health status of branching and massive corals of Chabahar Bay (2011-2019)

جدول۱: پارامترهای کیفی و مقادیر شاخص تغییرات CCI[1] و کیفیت CQI[2] به منظور پایش اکوسیستم مرجانی

Table 1: Qualitative parameters and values of change index (CCI) and quality (CQI) for monitoring coral ecosystem

پارامتر کیفیت	CCI درصد	CCI مقیاس	CQI نمره رنگی	CQI مقیاس
خیلی ضعیف	<۲۰	<۰/۲۵	۱/۲-۱	<۰/۳۰۱
ضعیف	۴۰-۲۱	۰/۰-۲۶۵/۶۶۶	۲/۳-۱	۰/۰-۳۲۲/۴۷۷
متوسط	۶۰-۴۱	۰/۱-۶۹۴/۵	۳/۴-۱	۰/۰-۴۹۱/۶۰۲
خوب	۸۰-۶۱	۱/۴-۵۶۴	۴/۵-۱	۰/۰-۶۱۲/۶۹۸
خیلی خوب	>۸۱	>۴/۲۶۳	۵/۶-۱	>۰/۷۰۷

منبع: (Idris *et al.*, 2006)

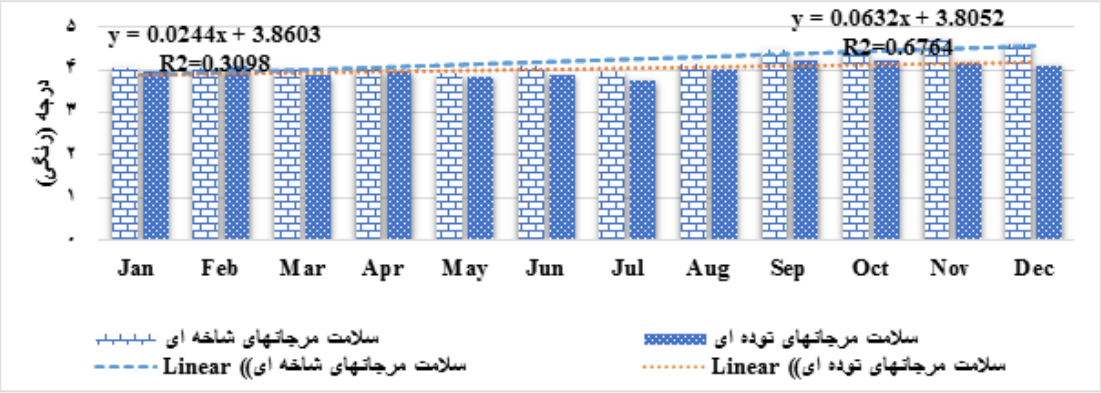


شکل ۳: وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه ای و توده ای خلیج چابهار طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۱

Figure 3: The health status of branching and massive corals of Chabahar Bay (2011-2019)

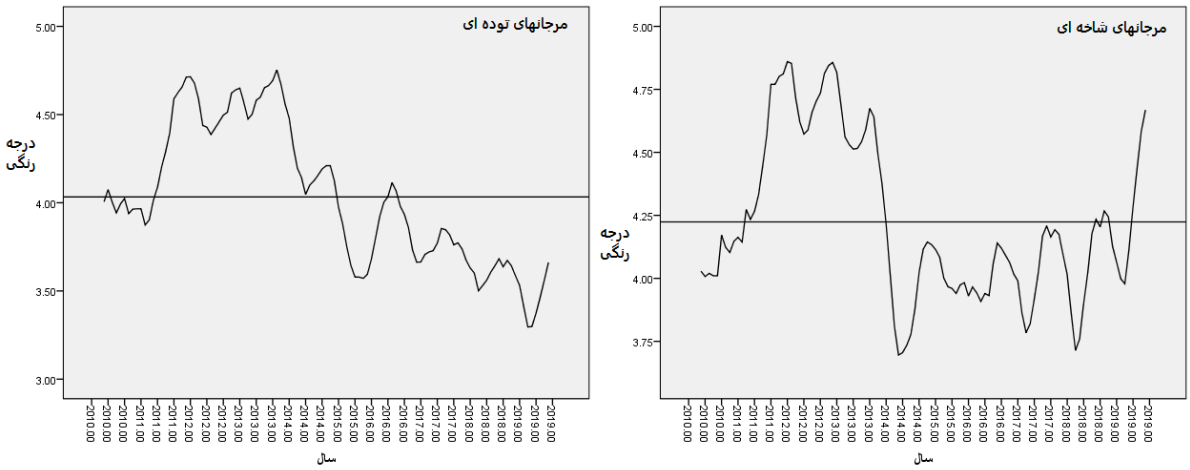
[1] Coral Change Index
[2] Coral Quality Index

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]



شکل۴: وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه ای و توده ای خلیج چابهار در ماه‌های مختلف طی سال‌های ۱۹-۲۰۱۱

Figure 4: The health status of branching and massive corals of Chabahar Bay in different months (2011-2019)



شکل ۵: روند وضعیت سلامت مرجان های شاخه ای (سمت راست) و توده ای (سمت چپ)

Figure 5: The health status trend of branching (right) and massive (left) corals

جدول ۲: روند نمره رنگی شاخص سلامت مرجان‌های خلیج چابهار

Table 2: The health index color score trend of Chabahar Bay corals

روند تغییرات	نرخ تغییر در دوره آماری	معادله متناظر	p-value α = 0.05	Z	نوع پارامتر
کاهشی معنی‌دار	کاهش ۰/۳۴ درجه	Y=71.97-0.034X	۰/۰۴۲۵۷	-۱/۷۲۱۶۰	نمره رنگی مرجان‌های شاخه‌ای
کاهشی معنی‌دار	کاهش ۰/۹۱ درجه	Y=186.74-0.091X	۰/۰۰۰۰۰	-۵/۶۶۶۵۳	نمره رنگی مرجان‌های توده‌ای

در گام بعدی با آزمون تعیین روند من کندال، داده‌های بلندمدت دمای میانگین هوای منطقه (۲۰۱۹-۱۹۸۳) و داده‌های دمای آب خلیج چابهار (۱۹-۲۰۱۱) به لحاظ معنی‌داری یا عدم معنی‌داری روند افزایشی یا کاهشی در سال‌های گذشته، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از وجود روند افزایشی معنی‌دار در دمای میانگین هوا و روند

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

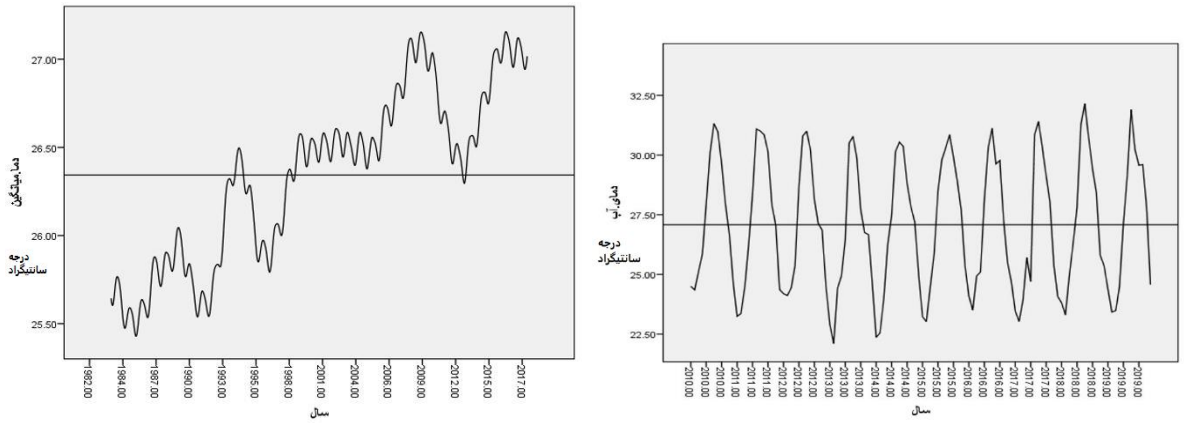
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

افزایشی غیر معنی‌دار دمای آب در سطح ۰/۰۵ داشت (جدول ۳ و شکل ۶).

جدول ۳: روند دمای هوا و دمای آب خلیج چابهار

Table 3. Air temperature trend and Water temperature of Chabahar Bay

روند	p-value (α=0.05)	Z	نوع پارامتر
افزایشی معنی‌دار	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۵/۱۱۳۸۴	دمای میانگین هوا
افزایشی غیر معنی‌دار	۰/۴۴۰۴۹۵	۰/۱۴۹۷۱۳	دمای آب



شکل ۶: روند دمای میانگین هوا (سمت چپ) و دمای آب (سمت راست) خلیج چابهار

Figures 6: The trend of average air temperature (left) and water temperature (right) of Chabahar Bay

در نهایت برای بررسی اثر دمای هوا و دمای سطح آب بر سلامت مرجان‌ها باید میزان همبستگی بین پارامترهای دما و نمره رنگی شاخص سلامت مرجان محاسبه شود که از آزمون پیرسون استفاده شد. با توجه به اینکه مرجان‌های دریایی نیز مانند سایر موجودات زنده به علت خصوصیات بیولوژیک خود با یک گام تأخیر زمانی، به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند، لذا همبستگی پیرسون با یک گام تأخیر زمانی نیز بررسی و نتیجه با داده‌های همزمان مقایسه گردید. نتایج نشان داد مرجان‌های دریایی انتقال یافته با یک گام تأخیر زمانی با دمای میانگین هوای چابهار همبستگی منفی در سطح ۰/۰۱ و با دمای سطح آب همبستگی منفی در سطح ۰/۰۵ دارند (جدول ۴). همزمان آزمون همبستگی بین پارامترهای دمای هوا و دمای آب نیز اجرا شد که دمای آب با دمای هوای منطقه همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ با ضریب همبستگی بالا (۰/۸۸۹**) را نشان داد.

جدول ۴: ضرایب همبستگی بین سلامت مرجان‌های انتقال یافته و پارامترهای دما

Table 4: Correlation coefficients between relocated coral health and temperature parameters

نمره رنگی مرجان‌های شاخه ای با یک گام تأخیر زمانی	نمره رنگی مرجان‌های شاخه ای همزمان با داده دما	نمره رنگی مرجان‌های توده ای با یک گام تأخیر زمانی	نمره رنگی مرجان‌های توده ای همزمان با داده دما	پارامتر دما
-۰/۳۲۱**	-۰/۱۰۱	-۰/۲۱۷*	-۰/۱۳۸	دمای هوا
-۰/۲۰۰*	۰/۰۰۵	-۰/۱۶۹	-۰/۰۶۱	دمای آب

** معنی‌داری همبستگی درسطح ۰/۰۱ و * معنی داری همبستگی در سطح ۰/۰۵

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که درصد پوشش مرجان‌های زنده انتقال یافته نسبت به مرجان‌های مرده از سطح ۹۸ درصد در سال ۱۳۹۰ (۲۰۱۱ میلادی) به سطح ۴۳/۲ درصد در سال ۱۳۹۴ (۲۰۱۵ میلادی) رسیده‌اند اما از سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶) لغایت پایان سال ۱۳۹۸ (۲۰۱۹ میلادی) مجدداً جوامع مرجانی در سایت جدید احیاء شده به‌طوری‌که در انتهای دوره زمانی این پژوهش به سطح پوشش ۷۱/۵ درصد مرجان زنده رسیده‌اند (شکل ۲). در بررسی نمره رنگی شاخص سلامت جلبک‌های همزیست با مرجان‌ها نتایج حاکی از وجود روند کاهشی معنی‌دار وضعیت سلامت مرجان‌های انتقال یافته در طول دوره آماری این تحقیق دارد که البته شیب این روند کاهشی در مرجان‌های توده‌ای (با کاهش۰/۹۱ درجه در دوره آماری) بیشتر از مرجان‌های شاخه‌ای (با کاهش۰/۳۴ درجه در دوره آماری) بوده است (جدول ۲). وجود روند کاهشی سلامت مرجان‌ها در تحقیقات Aminirad و Sanjani (۲۰۱۰) در مورد مرجان‌های طبیعی خلیج چابهار و نیز مطالعات بلوکی‌کورنده و همکاران (۱۳۹۷) در مورد مرجان‌های جزیره خارگو در تأیید نتایج این پژوهش می‌باشد. در برخی از سال‌های دوره آماری همچون ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) شیب این روند کاهشی سلامت مرجان‌ها شدیدتر بوده است و یکی از دلایل آن می‌تواند شروع عملیات ساختمانی توسعه موج شکن‌های بندر شهید بهشتی و لایروبی اسکله مذکور طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ (۲۰۱۴ و ۲۰۱۵) باشد (اداره محیط زیست دریایی سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۸). از آن‌جایی‌که وجود یک جریان دریایی ملایم باعث زدودن رسوبات از روی کلنی مرجانی خواهد شد، لذا اختلال در جهت جریانات طبیعی آب خلیج چابهار (جریانات ورودی از شرق خلیج چابهار) و افزایش کدورت آب و ذرات معلق ناشی از لایروبی و ساخت و ساز بندر شهید بهشتی می‌تواند به عنوان یکی از دلایل روند کاهش وضعیت سلامتی مرجان‌ها عنوان گردد. نتایج مطالعات Aminirad و Sanjani (۲۰۱۰) مبنی بر اثر ساخت و سازهای ساحلی خلیج چابهار بر سلامت مرجان‌ها در تایید نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. کاهش بیشتر وضعیت سلامت مرجان‌ها در ماه‌های مه لغایت ژوئیه (اواخر خرداد لغایت مرداد) به علت هم‌زمانی با فصل مونسون تابستانه است که علاوه بر افزایش شدت باد، جهت وزش بادها نیز بر عکس و از سمت دریا به خشکی می‌وزد. در این مدت دریا مواج و متلاطم و استرس‌های محیطی از جمله افزایش کدورت آب بر مرجان‌ها بیشتر می‌باشد و نتیجه مطالعات Tehranifard و همکاران (۲۰۱۲) بر مرجان‌های خلیج چابهار مبنی بر کاهش سلامت و درصد پوشش مرجان‌ها در فصل تابستان تحت تأثیر بادهای مونسون نیز در تأیید نتایج این پژوهش است. نتایج آزمون تعیین روند نشان داد که دمای هوای چابهار، روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را تجربه نموده است (جدول ۳). لذا، فرضیه افزایش دما در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای در این منطقه نیز همچون سایر نقاط کره زمین تأیید می‌گردد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون، وجود همبستگی مثبت قوی در سطح ۰/۰۱ بین دمای میانگین هوای منطقه و دمای آب خلیج چابهار (با ضریب همبستگی ۰/۸۸۹) را اثبات نمود، اما نتایج آزمون تعیین روند، عدم معنی‌داری در روند افزایشی دمای آب خلیج چابهار را نشان داد (جدول ۳)، این بدان معناست که به رغم افزایش دمای هوا در طول دوره آماری، دمای آب خلیج چابهار به علت ظرفیت گرمایی ویژه آب، تبادل دمای سطح آب با لایه‌های پایینی و مجاور، تلاطم امواج و اختلاط آب دریای عمان و خلیج چابهار طی سال‌های ۱۹-۲۰۱۱ افزایش معنی‌داری نداشته تا حدی که در گرم‌ترین ماه سال دمای آب از ۳۱ درجه سانتی‌گراد فراتر نرفته است (شکل ۶). نتایج مطالعات عوفی و همکاران (۱۳۹۷) نیز افزایش تنها ۰/۲ درجه سانتی‌گراد دمای سطح آب طی سه دهه در خلیج فارس را تأیید نموده است، اگر چه این میزان افزایش دما در محدوده قابل تحمل مرجان‌های گرمسیری قرار دارد (Hubbard, 1997; Castro & Huber, 2003). لذا، وقتی دمای آب روند افزایشی نداشته است، نمی‌توان آن را به عنوان عامل محدود کاهش سلامت مرجان‌های خلیج چابهار محسوب کرد و این روند کاهشی باید دلایل دیگری به‌جز افزایش دما داشته باشد. در تحقیقات حیدری و

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

همکاران (۱۳۹۰) از بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی دریا، شوری آب به عنوان عامل اصلی در کاهش سلامت و بیوماس مرجان‌های بحرکان خلیج فارس اعلام شده است. البته نتایج نشان‌دهنده وجود همبستگی منفی بین سلامت مرجان‌های چابهار (با یک گام تأخیر زمانی) با پارامترهای دمای آب و دمای هوای منطقه بود. مرجان‌های شاخه‌ای با دمای میانگین هوا (با ضریب همبستگی: ۰/۳۲۱-) در سطح ۰/۰۱ و با دمای آب (با ضریب همبستگی: ۰/۲۰۰-) در سطح ۰/۰۵ همبستگی منفی دارند. در مورد مرجان‌های توده‌ای، همبستگی منفی معنی‌دار با پارامتر دمای میانگین هوا (با ضریب همبستگی: ۰/۲۱۷-) در سطح ۰/۰۵ وجود داشته درحالی‌که همبستگی معنی‌داری با دمای آب نداشتند (جدول ۴). از مقادیر متفاوت ضرایب همبستگی منفی بین دو تیپ مرجانی می‌توان نتیجه گرفت که مرجان‌های شاخه‌ای به علت بیش‌تر بودن ضرایب همبستگی منفی، زودتر از مرجان‌های توده‌ای به نوسانات دمای محیط پاسخ می‌دهند. اما از آن‌جایی‌که نوسانات دمای آب در محدوده دمای قابل تحمل مرجان‌های مناطق گرمسیری می‌باشد، لذا این همبستگی منفی مرجان‌های شاخه‌ای با پارامتر دمای آب (۰/۲۰۰-) آنقدر قوی نیست که باعث از دست دادن کامل جلبک‌های همزیست و سفید شدگی بدون بازگشت کلنی مرجان شاخه‌ای شود و در مورد مرجان توده‌ای که کلاً منتفی است. زیرا همبستگی منفی معنی‌داری بین دمای آب و مرجان توده‌ای وجود نداشت. نتایج مطالعات Hubbard و Pocock (۱۹۹۷)، Castro و Huber (۲۰۰۳)، ولوی (۱۳۸۸) و قوام مصطفوی (۱۳۸۵) در تأیید نتایج این پژوهش است. لذا، پیشنهاد می‌شود تا سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (شوری، هدایت الکتریکی، کدورت، اسیدیته و...)، در قالب مطالعات جداگانه در دوره آماری این پژوهش بررسی گردد تا علت اصلی روند کاهشی سلامت مرجان‌ها به طور دقیق مشخص گردد.

منابع

اداره محیط زیست دریایی سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۸-۱۳۹۰. گزارشات نظارت و پایش مرجان‌های خلیج چابهار.

اژدری، د.، ۱۳۹۷. معرفی دستگاه جدید انتقال مرجان ها (Coral carrier) و مقایسه آن با دستگاه (Carrier basket). مجله علمی شیلات ایران، ۲۷ (۴): ۶۶-۵۷.
(DOI): 10.22092/ISFJ. 2018.117724

بلوکی‌کورنده، م.، نبوی، س. م. ب.، شکری، م. و غانمی، ک.، ۱۳۹۷. بررسی وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی جزایر خارگ و خارگو، فصلنامه اقیانوس شناسی، سال نهم، ۳۴: ۱۷-۱۱.
(DOR):98.1000/1562-1057.1397.9.11.0.
34.1576.1608

بهزادی، س.، رامشی، ح.، سالارپوری، ع.، درویشی، م.، پور مظفر، س.، صیدمرادی، ش. و همکاران.، ۱۳۹۹. یافته علمی کوتاه: بررسی علل سفید شدگی مرجان‌های شاخ گوزنی (*Acropora* spp.) جزیره هندورابی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۹ (۳): ۱۹۱-۱۹۶. (DOR): 20.1001.1.10261354.1399.29.3.1.3

حیدری، ف.، سواری، ا.، دهقان مدیسه، س. و نبوی، س. م. ب.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر برخی پارامترهای محیطی بر بیوماس مرجان ها در زیستگاه های مصنوعی منطقه بحرکان (شمال خلیج فارس)، مجله زیست شناسی دریا (بیولوژی دریا) ، ۲ (۶): ۱۱-۳. id=145186،
(DOI): 10.22113/JMST.2019.119999.2127

علیمرادی، م.، میری، غ. و انوری، م. ر.، ۱۳۹۳. بررسی سایت‌های مناسب در خلیج چابهار جهت احیای اکوسیستم‌های مرجانی با هدف توسعه اکوتوریسم با استفاده از مدل شاخص مرکزیت وزنی. اولین کنگره ملی آمایش سرزمین در هزاره سوم با تاکید بر جنوب شرق ایران،۲۶ و ۲۷ آذرماه ۹۳. دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان.

عوفی، ف.، ربانی ها، م.، بهزادی، س. و مهردوست، م.، ۱۳۹۷. پیامد های ناشی از تغییر اقلیم بر ساختار

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

زیستگاهی و تنوع گونه ای ماهیان آبسنگ های مرجانی در بوم سازگان های جزیره ای خلیج فارس، اولین همایش ملی توسعه پایدار خلیج فارس (اکوسیستم های حساس)، ۷ آذر ۹۷، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ، https://civilica.com/doc/908451 .COI: PGSD01_073

قوام مصطفوی، پ.، ۱۳۸۵. بررسی و شناسایی مولکولی جلبک های همزیست زوگسانتله با مرجان های آبسنگ ساز غالب جزیرۀ کیش، رساله دکتری رشته بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، COI: NBCI04_097

ولوی، ح.، ۱۳۸۸. تعیین پتانسیل و کارایی نشانگرهای زیستی در آبسنگ‌های مرجانی شمال خلیج فارس. پایان نامه دکتری رشته بیولوژی دریا رشته جانوران دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی

Aminirad, T. and Sanjani, M.S., 2010. Statuse of Coral reef species at Chabahar bay. Sistan and Baluchestan. Iran. *Pakistan journal of Biological Sciences*. 13, 8, pp. 369-374, ISSN: 1028-8880, DOI: 10.3923/pjbs.2010.369.374.

Castro, P. and Huber, H.M.E., 2003. Marine Biology. Mcgraw-Hill Science /Engineering/Math, UK, 170p.

CoralWatch, 2008. Online website and database of bleaching observations. Queensland Brain Institute, the University of Queensland St Lucia, Qld 4072 Australia http://www.coralwatch.org, Cited in 2002.

ECMWF, 2020. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. Shinfield Park, Reading, RG2 9AX, UK, https://www.ecmwf.int. Cited in 1975.

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V., 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resources, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, 378 P.

Hill, J. and Wilkinson, C., 2004. Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. *Townsville: Australian Institute of Marine Science Press*, 1–117.

Hubbard, J.A. and Pocock, Y., 1997. Sediment rejection by re-cent scleractinian corals: a key to paleoenvironment- al reconstruction. *Geol Rundsch*, 61: 598-626.

Idris, M.H., Muta Harah, Z. and Arshad, A., 2006. Status of coral reefs species at Patricia Shoals. Bintulu. Sarawak. Malaysia. Journal of Applied Sciences Research, 2 (10): 816-820.

Kendall, M.G., 1975. "Rank Correlation Measures". Charles Griffin. London Mann H. B. 1945. Nonparametric Tests against Trend. *Econometrica*, 13: 245-259.

Loya, Y., 1978. Plotless and transect methods. In D. R. S. and R. E. Johannes (Ed.). Monographs on Oceanic Methodology. *Coral Reefs*, 5: 197–218.

NOAA, 2020. National Oceanic and Atmospheric Administration, 1401 Constitution Avenue NW, Room 5128, Washington, DC 20230, https://www.noaa.gov/.

Tehranifard, A., Farhadi M. and Aminirad, T., 2012. Health Status of Coral Reefs in Chabahar Bay. Iran. *International Journal of Bioscience. Biochemistry and Bioinformatics*, 2(1): 27-30. ISSN: 2010-3638, DOI: 10.7763/IJBBB.2012.V2.63.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]

Evaluation of health trends of relocated corals in Chabahar Bay by Coral Watch and Line Intercept Transect method based on climatic parameters

Alimoradi M.R.[1]; Baaghideh M.[1*]; Entezari A.R.[1]; Hamidianpour M.[2]; Aminirad T.[3]; Abkenar A.M. [4]

[*]m.baaghideh@hsu.ac.ir

1-Department of Climatology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran.

2-Department of Physical Geography, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

3- Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Chabahar, Iran.

4-Department of Fisheries, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran.

Abstract

In order to develop Shahid Beheshti port of Chabahar, about 20,000 coral colonies were moved from the port development plan to a new site located in the north of Shahid Kalantari port. A decade after the corals were transferred, it is essential to know their health in order to make future decisions in similar cases. In this study, while examining the trend of air temperature and water temperature of Chabahar Bay, by diving operations and using Line Intercept Transect and Coral Watch methods, the health status and coverage of corals was monitored monthly from 2011 to 2017. Climatic data required for this study were obtained from Chabahar Meteorological Station and the satellite database of ECMWF Center. The relationship between the variables was examined through Pearson correlation test and Man Kendall trend analysis and the capability of SPSS and Minitab software. According to the results, the health status and development of the mentioned corals has a decreasing trend to the extent that the percentage of live coral coverage has increased from 98% in 1390 to 71.5% in 1398. On the other hand, the color degree of the health index of branched corals with a score of 4.31 out of 6 was in the "good" condition and mass corals with a score of 3.59 points were in the "average" condition. Despite the negative correlation between temperature and health of corals and the existence of a significant upward trend in the parameter of air temperature, due to the insignificance of the upward trend of water temperature, it seems that other factors besides water temperature fluctuations in the downward trend of health of corals have been involved.

Keywords: Coral, Coral Watch Method, Line Intercept Transect Method, Climate parameters Chabahar Bay

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.9.0]