J. Oceanography (JOC). 13 (51): 26-36, fall 2022

Journal of Oceanography
Homepage: joc.inio.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigation of the effect of physical parameters of seawater on the health of branching corals in Chabahar Bay

M.R. Alimoradi[1], M. Baaghideh[2,], A.R. Entezari[3], M. Hamidianpour[4], T. Aminirad[5]*

1.PH.D of Climatology/Climate Change, Department of the environment, Zahedan, Iran

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

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

4.Department of physical geography, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

5.PH.D of Marine Biology, Offshore Fisheries Research Center, Chabahar, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 2021/02/10
Revised: 2022/01/24
Accepted: 2021/07/28

Keywords:
Branching corals
Coral Watch
Physical parameters of seawater Chabahar Bay

*Corresponding author:
m.baaghideh@hsu.ac.ir

0000-0002-3085-5603

doi:10.52547/joc.13.51.3

Dor:20.1001.1.15621057.1401.13.51.3.6

ABSTRACT

Background and Objectives: Coral ecosystems, like other natural habitats, are under the influence of global warming. Every year we see the bleaching of corals in different parts of the world. Since the physical parameters of seawater are affected by meteorological phenomena, so in this study using ten-year data of oceanographic buoys, the effect of physical parameters of seawater including water surface temperature, salinity, acidity and electrical conductivity on the phenomenon of bleaching of branching corals in Chabahar Bay was investigated.

Methods: For this purpose, the trend of multi-year data of marine parameters was determined by non-parametric Mann-Kendall test. In the next step, the Pearson correlation test showed the correlation between seawater parameters and choreographed Zooxanthellae algae color score data as a coral health index produced by the authors during long-term diving operations using the Coral Watch method.

Findings: The results of this study showed that among the four parameters: water surface temperature, electrical conductivity, acidity and salinity, the highest correlation and the most effective independent variable in multivariate regression between coral health and seawater parameters is concern to EC.

Conclusion: Due to the insignificance of the increasing trend of water surface temperature in previous years and the existence of a significant negative correlation at the level of 0.01 between the health status of corals and water surface temperature, fortunately, the branching corals of Chabahar Bay have been in good condition. As human and sea pollutants are controlled in the coming years. We will see the survival of this valuable ecosystem.

NUMBER OF TABLES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF REFERENCES
5	7	27

مقاله پژوهشی

واکاوی اثر پارامترهای فیزیکی آب دریا بر سلامت مرجان های شاخه‌ای خلیج چابهار

محمدرضا علیمرادی[1]، محمد باعقیده[2*]، علیرضا انتظاری[3]، محسن حمیدیان پور[4]، تیمور امینی راد[5]

۱. دکتری اقلیم شناسی/ تغییرات اقلیم، سازمان حفاظت محیط زیست، زاهدان، ایران
۲. گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۳. گروه اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۴. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۵. دکتری بیولوژی دریا، مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، چابهار، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۱۱/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۶

واژگان کلیدی:
مرجان‌های شاخه‌ای
Coral Watch
پارامترهای فیزیکی آب دریا
خلیج چابهار

*نویسنده مسئول
m.baaghideh@hsu.ac.ir
0000-0002-3085-5603
doi:10.52547/joc.13.51.3
Dor:20.1001.1.15621057.1401.13.51.3.6

چکیده

پیشینه و اهداف: اکوسیستم‌های مرجانی همچون سایر زیستگاه‌های طبیعی تحت تأثیر پدیده گرمایش زمین هستند. هر ساله شاهد سفیدشدگی مرجان‌های دریایی در نقاط مختلف جهان هستیم. از آنجایی‌که پارامترهای فیزیکی آب دریا متأثر از پدیده های آب و هواشناسی هستند، لذا در این تحقیق با استفاده از داده های ده ساله بویه‌های اقیانوس‌شناسی، اثر پارامترهای فیزیکی آب دریا از جمله دمای سطح آب، شوری، اسیدیته و هدایت الکتریکی بر پدیده سفید شدگی مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار بررسی شد.

روش‌ها: بدین منظور روند داده‌های چند ساله پارامترهای دریایی با آزمون Mann-Kendall، مشخص شد. در مرحله بعد با آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی بین پارامترهای آب دریا و داده های نمره رنگی جلبک‌های زوگزانتلای همزیست مرجان‌ها به عنوان شاخص سلامت مرجان‌ها که توسط نگارندگان طی عملیات غواصی در دراز مدت با روش Coral Watch تولید گردیده بود، بدست آمد.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق نشان داد از بین چهار پارامتر: دمای سطح آب، هدایت الکتریکی، اسیدیته و شوری، بیشترین همبستگی مثبت و تأثیرگذارترین متغیر مستقل در رگرسیون چندجانبه بین سلامت مرجان‌ها و پارامترهای آب دریا، مربوط به هدایت الکتریکی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به عدم معنی داری روند افزایشی دمای سطح آب در سنوات گذشته و وجود همبستگی‌معنی‌دار منفی در سطح ۰/۰۱ بین وضعیت سلامت مرجان‌ها با دمای سطح آب، خوشبختانه مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار وضعیت خوبی داشته اند. در صورتی که عوامل انسانی و آلاینده دریا کنترل گردد، در سال‌های آینده نیز شاهد ادامه حیات این اکوسیستم ارزشمند خواهیم بود.

مقدمه

مرجان‌های دریایی در نواحی گرمسیری دنیا نقش بسیار کلیدی در پایداری حیات اقیانوس‌ها ایفا نموده و همچنین مزیت‌های فراوانی برای بومیان آن نواحی به دنبال دارد. متأسفانه مرجان‌های دریایی به دلیل توسعه روز افزون بنادر تجاری و صیادی، 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. ادامه این روند منفی افزایش دما سبب جداشدن جلبک ها از روی بافت مرجان شده و پدیده سفید شدگی را به دنبال خواهد داشت. ازآنجایی خلیج چابهار خاستگاه یکی از با ارزشمندترین اکوسیستم‌های دریایی؛ یعنی مرجان‌ها؛ می‌باشند لذا اطلاع از آخرین وضعیت سلامت مرجان‌ها در این نقطه از کره زمین و مطالعه تغییرات اقلیم و اثرات پارامترهای فیزیکی آب دریا بر سلامت مرجان‌ها ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

در تحقیقی که بهزادی و *همکاران* بر روی مرجان‌های هندورابی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کلنی های مرجان‌های شاخه‌ای، کاملاً سفیدشده اند، اما مرجان‌های توده ای توانسته اند در برابر استرس‌های دمای محیطی تحمل بیاورند [۵]. وقتی مرجان ها در دمای بالاتر از حد کشندگی و نور محدود قرار گیرند سریعاً سفید می‌شوند [۱۲]. وضعیت پوشش مرجانی جزیره خارگ (۶۴٪ تا ۷۷٪) مناسب تر از جزیره خارگو (۴۸٪ تا ۶۲٪) است و شاخص سلامت مرجان ها در جزیره خارگ در وضعیت بهتری نسبت به جزیره خارگو مشاهده شدند [۷]. نور شدید آفتاب و افزایش دما سبب ایجاد پدیده سفیدشدگی در دو گونه از مرجان های آبسنگ ساز (*Stylophora pistillata* و *Scriatopora hystrix*) می‌شود ولی با این تفاوت که از بین رفتن رنگ کلنی ها در نور شدید به دلیل کاهش رنگدانه زوگزانتلا و کاهش تراکم زوگزانتلا به دلیل افزایش دما است و کاهش شوری روی این دو جنس اثری ندارد [۱۷]. پایین‌ترین میزان پارامترهای جلبکی (تراکم زوگزانتلا و میزان کلروفیل a) در آخر تابستان تا پاییز و بالاترین میزان تراکم زوگزانتلا و محتوی رنگدانه ای آن ها، در زمستان می‌باشد و دلیل تفاوت‌های پارامترهای جلبکی در فصول مختلف به خاطر تغییرات نور و دما می‌باشد [۱۱]. عواملی از جمله دما، رطوبت هوای محیط، نور و فعالیت‌های انسانی بیشترین تأثیر را بر زیستگاه ساحلی دارد [۹]. درجه حرارت‌های بالاتر از حد نرمال می توانند عمل فتوسنتز را در نوعی جلبک به نام Symbiodinium متوقف کرده و منجر به پدیده سفیدشدگی مرجان شود [۲۰]. عمده مرجان‌های جزیره کیش دارای کلاد D می باشند، لذا اگر استرس‌های انسانی از محیط حذف شود آبسنگ‌های مرجانی این ناحیه می‌توانند در آینده در مقابل تغییرات محیطی، خصوصاً درجه حرارت های بالا مقاومت کرده و به حیات خود ادامه دهند [۱۳]. یکی از عوامل تأثیرگذار بر سلامت مرجان‌ها و رشد آن‌ها، عوامل انسان ساخت هستند [۳]. به منظور توسعه گردشگری دریایی حد فاصل اسکله‌های شهید کلانتری و تیس چابهار بر اساس کارکردهای موجود و شاخص مرکزیت وزنی به عنوان بهترین نقطه خلیج چابهار جهت توسعه زیستگاه‌های مرجانی تعیین می‌گردد [۱] و [۲]. یکی از دلایل مرگ و میر مرجان‌ها، حجم بالای رسوبات بستر دریا و کدورت آب حین دوره مونسون می باشد [۲۷]. تفاوت پژوهش پیش رو با پژوهش‌های قبلی در مورد مرجان‌ها، در این است که اولاً طبق بررسی‌های به عمل آمده تا کنون تحقیق جامعی بر روی مرجان‌های خلیج چابهار در ارتباط با اثر پارامترهای فیزیکی آب دریا در یک دوره بلندمدت و همبستگی بین آنها صورت نگرفته است. ثانیاً این تحقیق می‌تواند به عنوان پایه علمی و بانک داده برای تحقیقاتی که در آینده بر روی این اکوسیستم مرجانی صورت گیرد، محسوب گردد و نتایج پژوهش‌های بعدی با این پژوهش علمی مقایسه و تحلیل شود. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، سایت مرجانی خلیج چابهار در عمق کم تر از ۱۰ متر واقع در شمال اسکله شهید کلانتری با مختصات جغرافیایی ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی می باشد.

روش پژوهش

در این پژوهش بررسی سلامت آبسنگ‌های مرجانی بر اساس روش‌های Coral Watch انجام‌گرفته است. در این روش سلامت مرجان‌های دریایی به‌وسیله شاخص نشان‌دهنده میزان غلظت و تراکم جلبک‌های تک‌سلولی همزیست (Zooxanthellae) با کلنی مرجانی سنجیده می شود. در این روش شاخص سلامت /کیفیت (Coral Quality Index) که به اختصار CQI نامگذاری شده، بیانگر میزان تغییرات در غلظت رنگ در بافت خارجی مرجان در یک سایت و یا یک ترانسکت مطالعاتی خاص می باشد که بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

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

$\bar{x}L$ = میانگین نمره رنگی در هریک از لایه های ترانسکت دایره ای

n = تعداد لایه های هر ترانسکت دایره ای

از طرفی به جای سه لایه می‌توان تنها از یک ترانسکت با شعاع ۱۰ متر استفاده کرد و فرمول قابل اصلاح است [۴]. برای تعیین میزان غلظت رنگ در یک کلنی، از چارت رنگی تعیین غلظت رنگ معرفی شده در سایت Coral Watch تحت عنوان (www.coralwatch.org) استفاده شد. میزان تراکم زوگزانتلا با مطابقت دادن جدول رنگی با کلنی های مرجانی بدست می‌آید. کدهایی که با عدد ۶ مشخص شده‌اند بیانگر تیره‌ترین قسمت و یا بیشترین حد همزیستی بین زوگزانتلا و پلیپ های مرجانی و کدهایی که با عدد ۱ مشخص شده‌اند بیانگر کم رنگ‌ترین قسمت و یا کمترین حد میزان همزیستی بین زوگزانتلا و پلیپ های مرجانی می باشند. لذا پس از تعیین میانگین نمره رنگی درهر کلنی، میانگین نمره رنگی کلنی ها در هر لایه از ترانسکت دایره ای بدست آمده و با توجه به فرمول شاخص کیفیت داده گذاری و سپس میانگین لگاریتمی کل لایه ها بعنوان نمره رنگی نهایی در ترانسکت طبق جدول استاندارد (۱) بدست می آید [۱۶]. شاخص وضعیت (CI) جهت رتبه‌بندی

اجتماع مرجانی و تنش‌های منطقه مرجانی و شاخص گسترش (DI) جهت توسعه آن محاسبه می‌گردد [۱۹].

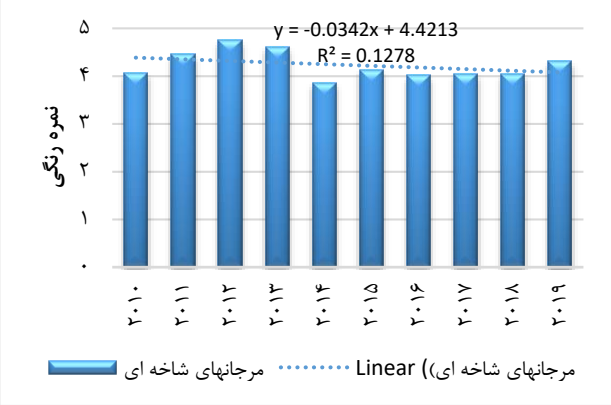
جدول ۱) پارامترهای کیفی و مقیاس‌های عددی شاخص تغییرات (CCI) و کیفیت (CQI) به منظور پایش اکوسیستم مرجانی

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

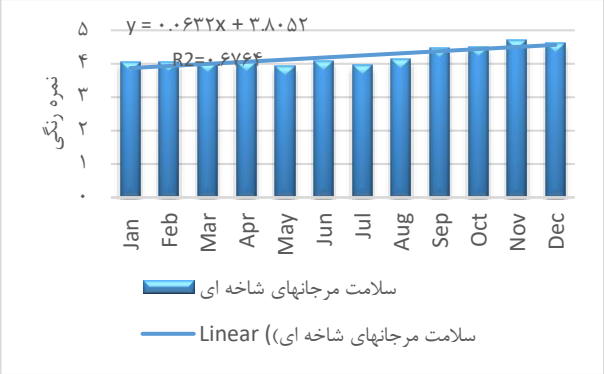
در پژوهش حاضر بررسی، جهت، شدت و سطح ارتباط متغیرها با استفاده روش های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی چند جانبه و تحلیل روند با روش من کندال و با استفاده از قابلیت‌های نرم افزارهای SPSS و Minitabانجام شد.

نتایج و بحث

ابتدا آخرین وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای سایت مرجانی خلیج چابهار و روند تغییر نمره رنگی کلنی های مرجانی طی ده سال اخیر بر اساس داده های حاصل از عملیات غواصی بر اساس میانگین ماهانه آن بررسی گردید (شکل‌های ۱ و۲).



شکل۱: وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار (۲۰۱۹- ۲۰۱۰)



شکل۲: وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار در ماههای مختلف سال ۲۰۱۹-۲۰۱۰

الف) *بررسی همبستگی سلامت مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار با پارامترهای فیزیکی آب دریا:*

پس از اطمینان از نرمال بودن سری زمانی داده های پارامترهای فیزیکی آب دریا و نمره رنگی شاخص سلامت مرجان‌ها، از طریق آزمون پیرسون، همبستگی فی مابین بررسی گردید. از آنجایی‌که مرجان‌های دریایی همچون سایر موجودات زنده به علت خصوصیات خاص بیولوژیکی، با یک گام تأخیر زمانی به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهند لذا اعتبار سنجی همبستگی پیرسون با یک گام تأخیر زمانی یک ماهه نیز تحلیل و نتیجه با داده‌های هم زمان مقایسه گردید (جدول۲).

جدول ۲ : همبستگی بین سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای فیزیکی آب دریا

پارامتر	دمای آب	شوری	هدایت الکتریکی	اسیدیته
نمره رنگی همزمان با پارامترها	۰/۰۰۵	۰/۲۰۷*	۰/۲۲۲*	۰/۱۷۴
نمره رنگی با تأخیر زمانی یک ماهه	-۰/۲۰۰*	۰/۱۷۰	۰/۲۷۵**	۰/۱۶۱
دمای آب	۱	۰/۲۹۲**	-۰/۱۹۶*	-۰/۰۸۵
شوری	۰/۲۹۲**	۱	۰/۸۴۵**	۰/۱۰۶
هدایت الکتریکی	-۰/۱۹۶*	۰/۸۴۵**	۱	۰/۱۲۶
اسیدیته	-۰/۰۸۵	۰/۱۰۶	۰/۱۲۶	۱

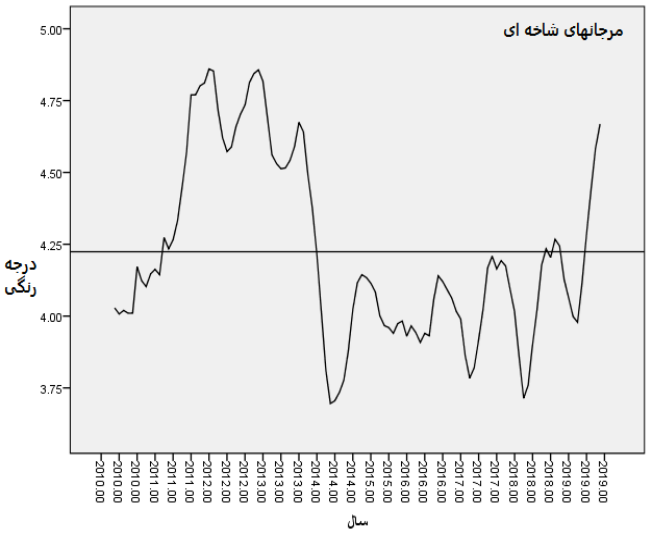
****معنی داری همبستگی درسطح ۰/۰۱ و *معنی‌داری همبستگی در سطح ۰/۰۵**

ب) *بررسی روند سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای فیزیکی آب خلیج چابهار:*

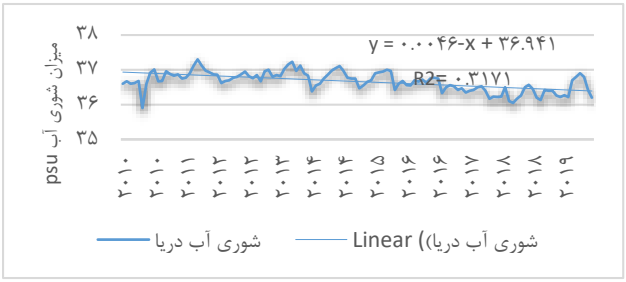
با استفاده از روش تعیین روند من کندال، روند سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای فیزیکی آب دریا در طول دوره آماری ده ساله بررسی شد (جدول۳) و (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷).

جدول ۳: روند تغییرات نمره رنگی شاخص سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای آب دریا از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹

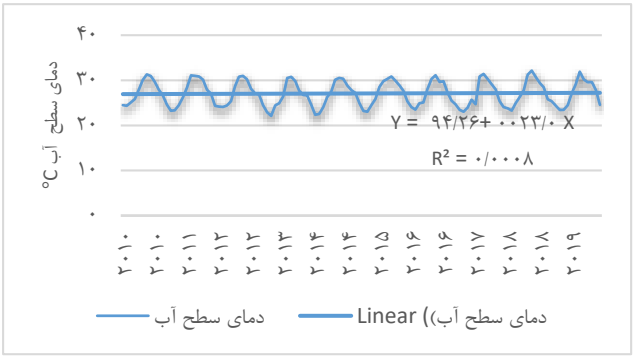
روند تغییرات	نرخ تغییر در هر ده سال	معادله متناظر	p-value ۰۵.۰ = ά at	Z	نوع پارامتر
کاهشی معنی‌دار	کاهش ۰/۳۴ درجه	- ۹۷.۷۱۷ = X۰۳۴.۰	۰/۰۴۲۵۷۰۹	-۱/۷۲۱۶۰	نمره رنگی مرجان‌های شاخه‌ای
کاهشی معنی‌دار	کاهش ۰/۰۴	- ۳۶/۹۴۱۷ = X۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰	-۶/۴۹۲۱۳	شوری
افزایشی غیر معنی‌دار	افزایش ۰/۰۲ درجه	+ ۲۶/۹۴۷ = X۰/۰۰۲۳	۰/۴۴۰۴۹۵	۰/۱۴۹۷۱۳	دمای سطح آب
کاهشی معنی‌دار	کاهش ۰/۰۶	- ۵۵/۵۶۵۷ = X۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰	-۷/۵۵۷۵۱	هدایت الکتریکی
افزایشی معنی‌دار	افزایش ۰/۰۰۶	+ ۸/۰۹۱۷ = X۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۵۷۵۸۴	۲/۵۲۶۶۱	اسیدیته



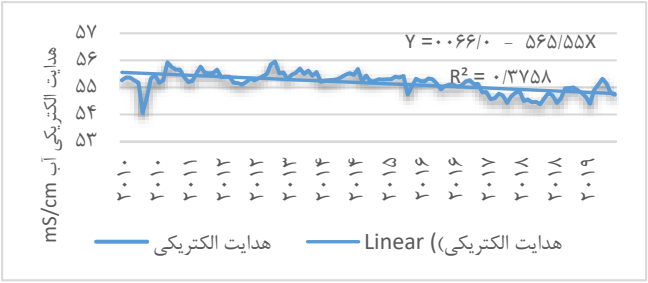
شکل ۳: روند وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار از ۲۰۱۰ تا۲۰۱۹



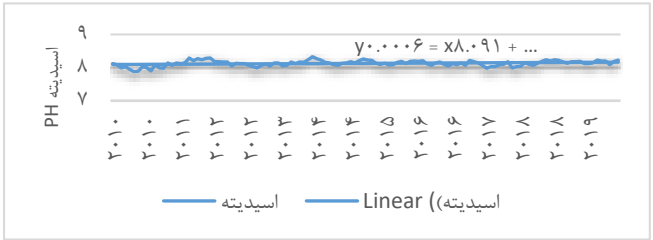
شکل۴: روند شوری آب دریا از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹



شکل ۵: روند دمای سطح آب دریا از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹



شکل ۶: روند هدایت الکتریکی آب دریا از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹



شکل ۷: روند اسیدیته آب دریا از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹

ج) پیش‌بینی وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای خلیج چابهار با دستیابی به معادلات رگرسیونی چند جانبه:

برای یافتن معادلات متناظر برای پیش‌بینی سلامت مرجان‌ها در آینده با در دست داشتن پارامترهای آب دریا، هر چهار مدل رگرسیون Enter، Backward، Stepwise و Forward اجرا و با توجه به اعتبار سنجی

انجام شده، بهترین پیش‌بینی ها توسط مدل گام به گام (Stepwise) با تعداد متغیر پیش بین کمتر، صورت گرفت. (جداول۴ و ۵).

جدول۴ : اعتبارسنجی مدلهای مختلف رگرسیون مابین سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای فیزیکی آب دریا با تأخیر زمانی یک ماهه در متغیر وابسته

مدل منتخب	نمودار توزیع خطاها	ضریب دوربین واتسون	(معنی‌داری) Anova
روش گام به گام	نرمال	۱/۷۲۸	۰/۰۰۲[a]

جدول۵: تحلیل رگرسیون چند متغیره به روش ورود (Stepwise) برای پیش‌بینی سلامت مرجان‌های شاخه‌ای چابهار از طریق پارامترهای آب دریا با یک ماه تأخیر داده های سلامت مرجان‌ها

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	R	R^2	ADJ R^2	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta						Tolerance	VIF
(Constant)	-۱۴/۳۱۶	۵/۹۸۳		-۲/۳۹۳	۰/۰۱۸	۰.[a]۲۷۵/	۰۷۶/۰	۰۶۸/۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰
EC هدایت الکتریکی	۰/۳۳۶	۰/۱۰۸	۰/۲۷۵	۳/۱۰۰	۰/۰۰۲					

a. متغیر وابسته: مرجان شاخه‌ای با یک گام تأخیر زمانی یک ماهه

$$Y_{\text{Branching Coral score}} = EC \times (۰/۳۳۶) - ۱۴/۳۱۶ \quad (۲)$$

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد روند کلی سلامتی مرجان‌های شاخه‌ای از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ کاهشی بوده است (جدول ۳ و شکل ۱). این روند کاهشی سلامت مرجان‌ها با تحقیقات بهزادی *و همکاران* [۵] در مورد وضعیت سلامت مرجان‌های جزیره هندورابی و تحقیقات بلوکی *و همکاران* [۷] در خصوص سلامت مرجان‌های جزیره خارگو در مقایسه با جزیره خارگ همخوانی دارد. بر اساس مقدار عددی میانگین سالانه نمره رنگی شاخص سلامت مرجان از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۱۹ روند سلامت مرجان‌های شاخه‌ای رو به بهبودی بوده است. در پایان سال ۲۰۱۹ (درجه رنگی۴/۳۱ از ۶)، وضعیت سلامتی آنها در رده بندی "خوب" قرار گرفته است. پایین‌ترین شاخص نمره رنگی (۳/۸۷) مربوط به سال ۲۰۱۴ بالاترین مقدار آن (۴/۷۵) متعلق به سال ۲۰۱۲ می باشد (شکل ۱). نمودار وضعیت سلامتی بر اساس ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد که در اواخر فصل بهار و در طول فصل تابستان تقریباً در ماه‌های مه تا اوت شاخص درجه رنگی کاهشی بوده و پس از آن روند افزایشی به خود می‌گیرد. پایین ترین درجه رنگی شاخص سلامت مرجان‌های شاخه‌ای (۳/۹۲) مربوط به ماه مه است که مقارن با شروع فصل مانسون تابستانه می باشد (شکل ۲). نتایج کسب شده با نتیجه تحقیقات تهرانی فرد *و همکاران* [۲۷] در خصوص اثرات فصل مونسون تابستانه بر مرجان‌های خلیج چابهار هم‌پوشانی دارد. طبق نتایج آزمون تعین روند من کندال مشخص گردید که در طول دوره آماری این تحقیق (۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹)، شوری و هدایت الکتریکی آب در سطح ۰/۰۵روند کاهشی معنی‌دار داشته درحالی‌که اسیدیته دارای روند افزایشی معنی‌دار بود. نتیجه مطالعات Kelble *و همکاران* [۲۱] بر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی خلیج فلوریدا و تحقیقات کمیجانی *و همکاران* [۲۲] بر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی خلیج چابهار و تحقیقات مؤمنی [۲۳] و همچنین تحقیقات Birkeland [۶] در تأیید نتایج منفی کاهش شوری و هدایت الکتریکی و افزایش اسیدیته آب دریا بر سلامت مرجان‌ها است. از طرفی روند افزایشی دمای آب در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نبود (جدول۳). علت معنی‌دار نبودن روند افزایشی دمای آب خلیج چابهار، تبادل آب دریای عمان با خلیج چابهار در چرخش سیکلونی پادساعت گرد، ظرفیت گرمایی ویژه بالاتر آب نسبت به هوا و تبادل مولکولی و سینوسی حرارت با لایه‌های زیرین آب در منطقه کم‌عمق ساحلی خلیج چابهار می باشد به طوری که اختلاف دمایی چندانی از سطح آب تا بستر مرجانی مشاهده نمی شود [۲۲]. در بررسی میزان همبستگی پارامترهای مذکور با سلامت مرجان‌های شاخه‌ای، نتایج آزمون همبستگی نشان داد طبق جدول (۲) سلامت مرجان‌های شاخه‌ای در گام زمانی هم‌زمان با پارامترهای آب دریا، با شوری و هدایت الکتریکی آب در سطح ۰/۰۵ همبستگی مثبت معنی‌دار دارد اما در گام زمانی با یک ماه تأخیر، با درجه حرارت سطحی آب همبستگی منفی و با هدایت الکتریکی، همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ دارد. از طرفی شوری با درجه حرارت و هدایت الکتریکی همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ دارد. هدایت الکتریکی نیز در سطح ۰/۰۵ با دمای سطح آب همبستگی منفی معنی‌دار دارد. همبستگی مثبت مرجانها با شوری و هدایت الکتریکی در این پژوهش را مطالعات حیدری *و همکاران* [۱۵]، Reimer [۲۵]، موسوی *و همکاران* [۲۴] و همچنین تحقیقات Huber و Castro [۸] نیز تأیید می‌نماید. با توجه به اینکه نوسانات دمای آب خلیج چابهار در طول دوره آماری این پژوهش روند افزایشی معنی‌دار نداشته و در محدوده مناسب رشد مرجانها قرار داشته (شکل ۵) تا حدی که در گرم‌ترین ماه سال از ۳۱ درجه سانتیگراد فراتر نرفته است، لذا عامل دمای آب عامل محدود کننده وضعیت سلامت مرجان‌ها نمی باشد و تحقیقات Hubbard و Pocock [۱۸] و همچنین Huber و Castro [۸] در تأیید این مطلب می باشد. ضمن اینکه مرجانهای شاخه‌ای خلیج فارس

و دریای عمان به علت ویژگی‌های ژنتیکی دماهای بالاتری را نیز تحمل می کنند [۸]، [۱۸] و [۱۳]. طبق نتایج مدل گام به گام رگرسیون چندجانبه، از بین کلیه پارامترهای محیطی مورد بحث، بیشترین همبستگی و تأثیرگذارترین متغیر مستقل در رگرسیون چند جانبه بین سلامت مرجان‌های شاخه‌ای و پارامترهای آب دریا مربوط به هدایت

الکتریکی آب دریا (EC) می باشد (جدول ۵). لذا با در دست داشتن مقادیر EC به راحتی و بدون عملیات غواصی می‌توان از طریق معادله متناظر فی‌مابین وضعیت سلامت مرجان‌های شاخه‌ای چابهار را تخمین زد. نتایج تحقیقات سینایی و بلوکی [۲۶] و همچنین مطالعات Goreau و [۱۴] درزمینهٔ نقش هدایت الکتریکی آب دریا در توسعه زیست سازه‌های الکتریکی (بیوراک) و افزایش سرعت رشد و توسعه مرجانها و تراکم جلبک‌های همزیست در تأیید نتایج این پژوهش است.

مشارکت نویسندگان

انجام کارهای میدانی، عملیات غواصی و نگارش کلی مقاله بر عهده نویسنده نخست و پیشنهاد عنوان مقاله، بازخوانی، اصلاح و راهنمایی کلی مقاله، همچنین کلیه مکاتبات بر عهده نویسنده دوم مقاله بود. مشاوره و تجزیه و تحلیل یافته‌ها نیز به‌صورت همکاری مشترک کلیه نویسندگان انجام گرفت. به‌طور کلی میزان مشارکت به‌صورت چهل درصد بر عهده نویسنده نخست و چهل درصد بر عهده نویسنده دوم و بیست درصد سایر نویسندگان می‌باشد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

[1] Alimoradi, M.R.; Miri, Gh.R.; Anvari, M.R., (2014). The Role of Coral Reefs to develop Ecotourism using SWOT (Case Study of New Marine Coral Site of Chabahar Bay), International journal of current research and academic review- ISSN: 2347-3215 Volume 3 Number 1 (January-2015) pp. 74-84.
http://www.ijcrar.com/vol-3-1/Mohammad%20Reza%20Alimoradi,%20et%20al.pdf

[2] Alimoradi, M.R.; Miri, Gh.R.; Anvari, M.R., (2014). Assessing the ecotourism potential of the east coast of Chabahar Bay (using Paralong model), the first national congress on land use planning in the third millennium with emphasis on southeastern Iran, Islamic Azad University of Zahedan (in Persian).
https://civilica.com/l/4974/

[3] Aminirad, T.; Sanjani, M.S., (2010). Status of Coral reef species at Chabahar bay, Sistan & Baluchestan, Iran, Pakistan journal of Biological Sciences, ISSN 1028-8880,
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20836296/

[4] Aminirad, T.; Azini, M. R., (2013). New and Previous Records of Scleractinian Corals from Chabahar Bay, Sistan & Baluchistan, Iran, Ecopersia, 1 (4), 407-418
https://www.researchgate.net/publication/332849347_Acropora_clathrata_Brook_1891_and_Acropora_nausta_Dana_1846_belonging_to_Acroporidae_Favia_matthai_Vaughan_1918_Favites_complanata_Ehrenberg_1824_Favites_flexusa_Dana_1846

[5] Behzadi S.; Ramshi, H.; Salarpour, A.; Darvishi, M.; PourMozaffar, S.; Seidmoradi, S., (2020). Short scientific findings: Investigation of the causes of bleaching of Branching Corals (Acropora spp.) On Hindurabi Island. Iranian Journal of Fisheries. 29(3): 191-196 (in Persian).
https://isfj.ir/article-1-1880-fa.html

[6] Birkeland, C., (1997). Life and Death of Coral Reefs. Chapman and Hall, New York, pp. 536.
http://www.reefbase.org/resource_center/publication/pub_9672.aspx

[7] Bolouki Korandeh, M.; Nabavi, S.M.B.; Shokri, M.R.; Ghanemi, K., (2018). Assessing the health status of coral reefs in Kharg and Khargo islands, Quarterly Journal of Oceanography, Ninth Year No. 34 (45 consecutive, Summer (in Persian).
http://joc.inio.ac.ir/browse.php?a_id=1121&sid=1&slc_lang=fa

[8] Castro, P.; Huber, M., (2003). Marine Biology, Mcgraw-Hill Science/Engineering/Math.
https://www.amazon.com/Marine-Biology-Peter-Castro/dp/0072852909

[9] Claereboudt, M.R., (2006). Reef Coral and Coral Reefs of the Gulf of Oman. Pub.The Historical Association of Oman. ISBN 9948-03- 241-1.
https://scholar.google.com/citations?user=HSgKWF8AAAAJ&hl=en
https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=851427

[10] CoralWatch, (2008). Online website and database of bleaching observations

[16] Hill. J.; Wilkinson, C. R., (2004). "Method for ecological monitoring of Coral Reefs," Asturalian Institute of Marine Science, Townsvill Australia; 2004. 1–117Google Scholar
https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2004-023.pdf

[17] Hoegh-Guldberg, O.; Smith, J., (1989). The effect of sudden changes in temperature, light and salinity on the population density and export of zooxanthellae from the reef corals Stylophora pistillata Esper and Seriatopora hystrix Dana. J .Exp. Mar. Biol. Ecol. 129:279-303
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022098189901093

[18] Hubbard, J.A.; Pocock, Y., (1997) Sediment rejection by re- cent scleractinian corals: a key to paleoenvironment-al reconstruction. Geol Rundsch 61:598-626
https://books.google.com/books?id=7RWfiECRgC8C&pg=PA444&lpg=PA444&dq=Hubbard+JAEB,+Pocock+YP+(1972)+Sediment+rejection+by+recent+scleractinian+corals:+a+key+to+paleoenvironmental+reconstruction.+Geol+Rundsch+61:598%E2%80%93626&source=bl&ots=uDQZae5F8p&sig=ACfU3U3CvQOpttGbs8sAXHbi118ifVT9Sg&hl=fa&sa=X&ved=2ahUKEwjdmeyAweH0AhWsBWMBHXY6BF8Q6AF6BAgbEAM#v=onepage&q=Hubbard%20JAEB%2C%20Pocock%20YP%20(1972)%20Sediment%20rejection%20by%20recent%20scleractinian%20corals%3A%20a%20key%20to%20paleoenvironmental%20reconstruction.%20Geol%20Rundsch%2061%3A598%E2%80%93626&f=false

[19] Idris, M.H.; Muta Harah, Z.; Arshad, A., (2006). Status of coral reefs species at Patricia Shoals, Bintulu, Sarawak, Malaysia. Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 816-820.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=U1ecwSAAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=U1ecwSAAAAAJ:ULOm3_A8WrAC

[20] Jones, R. J.; Hoegh-Guldberg, O.; Larkum, A.W.D.; Schreiber, U., (1998).Temperature- induced bleaching of corals begins with impairment of the CO2 fixation http://www.coralwatch.org

[11] Fitt, W.K.; McFarland, F.K.; Warner; M.E.; Chilcoat, G.C., (2000). Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. Limnol Oceanogr 45:677-685.
https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.2000.45.3.0677

[12] Fitt. W. K.; Braly, R. D.; Lucas, J. S.; Yellowlees, D., (1993). "Nitrogen Flux of Giant clam-Saiz Dependency and relationship To zooxantellae Density and Clam Biomass In Uptake of dissolved Inorganic Nitrogen," Marine Biology, vol. 117: 381-386
https://link.springer.com/article/10.1007/BF00349313

[13] Ghavam Mostafavi, P.; Fatemi, S.M.R.; Shahhosseiny, M.H.; Hoegh-Guldberg, O.; Weng Loh, W.K., (2007). Predominance of clade D Symbiodinium in shallow-water reef-building corals of Kish and Larak Islands (Persian Gulf, Iran). Mar. Biol. 153: 25-34.
https://www.academia.edu/31613122/Predominance_of_clade_D_Symbiodinium_in_shallow-water_reef-building_corals_off_Kish_and_Larak_Islands_Persian_Gulf_Iran_
https://www.academia.edu/4285977/Predominance_of_clade_D_Symbiodinium_in_shallow_water_reef_building_corals_off_Kish_and_Larak_Islands_Persian_Gulf_Iran

[14] Goreau, T.J., (2014). Electrical Stimulation Greatly Increases Settlement, Growth, Survival, and Stress Resistance of Marine Organisms. Natural Resources. 5: 527-537.
https://www.researchgate.net/publication/276496460_Electrical_Stimulation_Greatly_Increases_Settlement_Growth_Survival_and_Stress_Resistance_of_Marine_Organisms

[15] Heidari, F.; Savari ,A.; Dehghan Madiseh, S.; Nabavi, S.M.B., (2012), Study on effects of environmental factors on biomass of Cnidarians in artificial habitats of Bahrekan (Northwest of Persian Gulf). 3. 2012; 3 (4) :23-30 (in Persian).
http://jmb.iauahvaz.ac.ir/article-1-71-fa.html

mechanism in zooxanthellae. Plant Cell Environ. 21:1219-1230.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.1998.00345.x

[21] Kelble, C.R.; Johns, E.M.; Nuttle. W.K.; Lee. T.N.; Smith, P.B.; Ortner, P.B., (2007). Salinity Patterns of Florida Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol 7 (1-2), 318-334.
https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-4b2c5fe5-03dc-3433-9e17-9221715daf7a
http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.598.3842&rep=rep1&type=pdf

[22] Komijani, F.; Chegini, V.; Banazade Mahani, M.R.; Sanjani, M.S., (2011). Study of changes physical parameters in Chahbahar Bay water in winter monsoon (2006-2007), Journal of the Earth and Space Physics, Volume 37, Number 4 - Serial Number 771747, Winter 2011, Page 195-216 https://dx.doi.org/10.22059/jesphys.2012.24310 , (in Persian).
https://jesphys.ut.ac.ir/article_24310.html

[23] Mo'meni, A., (1996). Principles of Oceanography. Collections of chemical and chemical oceanography. first volume. Shahid Beheshti University Press, 436 pages (in Persian).
https://lib.ui.ac.ir/inventory/1/98213.htm
https://daneshnegar.com/fa/product/37668/

[24] Mousavi, S.H.; Shokri, M.R.; Danehkar, A., (2013), Investigation of the effect of physical and chemical parameters of water on the distribution of coral reefs in Kish Island, Applied Ecology / Second Year / Number 6 / Winter
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096456911500068X?via%3Dihub

[25] Reimer, A.A., (1971). Observations on the relationship between several species of tropical zoanthids (Zoanthidae, Coelenterata) and their zooxanthellae. J. Exp. Mar Biol. Ecol. 7:207-217.
https://www.semanticscholar.org/paper/Observations-on-the-relationships-between-several-Reimer/be4c8829191091f1a0eea1aa4964bbade80a04d1

[26] Sinaei, M.; Bolouki, M., (2020), Increasing Coral Biomass Using Biorock Method in Chabahar Bay, Journal of Marine Science and Technology, Volume 19, Number 2 - Consecutive Issue 2 Summer 1399, pp. 52-6 10.22113/JMST.2018.110731.2093 (in Persian).
https://www.researchgate.net/publication/352891321_Evaluating_the_Efficiency_of_Using_the_Bioraak_Method_in_Planting_Coral_Acropora_calthrata_in_the_Chabahar_Bay

[27] Tehranifard, A.; Farhadi,M.; Aminirad, T., (2012). Health Status of Coral Reefs in Chabahar Bay, Iran, International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 2, No. 1, January .

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Parsi, M., Ph.D. Candidate, Information Technology Engineering, Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (INIOAS), Tehran, Iran.
✉ *m.parsi@inio.ac.ir* 0000-000-7699-4636

Alimoradi, M. R., Climatology/Climate change (Ph.D.), Department of the environment, Zahedan, Iran.
✉ *mralimoradi@gmail.com* 0000-0002-3085-5603

Baaghideh, M., Climatology (Associate professor), Department of Climatology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran.
✉ m.baaghideh@hsu.ac.ir 0000-0002-4453-6267

Entezari, A.R., Climatology (Associate professor), Department of Climatology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran.
✉ entezari@hsu.ac.ir 0000-0001-7093-0172

Hamidianpour, M., Climatology (Assistant professor), Department of physical geography, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
✉ mhamidianpour@gep.usb.ac.ir 0000-0001-7389-172X

Aminirad, T., Marine Biologist (Ph.D.), Offshore Fisheries Research Center, Chabahar, Iran
✉ taminrad@gmail.com 0000-0003-2217-3933

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Dor:20.1001.1.15621057.1401.13.51.3.6
http://doi.org/10.52547/joc.13.51.3
http://joc.inio.ac.ir/ article-1-1634-fa.html
https://orcid.org/ 0000-0002-4453-6267

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.