



Original Research Paper

The prediction distribution of mangrove crab *Macrophthalmus (Macrophthalmus) sulcatus* H. Milne Edwards, 1852 in response to global warming

Sana Sharifian¹, Ehsan Kamrani^{2*}, Hanieh Saeedi^{3,4}

¹Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

²Fishery Department, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

³ Department of Marine Zoology, Senckenberg Research Institute and Natural History Museum, Frankfurt am Main, Germany

⁴OBIS data manager, Deep-Sea Node, Frankfurt am Main, Germany

Key Words

Modeling MaxEnt
Global distribution
Temperature
Depth

Abstract

Introduction: Crabs family Macrophthalmidae play the important ecological role in food web of mangroves.

Materials & Methods: In this study, using MaxEnt modeling technique, recent and future distributions of the crab *M. sulcatus* were modelled. The records on species distribution were obtained from the open-access databases, literatures and collections of museums.

Result: Depth and sea surface temperature (SST) were the most important drivers of distribution of mangrove crab. In present model, the most suitable environments were depths of less than 32.34 m, mean SST 27.82 °C, salinity 40.11-44.02 (ppm), current velocity of 0.04 m⁻¹, and in future models, coastal area with depth less 44.33 m, SST between 28.86 °C, salinity 38.77 (ppm), and current velocity between 0.01 m⁻¹. Future models showed that distribution of species will be contracted in response to climate change and it will be observed the expanding the low suitable environments from 23.52 to 27.27 percent and the decreasing median suitable environments from 38.23 to 33.33 percent in future.

Conclusion: The outputs of MaxEnt model present the vulnerability of mangrove crabs to climate change in future, in regards to the contraction of future distribution and how they may response to change in climatic conditions through the contraction their distribution .

* Corresponding Author's email: eza47@yahoo.com

Received: 28 August 2020; Reviewed: 6 October 2020; Revised: 8 December 2020; Accepted: 12 January 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2020.249393.2360](https://doi.org/10.22034/AEJ.2020.249393.2360)

مقاله پژوهشی

پیش‌بینی پراکنش خرچنگ مانگرو *Macrophthalmus (Macrophthalmus) sulcatus* در پاسخ به گرمایش جهانی (H. Milne Edwards, ۱۸۵۲)

سنا شریفیان^۱، احسان کامرانی^{۲*}، هانیه سعیدی^{۳،۴}

^۱ گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۲ گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۳ گروه جانورشناسی دریا، موسسه تحقیقاتی و موزه تاریخ طبیعی Senckenberg، فرانکفورت، آلمان

^۴ مدیر داده‌های OBIS، بخش اعماق دریا، فرانکفورت، آلمان

چکیده

کلمات کلیدی

تالاب انزلی

Macrobrachium nipponense

بازده تولید مثلی

مقدمه: خرچنگ‌های خانواده Macrophthalmidae نقش اکولوژیکی مهم در زنجیره غذایی مانگروها ایفا می‌کنند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، با استفاده از روش مدل‌سازی MaxEnt، پراکنش اخیر و آینده گونه *Macrophthalmus (Macrophthalmus) sulcatus* مدل‌سازی شد.

مشاهدات پراکنش گونه از پایگاه‌های داده‌ای برخط، مقالات و جمع‌آوری‌های موزه‌ای، به دست آمد.

نتایج: دمای سطح آب دریا و عمق مهم‌ترین محرک‌های پراکنش خرچنگ مانگرو بودند. در مدل‌سازی اخیر، مناسب‌ترین محیط‌ها

عمق کم‌تر از ۳۲/۳۴ متر، دمای ۲۷/۸۲ (درجه سانتی‌گراد)، شوری ۴۰/۴۴-۱۱/۰۲ (پی پی ام) و سرعت جریان ۰/۰۴ (متر بر ثانیه) و در مدل‌سازی آینده، نواحی ساحلی با عمق کم‌تر از ۴۴/۳۳ متر، دمای ۲۸/۸۶ (درجه سانتی‌گراد)، شوری ۳۸/۷۷ (پی پی ام) و سرعت جریان ۰/۰۱ (متر بر ثانیه) بود.

مدل‌سازی آینده نشان داد که این گونه در پاسخ به تغییرات آب و هوایی، گستره پراکنش خود در آینده را محدود خواهد کرد و گسترش محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین برای گونه، از ۲۳/۵۲ به ۲۷/۲۷ درصد و کاهش محیط‌های با شرایط زیستگاهی متوسط از ۳۸/۲۳ به ۳۳/۳۳ درصد در آینده، مشاهده خواهد شد.

نتیجه‌گیری و بحث: تفسیر خروجی MaxEnt، آسیب‌پذیری خرچنگ مانگرو را به تغییرات آب و هوایی در آینده، با توجه به محدود شدن پراکنش آینده، نشان داد و این که آن‌ها چگونه ممکن است به تغییرات در شرایط آب و هوایی، از طریق محدود شدن پراکنش خود، پاسخ دهند.

خود، پاسخ دهند.

مقدمه

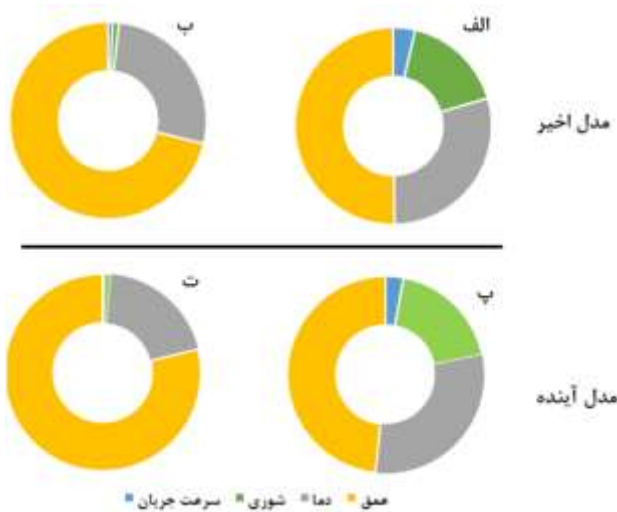
تغییرات جهانی آب‌وهوایی، توزیع آینده گونه‌های دریایی را تحت تاثیر قرار خواهد داد (۱، ۲). نقشه‌های پراکنش نشان‌دهنده محیط‌های مناسب آینده، می‌توانند پیش‌بینی‌کننده محدوده احتمالی حرکت گونه‌های کفزی، به‌عنوان پاسخ به افزایش دمای جهانی باشند (۲، ۳، ۴). گونه‌ها با جابجایی پراکنش خود به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر، احتمالاً به تغییرات آب‌وهوایی، پاسخ می‌دهند (۱، ۵). با این حال، احتمال جابجایی‌های چندطرفه در بین گونه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری، به‌عنوان برون‌دادی از تعاملات اکولوژیکی، وجود دارد (۱). مدل‌های پیش‌بینی‌کننده محیط‌های با شرایط زیستگاهی مناسب، به‌طور گسترده، جهت تشخیص عوامل محیطی کنترل‌کننده پراکنش موجودات، استفاده می‌شوند، طوری که این مدل‌ها، قادر به پیش‌بینی محدوده جغرافیایی گونه‌ها، با استفاده از مکان‌های گزارش شده، هستند (۶، ۷، ۳). روش مدل‌سازی MaxEnt به‌طور گسترده، به‌عنوان یکی از پرکاربردترین مدل‌های پراکنش گونه‌ای در طول سالیان اخیر، مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳) که اساس آن بر پایه داده‌های وقوع گونه و متغیرهای محیطی می‌باشد (۱۴). محدوده پراکنش گونه *M. sulcatus* در محدوده اقیانوس هند-غرب آرام می‌باشد (۱۵، ۱۶). این گونه، ساکن مناطق میان جزر و مدی سواحل شنی خالص، گاهی اوقات مختلط با گل و لای می‌باشد (۱۶). درک جامع از پراکنش جهانی آینده گونه‌های سخت‌پوست، از جمله خرچنگ‌های مانگرو، جهت اعمال برنامه‌های مدیریتی مانگروها و در راستای رویکردهای حفاظتی از خرچنگ‌های مانگرو، ضروری می‌باشد، در این راستا، این مطالعه، با هدف بررسی پراکنش اخیر، آینده و پاسخ احتمالی خرچنگ *M. sulcatus* به تغییرات گرمایش جهانی با استفاده از روش مدل‌سازی MaxEnt برای اولین بار، انجام شد.

مواد و روش‌ها

داده‌های پراکنش گونه‌ای *M. sulcatus* از پایگاه‌های داده‌ای برخط GBIF (Global Biodiversity Information Facility) و Ocean Biodiversity Information System (OBIS) (Biodiversity Information System)، مقالات (۱۶، ۱۷)، جمع‌آوری‌های موزه‌ای (شامل پورتال داده‌های برخط موزه‌های Pauahi Bishop Museum (هاوایی)، Natural museum Senckenberg (فرانکفورت)، Natural History Museum (برلین)، Zoological Museum (هامبورگ)، استخراج شدند. برای جلوگیری از تکرار مشاهدات جغرافیایی، داده‌های جمع‌آوری‌شده از GBIF و OBIS هم‌پوشانی شدند و داده‌های تکراری حذف شدند. جهت مدل‌سازی اخیر و آینده (۲۱۰۰-۲۰۹۰)،

داده‌های مربوط به متغیرهای محیطی دریایی، شامل میانگین دمای سطح آب دریا (درجه سانتی‌گراد)، شوری (پی‌پی‌ام) و سرعت جریان آب (متر بر ثانیه)، از مجموعه داده‌های Bio-ORACEL (۱۸، ۱۹)، که در این پایگاه به‌صورت لایه رستر برای هر متغیر موجود می‌باشد، استخراج شد. علاوه بر آن، حداکثر و حداقل دما در دوره آینده از Bio-ORACEL استخراج شد. برای لایه عمق، داده‌ها از مجموعه داده‌های جهانی محیطی دریایی (Global Marine Environment = GMED Datasets) (۲۰) در بزرگ‌نمایی مکانی ۵ arc-min استخراج شد و فرض شد که عمق تا سال ۲۱۰۰ ثابت خواهد ماند (۱۱، ۱۳). از آنجایی که پایگاه داده‌های Bio-ORACEL تنها سه لایه دما، شوری و سرعت جریان را برای دوره آینده، شامل می‌شد، بنابراین، در کل، پراکنش حال و آینده خرچنگ مانگرو براساس چهار لایه محیطی دما، شوری، سرعت جریان و عمق، مدل‌سازی شد. مدل‌سازی توزیع اخیر و آینده با استفاده از برنامه MaxEnt 3.4.1e انجام شد (۲۱). مدل‌های MaxEnt با استفاده از ۱۰ تکرار اعتبارسنجی حدواسطی (Cross validate)، و نقطه‌های پس‌زمینه تصادفی ۱۰۰۰۰۰، تنظیم شد. مشاهدات وقوع گونه به ۷۵٪ برای نمونه‌های تجربی (Training) و ۲۵٪ برای نمونه‌های آزمایشی (Testing) جهت تکرارهای اعتبارسنجی حدواسطی، جداسازی شد. حداکثر تکرارها روی ۹۰۰ تنظیم شد، همان‌گونه که توسط Dudik و همکاران (۲۲) و Saeedi و همکاران (۲۳) پیشنهاد شده بود. گزینه "حذف مشاهدات تکراری" از MaxEnt جهت جلوگیری از تکرار شدن مشاهدات، در داخل واحدهای جداگانه لایه‌های محیطی پس‌زمینه، استفاده شد. نواحی پیش‌بینی‌شده با مقدار کم‌تر از حداقل آستانه حضور (MPT = Minimum Presence Threshold)، نواحی نامناسب برای گونه در نظر گرفته شد. در مرحله نهایی، ArcGIS 10.6.1 جهت ایجاد نقشه نشان‌دهنده مناسب بودن محیط و جهت انعکاس امکان پیش‌بینی وقوع خرچنگ مانگرو، استفاده شد. مدل‌سازی اخیر و آینده پراکنش گونه، اغلب محیط‌های مناسب را در نواحی پیش‌بینی می‌کند که با وقوع گونه پیوسته نیستند. بنابراین، تنها محدوده‌های پراکنش پیوسته در داخل حداکثر ۱۰ درجه عرض و طول جغرافیایی، جهت مدل‌سازی محدوده پراکنش اخیر و آینده خرچنگ مانگرو در نظر گرفته شد. شاخص ناحیه زیرمنحنی (AUC = Area Under Curve)، جهت بررسی عملکرد برنامه MaxEnt استفاده شد (۲۱). مقدار AUC بالاتر از ۰/۹ نشان‌دهنده عملکرد بالای مدل می‌باشد. درصد سهم هر متغیر و اهمیت جایگشت جهت بررسی اهمیت نسبی پیش‌بینی‌کننده‌های محیطی به‌کار برده شد. منحنی پاسخ مدل، جهت بررسی رابطه بین متغیرهای محیطی و پیش‌بینی امکان وجود گونه، استفاده شد. در کل تنظیمات مدل MaxEnt با استفاده از ورودی‌های مشاهدات پراکنش گونه‌ای و چهار عامل محیطی عمق، دما، شوری و سرعت جریان

کاهش دهد (شکل ۲). شکل ۳ حداکثر و حداقل دمای سطح آب دریا در محدوده پراکنش گونه، در دوره آینده را نشان می‌دهد که بیانگر نوسانات دمایی در حوزه خلیج فارس و دریای عمان از حداقل دمای ۱۸-۲۴ درجه سانتی‌گراد، تا حداکثر دمای ۲۶-۳۵ سانتی‌گراد، در دوره آینده، می‌باشد. شکل ۴ بیانگر محدوده پراکنش خرچنگ مانگرو در عرض جغرافیایی دو طرف خط استوا می‌باشد و به نظر می‌رسد این گونه محدوده پراکنش خود را در آینده به دنبال تغییرات آب و هوایی، نسبت به پراکنش اخیر خود، به طرف عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، محدود خواهد کرد. شکل ۵ گسترش محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین از ۲۳/۵۲ به ۲۷/۲۷ درصد، و کاهش محیط‌های با شرایط زیستگاهی متوسط از ۳۸/۲۳ به ۳۳/۳۳ درصد در آینده، در پاسخ به تغییرات آب‌وهوایی، را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نرخ مشارکت (الف و پ) و اهمیت جایگشت (ب و ت) پیش‌بینی‌کننده‌های محیطی بر پراکنش گونه *M. sulcatus* در مدل‌های اخیر و آینده

آب، جهت مدل‌سازی پراکنش جهانی اخیر و آینده گونه *M. sulcatus* انجام شد.

نتایج

مقدار بالاتر تکرارها نشان‌دهنده همگرایی بزرگ‌تر مدل برای گونه می‌باشد (جدول ۱). مقدار AUC تجربی برای این گونه بالاتر از ۰/۹۹ به دست آمد که نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی‌کننده بالای مدل بود. خروجی‌های مدل MaxEnt دو نوع منحنی پاسخ گونه به تغییرات محیطی را نشان می‌دهد. نوع اول وابسته به پاسخ گونه به عوامل محیطی با فرض رابطه داشتن بین متغیرها، می‌باشد و نوع دوم با فرض عدم همبستگی بین متغیرهای محیطی می‌باشد. با بررسی روابط بین متغیرهای محیطی از طریق ضریب همبستگی پیرسون، روابطی بین متغیرها مشاهده نشد ($P > 0/05$)، و متعاقباً، نوع دوم منحنی پاسخ انتخاب شد. در مدل اخیر، امکان وقوع گونه در نواحی ساحلی با عمق کم‌تر از حداکثر ۳۲/۳۴ متر، دمای ۲۷/۸۲ درجه سانتی‌گراد، شوری (پی‌پی‌ام) ۴۰/۴۴-۱۱/۰۲ و سرعت جریان ۰/۰۴ متر بر ثانیه، نزدیک به ۱ بود. برای مدل آینده، امکان وجود پیش‌بینی شده نزدیک به ۱، در نواحی ساحلی با عمق کم‌تر از حداکثر ۴۴/۳۳ متر، دمای ۲۸/۸۶ درجه سانتی‌گراد، شوری (پی‌پی‌ام) ۳۸/۷۷ و سرعت جریان ۰/۰۱ متر بر ثانیه برای گونه، مشاهده شد (جدول ۲) که نشان می‌دهد که بهترین محیط‌ها در آینده برای گونه نواحی ساحلی با عمق بسیار کم می‌باشد. خروجی‌های نرخ مشارکت و اهمیت جایگشت، نقش برجسته عمق را در پیش‌بینی پراکنش اخیر و آینده این گونه، نشان داد. بعد از عمق، دما موثرترین پیش‌بینی‌کننده محیطی برای پراکنش گونه بود (شکل ۱). مناسب‌ترین محیط‌ها برای این گونه، خلیج فارس و دریای عمان بود و پیش‌بینی می‌شود، در پاسخ به تغییرات آب و هوایی، این گونه پراکنش خود را نسبت به دوره اخیر،

جدول ۱: خلاصه خروجی MaxEnt از مدل‌های اخیر و آینده برای گونه *M. sulcatus*

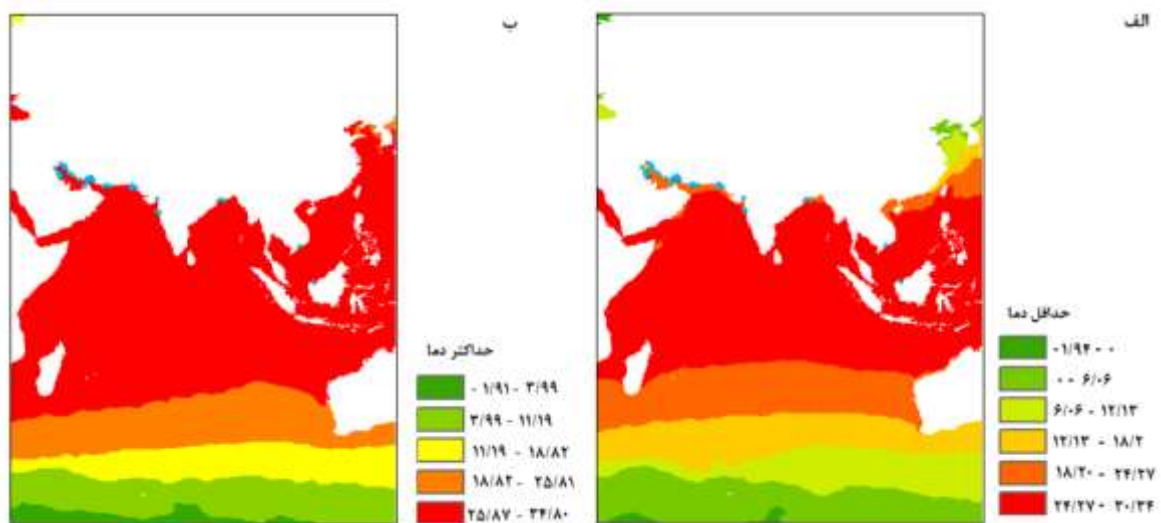
گونه	نمونه‌های تجربی	نمونه‌های آزمایشی	تکرارها (اخیر)	AUC±SD تجربی (اخیر)	حداقل آستانه حضور	تکرارها (آینده)	AUC±SD تجربی (آینده)	حداقل آستانه حضور
<i>M. sulcatus</i>	۲۷	۸	۸۲۰	۰/۹۹۲۸±۰/۰۰۱	۰/۹۶	۶۰۰	۰/۰۹۹۸۳±۰/۰۰۲۲	۰/۱۱۵۵

جدول ۲: خروجی منحنی پاسخ در مدل MaxEnt نشان‌دهنده رابطه بین متغیرهای محیطی و امکان وقوع پیش‌بینی‌شده برای گونه *M. sulcatus*

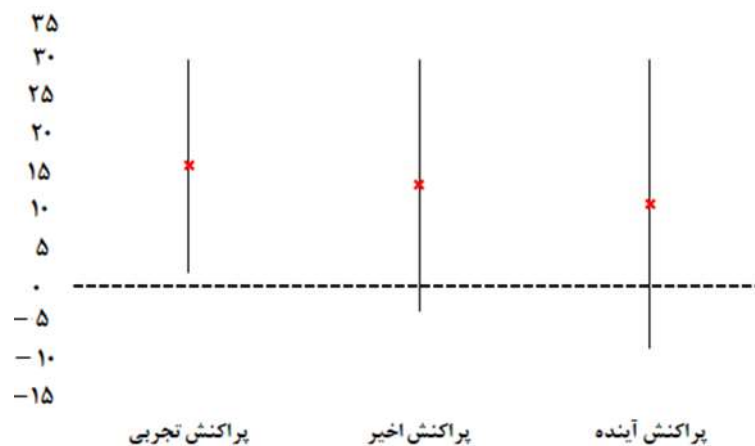
گونه	اخیر				آینده			
	عمق (متر)	دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (پی‌پی‌ام)	سرعت جریان (متر بر ثانیه)	عمق (متر)	دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (پی‌پی‌ام)	سرعت جریان (متر بر ثانیه)
<i>M. sulcatus</i>	۳۴/۳۴	۲۷/۸۲	۴۰/۱۱-۴۴/۰۲	۰/۰۴	۴۴/۳۳	۲۸/۸۶	۳۸/۷۷	۰/۰۱



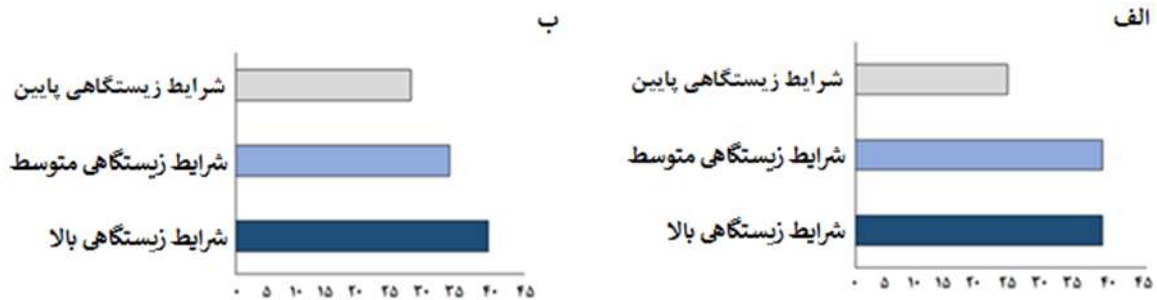
شکل ۲: پراکنش واقعی گونه (الف) و پراکنش پیش‌بینی شده خرچنگ *M. sulcatus* در دو مدل اخیر (ب) و آینده (پ)



شکل ۳: حداقل و حداکثر دمای سطح آب دریا در دوره آینده در محدوده پراکنش گونه *M. sulcatus*



شکل ۴: محدوده عرض جغرافیایی گونه *M. sulcatus*، خط مرکزی و نماد ضربدر، مدار استوا و میانه توزیع را به ترتیب نشان می‌دهند



شکل ۵: تفاوت‌ها در درصد محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین، متوسط و بالا برای خرچنگ *M. sulcatus* در دو مدل‌سازی الف) اخیر و ب) آینده

بحث

اعتبارسنجی مدل ذکر کرده‌اند (۳۰، ۳۱، ۳۲)، اگرچه آن به‌طور وسیعی در مطالعات مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، استفاده شده است (۱۳، ۲۵، ۲۴، ۱۱، ۱۰). Costello و Basher، نقشه‌های تائیدکننده مدل را همراه با AUC جهت مدل‌سازی پراکنش میگو آب‌های عمیق از اقیانوس منجمد جنوبی، استفاده کردند و یک افزایش را در قدرت پیش‌بینی مدل‌هایشان، یافتند (۱۳). مدل‌های پراکنش آینده، نقش چشمگیر عمق و دما را در پیش‌بینی پراکنش گونه نشان داد که تائیدکننده مطالعات پیشین بود (۱۳، ۳۳، ۲۴، ۱۱). با استفاده از پیش‌بینی محیط‌های مناسب در آینده، گسترش محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین و کاهش محیط‌های با شرایط زیستگاهی متوسط در آینده، برای خرچنگ مانگرو، مشاهده شد. گسترش محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین ممکن هست به دلیل درختان مانگرو باشد، که پیش‌بینی می‌شود محدوده پراکنش خود را به سمت قطب‌ها در آینده، حداقل تا ۲ درجه عرض جغرافیایی، حرکت دهند، و این موضوع می‌تواند منجر به کاهش مداوم مقدار نواحی مناسب در دسترس‌پذیر ساحلی، برای آن‌ها باشد (۳۴). مدل‌سازی آینده پراکنش خرچنگ مانگرو، نشان داد که گونه، محدوده پراکنش خود را، به دنبال تغییرات آب‌وهوایی آینده، کاهش خواهد داد. هر دو، گسترش و محدود شدن دامنه پراکنش جغرافیایی، به دنبال تغییرات آب‌وهوایی، برای دو کفه‌ای‌ها، مشاهده شد (۱۱). محدود شدن پراکنش در آینده، هم‌چنین برای بی‌مهرگان کفزی از اروپا، به‌خاطر گرم‌شدن جهانی، مشاهده شد (۳۳). محدوده پراکنش به سمت قطبین، هم‌چنین، به دنبال تغییرات آب و هوایی، در بی‌مهرگان سواحل شنی (۵)، دو کفه‌ای‌ها (۱۱) و نرم‌تنان گرمسیری (۱)، مشاهده شده است. در این مطالعه، پراکنش جهانی بالقوه خرچنگ مانگرو *M. sulcatus* مدل‌سازی شد. یافته‌های اخیر کاهش محدوده پراکنش خرچنگ مانگرو را، در پاسخ به تغییرات آب و هوایی، نشان داد. دما و عمق مهم‌ترین محرک‌های پراکنش خرچنگ مانگرو بودند. علاوه بر آن، مدل‌سازی آینده نشان داد که محیط‌های با شرایط زیستگاهی پایین برای این گونه، در پاسخ به گرمایش جهانی تا سال ۲۱۰۰، احتمالاً گسترش خواهد یافت.

محبوبیت روش‌های مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای از جمله MaxEnt منجر به کاربردهای وسیع آن در محیط‌های دریایی شامل برنامه‌ریزی‌های حفاظتی، تغییرات آب‌وهوایی، بوم‌شناسی نظری، گونه‌های مهاجم و زیست‌جغرافیایی شده است (۱۲، ۱۴، ۱۱). پراکنش جغرافیایی اخیر خرچنگ مانگرو بیش‌ترین تاثیر را از عمق و دما پذیرفت که تائیدکننده مطالعات قبلی از جمله برای میگوی کفزی قطب جنوب (۲۴، ۱۳)، سخت‌پوستان و نرم‌تنان آب‌دره‌های قطب شمال (۱۲)، بی‌مهرگان کفزی دریایی (۲۵)، دو کفه‌ای‌ها (۱۱) و انگل‌های اندوهلمینت (۲۶) بود. محدوده عمق به‌عنوان یک پیشگو مستقیم روی پراکنش گونه‌ای و هم‌چنین به‌عنوان یک سد جغرافیایی، گزارش شده است (۲۵). عمق هم‌چنین به‌عنوان یک عامل غیرمستقیم برای محرک‌های محیطی دیگر شناخته می‌شود (۲۷). علاوه بر آن، مطالعات پیشین نقش دما را، به عنوان یک پیش‌بینی‌کننده محیطی نشان می‌دهد (۱۱، ۲۷، ۲۶، ۱۲). دما هم‌چنین برای مشخصه‌های هیدروگرافی مورد استفاده در تعریف توده‌های مختلف آب، و به‌عنوان تعیین‌کننده اصلی پراکنش گونه‌های دریایی، حتی در مقیاس‌های محدود، گزارش شده است (۲۸). در این گونه، شوری هم‌چنین، نقش چشمگیری در پیش‌بینی پراکنش، همراه با عمق و دما داشت. با توجه به زیستگاه خرچنگ مانگرو که محیط‌های مصبی و کم‌عمق می‌باشد، نقش شوری به‌طور خاص مهم، به‌خاطر ورودی‌های قابل توجه آب شیرین می‌باشد. شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده ساختار جوامع دونوع‌پایان (Amphipoda) در ایسلند (۲۹)، و بی‌مهرگان کفزی دریایی (۲۵)، معرفی شده است. شوری و دما به‌عنوان محرک‌های اصلی اقیانوس‌شناسی برای پراکنش گونه‌های دریایی ذکر شده است که هم‌چنین می‌تواند جهت تعیین کردن توده‌های متمایز آب و منطقه‌بندی عمق، استفاده شود (۲۷). مدل‌سازی اخیر و آینده برای گونه، مقدار AUC بالاتر از ۰/۹۹ را نشان داد که بیانگر محدوده پراکنش واقعی برای گونه می‌باشد (۱۳، ۷، ۲۵، ۲۱، ۱۱). برخی مولفان، AUC را به‌عنوان یک روش احتیاط‌آمیز برای

منابع

- global environmental dataset for marine species distribution modelling. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 21: 272-281.
19. Assis, J., Tyberghein, L., Bosch, S., Verbruggen, H., Serrão, E.A. and De Clerck, O., 2018. Bio-ORACLE v2.0: Extending marine data layers for bioclimatic modelling. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 27: 277-284.
 20. Basher, Z., Bowden, D.A. and Costello, M.J., 2018. Global Marine Environment Datasets (GMED). World Wide Web electronic publication. Version 2.0 (Rev.02.2018). Accessed at <http://gmed.auckland.ac.nz> on <Access DATE>. [WWW Document].
 21. Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Modell.* 190: 231-259.
 22. Dudík, M., SJ, S. and SJ, P., 2006. Correcting sample selection bias in maximum entropy density estimation. *Adv Neural Inf Process Syst.* 18: 323-330.
 23. Saeedi, H., Dennis, T.E. and Costello, M.J., 2017. Bimodal latitudinal species richness and high endemism of razor clams (Mollusca). *J. Biogeogr.* 44: 592-604.
 24. Dambach, J., Thatje, S., Rödder, D., Basher, Z. and Raupach, M.J., 2012. Effects of Late-Cenozoic Glaciation on Habitat Availability in Antarctic Benthic Shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea). *PLoS One.* 7: e46283.
 25. Meißner, K., Fiorentino, D., Schnurr, S., Martínez Arbizu, P., Huettmann, F., Holst, S., Brix, S. and Svavarsson, J., 2014. Distribution of benthic marine invertebrates at northern latitudes- An evaluation applying multi-algorithm species distribution models. *J. Sea Res.* 85: 241-254.
 26. Kuhn, T., Cunze, S., Kochmann, J. and Klimpel, S., 2016. Environmental variables and definitive host distribution: a habitat suitability modelling for endohelminth parasites in the marine realm. *Sci. Rep.* 6: 30246.
 27. Reiss, H., Birchenough, S., Borja, A., Buhl-Mortensen, L., Craeymeersch, J., Dannheim, J., Darr, A., Galparsoro, I., Gogina, M., Neumann, H., Populus, J., Rengstorf, A.M., Valle, M., van Hoey, G., Zettler, M.L. and Degraer, S., 2014. Benthos distribution modelling and its relevance for marine ecosystem management. *ICES J. Mar. Sci.* 72: 297-315.
 28. Hattab, T., Albouy, C., Lasram, F.B.R., Somot, S., Le Loc'h, F. and Leprieur, F., 2014. Towards a better understanding of potential impacts of climate change on marine species distribution: a multiscale modelling approach. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 23: 1417-1429.
 29. Weissappel, J.B.F. and Svavarsson, J., 1998. Benthic amphipods (Crustacea: Malacostraca) in Icelandic waters: diversity in relation to faunal patterns from shallow to intermediate deep Arctic and North Atlantic Oceans. *Mar. Biol.* 131: 133-143.
 30. Jiménez-Valverde, A. and Lobo, J.M., 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either-or presence-absence. *Acta Oecologica.* 31: 361-369.
 31. Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A. and Real, R., 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 17: 145-151.
 32. Pineda, E. and Lobo, J.M., 2009. Assessing the accuracy of species distribution models to predict amphibian species richness patterns. *J. Anim. Ecol.* 78: 182-190.
 33. Domisch, S., Araújo, M.B., Bonada, N., Pauls, S.U., Jähnig, S.C. and Haase, P., 2013. Modelling distribution in European stream macroinvertebrates under future climates. *Glob. Chang. Biol.* 19: 752-762.
 34. Record, S., Charney, N.D., Zakaria, R.M. and Ellison, A.M., 2013. Projecting global mangrove species and community distributions under climate change. *Ecosphere.* 4: art34.
 1. Saupe, E.E., Hendricks, J.R., Townsend Peterson, A. and Lieberman, B.S., 2014. Climate change and marine molluscs of the western North Atlantic: future prospects and perils. *J. Biogeogr.* 41: 1352-1366.
 2. Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R. and Pauly, D., 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish Fish.* 10: 235-251.
 3. Rombouts, L., Beaugrand, G. and Dauvin, J.C., 2012. Potential changes in benthic macrofaunal distributions from the English Channel simulated under climate change scenarios. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 99: 153-161.
 4. Sarà, G., Milanese, M., Prusina, I., Sarà, A., Angel, D.L., Glamuzina, B., Nitzan, T., Freeman, S., Rinaldi, A., Palmeri, V., Montalto, V., Lo Martire, M., Gianguzza, P., Arizza, V., Lo Brutto, S., De Pirro, M., Helmuth, B., Murray, J., De Cantis, S. and Williams, G.A., 2014. The impact of climate change on mediterranean intertidal communities: losses in coastal ecosystem integrity and services. *Reg. Environ. Chang.* 14: 5-17.
 5. Schoeman, D.S., Schlacher, T.A. and Defeo, O., 2014. Climate-change impacts on sandy-beach biota: crossing a line in the sand. *Glob. Chang. Biol.* 20: 2383-2392.
 6. Ashcroft, M.B., French, K.O. and Chisholm, L.A., 2011. An evaluation of environmental factors affecting species distributions. *Ecol. Modell.* 222: 524-531.
 7. Davies, A.J. and Guinotte, J.M., 2011. Global habitat suitability for framework-forming cold-water corals. *PLoS One.* 6: e18483.
 8. Pooyani, M.A., Shams-Esfandabad, B., Ahmadi, A. and Toranjzar, H., 2020. Modeling Habitability Pelecanus Crispus Using the Maximum Entropy Eethod (MaxEnt) in Iran. *Journal of Animal Environmental.* 12(2): 83-90. (In Persian)
 9. Mirsanjari, M.M. and Sokhango, F., 2018. Habitat suitability modeling for Wild goat in Dena protected area by Maximum Entropy (MAXENT) model. *Journal of Animal Environmental.* 10(2): 23-30. (In Persian)
 10. Weinert, M., Mathis, M., Kröncke, I., Neumann, H., Pohlmann, T. and Reiss, H., 2016. Modelling climate change effects on benthos: Distributional shifts in the North Sea from 2001 to 2099. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 175: 157-168.
 11. Saeedi, H., Basher, Z. and Costello, M.J., 2016. Modelling present and future global distributions of razor clams (Bivalvia: Solenidae). *Helgol. Mar. Res.* 70: 23.
 12. Drewnik, A., Węslawski, J.M. and Włodarska Kowalczyk, M., 2017. Benthic Crustacea and Mollusca distribution in Arctic fjord- case study of patterns in Hornsund, Svalbard. *Oceanologia.* 59: 565-575.
 13. Basher, Z. and Costello, M.J., 2016. The past, present and future distribution of a deep-sea shrimp in the Southern Ocean. *Peer J.* 4: e1713.
 14. Phillips, S.J. and Dudík, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography (Cop.)* 31: 161-175.
 15. Sharifian, S., Kamrani, E. and Saeedi, H., 2020. Global biodiversity and biogeography of mangrove crabs: Temperature, the key driver of latitudinal gradients of species richness. *J. Therm. Biol.* 92: 102692.
 16. Naderloo, R., Turkay, M. and Apel, M., 2011. Brachyuran crabs of the family Macrophthalmidae Dana, 1851 (Decapoda: Brachyura: Macrophthalmidae) of the Persian Gulf. *Zootaxa.* 2911: 19.
 17. Naderloo, R., 2017. Atlas of Crabs of the Persian Gulf. Springer International Publishing.
 18. Tyberghein, L., Verbruggen, H., Pauly, K., Troupin, C., Mineur, F. and De Clerck, O., 2012. Bio-ORACLE: a