



مدلسازی مطلوبیت زیستگاه ماهی گوازیم دم رشته‌ای (*Nemipterus japonicus*) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی (MaxEnt) در دریای مکران

نازنین قربانی رنجبری^۱، هادی پورباقر^{۲*}، سهیل ایگدیری^۱، جهانگیر فقهی^۳، محمدرضا میرزایی^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۳۱

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴

چکیده

مدل حداکثر آنتروپی یک الگوریتم یادگیری ماشینی با قابلیت بالا است که برای بررسی حضور گونه‌ها و پیش بینی توزیع احتمالی یک گونه هدف با توجه به حداکثر آنتروپی آن در شرایط مختلف و نیز تعیین مطلوبیت زیستگاه استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر مدلسازی مطلوبیت زیستگاه برای ماهی گوازیم دم رشته‌ای (*Nemipterus japonicus*) در منطقه مکران با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) انجام شد. بدین منظور از داده‌های صید ماهی گوازیم دم رشته‌ای در دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ ثبت شده توسط مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور چابهار در پنج منطقه، به منظور یافتن نقاط حضور استفاده شد. بر اساس نتایج بدست آمده از مدل، متغیرهای دمای سطح دریا در شب و روز و غلظت کلروفیل a به عنوان مهمترین پارامترها در شناسایی مناطق مطلوب از جمله منطقه خلیج گواتر شناخته شدند. همچنین شاخص سطح زیر منحنی (AUC) معادل ۰/۹۹۸ بدست آمد که نشان دهنده دقت و کارایی بالای مدل در شناسایی مطلوب‌ترین مناطق پراکنش است. از نتایج بدست آمده می‌توان در جهت ارزیابی موثر استراتژی‌های حفاظت به منظور برداشت پایدار ذخایر ماهی گوازیم دم رشته‌ای استفاده کرد.

کلمات کلیدی: مدل حداکثر آنتروپی، پارامترهای محیطی، داده‌های حضور، حفظ ذخایر، ماهی گوازیم دم رشته‌ای، دریای مکران



Habitat suitability modelling of *Nemipterus japonicus* using MaxEnt in the Makran Sea

**Nazanin Ghorbani Ranjbari¹, Hadi Poorbagher^{2*}, Soheil Eagderi², Jahangir Feghhi³,
Mohammad Reza Mirzaei⁴**

1. Ph.D. Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Professor, Department of Forestry and Forest Economics, University of Tehran, Karaj, Iran

4. Research Assistant Professor, Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran

Received: 14-Mar-2021

Accepted: 21-May-2022

Abstract

The Maximum Entropy Model (MaxEnt) is a high-performance machine learning algorithm that is used to investigate the presence of species and to forecast the possible distribution of a target species according to its maximum entropy under different conditions and to determine the habitat suitability of species. In the present study, habitat suitability modeling for *Nemipterus japonicus* in the Makoran region (northern shores of the Makran Sea) was performed using the Maximum Entropy Model (MaxEnt). For this purpose, the data obtained from the fishing of *Nemipterus japonicus* during the period of 2015 to 2019 recorded by the Chabahar Offshore Fisheries Research Center in five areas were used to find points of presence. Based on the results obtained from the model, the variables of sea surface temperature at night and day and chlorophyll a concentration were recognized as the most important parameters in identifying the suitable areas, including the Gowatr bay area. Also, the area under the curve index (AUC) was equal to 0.998, which indicates the high accuracy and efficiency of the model in identifying the most suitable areas of *Nemipterus japonicus* distribution. The obtained results can be used as an effective tool for effective evaluation of conservation strategies for sustainable yield of *Nemipterus japonicus* fish stocks.

Keywords: Maximum Entropy Model, Environmental Parameters, Presence Data, Stock Conservation, *Nemipterus japonicus*, Makran Sea.

۱. مقدمه

امروزه مدل سازی اکوسیستم و تعیین مطلوبیت زیستگاه یک رویکرد بوم شناختی و همچنین یکی از ارکان مهم جهت مدیریت و حفاظت منابع دریایی است که به طور فزاینده‌ای در سالهای اخیر توسعه یافته است (Scales *et al.*, 2017)، لذا انواع متنوعی از مدل‌ها جهت به تصویر کشیدن روابط بین متغیرهای مشاهده شده و شبیه سازی پراکنش فضایی گونه‌های ماهی استفاده می‌شود. (Anderson, 2003; Dunn *et al.*, 2016). مطالعاتی که اهمیت متغیرهای زیستگاهی مختلف را مورد مقایسه قرار داده‌اند و آن‌ها را جهت توسعه مدل‌های پیش‌بینی به کار گرفته‌اند، عمدتاً وابسته به رگرسیون خطی یا رگرسیون خطی چندگانه بوده‌اند. این روش‌ها از دو ویژگی برخوردارند: لحاظ نمودن فرض خطی بودن در روابط بین ماهی و متغیرهای محیطی و عدم توانایی پرداختن به اثرات متقابل در یک الگوی خودکار (Knudby *et al.*, 2010). تکنیک‌های نوین که به شکل مناسب‌تری قادر هستند ارتباطات غیرخطی و بسیار برهم‌اثرگذار را تشخیص دهند و در مطالعات روی روابط بین جوامع موجودات و محیط آن‌ها مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از تکنیک‌هایی مانند شبکه عصبی مصنوعی، روش‌های یادگیری ماشین و مدل‌های افزودنی عمومی است که جهت بررسی مدل‌های توزیع موجودات مورد استفاده قرار گرفته و اخیراً نیز تکنیک‌های مورد اشاره به منظور مدلسازی توزیع مکانی جوامع موجودات از جمله در ارتباط با تنوع و غنای گونه‌های مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Leathwick *et al.*, 2006; Pittman *et al.*, 2007). روش حداکثر آنتروپی (MaxEnt) یکی از ابزارهای مناسب برای مدلسازی زیستگاه گونه‌ها است که برای پیش‌بینی و مدلسازی نحوه‌ی پراکنش گونه‌ها نیز بکار می‌رود. این روش با استفاده از داده‌های حضور و متغیرهای محیطی اجرا می‌شود (Weber, 2011). توانایی این مدل در مطالعات زیستگاه گونه‌های آبی مختلف مورد تایید قرار گرفته است (Phillips *et al.*, 2006; Lobo *et al.*, 2008; Briscoe *et al.*, 2014; Haghi Vayghan *et al.*, 2017; Makki *et al.*, 2020; Stuart *et al.*, 2021; McGarvey *et al.*, 2021).

ماهی گوزیم دم رشته‌ای متعلق به خانواده *Nemipteridae* بوده و به طور گسترده‌ای در آب‌های

گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شود. پراکنش گوزیم ماهیان در منطقه ایران در سرتا سر خلیج فارس و دریای مکران گزارش شده است. این ماهی یکی از غالب‌ترین گونه‌ها در بین ماهیان بستری است که در صید تجاری آب‌های جنوب ایران از اهمیت اقتصادی و میزان صید بالایی برخوردار بوده و سهم قابل توجهی از ترکیب صید شناورهای ترالر را به خود اختصاص داده است. گوزیم ماهیان طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۲ در دریای مکران از میزان توده زنده بالایی برخوردار بوده و در مقایسه با سایر آبزیان صید شده در رتبه چهارم قرار داشتند (Daryanabard *et al.*, 2012). در استان سیستان و بلوچستان این گونه رتبه دوم صید را بین سایر استان‌های جنوبی کشور به خود اختصاص داده است (Mahmoudzadeh *et al.*, 2016). بیشترین میزان صید بر واحد سطح و توده زنده ماهیان این خانواده در اعماق ۳۰-۵۰ متر گزارش شده است، به طوری که حداکثر صید بر واحد سطح و حداکثر میزان توده زنده به ترتیب به میزان ۲۶۴۱/۹ کیلوگرم بر مایل مربع دریایی و ۹۱۹/۸ تن برآورد گردید (Matouri *et al.*, 2019). با توجه به پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای و اهمیت این ذخایر در زنجیره‌های اقتصادی و اجتماعی بهره برداران ضرورت بررسی، تحلیل و ارزیابی شاخص‌های وضعیت ذخیره را کاملاً ضروری می‌نماید و با بررسی آمار و اطلاعات تاریخی صید این گونه طی دوره زمانی ۵ ساله اخیر می‌توان با استفاده از مدل سازی مناسب به الگوی مناسبی از بهره برداری دست یافت تا شرایط مناسب و بهینه برای برداشت از ذخایر مذکور معرفی شود. در کشور ما بیشتر مطالعات مربوط به مدلسازی مطلوبیت، بر اکوسیستم‌های خشکی متمرکز شده است و مطالعات اندکی در زمینه مدلسازی زیستگاه موجودات دریایی انجام شده است (Shahparian *et al.*, 2016; Haghi Vayghan *et al.*, 2017; Makki *et al.*, 2020). بنابراین هدف از مطالعه حاضر، مدلسازی مطلوبیت مناطق پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای در منطقه دریای عمان با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی و تعیین مهم‌ترین پارامترهای محیطی موثر بر آشیان بوم‌شناختی این گونه در ایران است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. منطقه مورد مطالعه

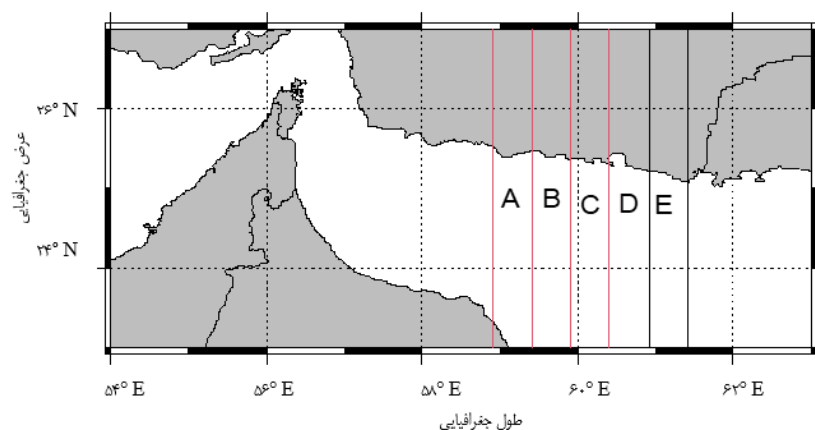
منطقه مورد بررسی محدوده آبهای استان سیستان و بلوچستان بود (شکل ۱) که از طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه (راس میدانی) تا ۶۱ درجه و ۲۵ دقیقه (خلیج گوآتر) در نظر گرفته شد (جدول ۱).

برای پیش‌بینی توزیع گونه‌ای با استفاده از مدل‌های پراکنش گونه وجود رابطه میان حضور یک گونه با شرایط محیط زیست یک فرض اساسی محسوب می‌شود. بنابراین برای ساخت یک مدل حداقل به دو گروه از داده‌های ورودی نیاز است که این داده‌ها شامل داده‌های زیستی و داده‌های محیطی هستند (Franklin, 2010)، بدین منظور از داده‌های صید ماهی گوازیم دم رسته‌ای

دست آمده از طریق مساحت جاروب شده در دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ ثبت شده توسط مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور چابهار به منظور یافتن نقاط حضور استفاده شد. داده‌های مربوط به صید بر حسب واحد تلاش صیادی^۱ محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه از متغیرهای محیطی رایج در مطالعه ماهیان استفاده شد (Lu et al., 2020., Wang et al., 2021.,) (Hu et al., 2022) که عبارتند از دمای سطح دریا، غلظت کلروفیل a، کربن آلی معلق، غلظت کلسیت، شدت تابش فعال فتوسنتزی (PAR)^۲، کربن غیرآلی معلق و محتوای گرد و غبار (جدول ۲) نیز از سنجنده MODIS سازمان ناسا در بازه‌های زمانی مورد نظر دریافت شد (NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, 2021)

جدول ۱- محدوده جغرافیایی و صید گاه‌های عمده در منطقه

منطقه مورد بررسی	صید گاه‌های عمده در منطقه	شروع	خاتمه
A	بیاهی، میدانی، خور رایج و خور گالک	'E۵۸° ۵۵	'E۵۹°۲۵
B	درک، مکی سر، تنگ و دماغه میدانی	'E ۲۵°۵۹	'E ۵۹°۵۵
C	گوردیم، راشدی، یزم و کنارک	'E ۵۹° ۵۵	'E ۶۰°۲۵
D	کنارک، چابهار، رمین و کیژدف	'E ۶۰° ۲۵	'E ۶۰°۵۵
E	بریس، پسابندر و گوآتر	'E ۶۰° ۵۵	'E ۶۱°۲۵



شکل ۱- نقشه منطقه مورد بررسی (دریای مکران استان سیستان و بلوچستان)

¹ Catch per unit effort (CPUE)

² Photosynthetically Active Radiation

جدول ۲- متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدلسازی مطلوبیت زیستگاه ماهی گوزیم دم رشته‌ای

منبع داده	وضوح مکانی	واحد/یکا	متغیر محیطی
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	°C	دمای سطح دریا در روز
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	°C	دمای سطح دریا در شب
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	mg/m3	غلظت کلروفیل
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	μM	کربن آلی معلق
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	einstein/m2 /day	PAR
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	μmol/kg	غلظت کلسیت
http://modis.gsfc.nasa.gov	1°×1°	sr ⁻¹	محتوای گرد و غبار

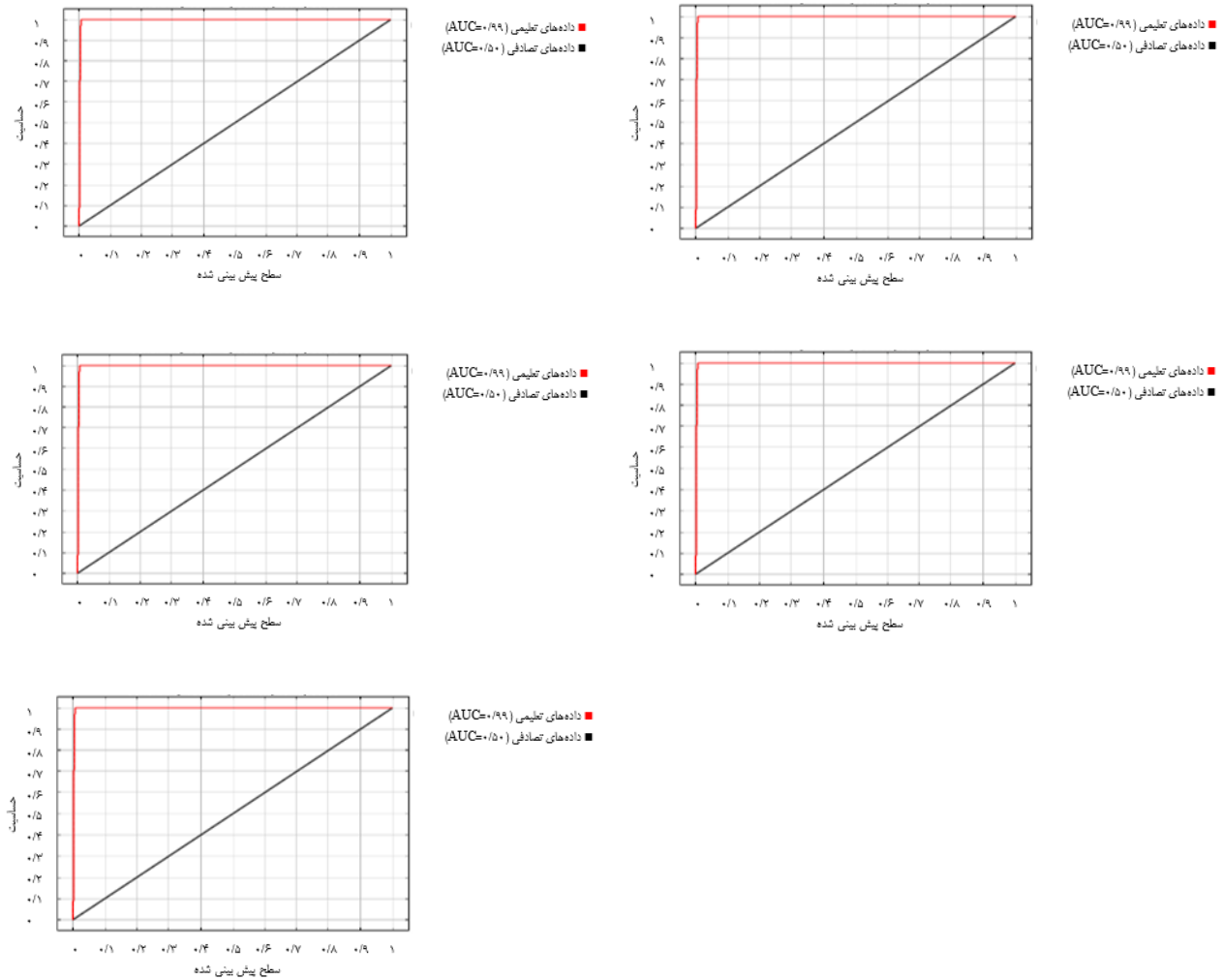
۲.۲. روش حداکثر آنتروپی

در این مطالعه جهت مدلسازی مطلوبیت زیستگاه و تخمین نقشه پراکنش از نرم افزار (MaxEnt) نسخه (1.4.3) Phillips *et al.*, ؛ Phillips and Dudík., 2008) استفاده شد. داده‌های CPUE به عنوان نقاط حضور و ۵ لایه متغیرهای تصاویر ماهواره‌ای دمای سطح آب دریا، غلظت کلروفیل a، کربن آلی معلق، کربن غیرآلی معلق، محتوای گرد و غبار به عنوان متغیرهای محیطی در نظر گرفته شدند. ۷۰ درصد نقاط حضور برای یادگیری مدل و ۳۰ درصد برای آزمون مدل در نظر گرفته شد. در ادامه برای کارایی مدل از شاخص زیر سطح منحنی (AUC) استفاده شد (Lobo *et al.*, 2008). مقادیر عددی AUC به طور معمول بین ۰/۵ تا ۱ می‌باشد. مقادیر نزدیک به ۰/۵ نشان دهنده این است که برازش مدل با داده‌ها بهتر از مدل تصادفی نیست و عدد ۱ نشان دهنده برازش کامل است (Fielding and Haworth, 1995؛ Phillips *et al.*, 2006). همچنین از روش جک نایف برای ارزیابی اهمیت متغیرها و درصد تاثیر هر یک در مدل نهایی مکسنت استفاده شد. بدین منظور در هر تکرار الگوریتم ایجاد مدل، میزان افزایش یا کاهش در میزان نزدیکی پیش‌بینی‌های مدل به نقاط حضور با وارد شدن هر متغیر اندازه گیری شد. با استفاده از این روش

میزان افزایش کارایی مدل به ازای هر متغیر مشخص می‌شود (Phillips *et al.*, 2006). با استفاده از نقاط حضور ماهی گوزیم دم رشته‌ای و متغیرهای محیطی زیستی نقشه مطلوبیت زیستگاه ساخته شد. تبدیل نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه به نقشه چهارطبقه‌ای مطلوبیت ضعیف، متوسط، خوب و عالی با استفاده از حد آستانه محاسبه شده با روش Maximum training sensitivity plus specificity ترسیم شد. در این حالت مدل بیشترین صحت را در طبقه بندی نقاط حضور و عدم حضور دارد (Hosseini and Kerachian, 2017).

۳. نتایج

شکل ۲ کارایی مدل MaxEnt با استفاده از سطح زیر منحنی (AUC) و منحنی ROC را نشان می‌دهند. طبق این اشکال مقادیر بالای AUC (۰/۹۹۸) در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مدل مورد استفاده دقت و کارایی بالایی در پیش‌بینی زیستگاه‌های مطلوب برای گونه مورد مطالعه در آب‌های دریای مکران را داشته است و اختلاف زیادی بین مقادیر عددی AUC در سال‌های مختلف مشاهده نشد، بنابراین مدل مذکور توانسته است در صد بالایی از نقاط حضور را در مناطق مطلوب در سال‌های مختلف شناسایی کند.

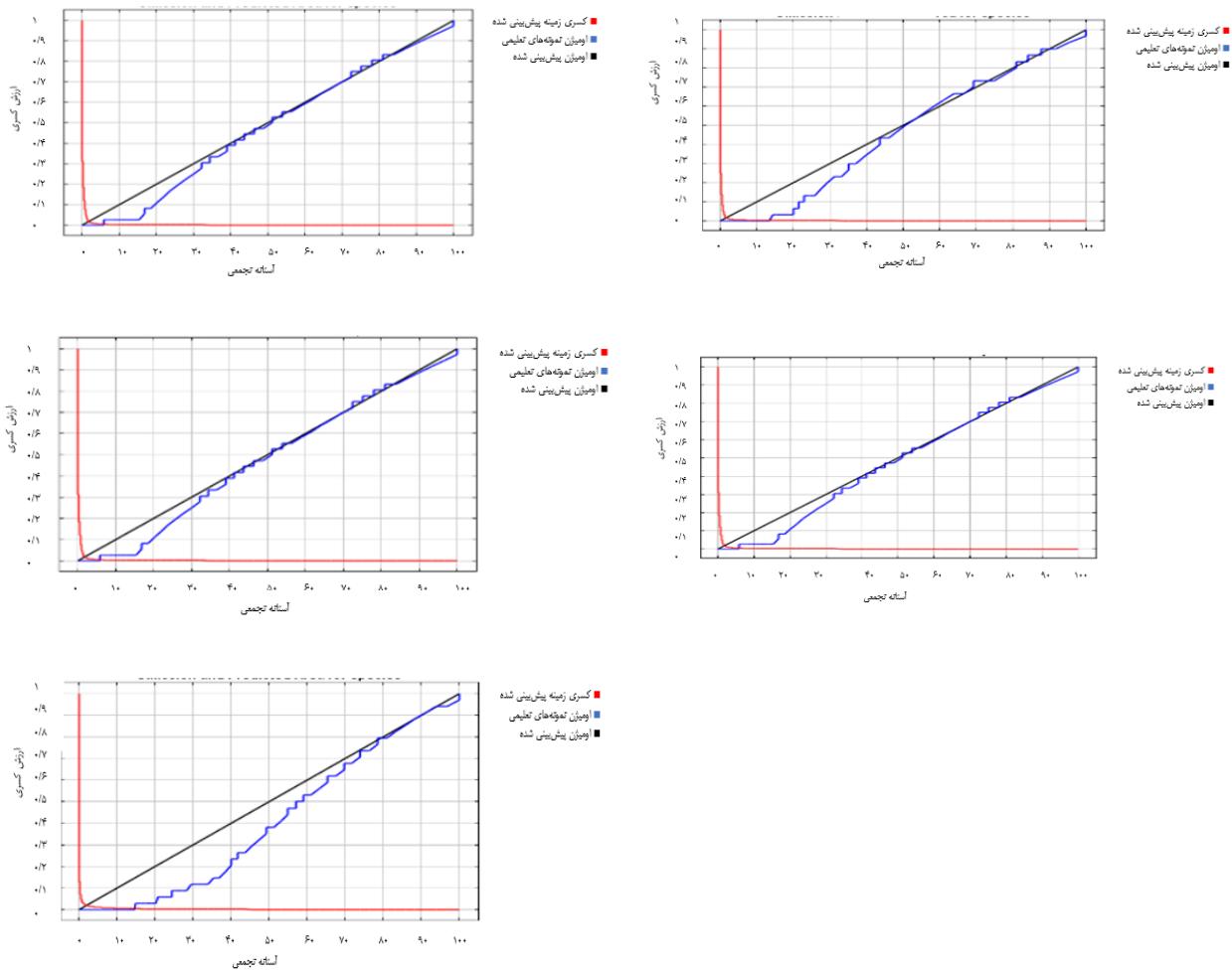


شکل ۲- منحنی ROC و مقدار AUC حاصل از مدل مکسنت در ماهی گوزیم دم رشته‌ای در دریای مکران

سال‌های ۹۸-۹۴ را داشتند. تاثیرپذیری متغیرهای غلظت کلسیت و محتوای گرد و غبار کمتر بود (جدول ۳). از نظر درصد اهمیت هر کدام از متغیرها در سال‌های مختلف مقادیر متفاوتی را نشان دادند، اما به طور کلی دمای سطح دریا در شب و روز و غلظت کلروفیل a دارای اهمیت بالایی بودند به طوری که در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ دمای سطح دریا در شب دارای بالاترین اهمیت بود. همچنین دمای سطح دریا در روز در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ دارای بالاترین اهمیت بود. بقیه متغیرها دارای اهمیت نسبی کم و حتی متغیر محتوای گرد و غبار به غیر از سال ۱۳۹۴ در بقیه سال‌ها فاقد درصد اهمیت بود (جدول ۴).

منحنی Omission (شکل ۳) نشان دهنده تطبیق نمونه‌های تعلیمی برای مدل است هر چه خط آبی به خط اصلی نزدیکتر باشد مدل بهینه‌تر است. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود خطوط آبی به خط سیاه نزدیک بوده و این نشان دهنده اجرای بهینه مدل می‌باشد.

در جدول ۳ و ۴ میزان درصد مشارکت و اهمیت متغیرها با استفاده از مدل مکسنت طی سال‌های مختلف در ماهی گوزیم دم رشته‌ای نشان داده شده است. طبق این جداول متغیر غلظت کلروفیل، دمای سطح دریا در شب و روز، کربن آلی معلق و PAR بیشترین درصد مشارکت را در مدل آشیان بوم شناختی توسعه یافته بر اساس نقاط حضور در تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه طی



شکل ۳- منحنی Omission حاصل از مدل مکسنت در ماهی گوزیم دم رشته‌ای در دریای مکران

جدول ۳- میزان درصد مشارکت متغیرها در ماهی گوزیم دم رشته‌ای در منطقه دریای مکران (سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۸)

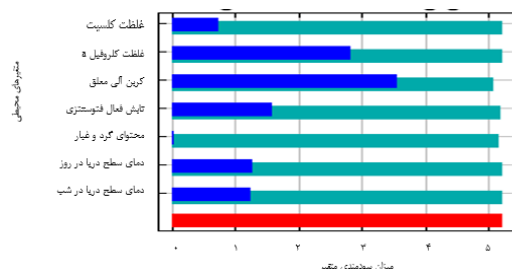
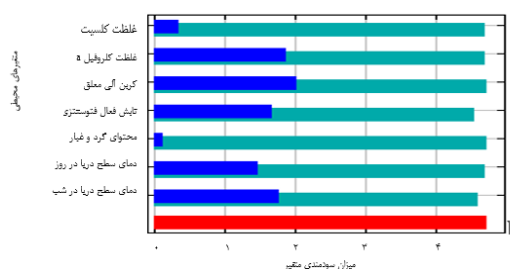
نوع متغیر	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
غلظت کلروفیل a	۴۵/۸۰	۱۰/۲۰	۵۳/۶۰	۴۷/۲۰	۴۵
دمای سطح دریا در روز	۸/۶۰	۱/۳۰	۱۲	۲/۸۰	۲۲/۹۰
دمای سطح دریا در شب	۲۹/۳۰	۲۳/۷۰	۰/۶	۲۲/۷۰	۱۵/۹۰
کربن آلی معلق	۲/۸۰	۳۸/۳۰	۲۶/۹۰	۱۴/۴۰	۴/۴۰
شدت تابش فعال فتوسنتزی (PAR)	۱۰/۹۰	۸/۴۰	۳/۱۰	۸/۵۰	۱۱/۲۰
غلظت کلسیت	۱/۴۰	۱۸/۱۰	۳/۵۰	۴/۳۰	۰/۱
محتوای گرد و غبار	۱/۱۰	۰/۱	۰/۳	۰	۰/۶

جدول ۴- میزان درصد اهمیت متغیرها در ماهی گوزیم دم رشته‌ای در منطقه دریای مکران (سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۸)

نوع متغیر	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
غلظت کلروفیل a	۶۷/۵۰	۴/۴۰	۲۱	۲/۱۰	۷
دمای سطح دریا در روز	۲۲/۴۰	۱/۷۰	۷۸/۳۰	۱	۹۰/۶۰
دمای سطح دریا در شب	۳/۹۰	۹۳/۳۰	۰/۴	۹۳/۳۰	۱
کربن آلی معلق	۰/۱۰	۰	۰	۲/۵۰	۰/۲۰
شدت تابش فعال فتوسنتزی (PAR)	۵/۸۰	۰/۲۰	۰	۰/۹۰	۱/۲۰
غلظت کلسیت	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰
محتوای گرد و غبار	۰/۲۰	۰	۰	۰	۰

اساس نقاط حضور گونه در تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه برای زمان حال حاضر داشتند و از طرفی متغیرهای محتوای گرد و غبار و غلظت کلسیت کم ترین درصد اهمیت و مشارکت را در تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه گوزیم دم رشته‌ای در مدل مکسنت را داشتند.

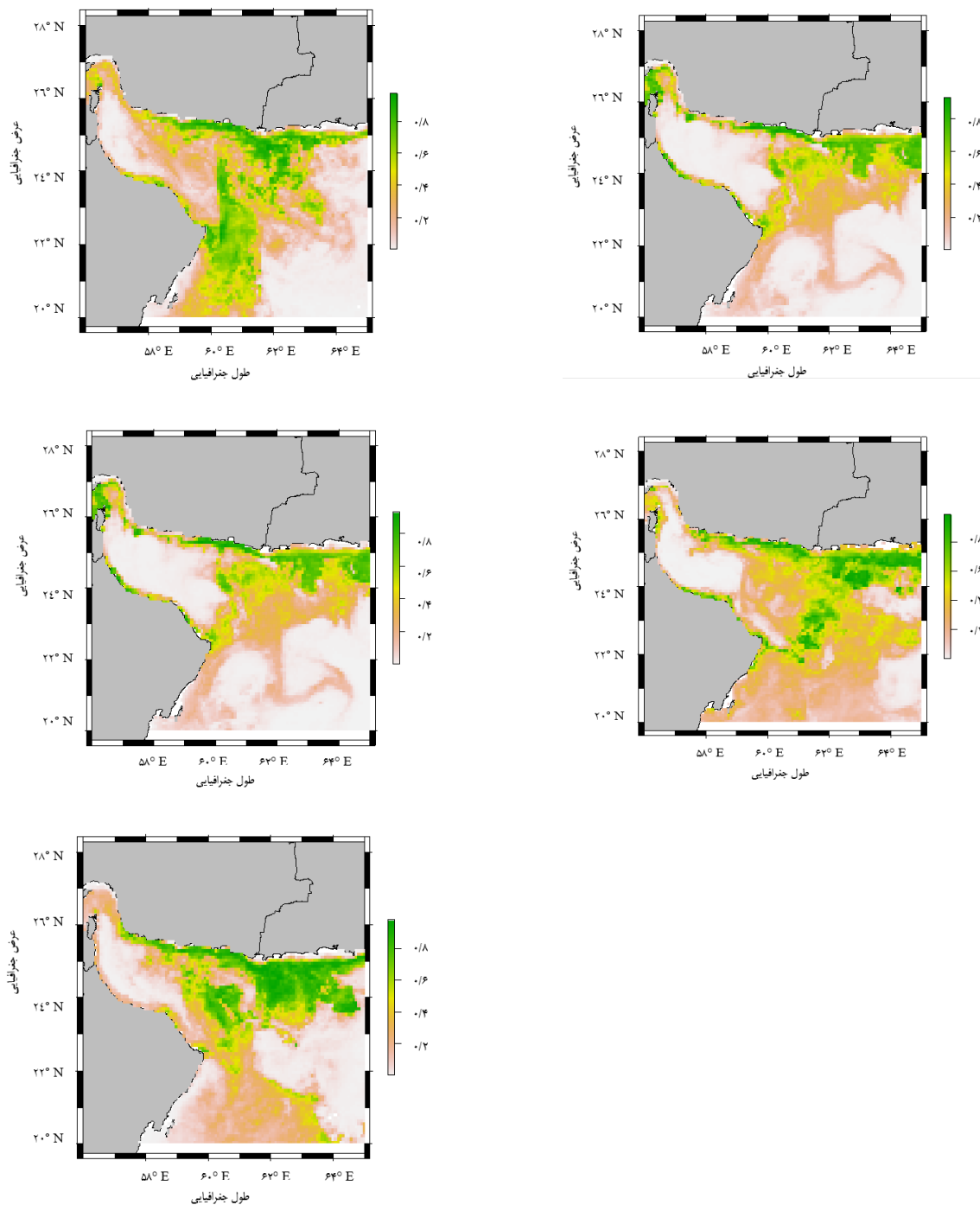
بر اساس شکل ۴ اهمیت نسبی متغیرها بر اساس آزمون جک نایف در توزیع گونه گوزیم دم رشته‌ای به این صورت است که غلظت کلروفیل a بیشترین مشارکت و از لحاظ درصد اهمیت، متغیر غلظت کلروفیل a و دمای سطح دریا در روز بیشترین درصد اهمیت را نشان می‌دهند. بر



شکل ۴- اهمیت نسبی متغیرها بر اساس آزمون جک نایف در توزیع گونه گوزیم دم رشته‌ای، شامل غلظت کلروفیل a، دمای سطح دریا در روز، دمای سطح دریا در شب، کربن آلی معلق، PAR، غلظت کلسیت، محتوای گرد و غبار

به متغیرهای محیطی مورد بررسی برای این گونه نشان دادند. همچنین بقیه مناطق دریای مکران نیز در ساحل سیستان و بلوچستان تا منطقه بیهی برای این گونه مطلوب نشان داده شده است.

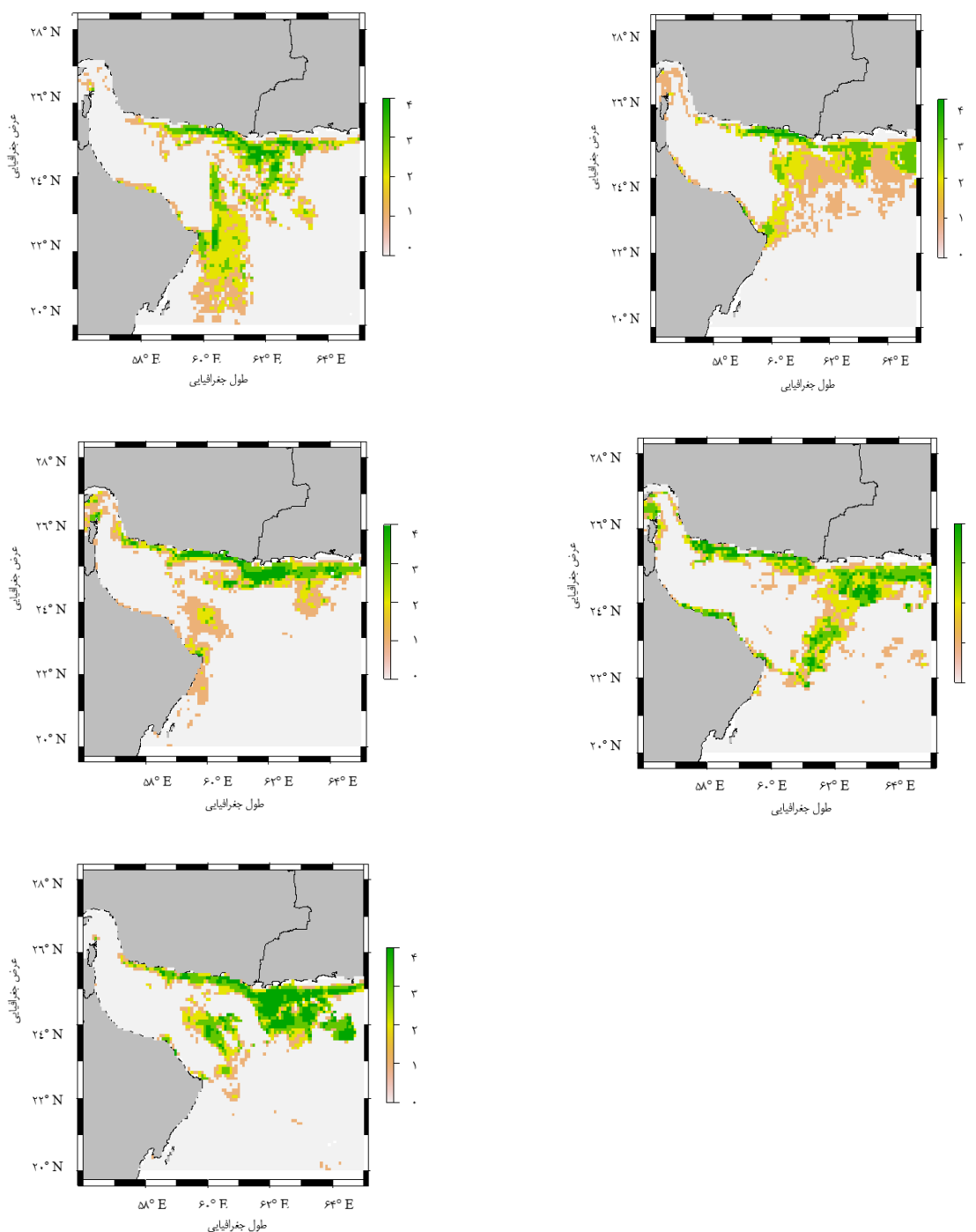
شکل ۵ نقشه مطلوبیت زیستگاه و پیش‌بینی پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای در سواحل دریای مکران را طی سال‌های ۹۸-۹۴ نشان می‌دهد. طبق این نقشه‌ها، مناطق بریس، پسابندر و گواتر بزرگترین لکه زیستگاهی (نواحی سبز رنگ) و بالاترین حد مطلوبیت زیستگاهی را با توجه



شکل ۵- نقشه مطلوبیت زیستگاه و پیش‌بینی پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای در سواحل دریای مکران طی سال‌های ۹۸-۹۴ برای آگاهی از مناطق به شکل (۱). مراجعه کنید.

به ترتیب دارای مطلوبیت خوب (طبقه ۲) تا متوسط (طبقه ۳) قرار دارد اما در سال ۹۸ در طبقه یک و به حالت عالی در آمده است. به طور کلی در طی سال‌های ۹۴=۹۸ افزایش طبقه مطلوب وجود دارد.

وضعیت مطلوبیت زیستگاه به چهار طبقه عالی، خوب، متوسط و نامطلوب در شکل (۶) تقسیم بندی و بررسی شد که مناطق بريس، پسابندر و گوادر در (طبقه ۱) بالاترین حد مطلوبیت زیستگاهی یا درجه عالی را با توجه به متغیرهای محیطی نشان می‌دهد مناطق کنارک و پزم



شکل ۶. نقشه چهار طبقه ای مطلوبیت کم، متوسط، خوب و عالی با استفاده از حد آستانه متناظر ماهی گوزیم دم رشته‌ای در سواحل دریای مکران طی سال‌های ۹۴-۹۸، برای آگاهی از مناطق به شکل (۱) مراجعه کنید.

این سالها افزایش مطلوبیت زیستگاه را به نمایش می‌گذارد. در سال ۹۷-۹۶ نیز پایداری نامطلوب ۸۰/۱۲ در صد، مطلوبیت ضعیف ۷/۳۶ در صد، مطلوبیت متوسط ۸/۹۶ در صد، مطلوبیت خوب ۳۸/۸۵ در صد و پایداری عالی ۲۹/۷۱ در صد محاسبه شد. در سال‌های ۹۸-۹۷ پایداری نامطلوب برابر ۶۸/۹۴ در صد، مطلوبیت ضعیف ۷/۲۴ در صد، مطلوبیت متوسط ۷/۴۳ در صد، مطلوبیت خوب ۱۱/۹۷ و پایداری عالی ۳۴/۹۵ می‌باشد.

جدول (۵) نشان می‌دهد مطلوبیت بیشتر داده‌ها از سال ۹۴ تا ۹۸ در حال رو به بهبود و افزایش هستند و پیش به سوی مطلوبیت بیشتر می‌رود. در سال‌های ۹۴-۹۵ پایداری نامطلوب ۹۳/۶۴ در صد، مطلوبیت ضعیف ۲/۹۷، مطلوبیت متوسط ۴/۵۷ و پایداری عالی ۶/۰۵ در صد را نشان می‌دهد. در سال ۹۶-۹۵ پایداری نامطلوب ۹۳/۵۵ در صد، مطلوبیت ضعیف ۸/۶۹ در صد، مطلوبیت متوسط ۳/۴۲ در صد، مطلوبیت خوب ۳۸/۸۵ در صد و پایداری عالی ۳۹/۹۵ در صد بدست آمد که در

جدول ۵- ماتریس گذر و میزان درصد ماتریس گذر برای تعیین تغییر وضعیت مطلوبیت زیستگاه ماهی گوزیم دم رشته‌ای طی سال‌های ۹۸-۹۴. اعداد واقعی بر حسب km^2 می‌باشند

سال	وضعیت	۰	۱	۲	۳	۴
۹۴-۹۵	۰	۳۰۰۸۸۴/۰۶۷	۷۷۵۸/۲۴۱	۸۲۳۵/۴۰۱	۴۲۰۷/۶۱۷۱	۲۳۲/۹۴۶۵
	۱	۳۱۶۸۹/۷۹۵	۱۰۱۸/۹۲۸	۱۴۸۰/۱۸۰	۱۵۵/۳۳۲۹	۰/۰۰۰۰
	۲	۲۷۰۸۵/۳۲۳	۸۷	۱۳۹۹/۲۰۲	۳۱۱/۵۱۰۲	۰/۰۰۰۰
	۳	۱۶۷۴۳/۳۲۸	۷۰/۵۶	۳۱۸۲/۰۷۳	۱۰۸۴/۲۰۴۰	۴/۵۷
۹۵-۹۶	۰	۳۵۵۳۵۸/۹۴۱	۹۳/۵۵	۴۲۶۵/۷۷۸۶	۵۵۸۳/۱۹۱۱	۶۲۰/۸۰۶۲
	۱	۹۳۴۲/۱۶۹	۶۱/۶۳	۸۵۲/۹۲۱۸	۳۴۹۰/۸۴۰۵	۱۵۵/۱۹۰۸
	۲	۹۳۴۲/۱۰۶	۴۵/۱۴	۵۴۱/۹۱۲۴	۴۵۷۶/۵۵۱۶	۶۹۶/۲۰۳۵
	۳	۳۴۳۰/۰۸۱	۴۵/۹۷	۲۳۱/۷۱۷۶	۱۶۲۷/۳۰۳۷	۱۰۸۲/۸۲۲۹
۹۶-۹۷	۰	۳۰۱۶۸۱/۶۰۶۰۰	۸۰/۱۲	۲۳۱۹۹/۷۰۸۰	۱۶۳۱۱۹/۲۵۰۷	۷۱۸۵/۶۶۴۷
	۱	۹۳۵۰/۷۵۸۰۶	۴۸/۸۱	۳۱۹۰/۳۶۵۶	۲۴۸۷/۲۰۰۲	۲۷۱۸/۸۲۰۶
	۲	۲۷۱۶/۰۰۹۷۷	۴۴/۹۲	۵۴۱/۹۹۳۴	۱۰۰۶/۱۵۲۹	۶۹۶/۹۸۵۵
	۳	۱۸۵۹/۶۰۱۲۷	۱۱/۶۴	۳۸۷۸/۴۹۶۲	۶۲۰۵/۷۸۲۲	۱۵۵۱/۷۱۶۰
۹۷-۹۸	۰	۲۱۷۷۹۰/۲۸۹	۶۸/۹۴	۲۱۶۴۹/۶۶۸	۲۱۴۸۰/۰۱۴۴	۲۹۰۱۸/۹۰۰
	۱	۱۴۶۱۵/۳۸۴	۴۳/۷۹	۳۱۳۳/۳۶۱	۴۹۳۷/۵۱۶۳	۸۲۷۵/۸۳۸
	۲	۸۹۷۵/۱۰۹	۲۸/۶۳	۲۳۲۸/۲۴۴	۳۹۱۶/۶۸۲۹	۱۴۰۲۸/۳۹۳
	۳	۸۹۶۴/۱۹۸	۳۳/۴۶	۲۳۳۶/۱۳۸	۳۲۰۷/۲۸۸۷	۱۰۰۳۳/۷۶۵
	۴	۴۵۱۷/۹۷۲	۳۹/۷۳	۱۲۴۹/۷۰۱	۱۱۶۵/۵۳۱	۵۱۳۵/۰۵۵

در سال ۹۴ تا ۹۷ بیشترین مساحت مطلوبیت زیستگاه مربوط به وضعیت صفر (نامطلوب) و کمترین مساحت مطلوب زیستگاه مربوط به وضعیت چهار (عالی) است اما در سال ۹۸ بیشترین مساحت مطلوبیت زیستگاه مربوط به وضعیت صفر (نامطلوب) با $۲۵۸۰۵۶/۰۳$ کیلومتر مربع و کمترین مساحت مطلوب زیستگاه مربوط به وضعیت دو (جدول ۶).

در سال ۹۴ تا ۹۷ بیشترین مساحت مطلوبیت زیستگاه مربوط به وضعیت صفر (نامطلوب) و کمترین مساحت مطلوب زیستگاه مربوط به وضعیت چهار (عالی) است اما در سال ۹۸ بیشترین مساحت مطلوبیت زیستگاه مربوط به وضعیت صفر (نامطلوب) با $۲۵۸۰۵۶/۰۳$ کیلومتر مربع و کمترین مساحت مطلوب زیستگاه مربوط به وضعیت دو (جدول ۶).

جدول ۶- مساحت مطلوبیت زیستگاه در هر وضعیت در گونه ماهی گوزیم دم رشته‌ای سال ۹۸-۹۴. اعداد بر حسب km^2 می‌باشند

۴	۳	۲	۱	۰	
۹۱۰۱/۳۹۴	۲۳۹۶۴/۱۷۷	۳۱۵۲۰/۳۷۲	۳۵۰۴۵/۵۴۰	۳۲۵۱۶۱/۲۰۶	۹۴
۷۷۴/۳۸۴۸	۷۴۶۰/۹۱۱۰	۱۵۹۲۸/۱۳۳۷	۱۵۱۵۷/۶۰۱۹	۳۸۱۷۰/۱/۱۲۱۷	۹۵
۲۸۶۴/۳۵۶	۱۶۰۵۲/۸۲۰	۶۲۰۱/۸۱۹	۲۰۰۱۱/۷۹۸	۳۷۸۱۲۳/۳۷۳	۹۶
۱۳۰۰۴/۱۷	۲۷۱۷۹/۰۱	۳۱۵۰۸/۸۱	۳۳۵۳۳/۶۹	۳۱۷۸۵۳/۰۹	۹۷
۶۵۸۷۴/۸۷	۳۴۳۹۸/۴۲	۳۰۹۲۷/۹۳	۳۳۸۹۵/۰۵	۲۵۸۰۵۶/۰۳	۹۸

پراکنش و فراوانی گونه‌های دریایی دارد (Haghi Vayghan et al., 2017; Chen et al., 2010). در مطالعه حاضر پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای طی سال‌های مختلف بیشتر متأثر از غلظت کلروفیل a، دمای سطحی دریا در شب و روز و میزان کربن آلی معلق بود. نتایج تحقیقات گذشته بر روی تون هوور مسقطی نشان داده است که دمای سطحی آب، تولید اولیه و یا کلروفیل a به‌مراه جریان‌های دریایی (Mugo et al., 2010; Yen et al., 2016) و شاخص‌های تغییرات اقلیم (Kanaji et al., 2012) نقش زیادی در تعیین زیستگاه تون هوور مسقطی در اقیانوس آرام و هند داشته است. با بررسی الگوی پراکنش ماهی گوزیم دم رشته‌ای در مناطق دریای مکران مشخص شد که به لحاظ حضور گونه در سال‌های مختلف حضور ماهی گوزیم دم رشته‌ای از وضعیت مطلوبی برخوردار است. لذا مناطق دریای مکران با توجه به تراکم مناسب و وسعت قابل ملاحظه این گونه بهترین مکان برای صید گوزیم دم رشته‌ای پیشنهاد می‌گردد که کاملاً با نتایج Mahmoudzadeh و همکاران (۲۰۱۶) و Vali Nasab و

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

بررسی کارایی و عملکرد مدل مک‌سنت با استفاده از شاخص سطح زیر نمودار (AUC) و منحنی ROC نشان داد که مدل مورد مطالعه با مقدار شاخص سطح زیر نمودار (AUC) ۰/۹۸۸ توانسته است عملکرد بالایی در پیش‌بینی مناطق مطلوب برای ماهی گوزیم دم رشته‌ای را داشته باشد و به خوبی می‌تواند پراکنش و زیستگاه مطلوب این گونه را مدل‌سازی نماید. مطابق با نتایج مطالعه حاضر در مطالعات سایر محققین نیز مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در دلفین با میزان شاخص سطح زیر نمودار (AUC) ۰/۸۴، ماهیان تون و هوور مسقطی با میزان شاخص سطح زیر نمودار (AUC) ۰/۹۰ و فیل ماهی با شاخص سطح زیر نمودار (AUC) ۰/۹۶۹، توانسته دقت و عملکرد بالایی در پیش‌بینی پراکنش این گونه‌ها در محیط‌های آبی را نشان دهد (Shahparian et al., 2016; Haghi Vayghan et al., 2017; Makki et al., 2020). فاکتورهای محیطی از قبیل درجه حرارت، جریان‌های اقیانوسی و دسترسی به غذا نقش قابل توجهی را در

همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

در بسیاری از مطالعات مشابه در زمینه مدلسازی زیستگاه آبزیان به منظور تعیین اهمیت نسبی هر یک از متغیرها از آزمون جک نایف که خروجی مدل می‌باشد استفاده شده است (Torres et al., 2013) و (La manna et al., 2016) زیرا این آزمون یک نتیجه-گیری کلی را با دقت بیشتر ارائه می‌کند. با توجه به نمودارهای جک نایف می‌توان استنباط کرد که به ترتیب غلظت کلروفیل a و دمای سطح دریا در روز بالاترین دقت (AUC) را دارا می‌باشند.

دمای سطحی آب و کلروفیل a با افزایش تولیدات اولیه و شاخص‌های تغییر اقلیم نقش زیادی در تعیین زیستگاه این گونه دارند (Murty, 1983). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، Vali Nasab و همکاران (۲۰۰۵) و Kerdgari و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش نمودند که ماهی گوزیم دم رشته‌ای در آب‌های دریای مکران بیشترین حضور را در آب‌های عمقی (عمق بیشتر از ۳۰) دارد و ماهیان این خانواده از دامنه وسیعی از موجودات بسترزی شامل سخت پوستان و نرم تنان و سرپایان و ماهیان تغذیه می‌کنند (Russell, 1993). توزیع و پراکنش این گونه نیز مانند سایر آبزیان غالباً نتیجه‌ای از تلاش برای بدست آوردن طعمه است (Davis et al., 2002). افزایش دمای سطحی آب و کلروفیل a منجر به افزایش قابلیت دسترسی ماهی گوزیم دم رشته‌ای به منابع غذایی و طعمه مطلوب خود می‌گردد و باعث تراکم و حضور گونه در آن منطقه می‌شود. در مطالعه Shahparian و همکاران (۲۰۱۷) که بر روی دلفین‌ها انجام شد پارامترهای دمای سطحی آب و کرفیل a مهمترین پارامترهای توزیع پراکنش این گونه در خلیج فارس و دریای مکران معرفی شدند و توانست پیش‌بینی‌های منطقی‌ای را نسبت به تغییر احتمال حضور گونه در برابر این متغیرهای محیطی با تاثیری که بر روی غذای این گونه می‌گذارند نشان دهد. همانطور که نمودار جک نایف نشان می‌دهد دو پارامتر محتوای گرد و غبار و غلظت کلسیت کمترین اهمیت را در توزیع این گونه دارند.

نقشه مطلوبیت به دست آمده، مطلوبیت زیستگاه را از ۰ تا ۱ بیان می‌کند. مناطقی با مطلوبیت بالا (ارزش ۱) که حداکثر احتمال حضور گونه‌ها را نشان می‌دهد به رنگ سبز و مناطق با مطلوبیت پایین (ارزش صفر) که احتمال حضور گونه‌ها در این مناطق ضعیف است، به رنگ روشن نشان داده شده است. نقشه پیش‌بینی پراکنش حاصل از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) در طی سال‌های مختلف تفاوتی در پراکنش این گونه را در مناطق مختلف نشان نداد. بر اساس نقشه (۶) حد آستانه مطلوبیت نواحی سبز رنگ (طبقه ۴) نشان دهنده مطلوبترین ناحیه زیستگاهی این گونه می‌باشد که طبق نقشه، مربوط به بریس، پسابندر و گواتر است و تا منطقه بیاهی این مدل توانسته است مناطق مطلوبی را برای زیست این گونه نشان دهد علاوه بر این با توجه به ماتریس گذر جدول (۳) و بررسی نقشه‌های حد آستانه مطلوبیت شکل (۶) طی سال‌های ۹۴-۹۸ مطلوبیت زیستگاه در دریای عمان افزایش داشته و به این ترتیب که از مطلوبیت پایدار عالی ۶/۰۵ در صد در سال ۹۴-۹۵، به مطلوبیت پایدار عالی ۳۴/۹۵ درصد در سال ۹۷-۹۸ رسیده است. همچنین با توجه به جدول (۴) مساحت مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد که به طور کلی مساحت مطلوبیت زیستگاه در وضعیت صفر از سال ۹۴-۹۸ در حال کاهش و مساحت‌های وضعیت متوسط (دو) و خوب (سه) در حال پیشروی به سمت شرایط مطلوب‌تر و وضعیت عالی (چهار) در طی سال‌ها در حال افزایش است. مطالعه Kerdgari و همکاران (۲۰۱۴) بر روی ماهی گوزیم نشان داد که میزان ذخایر این ماهی طی سال‌های اخیر در حال افزایش است و جزو ده گونه غالب در این منطقه محسوب می‌گردد و میزان صید این ماهی در مقایسه با سال‌های قبل افزایش داشته است همچنین مطالعه Daryanabard و همکاران (۲۰۱۲) این موضوع را تایید می‌کنند. در مطالعه‌ای توسط Shahparian و همکاران (۲۰۱۷) به منظور مدلسازی مطلوبیت زیستگاه دلفین‌ها با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در آب‌های ساحلی مکران، بر اساس نقشه به دست آمده، منطقه خلیج گواتر بزرگترین لکه

برخی موارد تغییرات آن به عنوان عامل اصلی تحریک طبیعی بوده و بیانگر آغاز برخی فرآیندها مانند تخم‌ریزی، پراکنش و مهاجرت می‌باشد. همچنین طبق این مدل، زیستگاه‌های بالقوه مطلوب این گونه شامل مناطق بریس، پسابندر و گواتر تا منطقه بیاهی می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت که مدل حداکثر آنتروپی به عنوان یک مدل کارآمد و موثر جهت پیش‌بینی پراکنش این گونه و شناخت خصوصیات و شرایط ترجیحی زیستگاه آن، می‌تواند انسان را بیش از پیش از نتایج آثار مخرب احتمالی که در طبیعت موجب می‌شود مطلع سازد.

زیستگاهی و همچنین بالاترین حد مطلوبیت زیستگاه نشان داد، مناطقی از خلیج چابهار، کچو، پزم و خور میدانی نیز مطلوب بودند.

نتیجه‌گیری نهایی

براساس نتایج بدست آمده از مدل حداکثر آنتروپی متغیرهای غلظت کلروفیل a و دمای سطح دریا به عنوان مهمترین متغیرهای پیش‌بینی کننده مطلوبیت زیستگاه برای ماهی گوازیم دم رشته‌ای معرفی شدند، زیرا دمای آب از اهمیت بالایی در زندگی ماهیان برخوردار بوده و در

References

۵. منابع

- Anderson, R.P., 2003. Real vs. artefactual absences in species distributions: tests for *Oryzomys albigularis* (Rodentia: Muridae) in Venezuela. *Journal of Biogeography* 30(4), 591-605.
- Briscoe, D.K., Hiatt, S., Lewison, R. and Hines, E., 2014. Modeling habitat and bycatch risk for dugongs in Sabah, Malaysia. *Endangered Species Research* 24(3), 237-247.
- Chen, X., Tian, S., Chen, Y. and Liu, B., 2010. A modeling approach to identify optimal habitat and suitable fishing grounds for neon flying squid (*Ommostrephes bartramii*) in the Northwest Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 108(1), 1-14.
- Daryanabard, G., Keymaram, F. and Haghighi, M., 2012. Distribution and density of Nemipteridae in the waters of Oman Sea (Sistan-Baluchestan). *Journal of Aquaculture and Fisheries* 3(12): 21-29. In Persian.
- Davis, R.W., Ortega-Ortiz, J.G., Ribic, C.A., Evans, W.E., Biggs, D.C., Ressler, P.H., Cady, R.B., Leben, R.R., Mullin, K.D. and Würsig, B., 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 49(1), 121-142.
- Dunn, D.C., Maxwell, S.M., Boustany, A.M. and Halpin, P.N., 2016. Dynamic ocean management increases the efficiency and efficacy of fisheries management. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(3), 668-673.
- Fielding, A.H. and Haworth, P.F., 1995. Testing the generality of bird-habitat models. *Conservation biology* 9(6), 1466-1481.
- Franklin, J., 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. University Press. Cambridge. 340 p.
- Hosseini, M. and Kerachian, R., 2017. A Bayesian maximum entropy-based methodology for optimal spatiotemporal design of groundwater monitoring networks. *Environmental monitoring and assessment* 189(9), 1-24.
- Hu, W., Du, J., Su, S., Tan, H., Yang, W., Ding, L., Dong, P., Yu, W., Zheng, X. and Chen, B., 2022. Effects of climate change in the seas of China: Predicted changes in the distribution of fish species and diversity. *Ecological Indicators*, 134, p.108489.

- Kanaji, Y., Tanabe, T., Watanabe, H., Oshima, T. and Okazaki, M., 2012. Variability in reproductive investment of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in relation to the ocean–climate dynamics in the tropical eastern Indian Ocean. *Marine and Freshwater Research* 63(8), 695-707.
- Kerdgari, M., Valinassab, T., Jamili, S. and Haghshenas, A., 2014. Biological characteristics of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicas*) in the coastal waters of Bushehr Province. *Journal of Animal Environment* 5(4), 11-24. In Persian.
- Knudby, A., Brenning, A. and LeDrew, E., 2010. New approaches to modelling fish–habitat relationships. *Ecological Modelling*, 221(3), pp.503-511.
- La Manna, G., Ronchetti, F. and Sarà, G., 2016. Predicting common bottlenose dolphin habitat preference to dynamically adapt management measures from a Marine Spatial Planning perspective. *Ocean & coastal management* 130, 317-327.
- Leathwick, J.R., Elith, J., Francis, M.P., Hastie, T. and Taylor, P., 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Marine ecology progress series*, 321, pp.267-281.
- Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A. and Real, R., 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global ecology and Biogeography* 17(2), 145-151.
- Lu, Y., Yu, J., Lin, Z. and Chen, P., 2020. Environmental influence on the spatiotemporal variability of spawning grounds in the western Guangdong waters, South China Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), p.607.
- Mahmoudzadeh, A., Fatemi, M. R., Vali Nasab, T., Jamili, Sh and Moghaddasi, b., 2016. Spatial and temporal distribution pattern and biomass trend of Nemipteridae family in the Oman Sea (Sistan and Baluchestan province). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 25(4): 121-131. In Persian.
- Matouri, W., Maboudi, H. and Vali Nasab, T., 2019. Investigation of catch per unit changes and distribution of Nemipteridae in coastal waters of Sistan and Baluchestan province (northern part of the Oman Sea). *Journal of Aquatic Ecology* 8(4): 65-75. In Persian.
- McGarvey, D.J., Brown, A.L., Chen, E.B., Viverette, C.B., Tuley, P.A., Latham, O.C., Gibbs, P.M., Richins, A.E., Deadwyler, M.C., Lin, B. and Kaseloo, E.A., 2021. Do fishes enjoy the view? A MaxEnt assessment of fish habitat suitability within scenic rivers. *Biological Conservation* 263, p.109357.
- Mugo, R., SAITOH, S.I., Nihira, A. and Kuroyama, T., 2010. Habitat characteristics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the western North Pacific: a remote sensing perspective. *Fisheries Oceanography* 19(5), 382-396.
- Murty, V.S., 1983. Estimates of mortality, population size and yield per recruit of *Nemipterus japonicus* (Bloch) in the trawling grounds off Kakinada. *Indian Journal of Fisheries* 30(2), 255-260.
- NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, O. B. P. G., 2021. MODIS-Aqua Ocean Color Data NASA OB.DAAC, Greenbelt, MD, USA. Retrieved August 30, 2021, from <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/>.
- Phillips, S.J. and Dudík, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31(2), 161-175.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190(3-4), 231-259.
- Pittman, S.J., Christensen, J.D., Caldwell, C., Menza, C. and Monaco, M.E., 2007. Predictive mapping of fish species richness across shallow-water seascapes in the Caribbean. *Ecological modelling*, 204(1-2), pp.9-21.
- Russell, B.C., 1993. A review of the threadfin breams of the genus *Nemipterus* (Nemipteridae) from Japan and Taiwan, with description of a new species. *Japanese Journal of Ichthyology* 39(4), 295-310.

- Scales, K.L., Hazen, E.L., Maxwell, S.M., Dewar, H., Kohin, S., Jacox, M.G., Edwards, C.A., Briscoe, D.K., Crowder, L.B., Lewison, R.L. and Bograd, S.J., 2017. Fit to predict? Eco-informatics for predicting the catchability of a pelagic fish in near real time. *Ecological Applications* 27(8), 2313-2329.
- Shahparian, M., Fakheran, S., Moradi, H., Hemami, M. and Shafieezadeh, M., 2017. Modeling Habitat Suitability of the Dolphins Using MaxEnt in Makran Sea, South of Iran. *Journal of Oceanography* 7(28), 47-56. In Persian.
- Stuart, C.E., Wedding, L.M., Pittman, S.J. and Green, S.J., 2021. Habitat Suitability Modeling to Inform Seascape Connectivity Conservation and Management. *Diversity* 13(10), p.465.
- Torres, L.G., Compton, T. and Fromant, A., 2013. Habitat models of southern right whales, Hector's dolphin, and killer whales in New Zealand. *Niwa Taihoro Nukurangi*. 1-59.
- Vali Nasab, T., Dehghani, R., Kamali, A. and Khorshidian, K., 2005. Determining the amount of benthic biomass in the Persian Gulf and the Sea of Oman by the swept area method. Iran Fisheries Research Institute. 124 pages. In Persian.
- Wang, D., Yao, L., Yu, J., Chen, P. and Hu, R., 2021. Response to Environmental Factors of Spawning Ground in the Pearl River Estuary, China. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(7), p.763.
- Weber, T.C., 2011. Maximum entropy modeling of mature hardwood forest distribution in four US states. *Forest Ecology and Management* 261(3), 779-788.
- Yen, K.W. and Lu, H.J., 2016. Spatial-temporal variations in primary productivity and population dynamics of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* in the western and central Pacific Ocean. *Fisheries science* 82(4), 563-571.