



Select the type of your paper:

Modeling Habitat Suitability of *Sousa plumbea* in the Mahshahr Estuarine Area Using MaxEnt Model

Bahareh Abbasi¹, Nasrin Sakhaei^{2*}, Ahmad Savari³, Hossein Mohammad Asgari⁴, Babak Doustshenas⁵^{1,2,3,5} Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran⁴ Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2024/05/25

Revised: 2024/09/29

Accepted: 2024/09/29

Keywords:MaxEnt model
humpback dolphin
Musa estuary

*Corresponding author:

✉ Sakhaei@kmsu.ac.irDoi: [10.52547/joc.15.58.7](https://doi.org/10.52547/joc.15.58.7)

ORID: 2229-4230-0003-0000

ABSTRACT

Background and Objectives: Studying the distribution of marine mammals and identifying the factors influencing their habitat selection are among the crucial aspects for understanding the ecological conditions of these animals and the various threats they face, in order to develop conservation plans for coastal ecosystems. The Persian Gulf, as one of the most important marine areas globally, possesses diverse and highly complex ecology, where many species are endangered due to various human threats. The Indian Ocean humpback dolphin (*Sousa plumbea*) is one of the key marine seen in coastal areas and shallow waters of Persian Gulf, and its population is declining according to the International Union for Conservation of Nature s Red List. Mousa Bay in the northwestern Persian Gulf is an important, but highly industrialised habitat for this species. This study aims to model the habitat suitability of the humpback dolphin, identifying not only potential marine habitats but also the most influential physical factors affecting their habitat preferences.

Methods: Field studies were conducted in the fall and winter of two consecutive years 1399-1400 Also local communities' reports were utilized to identify the species' presence areas, then marked on the regional map and entered into ArcGIS software. A total of 30 presence points of this species were recorded and then entered into the model along with environmental variables. Environmental factors applied as variables affecting species presence included chlorophyll concentration, sea surface temperature, salinity, water depth, seabed slope, distance from the coast, and distance from the inlet channels of the Mahshahr estuarine area (northwest Persian Gulf). Required variables for modeling were prepared using geographic information system (GIS), and finally, the MaxEnt model was used to generate a habitat suitability map. The MaxEnt method is a widely used tool for modeling habitat suitability and predicting species distribution patterns using presence data and environmental variables.

Findings: The results showed that the MaxEnt model performed well in this study, with an area under the curve (AUC) of 0.91, indicating high accuracy and efficiency of the model in identifying the most suitable distribution areas. Furthermore, water depth, slope and distance to coast were identified as the most important parameters in identifying suitable areas, and the probability of humpback dolphin presence in the vicinity of the main inlet channel of the Mahshahr estuarine area was higher compared to other areas. According to the findings of this study, only 10% of the area had high suitability for the species habitat, 15.98% of the area (32.30 square kilometers) had moderate suitability, and ultimately, the highest percentage of the area, accounting for 75.95% (140.25 square kilometers), either lacked suitability for species presence or had low suitability.

Conclusion: Since the Monitoring and assessing marine biodiversity relies upon adequate and accurate knowledge of population and distribution patterns of ecologically important species and because of dense maritime activities and accelerated industrialisation together with placement of the coastal cities of Mahshahr and Sarbandar have resulted in extreme disturbances to natural habitats of the area., This study provides a basis for monitoring humpback dolphin and assessing ecosystem health of northern Persian Gulf.



NUMBER OF TABLES

3



NUMBER OF FIGURES

9



NUMBER OF REFERENCES

43

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه دلفین گوژپشت (*Sousa plumbea*) در محدوده خوریات ماهشهر با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt)

بهاره عباسی^۱، نسرین سخایی^{۲*}، احمد سواری^۳، حسین محمد عسگری^۴، بابک دوست شناس^۵

^{۱،۳،۴،۵} گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

^۴ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۵</p> <p>تاریخ بازبینی: ۱۴۰۳/۷/۸</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۸</p>	<p>پیشینه و اهداف: مطالعه بر روی پراکنش پستانداران دریایی و همچنین شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه آن‌ها، از مهم‌ترین موارد برای شناخت شرایط زیستی این جانوران و تهدیدات مختلف بر روی آن‌ها جهت تدوین طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های ساحلی به شمار می‌رود. خلیج فارس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پهنه‌های آبی جهان دارای بوم‌شناسی متنوع و بسیار پیچیده‌ای است که به دلیل تهدیدات مختلف انسانی، حیات بسیاری از گونه‌های این منطقه در خطر است. دلفین گوژپشت اقیانوس هند (<i>Sousa plumbea</i>) یکی از فراوان‌ترین گونه‌هاگونه‌های پستاندار دریایی است که در نواحی ساحلی و آب‌های کم‌عمق خلیج فارس دیده می‌شود که طبق لیست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت جمعیت آن‌ها رو به کاهش است. خور موسی در شمال غربی خلیج فارس یک زیستگاه مهم اما بسیار صنعتی برای این گونه است. این مطالعه با هدف مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه دلفین گوژپشت در محدوده شمالی خور موسی انجام گرفته است که علاوه بر مشخص کردن زیستگاه‌های بالقوه مطلوب دریایی، مهم‌ترین عوامل فیزیکی مؤثر بر آشیان بوم شناختی گونه‌ها نیز مشخص خواهد شد.</p>
<p>واژگان کلیدی:</p> <p>مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt)</p> <p>دلفین گوژپشت</p> <p>خور موسی</p>	<p>روش‌ها: با انجام مطالعات میدانی در پاییز و زمستان دو سال متوالی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و گزارش‌های جوامع محلی، مناطق حضور گونه شناسایی شدند و موقعیت حضور آن‌ها روی نقشه منطقه علامت‌گذاری گردید و سپس وارد نرم‌افزار ArcGIS گردید. در مجموع ۳۰ نقطه حضور از این گونه ثبت گردید و سپس به همراه متغیرهای زیست‌محیطی وارد مدل گردید. عوامل محیطی به کار برده شده به‌عنوان متغیرهای مؤثر بر حضور گونه شامل غلظت کلروفیل، دمای سطحی آب، شوری، عمق آب، شیب بستر و فاصله از ساحل و فاصله از کانال‌های ورودی خوریات ماهشهر (شمال غربی خلیج فارس) می‌باشد. متغیرهای مورد نیاز برای مدل‌سازی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و در نهایت برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاهی از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) استفاده گردید. روش حداکثر آنتروپی، یکی از ابزارهای بسیار متداول برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه و نیز پیش‌بینی و مدل‌سازی نحوه پراکنش گونه‌ها به کار می‌رود؛ که با استفاده از داده‌های حضور و متغیرهای محیطی اجرا می‌شود.</p>
<p>*نویسنده مسئول</p> <p>✉ Sakhaei@kmsu.ac.ir</p> <p>Doi: 10.52547/joc.15.58.7</p> <p>ORID:2229-4230-0003-0000</p>	<p>یافته‌ها: نتایج نشان داد که مدل مکسنت در این مطالعه عملکرد مناسبی دارد و سطح زیر منحنی (AUC) معادل ۰/۹۱ به دست آمد که نشان دهنده دقت و کارایی بالای مدل در شناسایی مطلوب‌ترین مناطق پراکنش است. همچنین متغیرهای عمق و شیب بستر و فاصله تا ساحل به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها در شناسایی مناطق مطلوب شناخته شدند و احتمال حضور دلفین گوژپشت در محدوده ورودی کانال اصلی خوریات ماهشهر نسبت به سایر مناطق بیشتر می‌باشد. بر اساس یافته‌های این مطالعه تنها ۱۰٪ منطقه دارای مطلوبیت بالا برای زیست این گونه است، ۱۵/۹۸٪ از منطقه (۳۰/۳۲ کیلومتر مربع) دارای مطلوبیت متوسط و در نهایت بیشترین درصد از مساحت منطقه برابر با ۷۵/۹۵٪ (۱۴۰/۲۵ کیلومتر مربع) را فاقد مطلوبیت برای حضور گونه یا دارای مطلوبیت کم می‌باشد.</p>
	<p>نتیجه‌گیری: از آنجا که نظارت و ارزیابی تنوع زیستی دریایی متکی بر دانش کافی و دقیق از جمعیت و الگوهای توزیع گونه‌های مهم اکولوژیکی است و به دلیل آنکه فعالیت‌های متراکم دریایی و صنعتی شدن شتابان همراه با قرارگیری شهرهای ساحلی ماهشهر و سربندر موجب اختلال شدید زیستگاه‌های طبیعی منطقه شده است. این مطالعه مبنایی را برای نظارت بر دلفین گوژپشت و ارزیابی سلامت اکوسیستم خور موسی فراهم می‌کند.</p>

مقدمه

ساحل یافت می‌شود [۱۰]. این گونه احتمالاً در سراسر خط ساحلی خلیج فارس، از جمله سواحل عربستان سعودی، کویت، قطر، امارات، بحرین و عراق و همچنین ایران وجود دارد [۵، ۱۷، ۲۹].

بیشترین گزارش‌ها از این گونه در خلیج فارس اطراف منطقه حفاظت شده حرا در جزیره قشم در استان هرمزگان ثبت شده است [۱۰]. در یک مطالعه جمعیت و فراوانی این گونه در پارک ملی دریایی دیر-نخیلومورد بررسی قرار گرفت و تعداد افراد ساکن از این گونه در منطقه ۳۰ عدد برآورد شد [۲۸]. همچنین در یک مطالعه انجام شده در خور موسی در استان خوزستان در سال ۲۰۱۸، اندازه جمعیت دلفین‌های گوژپشت ساکن این آب‌ها (۹۲ حیوان (۶۴-۱۳۱، ۹۵٪ CI)) تخمین زده شد [۱۹].

امروزه مدل‌سازی اکوسیستم‌ها و تعیین مطلوبیت زیستگاه‌ها یک روش اکولوژیکی و همچنین عامل مهمی برای مدیریت و حفظ منابع دریایی است که تأثیر زیادی در بقا و تولید گونه‌ها خواهد داشت [۳۶]. در سال‌های اخیر روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی توزیع گونه‌ها (SDM) مانند ENFA، GAM، GLM و Maxent ارائه شده است که به طور گسترده به‌عنوان ابزار ارزیابی، مدل‌سازی، مدیریت و حفاظت از زیستگاه استفاده می‌گردد [۳۷، ۴۲، ۴۴]. این مدل‌ها قادر هستند ارتباطات غیرخطی و اثرگذار بین گونه‌ها و متغیرهای محیطی را تشخیص دهند و آن‌ها را جهت توسعه مدل‌های پیش‌بینی به کار گیرند [۴۱].

روش حداکثر آنتروپی (Maxent)، یکی از ابزارهای بسیار متداول برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه و نیز پیش‌بینی و مدل‌سازی نحوه پراکنش گونه‌ها به کار می‌رود که با استفاده از داده‌های حضور و متغیرهای محیطی اجرا می‌شود. در مقایسه با سایر روش‌ها، این روش داده‌های زیادی لازم ندارد، بنابراین این روش راه حلی برای مدل‌سازی مطلوبیت گونه‌هایی که داده‌های مربوط به حضور آنها کم می‌باشد را به وجود آورده است [۴۴]. توانایی این مدل در مطالعات زیستگاه گونه‌های آبی مختلف مورد تأیید قرار گرفته است [۳، ۸، ۲۴، ۳۱، ۳۳، ۳۵، ۳۹، ۴۰، ۴۱].

بر اساس مطالعات انجام شده در تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش دلفین‌ها، در اکثر مطالعات متغیرهای محیطی همچون غلظت کلروفیل، دمای سطحی آب، شوری، عمق آب، شیب بستر و فاصله از ساحل به‌عنوان پارامترهای مؤثر بر تعیین پراکنش دلفین‌ها در نظر گرفته شده‌اند [۱۲، ۱۴، ۲۳، ۳۸]. هدف از این مطالعه، مدل‌سازی مطلوبیت مناطق پراکنش دلفین گوژپشت (*S. plumbea*) با استفاده از الگوریتم حداکثر آنتروپی در منطقه ساحلی در محدوده خوریات ماهشهر در استان خوزستان است که علاوه بر مشخص کردن زیستگاه‌های بالقوه مطلوب دریایی، مهم‌ترین عوامل فیزیکی مؤثر بر آشیان بوم شناختی گونه‌ها نیز مشخص خواهند شد.

روش پژوهش

۱-۱ معرفی منطقه و نقاط حضور گونه

خور موسی با جریان‌های آبی متعدد شمالی‌ترین خلیج ساحلی خلیج فارس است که با شوری بین ۴۰ تا ۷۰ و میانگین سالانه دمای ۲۴ درجه با عمق

محیط‌های دریایی ساحلی و مصب‌ها به‌عنوان بیشترین تأثیرپذیری از فعالیت‌های انسانی رتبه‌بندی شده‌اند. در نتیجه، حیات وحشی که در امتداد سواحل تغذیه، تولیدمثل یا مهاجرت می‌کنند، به‌ویژه گونه‌هایی که عمر طولانی دارند، دیر بالغ می‌شوند و تولیدمثل می‌کنند لذا به طور فزاینده‌ای در معرض خطر انقراض قرار می‌گیرند [۲۵]. تردد کشتی‌ها و قایق‌ها، تخریب زیستگاه‌ها و گرفتار شدن در ادوات ماهیگیری از جمله جدی‌ترین تهدیدات برای پستانداران دریایی در این مناطق است [۲۱].

دلفین گوژپشت یکی از فراوان‌ترین گونه‌های پستاندار دریایی است که در نواحی ساحلی و آب‌های کم‌عمق خلیج فارس دیده می‌شود [۳۴]. هم دلفین‌های گوژپشت و هم ماهیگیران محلی در مناطق نزدیک ساحل یا دهانه رودخانه، جایی که دسته‌های بزرگ ماهی با تراکم بالا در دسترس هستند متمرکز می‌شوند. اگرچه نگرش انسان نسبت به دلفین گوژپشت در خلیج موسی منفی ارزیابی نشده است، اما تعداد قابل توجهی از آنها به طور عمدی یا سهوی در نتیجه فعالیت‌های ماهیگیری انسان از بین رفته‌اند. از سوی دیگر، افزایش آلودگی آب در نتیجه توسعه صنعتی در نواحی ساحلی خلیج فارس، تنوع زیستی دریایی را به ویژه در حوضه‌های نیمه بسته که از تنوع زیستی و مناطق اقتصادی مهمی برخوردار است، تهدید کرده است. حفاظت از تنوع زیستی در چنین مناطق مهمی به دلیل کمبود اطلاعات در مورد فراوانی و مناسب بودن زیستگاه گونه‌های هدف و کلیدی با چالش‌های زیادی مواجه است [۱۹].

مطالعه بر روی پراکنش پستانداران دریایی و همچنین شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه آن‌ها، از مهم‌ترین موارد برای شناخت شرایط زیستی این جانوران و تهدیدات مختلف برای این گونه‌ها به شمار می‌رود [۸]. علاوه بر آن، هزینه‌های بالای اقتصادی و لجستیکی در مطالعات دریایی منجر شده تا اطلاعات ما در مورد پراکندگی، مهاجرت و ارجحیت زیستگاهی پستانداران دریایی بسیار ناقص باشد. بنابراین کمبود اطلاعات ما از پستانداران دریایی به‌عنوان اصلی‌ترین عامل ناکارآمدی طرح‌های حفاظت از پستانداران دریایی و افزایش تهدیدها برای آن‌ها به شمار می‌رود [۲].

جنس *Sousa* شامل چهار گونه دلفین است: دلفین گوژپشت اقیانوس اطلس (*S. teuszii*)، دلفین گوژپشت اقیانوس هند (*S. plumbea*)، دلفین گوژپشت هند و اقیانوس آرام (*S. chinensis*)، و دلفین گوژپشت استرالیایی (*S. sahalensis*) [۲۶]. هر چهار گونه از این جنس در فهرست قرمز IUCN ثبت و به‌عنوان در معرض خطر طبقه بندی شده‌اند [۲۰]. دلفین گوژپشت اقیانوس هند (*Sousa plumbea* (G. Cuvier, 1829)) (گونه‌ی مورد مطالعه) در سال ۲۰۱۷ به‌عنوان گونه‌ی معرض خطر معرفی شد [۱۰، ۱۱]. دلفین گوژپشت اقیانوس هند در آب‌های کم‌عمق، معمولاً کمتر از ۲۵ متر عمق و نزدیک به

¹ Species distribution modelling

حضور در منطقه از جمله چالش‌های یافتن و مطالعه پستانداران دریایی در منطقه می‌باشد.

۱-۲ متغیرهای زیست‌محیطی

بر اساس مرور منابع صورت گرفته در شناسایی عوامل مؤثر پراکنش دلفین‌ها شش متغیر جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه انتخاب شدند. این متغیرها شامل غلظت کلروفیل-a، دمای سطحی آب، عمق آب، شیب بستر، فاصله تا کانال‌های ورودی خور و فاصله از ساحل هستند (جدول ۱). عوامل ذکر شده از جمله فاکتورهای تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه توسط دلفین‌ها هستند و پراکنش بسیاری از پستانداران دریایی تحت تأثیر این متغیرهای زیست‌محیطی است [۱۴، ۱۶، ۲۳].

شکل ۱ نقشه موقعیت نقاط حضور دلفین در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

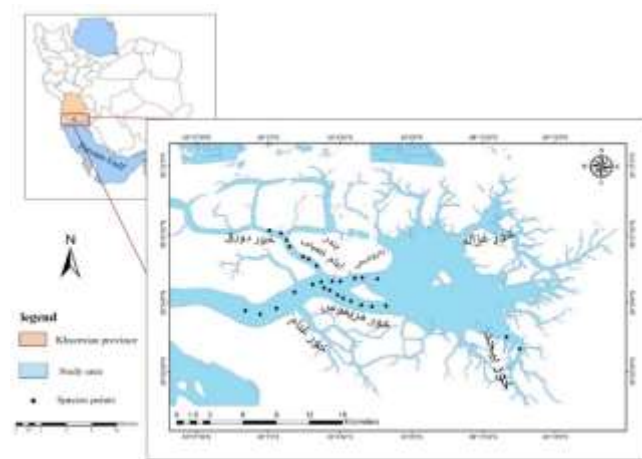
جدول ۱: متغیرهای زیست‌محیطی استفاده شده در تحقیق

منبع تهیه Data Source	واحد Unit	نام متغیر Variables	ردیف Row
تصاویر ماهواره ای Landsat8 گوگل Earth	Mg/m ³	کلروفیل-a Chlorophyll-a	1
ارث Google Earth	°C	دمای سطحی آب Temperature (SST)	2
	m	عمق آب Depth	3
۱۰۰×(عمق / فاصله از ساحل) 100 × (Depth / Distance from Coast)	%	شیب بستر Bed slope	4
تصاویر گوگل ارث و سازمان نقشه‌برداری Google Earth and Mapping Agency Images	m	فاصله از ساحل Distance from the coastal	5
		فاصله تا کانال‌های ورودی Distance from inlet channels	۶

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی جهت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعه پارامترهای کیفی آب انجام شده است. نتایج این مطالعات حاکی از کارایی تصاویر ماهواره‌ای در این رابطه دارد که در این راستا می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. Mobasheri و همکاران [۲۷] شار تابشی در لایه سطحی آب (SST) را به روش سنجش‌ازدور بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که امکان تخمین دمای آب با تصاویر ماهواره ای وجود دارد. Chen و همکاران (۲۰۰۴) [۱۶] و نیز Chang و همکاران (۲۰۱۵) [۱۳] تغییرات پارامترهای کیفی آب از جمله کلروفیل، درجه حرارت و عمق آب را با استفاده از سنجش از دور مورد بررسی قرار داده اند. بر اساس گزارش این محققین، مقرون به صرفه‌ترین روش نظارت بهبود مدیریتی محیط زیست و پیگیری چرخه مواد مغذی موجود در آب با استفاده از این روش است که در چهار دهه گذشته به طور مداوم به آن رجوع شده است. شکل ۲ نقشه متغیرهای محیطی مورد استفاده در تحقیق حاضر را نشان می‌دهد.

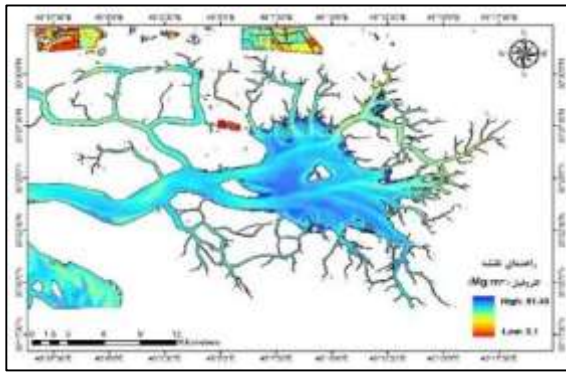
متوسط ۲۰ تا ۵۰ متر، که در برخی نقاط به ۷۳ متر می‌رسد، محل زندگی بسیاری از پرنده‌گان دریایی و منطقه تخم ریزی بسیاری از گونه‌های ماهی است. محدوده‌ی مورد مطالعه در پژوهش حاضر، قسمت شمالی خور موسی و منطقه خوریات ماهشهر را دربر می‌گیرد که در محدوده‌ی جغرافیایی ۲۵ درجه و ۳۰ درجه تا ۲۷ دقیقه و ۳۰ درجه عرض شمالی و ۵۹ دقیقه و ۴۸ درجه تا ۵۸ دقیقه و ۴۹ درجه طول شرقی قرار دارد.

عمق و عرض زیاد این منطقه امکان قایقرانی تجاری را به دو بندر ماهشهر و بندر امام خمینی در شمال خلیج با بالاترین رکورد بارگیری و تخلیه در بین تمامی بنادر ایران فراهم می‌کند. وجود این بنادر و منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی باعث تردد بیش از حد کشتی‌های نفتکش و کانتینری از خور موسی شده است. این فعالیت‌های متراکم دریایی و صنعتی شدن شتابان همراه با قرارگیری شهرهای ساحلی ماهشهر و سربندر و فشار روز افزون ماهیگیری موجب اختلال شدید زیستگاه‌های طبیعی منطقه شده است.

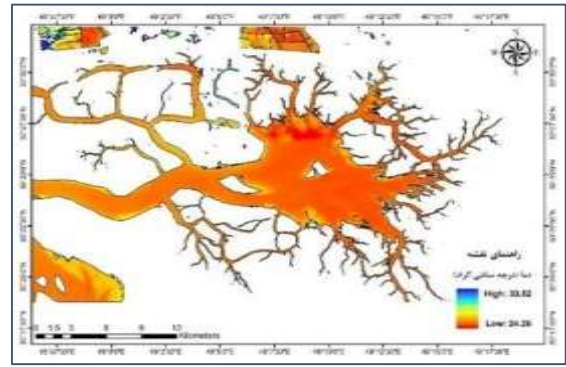


شکل ۱. منطقه مورد مطالعه به همراه پراکنش نقاط حضور جمع‌آوری شده در پیمایش میدانی

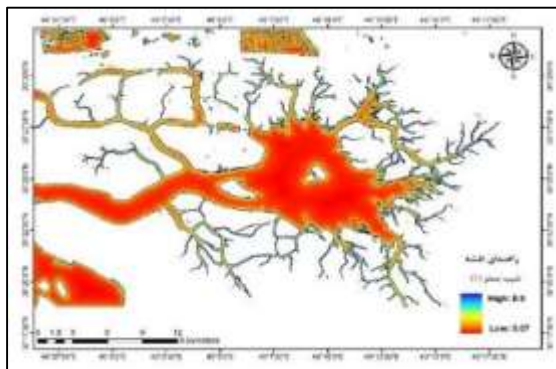
بازدیدهای صورت گرفته از منطقه در طول دو سال متوالی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام گرفت. محدوده مورد مطالعه به وسیله قایق در هر دوره پایش شد به وسیله دوربین دوچشمی و دوربین عکس‌برداری موقعیت حضور گونه مورد نظر شناسایی سپس با نزدیک شدن به موقعیت رؤیت گونه مختصات نقاط به وسیله‌ی GPS ثبت گردید مشاهدات صورت گرفته از این‌گونه توسط نگارنده در فصل پاییز و اوایل زمستان و در دسته‌های سه تایی و دو تایی ثبت گردید (شکل ۷). همچنین با بررسی منابع و به کمک جوامع محلی و به خصوص ماهیگیران و ملوانان مناطق بیشتری از حضور گونه شناسایی شدند و موقعیت حضور آن‌ها روی نقشه منطقه علامت‌گذاری و سپس به نرم‌افزار ArcGIS وارد گردید. همچنین اداره حفاظت محیط زیست شهرستان ماهشهر و مرکز تحقیقات شیلات اطلاعاتی در رابطه با نقاط حضور این گونه‌ها در اختیار قرار دادند. در مجموع ۳۰ نقطه حضور از این‌گونه ثبت گردید و سپس به همراه متغیرهای زیست‌محیطی وارد مدل گردید. عوامل محلی همچون کدورت بالای آب، کمبود تجهیزات لازم و شرایط سخت



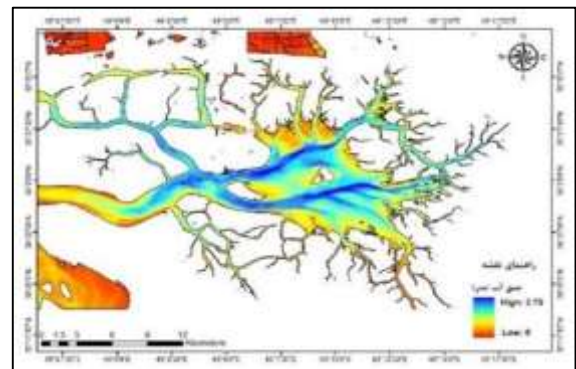
الف



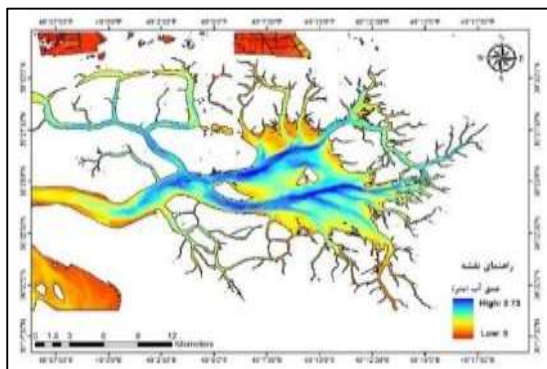
ب



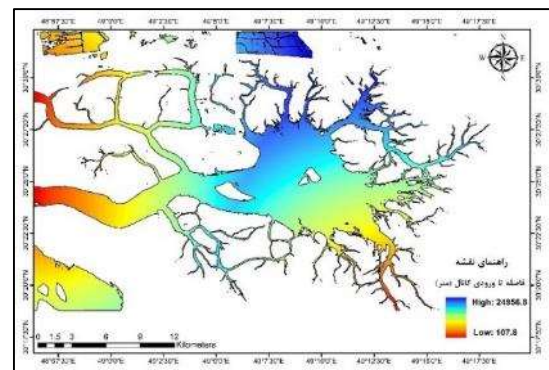
ج



د



ه



و

شکل ۲: متغیرهای زیست‌محیطی مورد استفاده در تحقیق حاضر؛ الف) میانگین سالیانه دمای سطح آب؛ ب) میانگین سالیانه کلروفیل-a؛ ج) عمق آب؛ د) شیب بستر؛ ه) فاصله تا ورودی کانال‌ها و ی) فاصله تا ورودی کانال‌ها

۳-۱ مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه

نتایج مدل با استفاده از شاخص وسعت ناحیه زیر منحنی ROC ارزیابی شد که در آن ۰/۵ نشان دهنده خروجی تصادفی و ۱ بهترین پیش‌بینی را نشان می‌دهد [۳۲]. در نهایت نقشه مطلوبیت به دست آمده بر اساس حد آستانه بیشینه مقدار مجموع احتمال طبقه بندی درست نقاط حضور و احتمال طبقه بندی درست نقاط زمینه به سه طبقه مطلوب بالا، متوسط و کم تقسیم‌بندی شد.

نتایج و بحث

۳-۱ نتایج بررسی اعتبار مدل

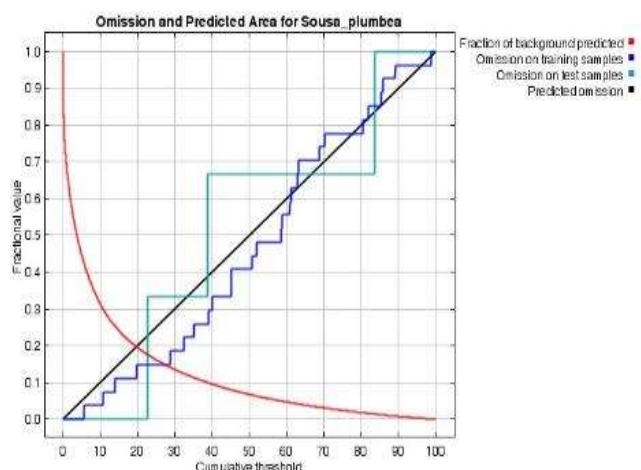
در این مطالعه از نرم‌افزار Maxent برای مدل‌سازی زیستگاه‌های مطلوب دلفین گوژپشت استفاده شد. تمامی لایه‌های محیطی به سیستم مختصات مشترک اندازه سلول و شماره سطر و ستون برابر در قالب ASCII تبدیل شدند. در هر گام انجام مدل سازی ۷۰ درصد از نقاط حضور به صورت تصادفی در مرحله آموزش و ۳۰ درصد باقی مانده برای ارزیابی مدل استفاده شد. خروجی مدل در قالب لجستیک تولید و تعداد نقاط زمینه برابر با ۱۰۰۰ تعیین گردید اهمیت و سهم نسبی هر متغیر پیش‌بینی کننده نیز با استفاده از آزمون جک نایف تعیین شد [۳۹]. اعتبار

جدول ۲: درصد اهمیت و مشارکت متغیرهای اقلیمی در مدل آشیان بوم- شناختی Maxent برای گونه‌ی دلفین

متغیر Variables	میزان درصد مشارکت Percentage Contribution of Variables	میزان درصد اهمیت متغیرها Percentage Importance of Variables
عمق آب Depth	55	50.5
دمای سطحی آب Temperature (SST)	15.7	16.8
شیب بستر Bed slope	11.9	11.5
فاصله از ساحل Distance from the coastal	8.6	4.7
فاصله تا کانال‌های ورودی Distance from inlet channels	8.4	14.9
کلروفیل-a Chlorophyll-a	0.4	1.6

۳-۳ نمودار Omission

در شکل ۴ منحنی Omission نشان دهنده تطبیق نمونه‌های تعلیمی برای مدل است هرچه خط اومیشن به خط اصلی نزدیک‌تر باشد مدل بهینه‌تر است. در نمودار شکل زیر مشاهده می‌شود که خطوط آبی به خط سیاه نزدیک بوده و این نشان- دهنده‌ی اجرای بهینه‌ی مدل می‌باشد.



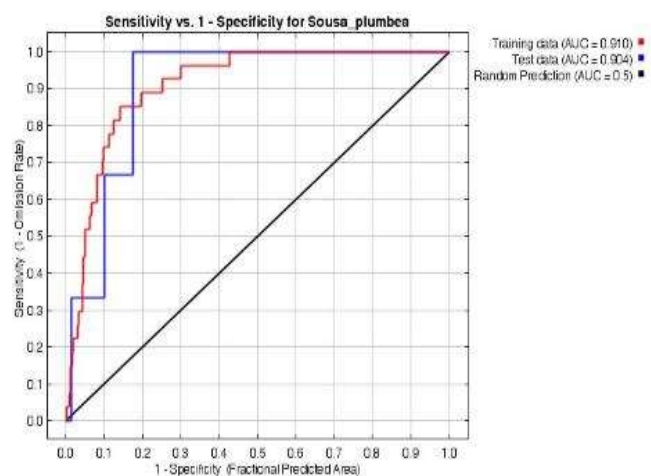
شکل ۴: نمودار Omission حاصل از اجرای مدل مکسنت

۳-۴ تحلیل آزمون جک نایف

به منظور مشخص کردن اهمیت هر یک از متغیرها در پراکنش گونه‌ی مورد نظر در منطقه مطالعاتی، آزمون جک نایف در خروجی مدل مکسنت مورد استفاده قرار گرفت. نمودار جک نایف AUC برای مدل مطلوبیت زیستگاه خشکی و دریایی به منظور نتیجه‌گیری کلی از اهمیت متغیرها به کار می‌رود (شکل ۵).

منحنی ROC یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود [۳۰]. سطح زیر منحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است [۳۳]. با توجه به نمودار، خط قرمز نشان دهنده داده‌های مورد استفاده در مدل می‌باشد، خط آبی نشان دهنده داده‌هایی است که برای آزمون مدل مورد استفاده قرار گرفته است و خط سیاه، نشان دهنده پیش‌بینی مدل به صورت تصادف است.

نتیجه حاصل از ارزیابی کارایی مدل با استفاده از شاخص (AUC) نشان داد که مدل کارایی و دقت بالایی در پیش‌بینی زیستگاه‌های مطلوب برای این گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه دارد. شکل ۳ منحنی ROC (شاخص AUC) را نشان می‌دهد. مقدار AUC به دست آمده (۰/۹) با توجه به تفاوت محیط دریایی و سیال بودن آن نسبت به مطالعات مشابه در خشکی و دریا نتیجه مطلوبی را ارائه نموده است. AUC راهی است که از طریق آن می‌توان میزان دقت مدل را ارزیابی کرد، به طوری که ۰/۵ کمترین میزانی است که AUC می‌تواند بگیرد و هرچه این مقدار به ۱ نزدیک‌تر باشد و فاصله خطوط قرمز و آبی داده‌های آموزشی داده‌های ارزیابی کننده از خط سیاه بیشتر باشد، مدل بهتری ارائه شده است [۴۰، ۴۱]. در این نمودار دو محور داریم؛ محور Sensitivity در صورتی که خروجی مدل با نقاط ما تطبیق داشته باشد و محور Specificity در صورتی که مناطق عدم حضور ما با مناطق عدم حضور گونه منطبق باشد.



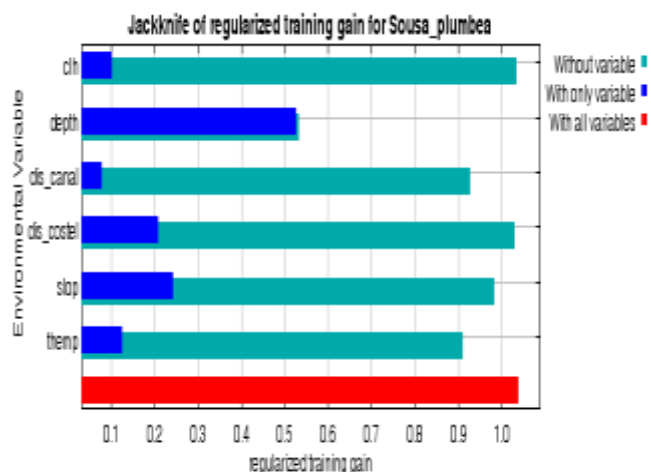
شکل ۳: نمودار شاخص ROC (AUC) برای مدل Maxent

۳-۲ اهمیت فاکتورهای به کار رفته در مدل

طبق جدول ۲ در نرم‌افزار مکسنت، مهمترین فاکتور در انتخاب زیستگاه گونه مورد مطالعه، عمق آب می‌باشد که دارای میزان ۵۵ درصد مشارکت بوده و از نظر اهمیت ۵۰/۵ درصد، دارای تأثیر می‌باشد. از طرفی متغیرهای مقدار کلروفیل کمترین درصد مشارکت و اهمیت را در تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه دلفین گوژپشت داشتند. ولی به طور کلی مدل با اجرای تمام متغیرها پاسخ مطلوبی داده است و بیشترین مشارکت مربوط به اجرای مدل با در نظر گرفتن تمام ۶ متغیرهای زیست‌محیطی مورد نظر می‌باشد.

در نمودار پاسخ به متغیر کلروفیل-a مشاهده می‌شود که با افزایش کلروفیل میزان مطلوبیت برای حضور گونه دلفین نیز با شیب ملایمی افزایش می‌یابد تا اینکه حداکثر مطلوبیت در میزان کلروفیل ۳۰ تا ۳۵ میلی‌گرم در مترمکعب اتفاق افتاده است و بعد از آن با افزایش کلروفیل میزان مطلوبیت برای حضور گونه مورد نظر، کاهش می‌یابد در نتیجه می‌توان نتیجه گرفت کلروفیل تأثیر مستقیم بر حضور گونه دلفین دارد. نمودار پاسخ به متغیر عمق آب نشان می‌دهد که با افزایش عمق آب، مطلوبیت برای حضور گونه نیز در محیط آبی افزایش می‌یابد به نحوی که در عمق ۲ تا ۳ متر حداکثر مطلوبیت زیستگاه برای حضور گونه است. همچنین شکل ۲ (ج) نشان می‌دهد که با فاصله گرفتن از کانال‌های ورودی دلفین به منطقه مورد نظر، مطلوبیت محیط برای حضور آنها کاهش می‌یابد. در واقع شاید بتوان نتیجه گرفت که دلفین‌ها ترجیح می‌دهند نزدیک به کانال‌های ورودی برای فرار یا برای یافتن غذا باشند. از طرفی نمودار فاصله از خط ساحلی نشان می‌دهد که میزان مطلوبیت برای حضور گونه در نزدیکی خط ساحلی افزایش (۵۰۰ متر) و سپس بعد از ۵۰۰ متر با افزایش فاصله از سواحل کاهش می‌یابد. زیرا این گونه‌ها، گونه‌های ساحلی هستند و بیشتر در فاصله‌های نزدیک ساحل دیده می‌شوند. همچنین La Manna و همکاران (۲۰۱۶) [۲۳]، Chen و همکاران (۲۰۱۶) [۱۴] در مطالعات خود متغیر فاصله از ساحل و همچنین فاصله از جزایر را مهمترین پارامتر در پیش بینی توزیع دلفین بینی بطری معمولی و دلفین گوژپشت با استفاده از مدل مکسنت معرفی کرده‌اند. Bingyao و همکاران ۲۰۰۸ [۹] و Azzellino و همکاران ۲۰۱۲ [۴] دو عامل عمق و دوری از ساحل را مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه دلفین گوژپشت معرفی کردند که با یافته‌های این بررسی مطابقت دارد دلفین‌ها و به طور عمده دلفین‌های گوژپشت، مناطق نزدیک ساحل را انتخاب می‌کنند. نمودار شیب بستر نیز نشان می‌دهد زمانی پاسخ گونه به حداکثر خود می‌رسد که شیب بستر کمتر از ۱ درصد باشد. این بدین معنی است که با افزایش شیب مطلوبیت برای حضور گونه کاهش می‌یابد. در نهایت منحنی پاسخ گونه به میانگین دما نشان می‌دهد که در دمای ۲۵ تا ۲۶ درجه، شرایط برای حضور گونه مطلوب و مناسب بوده و با افزایش دما شرایط برای حضور گونه نامساعد می‌گردد و منحنی رو به افزایش می‌شود.

در بسیاری از مطالعات مشابه درزمینهٔ مدل‌سازی زیستگاه آب بازان و به ویژه دلفین‌ها به منظور تعیین اهمیت نسبی هر یک از متغیرها از آزمون جک نایف که خروجی مدل می‌باشد، استفاده شده است [۲۳، ۴۳]. زیرا این آزمون یک نتیجه-گیری کلی را با دقت بیشتر ارائه می‌کند. با توجه به شکل ۵ می‌توان استنباط کرد که به ترتیب عوامل عمق آب، شیب بستر، فاصله تا ساحل بالاترین دقت (AUC) را دارا می‌باشند و مهمترین پارامترها در تعیین پراکنش دلفین‌ها تعیین شده‌اند. همانطور که از نمودارها و آزمون جک نایف مشخص است پارامتر کلروفیل و فاصله از کانال ورودی از اهمیت کمتری برای پیش‌بینی توزیع برخوردارند.

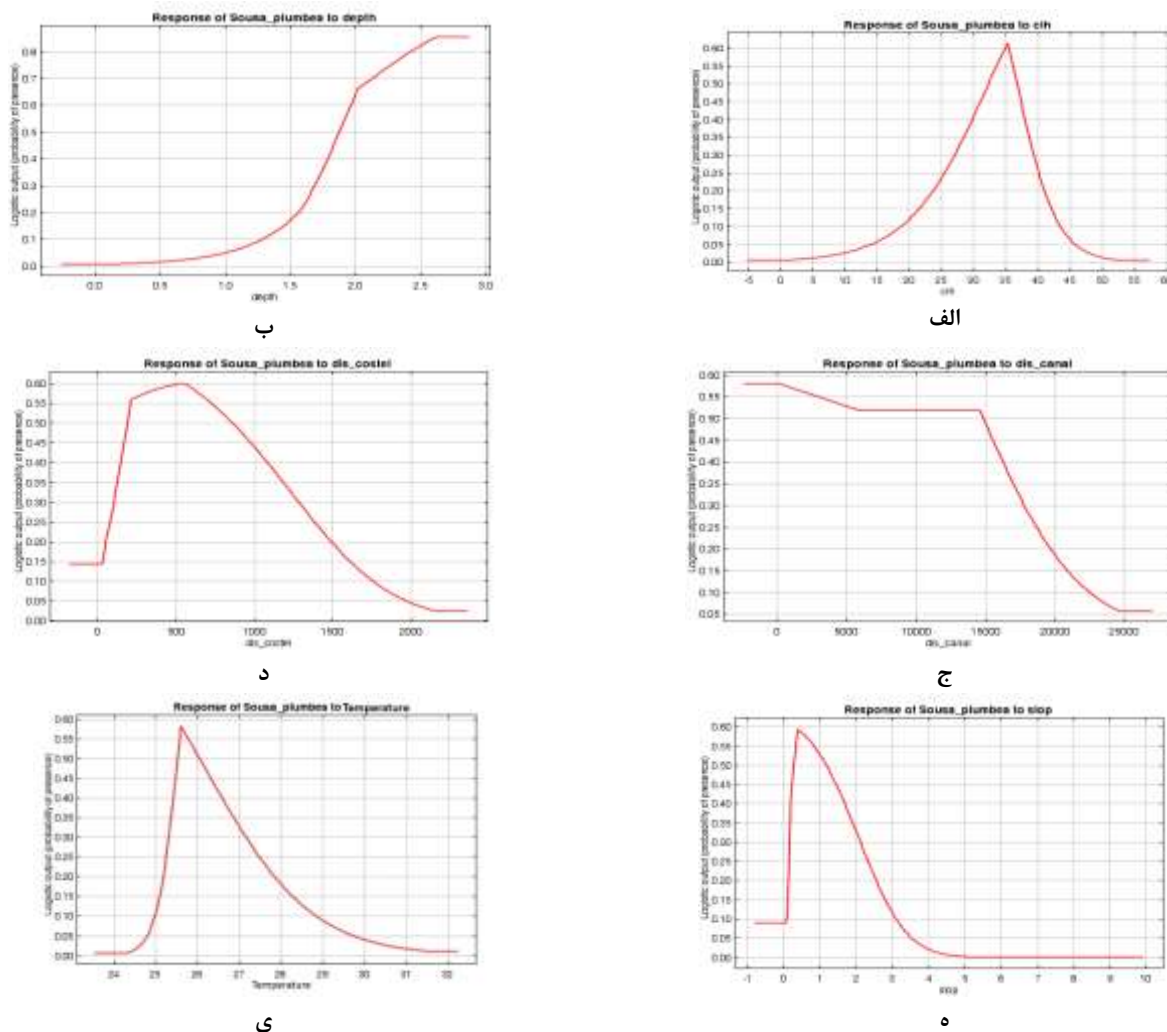


شکل ۵: نمودار جک نایف حاصل از اجرای مدل مکسنت

به طور کلی نمودار جک نایف حاصل از اجرای مدل با اجرای تمام متغیرها پاسخ مطلوبی داده است و بیشترین مشارکت مربوط به اجرای مدل با در نظر گرفتن ۶ متغیر محیطی مورد نظر می‌باشد.

۳-۵ منحنی‌های پاسخ (response curve)

از دیگر خروجی‌های مدل MaxEnt می‌توان به منحنی‌های احتمال حضور گونه در برابر تغییر هر یک از پارامترهای محیطی اشاره کرد. نرم افزار مکسنت برای هر کدام از متغیرهای به کار رفته در مدل، نموداری ارائه می‌دهد که در این نمودارها، با توجه به متغیر مشخص شده، مطلوبیت آن با نمایش خط مجانب مشخص شده است. این منحنی به بررسی پاسخ متغیر به تغییرات نقاط در منطقه می‌پردازد به عبارتی منحنی‌های پاسخ، پیش‌بینی‌های منطقی را نسبت به تغییر احتمال حضور گونه در برابر مهمترین متغیرهای محیطی را نشان می‌دهند. شکل ۶ نشان دهنده تغییرات حضور دلفین‌ها با توجه به تغییرات متغیرهای محیطی در نظر گرفته شده در تحقیق حاضر را نشان می‌دهد.



شکل ۶: منحنی های پاسخ گونه به متغیرهای: الف) کلروفیل-a (ب) عمق؛ ج) فاصله تا ورودی کانال؛ د) فاصله تا خط ساحلی؛ ه) شیب بستر و ی) دما



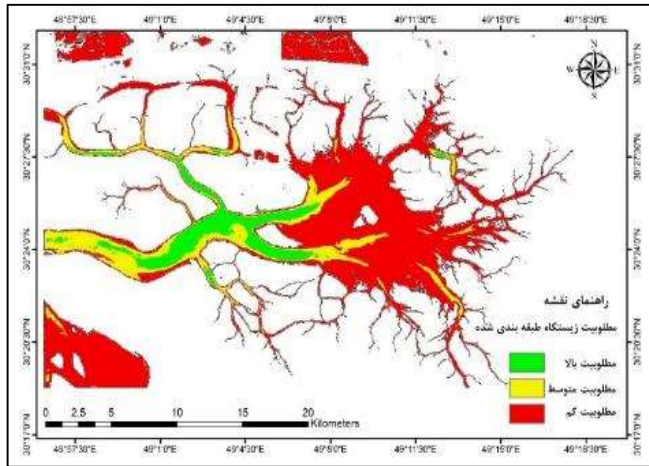
شکل ۷: تصاویر اخذ شده از گونه دلفین گوژپشت (*Sousa plumbea*) در طی بازدید های میدانی در منطقه خوربات ماهشهر ، پاییز ۱۴۰۰

Fig.

را توجیه پذیر میکند [۲۵]. با این وجود به دلیل وسعت کوچک منطقه مورد مطالعه نسبت به دامنه مهاجرتی این گونه همانطور که انتظار می رفت عوامل ژئومورفولوژیکی منطقه مانند عمق و شیب بستر و فاصله از ساحل متغیرهای

نمودار پاسخ گونه در برابر تغییرات دمای سطحی آب نشان داد که حضور گونه ها در دمای پایین و آب های سرد بیشتر است که وجود جریانات آب سرد و به دنبال آن تولید اولیه بیشتر و حضور بیشتر ماهی های طعمه، این ترجیحات زیستگاهی

(شکل ۹). بر اساس این طبقه‌بندی محدوده سبز رنگ مطلوبیت بالا، نواحی زرد دارای مطلوبیت متوسط و نواحی قرمز رنگ دارای مطلوبیت پایین برای زیست دلفین می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده کانال اصلی خور موسی جنب بندر امام خمینی و پتروشیمی و خورهای مریموس، دورق و غنام از ترجیحات زیستگاهی این گونه در بین دیگر انشعابات بخش شمالی خور موسی به شمار می‌روند.



شکل ۹: نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه گونه دلفین گوژپشت

بر اساس نقشه تولید شده مطلوبیت زیستگاه برای گونه دلفین گوژپشت، جدولی تهیه شده است که مساحت هر طبقه بر اساس کیلومتر مربع در نرم افزار GIS برآورد گردید (جدول ۳). در این جدول مساحت طبقه ۱ با مطلوبیت بالا برابر با ۱۹/۰۷ کیلومتر مربع (۱۰ درصد از مساحت کل منطقه)، طبقه با مطلوبیت متوسط ۳۰/۳۲ کیلومتر مربع (۱۶ درصد) و در نهایت طبقه ۳ با مطلوبیت پایین بیشترین درصد از مساحت منطقه برابر با ۷۴ درصد (۱۴۰/۲۵ کیلومتر مربع) را در برمی‌گیرد.

جدول ۳: مساحت طبقات مطلوبیت زیستگاه گونه در منطقه

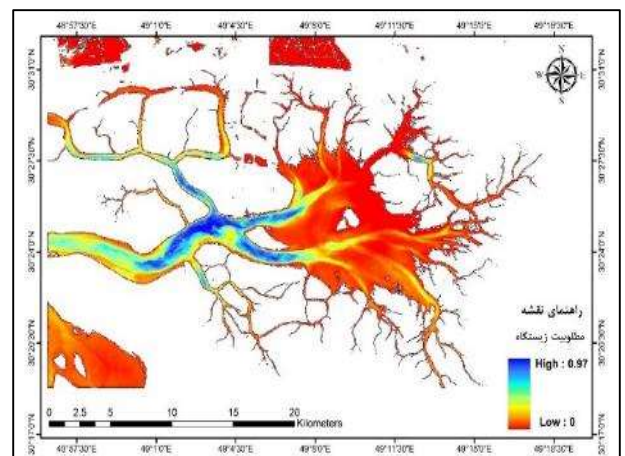
درصد مساحت Percentage of Area (%)	مساحت (کیلومتر مربع) Area(km ²)	مطلوبیت Habitat Suitability	طبقه Class
10.05	19.07	بالا High	1
15.98	30.32	متوسط Medium	2
73.95	140.25	کم Low	3

توزیع و پراکنش دلفین‌ها، مانند سایر جانوران دریایی، اغلب نتیجه تلاش برای یافتن طعمه است [۲۵]. مطالعات انجام شده بر روی عادات غذایی دلفین گوژپشت نشان داده بخش مهمی از رژیم غذایی این گونه از آنچوی- ماهیان^۱ و ساردین^۲ هاست که مصب‌ها مولد اصلی این گونه ماهی‌ها به شمار می‌روند [۷، ۶]. تراکم بالای گله‌های ماهی و مسیر مهاجرتی آنها در

قویتری نسبت به متغیرهای دما و کلروفیل برای پیش‌بینی حضور این گونه در منطقه بود.

۳-۶ نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه دلفین در منطقه

نقشه پیش‌بینی پراکنش دلفین گوژپشت در شکل ۸ نشان داده شده است. 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 تیره و مناطقی که مطلوبیت پایین داشته‌اند ارزش (۰) و احتمال حضور گونه‌ها در این مناطق ضعیف است به رنگ روشن نشان داده شده است. بر اساس نقشه به دست آمده، مناطق نزدیک به کانال ورودی اصلی بزرگترین لکه زیستگاهی (نواحی آبی رنگ) و همچنین بالاترین حد مطلوبیت زیستگاه را با توجه به متغیرهای ذکر شده نشان می‌دهد و مناطق با رنگ قرمز محیط نامطلوب و نامساعدی برای حضور دلفین می‌باشد. همان‌طور که در شکل مشخص است با فاصله از ساحل در نواحی عمیق مدل مطلوبیت متوسط را نشان داده است. با توجه به پارامترهای تأثیرگذار در پراکنش این گونه‌ها این مناطق نیز می‌تواند برای گونه‌ها به‌عنوان زیستگاه بالقوه، مطلوب در نظر گرفته شود و احتمال حضور در این مناطق نیز وجود خواهد داشت. سایر مطالعات انجام شده در رابطه با ترجیحات زیستگاهی دلفین‌های گوژپشت نشان داده است که این گونه‌ها بیشتر اطراف آب‌های ساحلی کم‌عمق را به‌عنوان زیستگاه دائم یا زمستان‌گذران انتخاب می‌کنند [۱۴، ۱۵، ۳۴]. مناطق کم‌عمق فراوانی و تنوع طعمه و امکان شکار را برای دلفین‌ها بیشتر می‌کند [۱۰]. اگرچه، این الگوی پراکنش در آب‌های کم‌عمق به‌عنوان اولویت زیستگاه اولیه گونه شناخته می‌شود، اما به نظر می‌رسد که این الگوی پراکنش تا حد بسیاری نیز متأثر از حجم ترافیک کشتی‌ها در خور موسی [۱۹] و قایق‌های ماهیگیری در این منطقه می‌باشد.



شکل ۸: نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه گونه دلفین گوژپشت

نقشه رستری مطلوبیت زیستگاه تهیه شده (شکل ۸) در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰،۳ به سه طبقه مطلوبیت بالا، متوسط و کم طبقه‌بندی گردید

² Clupeidae

¹Engraulidae

منابع

- [1] Ansari, A., (2015). Habitat Suitability modeling For Common Crane (*Grus grus*) In Meighan Wetland Of Arak. *Journal Of Wetland Ecobiology*, 7(24), 57-69 (12 pages). <https://sid.ir/paper/174895/en>
- [2] Arso Civil, M.; Quick, N.J.; Cheney, B.; Pirota, E.; Thompson, P.M.; & Hammond, P.S., (2019). Changing distribution of the east coast of Scotland bottlenose dolphin population and the challenges of area-based management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29, 178-196 (18 pages). <https://research-repository.st-andrews.ac.uk/handle/10023/20553>
- [3] Ashrafzadeh, M.R.; Naghipour, A.A.; Haidarian, M.; Khorozyan, I., (2019). Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran. *Mammal Research*, 64, 39-51 (10 pages). https://www.researchgate.net/publication/325897522_Modeling_the_response_of_an_endangered_flagship_predator_to_climate_change_in_Iran
- [4] Azzellino, A.; Panigada, S.; Lanfredi, C.; Zanardelli, M.; Airoidi, S.; di Sciara, G.N., (2012). Predictive habitat models for managing marine areas: spatial and temporal distribution of marine mammals within the Pelagos Sanctuary (Northwestern sea). *Ocean Coastal Manage.* 67, 63-74 (11 pages). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569112001391>
- [5] Baldwin, R.M.; Collins, T. V.; Waerebeek, K; Minton, G., (2004). The Indo-Pacific humpback dolphin of the Arabian Region: a status review. *Aquat Mamm* 30(1):111-124(13 pages). https://www.researchgate.net/publication/232612558_The_Indo-Pacific_Humpback_Dolphin_of_the_Arabian_Region_A_Status_Review
- [6] Barros, N.B.; Cockcroft, V.G. (۲۰۱۴). Prey of humpback dolphins (*Sousa plumbea*) stranded in eastern Cape Province, South Africa. *Aquatic Mammals*, 17(3): 134-136 (2 pages). https://www.researchgate.net/publication/285226049_Prey_of_humpback_dolphins_Sousa_plumbea_stranded_in_eastern_Cape_Province_South_Africa
- [7] Barros, N.B.; Jefferson, T.A.; Parsons, E.C.M., (2004). Feeding habits of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) stranded in Hong Kong. *Aquatic Mammals*, 30(1): 179-188 (19 pages). http://www.seaturtle.org/library/BarrosNB_2004_Aquatic_Mamm.pdf
- [8] Beiki, M.; Chamani, A.; Lorestani, B., (2023). Habitat suitability and the effect of physical parameters on Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the Khorkhoran wetland. *Journal of Animal Environment*, 15(1): 43-50 (7 pages). http://www.aejournal.ir/article_180739.html?lang=en
- [9] Bingyao, C.; Feifei, Z.; Xinrong, X.U.; & Guang, Y., (2007). A preliminary analysis on the habitat selection of Chinese white dolphins (*Sousa chinensis*) in Xiamen waters, China. *ACTA THERIOLOGICA SINICA*, 27(1): 92 (8 pages). https://www.researchgate.net/publication/288815492_A_preliminary_analysis_on_the_habitat_selection_of_Chinese_white_dolphins_Sousa_chinensis_in_Xiamen_waters_China

ورودی کانالهای خوریات می‌تواند یکی از دلایل اصلی حضور دلفین‌ها از جمله دلفین گوژپشت، در خوریات و انشعابات آن باشد، خصوصاً اینکه مراحل لاروی آنچوی ماهیان به تعداد زیادی از خور موسی گزارش شده است [۲۲].

در بسیاری از مطالعات دلفین‌های گوژپشت در تعقیب و فاصله نزدیک با ترال‌های صیادی مشاهده شده‌اند [۵، ۲۰]. این عادت تغذیه از پشت قایق‌های ترال در همه‌ی افراد دلفین‌های گوژپشت مشاهده نشده‌اند در واقع، در برخی از افراد شناسایی شده (از روش‌های شناسایی عکس) از این‌گونه هرگز مشاهده نشده که این کار را انجام دهند بنابراین این امکان وجود دارد که این روش تغذیه‌ی تخصصی تنها توسط بخشی از جمعیت استفاده شود [۷]. در این مطالعه دسته‌های دوتایی و سه تایی از این‌گونه در نزدیکی و در پشت سر قایق‌هایی که صید ترال داشتند مشاهده شد. بنابراین عادت‌ها رفتاری این‌گونه‌ها در انتخاب مسیرها و مناطق حضور آنها نقش پررنگی ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه بر اساس نقاط حضور دلفین گوژپشت و لایه‌های محیطی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و الگوریتم حداکثر آنتروپی در مدل MaxEnt، توزیع و پراکنش این‌گونه دلفین و زیستگاه‌های بالقوه مطلوب توسط مدل شناسایی شدند. بر اساس نتایج مدل مطلوبیت و همچنین نمودار مربوط به آزمون جک نایف که بیانگر درجه نسبی اهمیت هر یک از پارامترها است، برای این‌گونه در منطقه خوریات ماهشهر متغیرهای عمق، شیب بستر به ترتیب به‌عنوان مهمترین متغیرهای پیش‌بینی کننده مطلوبیت زیستگاه دلفین گوژپشت تعیین شدند که با توجه به وسعت منطقه کاملاً توجیه پذیر است علاوه بر این در پژوهش حاضر زیستگاه‌های بالقوه مطلوب برای دلفین گوژپشت شناسایی و معرفی شدند. نتایج مطلوبیت زیستگاهی دلفین گوژپشت بدست آمده در این مطالعه می‌تواند اطلاعات مفیدی از زیستگاه و مسیرهای تردد این‌گونه در منطقه پر تعارض شمال خور موسی به منظور تدابیر حفاظتی از این‌گونه به شمار آید. تعداد دلفین‌های گوژپشت به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی در محدوده پراکنش‌شان در حال کاهش است. پراکندگی در آب‌های کم‌عمق خور موسی با حجم بالای توسعه‌های انسانی، دلفین گوژپشت هندی را به یک شاخص اکولوژیکی مناسب برای ارزیابی‌های آبی سلامت این اکوسیستم تبدیل می‌کند. قانونگذاری و اجرای قانون برای کاهش تهدیدات و ایجاد شبکه مناسب از مناطق حفاظت شده در خور موسی که بتوان اثرات فعالیت‌های انسانی را به حداقل رساند، برای بقای طولانی مدت این‌گونه ضروری است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان به یک میزان در نگارش این مقاله نقش داشتند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

- industrialised bay, northwestern Persian Gulf. *Ecol Indicators* 89:631–638 (7 pages).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1830116X?via%3Dihub>
<https://www.researchgate.net/publication/285226049> Prey of humpback dolphins *Sousa plumbea* stranded in eastern Cape Province South Africa
- [20] Jefferson, T.A.; Curry BE., (2015). Humpback dolphins: a brief introduction to the genus *Sousa*. *Adv Mar Biol* 72:1–16 (16 pages).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065288115000024?via%3Dihub>
- [21] Komoroske, L.M.; Lewison, R.L., (2015). Addressing fisheries bycatch in a changing world. *Frontiers in Marine Science* 2.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2015.00083/full>
- [22] Koochaknejad, E.; Savari, A.; Dehghan-Madiseh, S.; Eskandari, G.; and Sakhaiee, N. (2011). Fish Larvae Assemblage in the Northwestern Coast of the Persian Gulf: Khure Mussa Channel. *Journal of the Persian Gulf* 2(3). (5pages). <http://isfj.ir/article-1-137-fa.pdf>
- [23] La Manna, G.; Ronchetti, F.; 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 (10 pages).
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016OCM...130..317L/a/abstract>
- [24] Lobo, J. M.; Jiménez-Valverde, A.; Real, R., (2008). AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global ecology and Biogeography*, 17(2), 145-151 (6 pages).
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1466-8238.2007.00358.x>
- [25] Longhurst AR., (2006). *Ecological Geography of the Sea*. 2nd edn. Academic Press: San Diego (560 pages).
<https://shop.elsevier.com/books/ecological-geography-of-the-sea/longhurst/978-0-12-455521-1>
- [26] Mendez, M.; Jefferson, T.A.; Kolokotronis, S.O.; Krutzen, M.; Parra, G.J.; Collins, T.; et al., (2013). Integrating multiple lines of evidence to better understand the evolutionary divergence of humpback dolphins along their entire distribution range: a new dolphin species in Australian waters? *Mol Ecol* 22:5936–5948 (12 pages).
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/mec.12535>
- [27] Mobasheri, M. R.; Mobasheri, A., (2010). Analytical investigation of radiation flux in the water surface skin with application to the remote sensing of SST. *Journal of Oceanography*, 1(1): 33-44 (10 pages).
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-5-fa.html>
- [28] Mohsenian, N.; Methion, s.; Moshiri, H.; Karbalaei Hassan, Sh.; Afkhami, Sh.; et al., (2022). Abundance estimation, group dynamics, and residence patterns of Indian Ocean humpback dolphin (*Sousa plumbea*) in the Dayer-Nakhiloo Marine National Park, Northern Persian Gulf, Iran. *European Journal of Wildlife Research* 68:17(11 pages).
- [10] Braulik, G.T.; Findlay, K.; Cerchio, S.; Baldwin, R., (2015). Assessment of the conservation status of the Indian Ocean humpback dolphin (*Sousa plumbea*) using the IUCN Red List Criteria. *Adv Mar Biol* 72:119–141 (22 pages).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065288115000280>
- [11] Braulik, G.T.; Findlay, K.; Cerchio, S.; Baldwin, R.; Preen, W., (2017). *Sousa plumbea*. The IUCN Red List of Threatened Species (2017). e.T82031633A82031644.
https://www.researchgate.net/publication/327558110_Sousa_plumbea
- [12] Breen, P.; Brown, S.; Reid, D.; Rogan, E., (2016). Modelling cetacean distribution and mapping overlap with fisheries in the northeast Atlantic. *Ocean & Coastal Management*, 134: 140-149 (9 pages).
https://www.researchgate.net/publication/309171637_Modelling_cetacean_distribution_and_mapping_overlap_with_fisheries_in_the_northeast_Atlantic
- [13] Chang, N. B.; Imen, S.; Vannah, B., (2015). Remote sensing for monitoring surface water quality status and ecosystem state in relation to the nutrient cycle: a 40-year perspective. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45(2): 101-166 (65 pages).
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389.2013.829981>
- [14] Chen, B.; Xu, X.; Jefferson, T. A.; Olson, P. A.; Qin, Q.; Zhang, H., et al., (2016). Conservation status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the northern Beibu Gulf, China. In *Advances in Marine Biology* 73: 119-139(20 pages).
<https://www.aquaticmammalsjournal.org/article/vol-30-iss-1-jeffersonhung/>
- [15] Chen, B.; Zheng, D.; Zhai, F.; Xu, X.; Sun, P.; Wang, Q et al., (2008). Abundance, distribution and conservation of Chinese white dolphins (*Sousa chinensis*) in Xiamen, China. *Mammalian Biology*, 73(2): 156-164 (8 pages).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1616504707000614>
- [16] Chen, X.; Li, Y.S.; Liu, Z.; Yin, K.; Li, Z.; Wai, O.W.; King, B., (2004). Integration of multi-source data for water quality classification in the Pearl River estuary and its adjacent coastal waters of Hong Kong. *Continental Shelf Research*, 24(16): 1827-1843 (16 pages). [Integration of multi-source data for water quality classification in the Pearl River estuary and its adjacent coastal waters of Hong Kong](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0274752604000614)
- [17] Diaz Lopez, B; Grandcourt, E.; Methion, S.; Das, H.; Bugla, I.; Al. Hameli, M.; et al., (2017). The distribution, abundance and group dynamics of Indian Ocean humpback dolphins (*Sousa plumbea*) in the Emirate of Abu Dhabi (UAE). *J Mar Biol Assoc UK* 98(5):1119–1127(8 pages).
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018JMBUK..98.1119D/abstract>
- [18] Ghorbani Ranjbari, N.; Poorbagher, H.; Eagderi, S.; Feghi, J.; Mirzaei, M.R., (2022). Habitat suitability modelling of *Nemipterus japonicus* using MaxEnt in the Makran Sea. *Journal of Fisheries*, 75(3): 419-434 (15 pages).
https://ifisheries.ut.ac.ir/article_89039.html?lang=en
- [19] Hemami, M.R.; Ahmadi, M.; Sadegh-Saba, M.; Moosavi, M.H., (2018). Population estimate and distribution pattern of Indian Ocean humpback dolphin (*Sousa plumbea*) in an

- [2/eap.1610](#)
- [37] Sebastián-González, E.; Green, A.J., (2014). Habitat use by waterbirds in relation to pond size, water depth, and isolation: lessons from a restoration in southern Spain. *Restoration Ecology*, 22(3): 311-318 (7 pages). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12078>
- [38] Shahparian, M.; Fakheran, S.; Moradi, H.; Hemami, M.; Shafiezadeh, M., (2017). Modeling habitat suitability of the dolphins using MaxEnt in Makran Sea, South of Iran. *Journal of Oceanography*, 7(28): 47-56 (9 pages). http://joc.inio.ac.ir/browse.php?a_id=1057&sid=1&slc_lang=en
- [39] Shcheglovitova, M.; Anderson, R.P., (2013). Estimating optimal complexity for ecological niche models: a jackknife approach for species with small sample sizes. *Ecological Modelling*, 269: 9-17 (8 pages). https://econpapers.repec.org/article/eeeecomod/v_3a269_3ay_3a2013_3ai_3ac_3ap_3a9-17.htm
- [40] Shoreybi, Z.; Khalilipour, O.; Asgari, H.M., (2018). Habitat suitability modelling of marbled teal (*Marmaronetta angustirostris*) based on MaxEnt method. *JOURNAL OF ANIMAL ENVIRONMENT*, 10(2): 57-64 (7 pages). <https://sid.ir/paper/206727/en>
- [41] Stuart, C.E.; Wedding, L.M.; Pittman, S.J.; Green, S.J., (2021). Habitat Suitability Modeling to Inform Seascape Connectivity Conservation and Management. *Diversity* 13(10): 465 (12 pages). <https://www.mdpi.com/1424-2818/13/10/465>
- [42] Teng, S.Y.; Su, N.J.; Lee, M.A.; Lan, K.W.; Chang, Y.; Weng, J.S.; et al., (2021). Modeling the habitat distribution of *Acanthopagrus schlegelii* in the coastal waters of the Eastern Taiwan strait using MAXENT with fishery and remote sensing data. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(12): 14-42 (28 pages). https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=1wKv4bcAAAAJ&citation_for_view=1wKv4bcAAAAJ:3fE2CSJlrI8C
- [43] Torres, L.; Compton, T.; Fromant, A., (2013). Habitat models of southern right whales, Hector's Dolphin, and killer whales in New Zealand. NIWA report prepared for Trans-Tasman Resources Limited (59 pages). <https://www.epa.govt.nz/assets/FileAPI/proposal/EEZ000004/Applicants-proposal-documents/b6c91fbc0b/EEZ000004-Habitat-models-of-southern-right-whales-Hectors-dolphin-and-killer-whales-in-New-Zealand-NIWA-October-2013.pdf>
- [44] Weber, T.C., (2011). Maximum entropy modeling of mature hardwood forest distribution in four US states. *Forest Ecology and Management* 261(3): 779-788 (10 pages). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112710007097>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10344-022-01565-y>
- [29] Owfi, F.; Braulik, G.T.; Rabbaniha., M., (2016). Review papers: species diversity and distribution pattern of marine mammals of the Persian Gulf and Gulf of Oman – Iranian Waters. *Iran. J. Fish. Sci.* 15: 927–944 (17 pages). https://ijfro.ir/browse.php?a_id=2245&sid=1&slc_lang=en
- [30] Palacios, D.M.; Baumgartner, M.F.; Laidre, K.L.; Gregr, E.J., (2013). Beyond correlation: integrating environmentally and behaviourally mediated processes in models of marine mammal distributions. *Endangered Species Research*, 22(3): 191-203 (12 pages). https://www.intres.com/articles/esr_oa/n022p191.pdf
- [31] Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M.; Townsend Peterson, A., (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of biogeography*, 34(1): 102-117 (15 pages). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>
- [32] Peterson, A.T.; Papeş, M.; Soberón, J., (2008). Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological modelling*, 213(1): 63-72 (9 pages). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380007006163>
- [33] Phillips, S. J.; Anderson, R.P.,; Schapire, R.E., (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4): 231-259 (38 pages). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438000500267X>
- [34] Preen, A., (2004). Distribution, abundance and conservation status of dugongs and dolphins in the southern and western Arabian Gulf. *Biol. Conserv.* 118: 205–218. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320703003586>
- [35] Remya, K.; Ramachandran, A.; Jayakumar, S., (2015). Predicting the current and future suitable habitat distribution of *Myristica dactyloides* Gaertn. using MaxEnt model in the Eastern Ghats, India. *Ecological engineering*, 82: 184-188 (4 pages). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857415001639>
- [36] Scales, K.L.; Hazen, E.L.; Maxwell, S.M.; Dewar, H.; Kohin, S.; Jacox, M. G.; et al., (2017). Fit to predict? Eco-informatics for predicting the catchability of a pelagic fish in near real time. *Ecological Applications*, 27(8): 2313-2329 (16 pages). <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.100>

فایل بدون نام، این بخش حذف شود

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Abbasi, B., Ph.D Candidate, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Maritime Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

✉ Abasikesbi@gmail.com

 0009-0007-7938-2628

N, Sakhaei., Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

✉ sakhaei@kmsu.ac.ir

 2229-4230-0003-0000

A, Savari., Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

✉ A.Savari@kmsu.ac.ir

 0000-0002-4028-6416

H, Mohammad Asgari., Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

✉ h.masgari@kmsu.ac.ir

 0000-0001-7673-0753

B. Doustshenas., Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran

✉ doustshenas@kmsu.ac.ir

 0000-0002-2558-5928

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:



HOW TO CITE THIS ARTICLE

 <http://doi.org/10.52547/joc.15.58.7>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1806-fa.html>

 <https://orcid.org/2229-4230-0003-0000>



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.