15(1) 43-50, Spring 2023

Journal of Animal Environment

(AEJ)

Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Habitat suitability and the effect of physical parameters on Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the Khorkhoran wetland

Mohammad Mahdi Beiki [1], Atefeh Chamani [*2], Bahareh Lorestani [3]

[1] *Environmental Science Department, Agriculture and Natural Resources Faculty, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*

[2] *Environmental Science Department, Waste and Wastewater Research Center, Isfahan (Khorasgan)Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*

[3] *Department of Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*

Key Words

Maxent
Marine mammals
Bed depth
Harra biosphere reserve
Neophocaena phocaenoides
Khorkhoran wetland

Abstract

Introduction: Identification of the marine mammals' suitable habitats is one of the requirements for coastal ecosystem conservation plans in southern Iran.

Materials & Methods: A total of 42 points of Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) presence were collected based on direct and random observation from late autumn to late winter of 2021. Depth map was created using a logarithm ratio model with a coefficient of determination of 0.784 and along with bed slope, channel width, average channel depth and width, channel length, channel width ratio and channel depth ratio (relative to the channels connected to it) were submitted into the Maxent model as predictor variables. The porpoise habitat suitability map was produced with an area under the curve of 0.887 for training and 0.832 for test data.

Results: According to the results of the Jackknife test, depth with an S-shaped response curve had the largest contribution (50.23%) to predicting suitable habitats of the porpoise. The suitability of the porpoise habitats increased with increasing depth and average channel depth, while the probability of the species' presence decreased with increasing slope, channel width, average channel width and channel length. The two variables of channel width ratio and channel depth ratio had insignificant effects on the probability of the species' presence. Moreover, an area of 4400 ha (10.6% of the total area) was identified as suitable habitat.

Conclusion: Since these areas cover a small percentage of the study region and commercial fishing is performed more in such deep areas than the shallow waters, it is important to protect deep waters and reduce the resulting conflicts of interest with humans, thus ensuring the long-term survival of porpoise in the region. Therefore, it is necessary to outline porpoise conservation projects in deep areas and focus on efforts aiming to alleviate conflict with humans.

* Corresponding Author's email: a.chamani@khuisf.ac.ir

Received: 21 January 2022; Reviewed: 21 February 2022; Revised: 21 April 2022; Accepted: 23 May 2022

(DOI): 10.22034/AEJ.2022.338950.2793

مقاله پژوهشی

بررسی مطلوبیت زیستگاه و اثر پارامترهای فیزیکی بر پورپویز پوزه پهن (*Neophocaena phocaenoides*) در تالاب خورخوران

محمدمهدی بیکی[۱]، عاطفه چمنی[۲*]، بهاره لرستانی[۳]

[۱] گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
[۲] گروه محیط زیست، مرکز تحقیقات پسماند و پساب، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
[۳] گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

کلمات کلیدی

مکسنت
پستانداران دریایی
عمق بستر
ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا
پورپویز پوزه پهن
تالاب خورخوران

چکیده

مقدمه: شناسایی زیستگاه‌های مطلوب پستانداران دریایی یکی از الزامات تدوین طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های ساحلی در جنوب ایران است.

مواد و روش‌ها: نقاط حضور پورپویز پوزه‌پهن (*Neophocaena phocaenoides*) براساس مشاهده مستقیم و تصادفی از اواخر پاییز تا اواخر زمستان ۱۳۹۹ در منطقه‌ای به وسعت ۴۱۵۰۰ هکتار در خورخوران جمع‌آوری گردید. نقشه عمق منطقه با استفاده از مدل نسبت لگاریتم با ضریب تشخیص ۰/۷۸۴ تهیه و به همراه شیب بستر، عرض کانال، میانگین عمق و عرض کانال، طول کانال، نسبت عرض کانال و نسبت عمق کانال (نسبت به کانال‌های متصل به‌آن) به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده به مدل Maxent وارد شدند. نقشه مطلوبیت زیستگاه پورپویز با میانگین مقدار سطح زیرمنحنی ۰/۸۸۷ برای داده‌های آموزشی و ۰/۸۳۲ برای داده‌های تست تولید شد.

نتایج: براساس نتایج آزمون جک‌نایف، عمق با منحنی پاسخ S-شکل بیش‌ترین سهم (۵۰/۲۳ درصد) را در پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب پورپویز داشت. مطلوبیت زیستگاه پورپویز پوزه‌پهن با افزایش عمق و میانگین عمق کانال افزایش یافت حال آن‌که احتمال حضور این گونه با افزایش شیب، عرض کانال، میانگین عرض کانال و طول کانال روند کاهشی را نشان داد. دو متغیر نسبت عرض کانال و نسبت عمق کانال نیز تاثیری در احتمال حضور پورپویز نشان ندادند. هم‌چنین وسعتی برابر با ۴۴۰۰ هکتار (معادل ۱۰/۶ درصد از کل منطقه) به عنوان زیستگاه‌های مطلوب بر اساس حد آستانه بیشینه مقدار مجموع احتمال شناسایی شد.

بحث و نتیجه‌گیری: به‌صورت کلی، نواحی عمیق خورخوران را می‌توان به‌عنوان زیستگاه‌های مناسب پورپویز درنظر گرفت. از آن‌جاکه این نواحی درصد کمی از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهند و ماهیگیری تجاری نیز در این نواحی عمیق بیش از نواحی کم عمق منطقه صورت می‌گیرد، لزوم حفاظت بیش‌تر از نواحی عمیق خور و کاهش تضادهای منتج از بهره‌برداری منابع برای اطمینان از بقای بلندمدت پورپویز در منطقه به‌شدت احساس می‌شود. بنابراین لازم است تا طرح‌های حفاظت از پورپویز در خورخوران بر نواحی عمیق و تلاش برای کاهش تضاد آن با انسان در آن نواحی متمرکز شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.chamani@khuisf.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱ بهمن ۱۴۰۰؛ تاریخ داوری: ۲ اسفند ۱۴۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱ اردیبهشت ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۲ خرداد ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.338950.2793

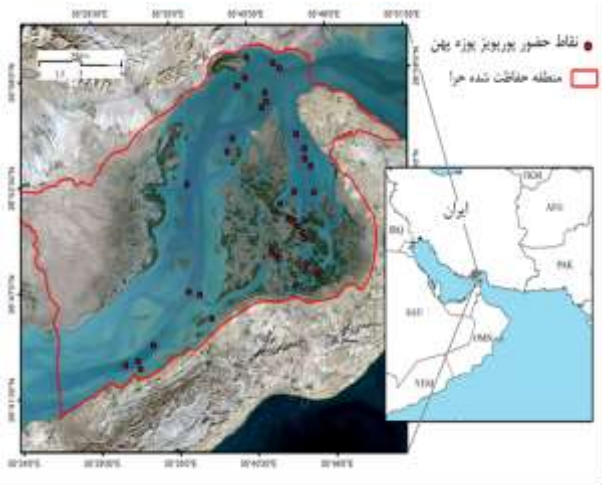
مقدمه

مطالعه توزیع مکانی پستانداران دریایی و هم‌چنین شناسایی متغیرهایی که بر انتخاب زیستگاه آن‌ها اثرگذار است از موارد کلیدی برای ارتقای فهم ما از شرایط بقا و شناسایی اثرات محتمل انسانی بر این گونه‌ها به‌شمار می‌آید (۱). علی‌رغم این اهمیت، پستانداران دریایی به‌عنوان اهداف مطالعاتی بسیار چالش برانگیز شناخته می‌شوند زیرا این گونه‌ها زمان بسیار زیادی را در زیر آب می‌گذراند که این امر مشاهده، شناسایی رفتارهای بیولوژیک و تعیین پراکندگی مکانی آن‌ها را با مشکلات بسیار زیادی مواجه می‌کند (۲). علاوه بر آن، هزینه‌های بالای اقتصادی و لجستیکی در مطالعات دریایی منجر شده تا اطلاعات ما در مورد پراکندگی، حرکت (مهاجرت) و ارجحیت زیستگاهی پستانداران دریایی بسیار ناقص باشد. مطالعات زیادی از قبیل Arso Civil و همکاران (۳) و Hupman و همکاران (۴) به کمبود اطلاعات ما از پستانداران دریایی به‌عنوان اصلی‌ترین عامل ناکارآمدی طرح‌های حفاظت از پستانداران دریایی و افزایش تهدیدها اشاره کرده‌اند. تجزیه و تحلیل‌هایی که بر پایه داده‌های میدانی با حجم بالا استوار هستند، نقش مهمی در مطالعه زیست‌شناسی و شناسایی ارتباط بین پراکنش پستانداران دریایی با متغیرهای محیط زیستی ایفا می‌کنند (۵). این ارتباط در مطالعات متعدد و در مقیاس‌های مختلف جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفته (۶، ۷) و نشان دادند که نحوه توزیع یک پستاندار دریایی تحت تأثیر و برهم کنش خصوصیات فیزیوگرافی و اقیانوس شناسی تعیین می‌گردد. یکی از ابزارهای بسیار مفید در شناسایی این ارتباطات، استفاده از مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است که به شیوه‌ای موثر به بررسی ارتباط بین گونه-محیط می‌پردازد و در مطالعات متعدد مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۹، ۱۰). هم‌چنین به‌دلیل توسعه فنون سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، دسترسی سهل‌الوصولی به مجموعه بزرگی از داده‌های توصیفی به‌خصوص در محیط‌های آبی فراهم آمده است (۱۱). آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان دارای زیستگاه‌های مساعد برای گونه‌های پستاندار دریایی به‌خصوص پورپویز پوزه‌پهن (*Neophocaena phocaenoides*) است (۱۲). علی‌رغم این‌که این گونه از نظر وضعیت حفاظتی در طبقه در خطر و بحرانی قرار ندارند اما تمایل زیاد آن‌ها به توزیع و پراکندگی در زیستگاه‌های کم عمق و پر تولید ساحلی باعث شده است تا تضادهای عمیقی بین پویایی جمعیت این گونه‌ها و برداشت از ذخایر ماهی توسط انسان در این مناطق بوجود بیاید که عمدتاً باعث از دست روی جمعیت‌های این گونه‌ها شده است (۱۲). در بسیاری از مطالعات عواملی از قبیل آلودگی صوتی، تصادف با قایق‌ها، برداشت بیش از حد از غذای این گونه‌ها و هم‌چنین تخریب زیستگاه ازجمله عوامل تهدیدکننده این گونه و گونه‌های مشابه آن به‌شمار آمده است (۱۳، ۱۴). تاکنون تلاش‌های بسیار زیادی به‌منظور شناسایی زیستگاه‌های مساعد پورپویز در سراسر دنیا صورت گرفته است. Mei و همکاران، مطلوبیت زیستگاه پوپویز پوزه‌پهن را در رودخانه یانگ تسه چین مطالعه کردند و دریافتند که عمق، شیب کف و منابع ماهی مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده زیستگاه این گونه است (۱۵). در مطالعه Edrén و همکاران، زیستگاه‌های بالقوه پوپویز پوزه پهن با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی (Maxent) بررسی گردید و فاصله تا ساحل و شوری آب به عنوان قوی‌ترین متغیرهای توصیفی شناخته شدند (۱۶). Embling و همکاران، نیز دریافتند که متغیرهای استاتیکِ عمق‌سنجی و هیدروگرافی مهم‌ترین اثر را بر روی توزیع زیستگاه‌های مطلوب پوپویز پوزه‌پهن دارند (۱۷). چنان‌چه این مطالعات نشان دادند، تفاوت در پارامترهای مهم اثرگذار در هر ناحیه جغرافیایی موجب عدم حصول یک جمع‌بندی کلی در مورد نواحی مساعد توزیع این گونه‌ها شده است. از این‌رو، لازم است تا اثر عوامل مختلف در هر زیستگاه به‌صورت محلی و با استفاده از روش‌های مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه شناسایی شود. در این مطالعه با استفاده از مدل مطلوبیت زیستگاه حداکثر آنتروپی به بررسی مطلوبیت زیستگاه پورپویز پوزه پهن در بخش‌های از تالاب بین‌المللی خورخوران پرداخته شده است تا اطلاعات لازم برای حفاظت بهتر این گونه در آب‌های ساحلی ایران فراهم گردد.

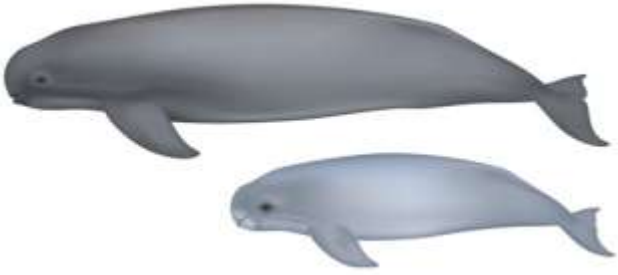
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه و گونه مورد مطالعه: تنگه خورخوران در شمال تنگه هرمز بین جزیره قشم و سرزمین اصلی به‌عنوان منطقه مورد مطالعه این تحقیق انتخاب گردید (شکل ۱). مساحت منطقه انتخاب شده بالغ بر ۴۱۵۰۰ هکتار است که بین طول‌های شرقی ″۵۲′۵۸ °۵۵ و ″۰۵ ′۲۱ °۵۵ و عرض‌های شمالی ″۱۲ ′۴۰ °۲۶ و ″۲۳ ′۵۹ °۲۶ قرار دارد. این منطقه از مجموعه‌ای از اکوسیستم‌های منحصر به فرد آبی و خشکی تشکیل شده است. بزرگ‌ترین جامعه مانگروی تک‌گونه (گونه حرا: *Avicennia marina*) خلیج فارس و دریای عمان در این ناحیه واقع شده است. بخش دریایی این منطقه شامل کانال باریک با انشعابات فراوانی است که خلیج فارس را به دریای عمان متصل می‌کند. رسوبات بستر این کانال و شاخه‌های آن به‌دلیل حرکت بسیار آرام آب عموماً گلی است. از لحاظ جانوری این منطقه دارای تنوع زیستی غنی از گونه‌های خشکی (۱۸) و دریایی (۱۹) است و به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده، تالاب بین‌المللی و ذخیره‌گاه زیست کره شناخت می‌شود (۲۰). علی‌رغم اهمیت حفاظتی خورخوران، این ناحیه به

وسیله شهرهای ساحلی و بنادر مختلفی ازجمله بندرخمیر، لافت، طبل و پهل محصور شده است که شغل اغلب ساکنین آن ماهیگیری تجاری درخورخوران است. پورپویز پوزه پهن یکی از هفت عضو و از فراوان‌ترین اعضای خانواده پورپویزها است. حداکثر رشد این گونه به طول ۲/۱۰ متر و وزن بالغ بر ۷۰ کیلوگرم است (۲۱). در مقایسه با دلفین‌ها، پورپویز دارای جثه بسیار کوچک‌تری است و وجه تمایز کلیدی آن عدم وجود باله پشتی است. پورپویز بالغ به رنگ سیاه دیده می‌شود (شکل ۲) و عموماً به‌جز زمان نفس‌گیری از آب خارج نمی‌شود. زیستگاه اصلی پورپویزها در سواحل جنوبی قاره آسیا به‌خصوص سواحل ژاپن، کره، چین، مالزی و بنگلادش گسترده شده‌است. غربی‌ترین محدوده زیستگاهی این گونه نیز به‌آب‌های خلیج فارس محدود می‌شود (۲۲). پورپویزها هیچ‌گاه آب‌های کم‌عمق ساحلی را ترک نمی‌کنند؛ به‌طوری‌که مشاهده آن‌ها در نواحی با عمق آب بیش‌تر از ۵۰ متر به ثبت نرسیده است. در آب‌های ساحلی نیز این گونه بسترهایی با بافت نرم یا شنی، خورها و تالاب‌های پوشیده شده از مانگرو را ترجیح می‌دهد (۲۳).



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



شکل ۲: تصویر پورپویز (*Neophocaena phocaenoides*) بالغ و نوزاد

جمع‌آوری نقاط حضور و متغیرهای محیطی: نقاط حضور پورپویز توسط دو متخصص تجربی پستانداران دریایی از ابتدای آذر تا اواسط اسفند ۱۳۹۹ با استفاده از روش مشاهده مستقیم و تصادفی جمع‌آوری شد (شکل ۱). نقاط حضور در روزهای آرام و بدون ابر (در طول زمان مد با سطح آب بیش از ۱ متر) و در غیاب عملیات ماهیگیری یا عبور و مرور قایق‌های پر سر و صدا جمع‌آوری گردید. با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها برای جلوگیری از تأثیر انسان بر استفاده‌از زیستگاه گونه، درمجموع ۴۲ نقطه حضور به‌صورت گروهی و انفرادی انتخاب شد. مطالعات مطلوبیت زیستگاه پستانداران دریایی با استفاده از مدل‌های توزیع گونه‌ای بر دو مجموعه داده متمایز به عنوان متغیرهای پیش‌بینی گونه تکیه می‌کنند: ویژگی‌های شیمیایی آب مانند شوری و کلروفیل و پارامترهای فیزیکی مانند عمق و شیب بستر (۱۵، ۱۶). تجزیه و تحلیل اولیه بر روی ویژگی‌های شیمیایی آب‌نشان از تغییرات ناچیز در شوری آب و کلروفیل داشت که احتمالاً به‌دلیل کوچک بودن خور و اختلاط بسیار زیاد آب تحت تاثیر جزر و مد قوی در تنگه هرمز است. لایه دمای سطح آب بازیابی شده از تصاویر Landsat 8-OLI نیز به‌دلیل همبستگی معنی‌داری با عمق از مدل‌سازی حذف شد. با توجه به این‌که عمق نقش مهمی در انتخاب زیستگاه دلفین‌های ساکن در نواحی کم عمق دارد (۷)، لایه عمق از تصاویر Landsat 8-OLI استخراج شد. از آن‌جایی‌که جمع‌آوری نقاط مرجع عمق با استفاده از دستگاه اکو-صدا (DepthTrax-1H) در زمان مد صورت گرفت، یک تصویر ترکیبی Landsat 8-OLI (تصحیح شده در سطح ۱) با اعمال فیلتر میانگین زمانی بر روی تصاویر زمستان ۱۳۹۹ در سامانه گوگل ارث انجین (۲۴) تولید شد تا بیانگر زمان وقوع مد در منطقه باشد. اثر آفتاب با استفاده از معادلات توسعه یافته توسط Kay و همکاران اصلاح شد (۲۵). بهترین نتیجه عمق سنجی با استفاده از مدل نسبت لگاریتم لایزنگا به‌دست آمد. مدل لایزنگا براساس این فرض است انعکاس نور دارای رابطه نمایی خطی با عمق است و ضریب میرایی آب‌های کم عمق نسبت به مناطق عمیق بسیار کم‌تراست (۲۶). سایر متغیرهای پیش‌بینی‌کننده فیزیکی شامل شیب بستر، عرض کانال (با استفاده از فاصله اقلیدسی)، میانگین عمق و عرض کانال، نسبت عرض کانال (میانگین عرض کانال تقسیم بر میانگین عرض کانال‌های متصل به آن)، طول کانال، و نسبت عمق کانال (میانگین عمق کانال تقسیم بر میانگین عمق کانال‌های متصل به آن) نیز با استفاده از لایه عمق تولید شده و محدوده آبی در زمان مد به‌دست آمدند.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه: در این مطالعه از نرم‌افزار Maxent برای مدل‌سازی زیستگاه‌های مطلوب پورپویز استفاده شد. تمامی

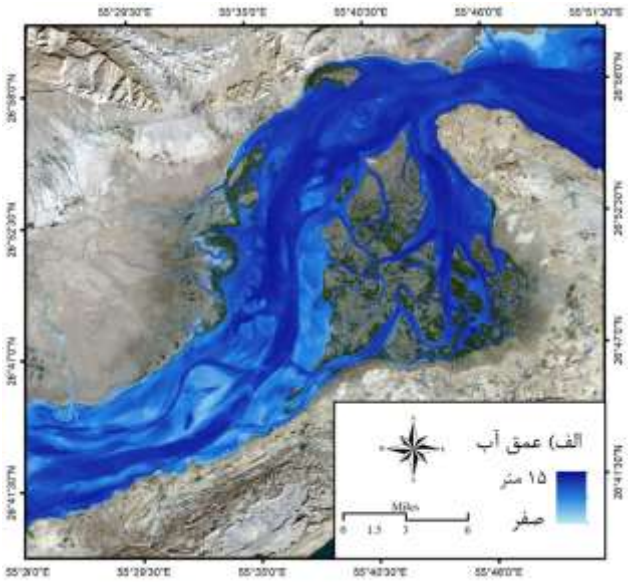
لایه‌های محیطی به سیستم مختصات مشترک، اندازه سلول و شماره سطر و ستون برابر در قالب ASCII تبدیل شدند. خطی بودن بین متغیرهای پیش‌بینی با استفاده از عامل تورم واریانس (VIF) بررسی شد، با این فرض که مقادیر عددی بیش‌تر از ۳ نشان‌دهنده وجود هم‌خطی در آن داده است. در هر گام انجام مدل‌سازی، ۷۰ درصد از نقاط حضور به‌صورت تصادفی در مرحله آموزش و ۳۰ درصد باقی‌مانده 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 پیش‌بینی‌کننده نیز با استفاده از آزمون جک‌نایف تعیین شد (۲۷). اعتبار نتایج مدل با استفاده از شاخص وسعت ناحیه زیر منحنی RO ارزیابی شد که در آن ۰/۵ نشان‌دهنده خروجی تصادفی و ۱+ بهترین پیش‌بینی را نشان می‌دهد (۲۸). درنهایت نقشه مطلوبیت به‌دست آمده براساس حد آستانه بیشینه مقدار مجموع احتمال طبقه‌بندی درست نقاط حضور و احتمال طبقه‌بندی درست نقاط زمینه، به دو طبقه مطلوب/ نامطلوب تقسیم‌بندی شد.

نتایج

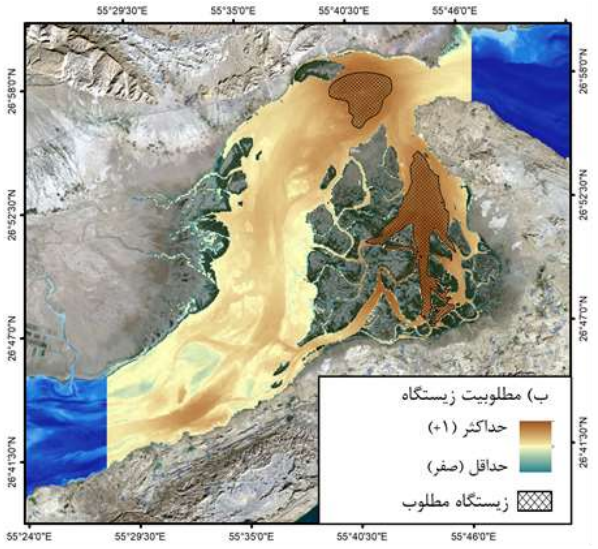
بهترین مدل عمق با برازش نمایی و ضریب تشخیص ۰/۷۸۴ به‌دست آمد (شکل ۳). عمق آب در زمان مد از ۰ تا ۱۵ متر متغیر بود. قسمت باریک شرقی کانال اصلی و هم‌چنین نهرهای آب درون خور، عمق بیش‌تری نسبت مناطق غربی داشتند و اکثر نقاط حضور گونه‌ها نیز در این بخش‌ها به ثبت رسید. متوسط عمق منطقه مورد مطالعه برابر با ۴/۵ متر به‌دست آمد که در عمیق‌ترین بخش به بیش از ۱۲ متر می‌رسد (جدول ۱). شیب منطقه بسیار کم و به‌طور متوسط برابر با ۲/۴ درصد تعیین گردید. طول طویل‌ترین کانال خورخوران برابر با ۳۳/۸ کیلومتر و عرض آن در عریض‌ترین ناحیه به بیش از ۵/۲۸ کیلومتر می‌رسد (جدول ۱). علی‌رغم استفاده از یک لایه فیزیوگرافی در این مطالعه، شاخص‌های استخراج‌شده از آن، هم‌خطی کم‌تر از ۳ را نشان دادند زیرا هر یک از آن‌ها بازگو کننده جنبه‌های متفاوتی از ساختار سیما بودند. بیش‌ترین مقدار عامل تورم واریانس برای عرض کانال و میانگین عمق کانال به‌ترتیب برابر با ۲/۸۴ و ۲/۲۹ به‌دست آمد (جدول ۲). تمامی نقاط حضور جمع‌آوری‌شده نیز دارای فاصله حداقل ۲۰۰ متری از یکدیگر بودند تا بروز اریب در نتایج جلوگیری شود. نتایج آزمون جک‌نایف نشان داد که عمق با منحنی پاسخ S-شکل (جدول ۱) بیش‌ترین سهم (۵۰/۲۳ درصد) را در پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب پورپویز دارد. پس از آن، عرض کانال (۱۳/۲۷ درصد) و نسبت عمق کانال (۱۲/۹۳ درصد) به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها شناخته شدند. میانگین عرض کانال و نسبت عرض کانال از کم‌اهمیت‌ترین متغیرها در مدل بودند (جدول ۱). با افزایش عمق و میانگین عمق کانال، احتمال حضور پورپویز روند افزایش را نشان داد حال آن‌که احتمال حضور این گونه با افزایش شیب، عرض کانال، میانگین عرض کانال و طول کانال روند کاهشی را نشان داد. دو متغیر نسبت عرض کانال و نسبت عمق کانال نیز تاثیری در احتمال حضور پورپویز نشان ندادند. نقشه مطلوبیت زیستگاه پورپویز با میانگین مقدار سطح زیر منحنی ۰/۸۸۷ برای داده‌های آموزشی و ۰/۸۳۲ برای داده‌های تست تولید شد (شکل ۴). بر این اساس، انشعابات عرض کم متصل به کانال اصلی خور بیش‌ترین تناسب را داشتند. هم‌چنین ورودی شمالی خور در سمت غربی کانال اصلی نیز شرایط مناسب زیستگاهی را نشان داد. در قسمت شرقی منطقه مورد مطالعه و در نزدیکی سواحل جنوبی منتهی به جزیره قشم که آب دریا نسبتاً عمیق است (<۵ متر) نیز زیستگاه‌های مطلوب پراکنده تشخیص داده شد. براساس حد آستانه بیشینه مقدار مجموع احتمال طبقه‌بندی، وسعتی برابر با ۴۴۰۰ هکتار معادل ۱۰/۶ درصد از کل منطقه مورد مطالعه به‌عنوان زیستگاه‌های مطلوب گونه شناسایی شد (شکل ۴).

جدول ۱: آمار توصیفی پارامترهای مورد استفاده برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه پورپویز پوزه‌پهن

ردیف	متغیر	آمار توصیفی			
		حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف معیار
۱	عمق (متر)	۰	۱۲/۳	۴/۵	۷/۲
۲	شیب (درصد)	۰	۷/۳	۲/۴	۰/۹
۳	عرض کانال (متر)	۲/۲	۵۲۸۶	۱۹۵۴	۶۳۲
۴	میانگین عمق کانال (متر)	۳/۱	۴/۵	۳/۶	۱/۱
۵	میانگین عرض کانال (متر)	۴۱۴	۸۶۶	۵۱۷	۱۸۰
۶	نسبت عرض کانال	۰/۰۲	۶۴/۸۱	۳۴/۲۷	۴۷/۳۱
۷	نسبت عمق کانال	۰/۱۹	۴/۴۱	۳/۱۶	۴/۲۱
۸	طول کانال (متر)	۱۰۰۰	۳۳۸۰۰	۵۰۹۱	۲۴۲۵



شکل ۳: نقشه عمق آب تهیه شده از پردازش تصاویر ماهواره Landsat 8-OLI



شکل ۴: نقشه مطلوبیت زیستگاه و محدوده زیستگاه‌های مناسب حاصل از حد آستانه بیشینه مقدار مجموع احتمال طبقه‌بندی پورپویز پوزه‌پهن

بحث

اطلاعات در مورد پراکنش پورپویز پوزه‌پهن در سواحل شمالی خلیج فارس و خلیج عمان بسیار اندک و به مشاهدات تصادفیِ بدون برآورد فراوانی و پراکندگی مکانی آن‌ها محدود است. در حال حاضر، پورپویز به‌صورت جمعیت‌های پراکنده در آب‌های عربستان، پاکستان و ایران و به‌طور خاص در آب‌های شمال تنگه هرمز حضور دارند (۱۲). اهمیت بالای منطقه حفاظت‌شده حرا به‌عنوان یک کانون مهم تنوع زیستی دریایی در جنوب ایران، هنوز مطالعه جامعی در مورد وضعیت و تهدیدات پورپویز در این ناحیه انجام نشده و نگرانی‌های زیادی در مورد پایداری آن در خلیج فارس و خلیج عمان وجود دارد (۲۹).

جدول ۱: درصد سهم نسبی و نوع منحنی پاسخ متغیرهای وارد شده به مدل مکسنت

ردیف	متغیر	VIF	درصد سهم نسبی	نوع منحنی پاسخ	
				نوع	روند
۱	عمق	۱/۰۹	۵۰/۲۳	S–شکل	افزایشی
۲	شیب	۲/۲۰	۱۰/۱۲	J–شکل	کاهشی
۳	عرض کانال	۲/۸۴	۱۳/۲۷	S–شکل	کاهشی
۴	میانگین عمق کانال	۲/۲۹	۴/۳۲	S–شکل	افزایشی
۵	میانگین عرض کانال	۲/۰۷	۱/۸۷	J–شکل	کاهشی
۶	نسبت عرض کانال	۱/۳۶	۲/۲۳	خطی	ثابت
۷	نسبت عمق کانال	۱/۷۸	۱۲/۹۳	خطی	ثابت
۸	طول کانال	۲/۱۰	۶/۰۳	خطی	کاهشی

کانال خورخوران یکی از مهم‌ترین نواحی نیازمند توجه در این راستا است. این ناحیه به‌دلیل محصور شدن توسط جنگل‌های مانگرو، عمق کم و عبور و مرور کم دریایی، شرایط زیستگاهی مناسبی برای تشکیل زنجیره‌های غذایی غنی دریایی و ساحلی ایجاد کرده است. در مناطق کوچک جغرافیایی مانند خورخوران، آب جاری دریا که به شدت تحت تاثیر جزر و مد قرار دارد را می‌توان به‌عنوان یک محیط همگن قلمداد کرد (۲۷، ۱۴). بر این اساس، مدل‌سازی صورت گرفته تنها بر پایه خصوصیات فیزیکی ناحیه انجام شد و نتایج ارزیابی مدل‌سازی نیز نشان داد که می‌توان با استناد بر این خصوصیات محیطی بستر به شیوه‌ای موثر به شناسایی زیستگاه‌های مطلوب پورپویز در خورخوران پرداخت. در این راستا، Carlucci و همکاران، نشان دادند که در مناطق جغرافیایی کوچک که ویژگی‌های شیمیایی آب یکنواخت‌تر است، اثر پارامترهای فیزیکی بستر، حضور انسان و در دسترس بودن غذا نقش مهم‌تری در تعیین مطلوبیت زیستگاه پورپویز ایفا می‌کنند (۳۰). Edrén و همکاران، نیز نشان دادند که فاصله از خط ساحل و پارامترهایی که به شکل بستر مربوط هستند مانند درجات شوری در عمق‌های متفاوت، دارای نقش تعیین‌کننده در مطلوبیت زیستگاه پوپویز هستند (۱۶). با این‌حال Embling و همکاران، دریافتند که در مناطق بزرگ جغرافیایی، ویژگی‌های هیدروگرافی پایدار نسبت به متغیرهای فیزیکی

ایستا(به‌ویژه عمق و شیب) از اهمیت بالاتری در تعریف مناسب‌ترین زیستگاه‌های پورپویز برخوردار هستند (۱۷). بر این اساس، این‌طور می‌توان نتیجه گرفت که در صورت مساعد بودن شرایط هیدروگرافی پایدار مانند شرایطی که هم‌اکنون در شمال تنگه هرمز وجود دارد، پارامترهای فیزیکی از نقش مهمی در تعیین پراکنش این گونه در نواحی‌محلی کوچک- مقیاس برخوردار هستند. در این مطالعه، عمق کانال بیش از نیمی از اهمیت نسبتی پارامترهای فیزیکی را به خود اختصاص داده است. براساس یافته‌های این تحقیق، چنان‌چه معیار عمق مناسب وجود داشته باشد، پورپویز صرف نظر از طول و عرض کانال از آن ناحیه به‌عنوان زیستگاه مناسب استفاده خواهد کرد. این امر را می‌توان در قسمت‌های شرقی منطقه مورد مطالعه نیز مشاهده کرد که با وجود کانال اصلی عریض و حتی عبور کشتی‌های تجاری کوچک از بخش‌هایی از آن، این ناحیه از مطلوبیت بسیار پایینی برای پورپویز برخوردار است. البته باید توجه داشت که اثر پارامتر عمق در زمان جزر بیش از زمان مد خود را نشان می‌دهد زیرا در زمان جزر، بسیاری از مناطق خورخوران به عمقی کم‌تر از ۲ متر نیز خواهند رسید که عملاً امکان استفاده از آن‌نواحی برای پورپویز وجود نخواهد داشت. در راستای این یافته، Shirakihara و همکاران (۳۱) و Liu و همکاران (۳۲) دریافتند که عمق مهم‌ترین عوامل پراکنش پورپویز در مناطق ساحلی است به‌صورتی‌که با افزایش عمق آب به بیش از ۲۰ متر حتی در نواحی ساحلی به‌شدت از حضور این گونه کاسته می‌شود. نتایج Mei و همکاران، عمق آب بین ۷ تا ۱۲ متر را به‌عنوان زیستگاه‌های‌مناسب پورپویز در رودخانه یانگ‌تسه نشان داد (۱۵). حضور پورپویز در عمیق‌ترین قسمت‌های خورخوران که از ۱۳ متر تجاوز نمی‌کند و پرهیز آن از نواحی کم‌عمق شرق کانال اصلی که عمق آب به مراتب کم‌تر از ۵ متر است (در زمان حداکثر مد) نیز نشانی از محدوده مطلوب عمق برای این گونه است. Li، این پدیده را به تغییرات دمای آب مرتبط می‌داند زیرا در آب‌های به شدت کم عمق (کم‌تراز ۵ متر)، دمای‌آب افزایش چشمگیری خواهدداشت‌و از مطلوبیت‌آن‌برای پورپویز کاسته خواهد شد (۳۱). هم‌چنین تغییرات کم‌عمق مانند تنگه خورخوران را به‌عنوان خطری پیش‌رو برای بقای این گونه در دراز مدت و تحت تاثیر فرآیندهایی مانند تغییر اقلیم می‌داند. حال آن‌که Liu و همکاران، پرهیز پورپویز از نواحی با عمق کم را به عدم توانایی این گونه برای تحرک آزادنه در آب می‌دانند (۳۲). اگرچه تغییرات پایین عمق باعث می‌شود تا شیب بستر از تغییرپذیری بسیار پایینی برخوردار باشد اما ارتباط معکوسی بین شیب و حضور پورپویز در این مطالعه مشاهده شد. مشابه با این نتیجه، Liu و همکاران (۳۲) و Mei و همکاران (۱۵) نیز نشان دادند که مطلوبیت زیستگاه پورپویز در نواحی با شیب بسیار کم (کم‌تر از ۲ درصد) بیش‌ترخواهد بود. اهمیت‌ناچیز نسبت‌عرض و نسبت طول کانال نیز نشان از تاثیر پایین ترکیب‌بندی (configuration) سیمای بستر بر حضور پورپویز و مطلوبیت زیستگاه آن دارد. McCluskey و همکاران نیز حضور پورپویز را نه به ساختارهای سیمای آب بلکه به حضور جمعیت‌های‌ماهی‌مورد‌تغذیه این‌گونه‌نسبت‌دادند‌و همبستگی بین حضور پورپویز و ساختارهای فیزیکی بستر را به‌عنوان نشانه‌ای (proxy) از حضور جمعیت‌های طعمه می‌دانند (۳۴). به‌صورت کلی، نواحی عمیق خورخوران را می‌توان به‌عنوان زیستگاه‌های مناسب پورپویز درنظر گرفت. از آن‌جا که این نواحی درصد کمی از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهند و ماهیگیری تجاری نیز در این نواحی عمیق بیش از نواحی کم‌عمق منطقه صورت می‌گیرد، لزوم حفاظت بیش‌تر از نواحی عمیق خور و کاهش‌تضادهای منتج از بهره‌برداری منابع برای اطمینان از بقای بلندمدت پورپویز در منطقه به‌شدت احساس می‌شود. بنابراین لازم است تا طرح‌های حفاظت از پورپویز در خورخوران بر نواحی عمیق و تلاش برای کاهش تضاد آن با انسان در آن نواحی متمرکز شود. هم‌چنین استفاده از رویکردهای اقتصادی‌مبتنی‌بر گردشگری به‌جای‌ماهیگیری‌تجاری‌یکی از الزامات مهم در این راستا است.

منابع

1. **Sprogis, K.R., Christiansen, F., Raudino, H.C., Kobryn, H.T., Wells, R.S. and Bejder, L., 2018.** Sex-specific differences in the seasonal habitat use of a coastal dolphin population. Biodiversity and Conservation. 27(14): 3637-2656.
2. **Palmer, K.J., Brookes, K.L., Davies, I.M., Edwards, E. and Rendell, L., 2019.** Habitat use of a coastal delphinid population investigated using passive acoustic monitoring. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 29: 254-270.
3. **Arso Civil, M., Quick, N.J., Cheney, B., Pirotta, E., Thompson, P.M. and 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.
4. **Hupman, K., Stockin, K.A., Pollock, K., Pawley, M.D., Dwyer, S.L. and Lea, C., 2018.** Challenges of implementing mark-recapture studies on poorly marked gregarious delphinids. PloS one. 13(7): e0198167.
5. **Lodi, L., Tardin, R. and Maricato, G., 2020.** Modeling cetacean habitat use in an urban coastal area in southeastern brazil. Marine Ecology Progress Series. 642: 227-240.

6. **Bortolotto, G.A., Danilewicz, D., Hammond, P.S., Thomas, L. and Zerbini, A.N., 2017.** Whale distribution in a breeding area: Spatial models of habitat use and abundance of western south atlantic humpback whales. Marine Ecology Progress Series. 585: 213-227.
7. **Hemami, M.R., Ahmadi, M., Sadegh Saba, M. and Moosavi, S.M.H., 2018.** Population estimate and distribution pattern of indian ocean humpback dolphin (*Sousa plumbea*) in an industrialised bay, northwestern persian gulf. Ecological Indicators. 8(89): 631.
8. **Memarzadeh Kiani, A., Imani Harsini, J. and Karami, M., 2021.** Habitat suitability modeling for porcupine (*Hystrix indica*) by maximum entropy model (maxent) in khojir national park, iran. Journal of Animal Environment. 13(4): 9-18. (In Persian)
9. **Kafash, A., Kaboli, M. and Köhler, G., 2015.** Comparison effect of future climatic change on the desert and mountain dwelling reptiles in iran (*Paralaudakia caucasia* and *Saara loricata*). Journal of Animal Environment. 7(3): 103-108. (In Persian)
10. **Khosravi, M., Chamani, A. and Mirzaei R., 2021.** The impact of climate change on the effectiveness of the conservation network with respect to the bovidae and cervidae family in iran. Journal of Natural Environment. 74(2): 208-223.
11. **Heinrich, S., Genov, T., Fuentes Riquelme, M. and Hammond, P.S., 2019.** Fine-scale habitat partitioning of chilean and peale's dolphins and their overlap with aquaculture. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 29: 212-226.
12. **Collins, T., Preen, A., Willson, A., Braulik, G. and Baldwin, R., 2005.** Finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in waters of arabia, iran and pakistan. International Whaling Commission, Scientific Committee Document SC/57/SM6 Cambridge, UK.
13. **Williams, R., Moore, J.E., Gomez Salazar, C., Trujillo, F. and Burt, L., 2016.** Searching for trends in river dolphin abundance: Designing surveys for looming threats, and evidence for opposing trends of two species in the colombian amazon. Biological Conservation. 95: 136-145.
14. **Singh, H. and Rao, R., 2017.** Status, threats and conservation challenges to key aquatic fauna (Crocodile and Dolphin) in national chambal sanctuary, india. Aquatic Ecosystem Health & Management. 20(1-2): 59-70.
15. **Mei, Z., Chen, M., Li, Y., Huang, S.L., Haung, J. and Han, Y., 2017.** Habitat preference of the yangtze finless porpoise in a minimally disturbed environment. Ecological modelling. 53: 347-353.
16. **Edrén, S.M., Wisz, M.S., Teilmann, J., Dietz, R. and Söderkvist, J., 2010.** Modelling spatial patterns in harbour porpoise satellite telemetry data using maximum entropy. Ecography. 33(4): 698-708.
17. **Embling, C.B., Gillibrand, P.A., Gordon, J., Shrimpton, J., Stevick, P.T. and Hammond, P.S., 2010.** Using habitat models to identify suitable sites for marine protected areas for harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Biological Conservation. 143(2): 267-279.
18. **Etezadifar, T.G., Farzaneh, M. and Campus, I., 2008.** Breeding of spoonbill in mangrove forests of hara biosphere reserve-qeshm island iran 2008. International Spoonbill Working Group Newsletter. 6: 13.
19. **Shahraki, M., Saint-Paul, U., Krumme, U. and Fry, B., 2016.** Fish use of intertidal mangrove creeks at qeshm island, iran .Marine Ecology Progress Series. 542: 153-166.
20. **Zahed, M.A., Rouhani, F., Mohajeri, S., Bateni, F. and Mohajeri, L., 2010.** An overview of iranian mangrove ecosystems, northern part of the persian gulf and oman sea. Acta Ecologica Sinica. 30(4): 240-244.
21. **Yang, F., Zhang, Q., Xu, Y., Jiang, G., Wang, Y. and Wang, D., 2008.** Preliminary hazard assessment of polychlorinated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers, and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to yangtze finless porpoise in dongting lake, china. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal. 27(4): 991-996.
22. **Mei, Z., Zhang, X., Huang, S.L., Zhao, X., Hao, Y. and Zhang, L., 2014.** The yangtze finless porpoise: On an accelerating path to extinction? Biological Conservation. 172: 117-123.
23. **Zhang, C.I., Park, K.J., Kim, Z.G. and Sohn, H., 2004.** Distribution and abundance of finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the west coast of korea. Journal Korean Fisheries Society. 37(2): 129.
24. **Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R., 2017.** Google earth engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment. 202: 18-27.
25. **Kay, S., Hedley, J.D. and Lavender, S., 2009.** Sun glint correction of high and low spatial resolution images of aquatic scenes: A review of methods for visible and near infrared wavelengths. Remote sensing. 1(4): 697-730.
26. **Lyzenga, D.R., 1978.** Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Applied optics. 17(3): 379-383.
27. **Shcheglovitova, M. and 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.

28. **Peterson, A.T., Papeş, M. and Soberón, J., 2008.** Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. Ecological modelling. 213(1): 63-72.

29. **Preen, A., 2004.** Distribution, abundance and conservation status of dugongs and dolphins in the southern and western arabian gulf. Biological Conservation. 118(2): 205-218.

30. **Carlucci, R., Fanizza, C., Cipriano, G., Paoli, C., Russo, T. and Vassallo, P., 2016.** Modeling the spatial distribution of the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) and common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the gulf of taranto (Northern Ionian Sea, Central Eastern Mediterranean Sea). Ecological indicators. 69: 707-721.

31. **Shirakihara, M., Shirakihara, K. and Takemura, A., 1994.** Distribution and seasonal density of the finless porpoise neophocaena phocaenoides in the coastal waters of western kyushu, japan. Fisheries Science. 60(1): 41-46.

32. **Liu, X., Mei, Z., Zhang, J., Sun, J., Zhang, N. and Guo, Y., 2022.** Seasonal yangtze finless porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*) movements in the poyang lake, china: Implications on flexible management for aquatic animals in fluctuating freshwater ecosystems. Science of the Total Environment. 807: 150782.

33. **Li, Y., 2017.** Study on the habitat selection, carrying capacity and population viability analysis of the yangtze finless porpoise in tian-e-zhou oxbow-the theory of exsitu conservation.

34. **McCluskey, S.M., Bejder, L. and Loneragan, N.R., 2016.** Dolphin prey availability and calorific value in an estuarine and coastal environment. Frontiers in Marine Science. 3: 3.