Original Article

Risk Assessment of the Coastal Habitats of Larak İslands Using the InVEST Model

Mahmood Sinai[1*], Majid Askari Hosni[2], Ali Saber[3], Mostafa Hassanian[1]

Affiliation

1. *Department of Biology, Marine Environment Research Center, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran*
2. *Department of Marine Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran*
3. *Deputy of Marine Environment and Wetlands, Iranian Department of Environment, Tehran, Iran*

ABSTRACT

Background and Objective: Lark Island, due to its diverse topography and the presence of hills, rocky shores, and other coastal types, has special environments that have led to the creation of diverse wildlife habitats. In addition, the rocky shores and the existence of diverse coastlines have provided very suitable conditions for the presence of a wide range of animals and plants. However, in recent years, various factors have caused the coastal habitats of this island to be threatened.

Materials and Methods: In this study, coastal areas covered by natural assets such as coral, mangrove, and seaweed, which can be the habitat and breeding ground for various plant and animal species, were considered as "habitats" and other areas changed by human intervention were considered as "non-habitats". In this study, the InVEST HRA (Habitat Risk Assessment) model was used to investigate the effects of human activities on coastal and marine ecosystems. In the present study, due to the importance of the user's role in determining stressors and habitats, all stressors were identified through field monitoring and based on expert opinion and knowledge of the study area.

Results and Discussion: Evaluation of the HRA Invest model output graph results shows that human structures and irresponsible tourism are considered as the main stressors in the intertidal zone and the increase in water surface temperature, maritime transport, trawling, marine extraction, oil spills, desalination, fishing activities, traditional coastal fishing with varying degrees in the subtidal zone. The results related to the output of the Lark Island intertidal habitat cumulative risk map are shown in Figure 3 and the cumulative risk map in the subtidal zone is shown in Figure 4. The coastal (intertidal) area of Lark Island has the lowest cumulative habitat stress rating of 4 and the highest cumulative rating of 13 and the average cumulative stress rating of 8.5. In the marine (subtidal) area of Lark Island, the lowest cumulative habitat stress rating is 0 and the highest cumulative rating is 30 and the average cumulative stress rating is 15. The results show that the cumulative risk in the subtidal zone of Lark Island is high on the northern, northeastern, and eastern shores of the island. On this island, the major habitats of importance, along with high surface water temperatures in the warmest month of the year, are generally concentrated in the north and east of the island, which results in a significant difference in habitat risk ratings in the northern and western parts of the island compared to the eastern and southern parts.

Conclusion: The results show that the development and implementation of monitoring, protection or restoration and reconstruction programs in different coastal areas of Lark Island should be based on development plans and also be applied in proportion to the level of threats in different areas. The stress rating in the subtidal area on the northern, northeastern and eastern coasts around Lark Island is in the relatively high and high range, based on the average threat of the subtidal area, it can be interpreted that in the current situation, the stress rating and threats are high. Therefore, coral and algal habitats in this area are under high stress and threat, and an intensive intervention approach such as designating marine protected areas and preventing the entry of pollutants into this area should be considered.

Keywords: Risk, Habitat, Coast, Model, Stress, Lark island.

Citation:
Sinai, M., Askari Hosni, M., Saber, A., Hassanian, M., Risk Assessment of the Coastal Habitats of Larak İslands Using the InVEST Model, Iran J Remote Sens GIS. 17(3): 23-32.

* Corresponding Author: oceanography.sina@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.48308/gisj.2024.231946.1161
Received: 2023.06.04
Accepted: 2024.05.13

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک زیستگاه‌های ساحلی جزیرهٔ لارک با استفاده از مدل InVEST

محمود سینایی[1*]، مجید عسکری حصنی[2]، علی صابر[3]، مصطفی حسنیان[1]

سمت

۱. گروه زیست، مرکز تحقیقات محیط‌زیست دریایی، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران
۲. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۳. معاونت محیط‌زیست دریایی و تالاب‌ها، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: جزیرهٔ لارک، به‌دلیل تنوع توپوگرافی و حضور تپه‌ماهورها و سواحل صخره‌ای و سایر تیپ‌های ساحلی، از محیط‌های خاصی برخوردار است که به ایجاد زیستگاه‌های حیات‌وحش جانوری متنوع منجر شده است. سواحل صخره‌ای و وجود خطوط ساحلی متنوع، همچنین، شرایط بسیار مناسبی برای حضور طیف گستردهٔ جانوران و گیاهان فراهم آورده است. بااین‌حال در سالیان اخیر، عوامل گوناگونی سبب شده است زیستگاه‌های ساحلی این جزیره درمعرض تهدید قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، مناطق ساحلی تحت پوشش دارایی‌های طبیعی، ازجمله مرجان، مانگرو، جلبک‌های دریایی که به‌صورت پیش‌فرض می‌توانند محل زندگی و زادآوری گونه‌های گیاهی و جانوری متنوعی باشند، به‌منزلهٔ «زیستگاه» و سایر مناطق تغییریافته برأثر دخالت‌های انسانی با عنوان «غیرزیستگاه» در نظر گرفته شد. در تحقیق پیش رو، مدل ارزیابی ریسک زیستگاه InVEST HRA (Habitat Risk Assessment) برای بررسی اثر فعالیت‌های انسان در اکوسیستم‌های ساحلی و دریایی به کار رفت. همچنین، به‌دلیل اهمیت نقش کاربر در تعیین عوامل استرس‌زا و زیستگاه‌ها، با پایش میدانی و براساس نظر کارشناسی و آگاهی از منطقهٔ مورد مطالعه، تمامی عوامل استرس‌زا شناسایی شد.

نتایج و بحث: با ارزیابی نتایج نمودار خروجی مدل InVEST HRA، ساختارهای انسانی و گردشگری غیرمسئولانه به‌منزلهٔ عوامل استرس‌زای اصلی در منطقهٔ بین‌جزرومدی و افزایش دمای سطح آب، حمل‌ونقل دریایی، صید ترال، استخراج دریایی، نشت مواد نفتی، آب‌شیرین‌کن، فعالیت‌های صیادی، صید ساحلی سنتی با مقادیر متفاوت به‌منزلهٔ عوامل استرس‌زا در منطقهٔ زیرجزرومدی مشخص شدند. نتایج خروجی نقشهٔ ریسک تجمعی زیستگاه بین‌جزرومدی جزیرهٔ لارک در شکل ۳ و نقشهٔ ریسک تجمعی در منطقهٔ زیرجزرومدی در شکل ۴ نشان داده شده است. در منطقهٔ ساحلی (بین‌جزرومدی)، جزیرهٔ لارک کمترین رتبهٔ تجمعی استرس زیستگاه ۴ و بیشترین رتبهٔ تجمعی ۱۳ و میانگین رتبهٔ تجمعی استرس ۸/۵ است. در منطقهٔ دریایی (زیرجزرومدی) این جزیره، کمترین و بیشترین رتبهٔ تجمعی استرس زیستگاه به‌ترتیب، ۰ و ۳۰ و میانگین رتبهٔ تجمعی استرس ۱۵ است. نتایج نشان می‌دهد میزان ریسک تجمعی در محدودهٔ آب‌های زیرجزرومدی جزیرهٔ لارک، در سواحل شمالی، شمال‌شرق و شرقی جزیره، بالاست. در این جزیره، عمدهٔ زیستگاه‌های مهم به‌همراه دماهای بالای آب سطحی در گرم‌ترین ماه سال به‌طور کلی، در شمال و شرق جزیره، تمرکز یافته که این مسئله باعث اختلاف بارز بین رتبه‌های ریسک زیستگاه، در بخش‌های شمال و غرب جزیره در قیاس با شرق و جنوب آن، شده است.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج، تدوین و اجرای برنامه‌های پایش، حفاظت یا احیا و بازسازی در بخش‌های گوناگون ساحلی جزیرهٔ لارک باید بر طرح‌های توسعه و نیز متناسب با میزان تهدیدها در بخش‌های متفاوت، مبتنی باشد. رتبهٔ استرس در محدودهٔ زیرجزرومدی در سواحل شمالی، شمال‌شرق و شرقی اطراف جزیرهٔ لارک در طیف نسبتا زیاد و زیاد قرار دارد. براساس میانگین تهدید منطقهٔ زیرجزرومدی، می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که در وضعیت کنونی، رتبهٔ استرس و تهدیدها زیاد است؛ ازاین‌رو زیستگاه‌های مرجانی و جلبکی در این منطقه درمعرض استرس و تهدید زیادی قرار دارند و باید رویکرد مداخلهٔ فشرده، همچون تعیین مناطق حفاظت‌شدهٔ دریایی و جلوگیری از ورود عوامل آلاینده به این منطقه، در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: ریسک، زیستگاه، ساحل، مدل، استرس، جزیرهٔ لارک.

استناد:
سینایی، م.، عسکری حصنی، م.، صابر، ع.، حسنیان، م.، ارزیابی ریسک زیستگاه‌های ساحلی جزیرهٔ لارک با استفاده از مدل InVEST، نشریه سنجش از دور و GIS ایران. سال ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴: ۲۳-۳۲.

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: oceanography.sina@gmail.com
دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴
شناسه دیجیتال مقالات: https://doi.org/10.48308/gisj.2024.231946.1161
Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱- مقدمه

تنوع زیستی ساحلی و دریایی و خدمات اکوسیستمی آنها، در سالیان اخیر، درپی دخالت‌های انسان درمعرض تهدید جدی قرار گرفته است (Halpern et al., 2008)؛ ازاین‌رو درک موقعیت مکانی و زمانی تأثیرات اقدامات مخرب با منشأ انسانی، در اکوسیستم‌های نزدیک ساحل، یکی از مؤلفه‌های اساسی در مدیریت مناطق ساحلی و دریایی محسوب می‌شود (Chung et al., 2015). مدل InVEST HRA به کاربران این امکان را می‌دهد که سطوح متفاوت تهدید فعالیت‌های تخریب‌کنندهٔ تنوع زیستی ساحلی و دریایی را ارزیابی کنند (Arkema et al., 2014; Ma et al., 2016) و تأثیر عوامل استرس‌زا را در زیستگاه‌ها و گونه‌های متفاوت گیاهی و جانوری دریایی، به‌صورت کمّی بسنجند (Duggan et al., 2015). براساس این مدل، اجرای برنامه‌های مدیریتی و شیوهٔ مواجهه با عوامل استرس‌زا در مناطق ساحلی و دریایی، با توجه به وضعیت خروجی مدل، متفاوت خواهد بود (Cabral et al., 2015). ازآنجاکه اجرای برنامه‌های مدیریت زیست‌محیطی می‌تواند تأثیرات منفی فعالیت‌های انسانی در زیستگاه‌ها را محدود کند، توجه به خروجی و نیز اجرای برنامه‌های مدیریتی مبتنی‌بر آن نقش مهمی در کاهش تعارض‌ها و آسیب‌پذیری زیستگاه‌ها و گونه‌ها خواهد داشت (Elliff & Kikuchi, 2017).

جزایر خلیج فارس را می‌توان درزمرهٔ اکوسیستم‌های منحصربه‌فرد، ولی شکننده، قلمداد کرد زیرا ازیک‌سو، به‌دلیل محصور شدن با پیکره‌های آبی، امکان عبور از مسیرهای تکاملی متفاوتی را برای جانداران فراهم می‌کنند و ازدیگرسو، به‌دلیل وسعت اندک، اغلب جبران تأثیرات مخرب مستقیم و غیرمستقیم انسانی آنها امکان‌پذیر نیست (Sofyaniyan, 1999). جزیرهٔ لارک در جنوب‌شرق جزیرهٔ قشم و در فاصلهٔ ۳۳کیلومتری ساحل بندرعباس قرار دارد. این جزیره، در مقایسه با جزیره‌های اطرافش، نسبتاً کوهستانی و عارضه‌دار است. ارتفاعات این جزیره بیضی‌شکل است و از جنوب‌غرب به‌سمت شمال‌شرق جزیره، کاهش می‌یابد و فقط در ناحیهٔ شمال و شمال‌شرق، در حاشیه‌ای باریک، مسطح می‌شود. این جزیره از کوه‌های آتش‌فشانی مخروطی تشکیل شده، بلندترین نقطهٔ آن ۱۳۸ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و بیشترین قطر آن ۱۰/۶ کیلومتر است. جزیرهٔ لارک، به‌دلیل تنوع توپوگرافی و داشتن تپه‌ماهورها و سواحل صخره‌ای و سایر تیپ‌های ساحلی، محیط‌های خاصی دارد و این ویژگی به ایجاد زیستگاه‌های حیات‌وحش جانوری متنوع در آن منجر شده است. به‌علاوه، سواحل صخره‌ای و خطوط ساحلی متنوع آن شرایط بسیار مناسبی برای حضور طیف گسترده‌ای از جانوران و گیاهان فراهم آورده است. با وجود تنوع زیستی ارزشمند این جزیره دربارهٔ ارزیابی ریسک زیستگاه‌های ساحلی، در مناطق بین‌جزرومدی و زیرجزرومدی آن، تا کنون مطالعهٔ جامعی انجام نشده است. ازاین‌رو تحقیق پیش رو، با اهداف مطالعهٔ ارزیابی ریسک مناطق بین‌جزرومدی و زیرجزرومدی جزیرهٔ لارک و نیز بررسی تأثیرات تجمعی عوامل استرس‌زا در زیستگاه‌های بین‌جزرومدی و زیرجزرومدی این جزیره، انجام شد.

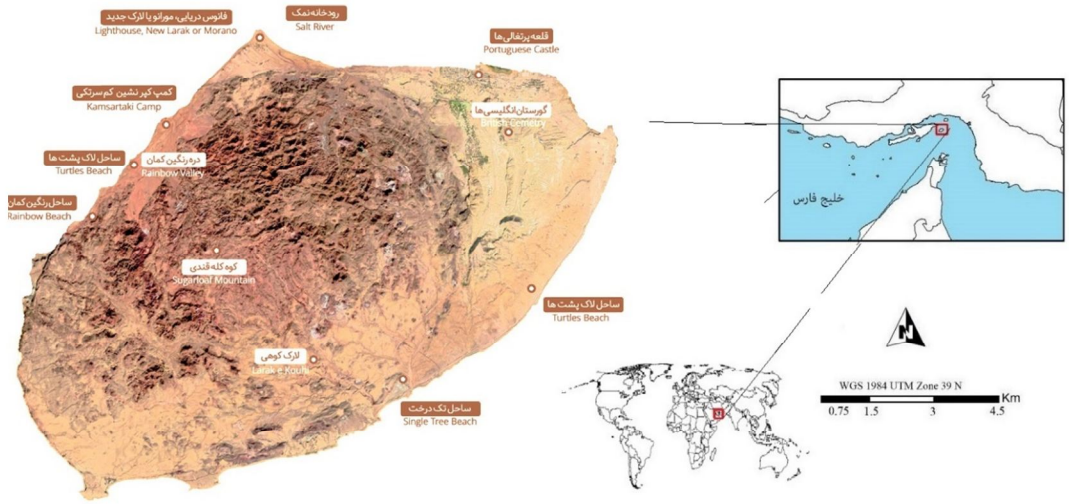
۲- مواد و روش‌ها

این بررسی در مناطق بین‌جزرومدی و زیرجزرومدی جزیرهٔ لارک، در سال ۱۴۰۰، انجام شد. در شکل ۱، نقشهٔ موقعیت جزیرهٔ لارک نشان داده شده است.

در این پژوهش، از مدل ارزیابی ریسک زیستگاه InVEST HRA (Habitat Risk Assessment) برای بررسی اثر فعالیت‌های انسان در اکوسیستم‌های ساحلی و دریایی استفاده شد (Arkema et al., 2014; Umprasoet et al., 2023). همچنین مناطق ساحلی تحت پوشش دارایی‌های طبیعی، ازجمله مرجان، مانگرو، جلبک‌های دریایی که به‌طور پیش‌فرض می‌توانند محل زندگی و زادآوری گونه‌های گیاهی و جانوری متفاوت باشند، به منزلهٔ «زیستگاه» و سایر مناطق تغییریافته برأثر دخالت های انسانی، با عنوان «غیرزیستگاه» در نظر گرفته شدند. براین‌اساس، کیفیت

زیستگاه با توجه به هم‌جواری آن با کاربری‌های انسانی یا طبیعی و شدت چنین کاربری‌هایی تعیین می‌شود و با افزایش شدت کاربری‌های انسانی مجاور و تغییرات طبیعی، نظیر تغییر اقلیم، این کیفیت کاهش می‌یابد. در کنار نقشهٔ پوشش کاربری و داده‌های مربوط به آن درمورد مناسب بودن زیستگاه، مدل به داده هایی دربارهٔ شدت تهدیدها در زیستگاه و تأثیر آنها در کیفیت زیستگاه نیاز دارد. به‌طور کلی در این مدل، انواع پوشش کاربری تغییریافته به‌دست انسان و یا تغییراتی طبیعی در نظر گرفته شد که به قطعه‌قطعه شدن و تفکیک زیستگاه و حاشیهٔ امن آن و تخریب، در قالب تهدید زیستگاه‌های مجاور، منجر شدند (Han et al., 2015; Belari et al., 2010). طبق داده‌های در دست، زیستگاه‌های معرفی‌شده به مدل در پنج طبقهٔ شنی، شنی‌ـ گلی، صخره‌ای، مرجان و جلبکی قرار داشتند. در بخش زیستگاه‌های مرجانی، نواحی‌ای از بستر با پوشش مرجان زندهٔ بیش‌از ۵٪، و درمورد جلبک نیز، نواحی با درصد جلبک زیاد (به‌طور نسبی) به مدل وارد شد. درنَهایت، علاوه‌بر نقشهٔ ریسک تجمعی برای هر جزیره، گراف نمرهٔ ریسک هر عامل استرس‌زا به‌منظور تعیین نقش آن در جزیره تولید شد.

در پژوهش حاضر، به‌دلیل اهمیت نقش کاربر در تعیین عوامل استرس‌زا و زیستگاه‌ها، با پایش میدانی و برمبنای نظر کارشناسی و آگاهی دربارهٔ منطقهٔ مورد مطالعه، تمامی عوامل استرس‌زا شناسایی شد. استرس‌های تعیین‌شده در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. در بخش استرس‌ها، مدخل آب‌شیرین‌کن با بافر پنج کیلومتر، برداشت شن در سواحل شنی و گردشگری نامتمرکز به‌منزلهٔ استرس‌های نقطه‌ای، تردد کشتی‌ها و قایق‌ها با بافر ده‌کیلومتری، و ماهیگیری (شامل انواع آن) با بافر بیست‌کیلومتری به‌منزلهٔ استرس‌های آب‌های ساحلی در نظر گرفته شد و دمای آب سطحی با بافر دوکیلومتری به مدل وارد شد. محدودهٔ مورد مطالعه براساس عمق آب و تا محدودهٔ پانزده متر تعیین شد. به‌دلیل نوار بسیار باریک ساحل، اندازهٔ سلول‌ها برابر با سی متر در نظر گرفته شد. سپس متوسط درمعرض قرار گرفتن و اثر، برپایهٔ روابط (۱) و (۲) تعیین شد؛ در این معادلات، j و k، به‌ترتیب، نشان‌دهندهٔ زیستگاه و عامل استرس، و Ejk و Cjk، به‌ترتیب، رتبهٔ درمعرض قرار گرفتن و اثر برای عامل k در زیستگاه j است (رابطه‌های (۱) و (۲)). درنَهایت، رتبهٔ ترکیبی درمعرض



شکل ۱. موقعیت جزیرهٔ لارک

منبع عکس: https://www.larakisland.order9.ir/map

قرار گرفتن و اثر با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود. در این معادله، *I* بیانگر واحد زمین یا سلول در نقشه است (Arkema et al., 2014).

رابطه (۱) $$E_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{N} e_{ijk}}{N}$$

رابطه (۲) $$C_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{N} c_{ijk}}{N}$$

رابطه (۳) $$\mathrm{R_{jkl}} = \sqrt{(C_{jkl} - 1)^2 + (\mathrm{E_{jkl}} - 1)^2}$$

۳- نتایج

نتایج این بررسی به‌صورت دو نوع خروجی حاصل از مدل InVEST HRA ارائه شده که شامل ریسک تجمعی زیستگاه در مناطق زیرجزرومدی و بین‌جزرومدی جزیرهٔ لارک و تحلیل تأثیر هریک از عوامل استرس‌زا در مناطق بین‌جزرومدی و زیرجزرومدی است. در شکل ۲، نمودار خروجی مدل InVEST HRA در سواحل جزیرهٔ لارک نشان داده شده است. نتایج بررسی خروجی مدل InVEST HRA در منطقهٔ ساحلی (بین‌جزرومدی) جزیرهٔ لارک نشان می‌دهد که سازه‌های انسان‌ساخت و گردشگری غیرمسئولانه از عوامل استرس‌زای اصلی محسوب می‌شوند. طبق این شکل، عوامل یادشده از منظر قرارگیری و تأثیر، شدت روبه‌پایین دارند. سایر فاکتورها در محدودهٔ قرارگیری و تأثیرات پایین واقع می‌شوند. بررسی نتایج نمودار خروجی مدل InVEST HRA در منطقهٔ دریایی (زیرجزرومدی) نشان می‌دهد عامل استرس‌زای افزایش دمای سطح آب، در جزیرهٔ لارک، در معرض استرس اندک اما تأثیرات بالاست.

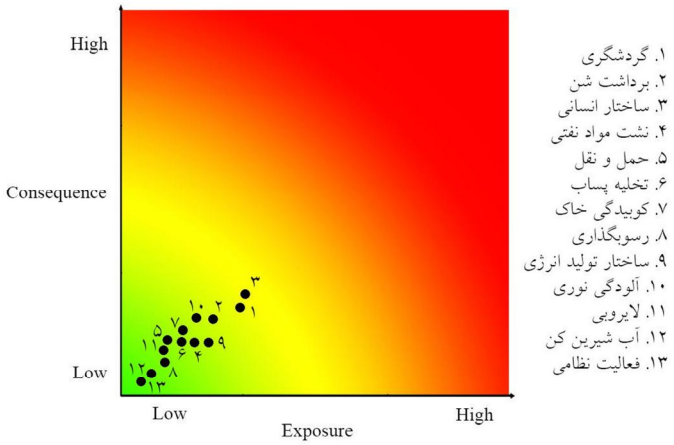
جدول ۱. فهرست عوامل استرس‌زا برای نوار ساحلی و آب‌های ساحلی جزیرهٔ لارک

طبقه‌بندی عوامل استرس‌زای انسانی و طبیعی				
ماهیگیری و آبزی‌پروری	ساختارهای انسانی	کاربری‌ها و تأثیرات انسانی و دریایی	تأثیر کاربری‌های خشکی	تغییر اقلیم
۱) صید گوش‌گیر ۲) صید گرگور ۳) صید لانگ‌لاین ۴) صید پورساین ۵) صید ساحلی ۶) صید ترال ۷) ماهیگیری تفریحی	۱) ساختارهای بستر ۲) ساختارهای انسانی ۳) ساختارهای تولید انرژی (باد، گاز طبیعی، گاز مایع، انرژی حاصل از جزرومد)	۱) کوبیدگی خاک (ساحل) ۲) لای‌روبی (کانال و اسکله) ۳) فعالیت نظامی (خاک ریز و سنگر، اسکلهٔ نظامی، صوتی) ۴) غرق شدن (به گل نشستن) (جریان خورها) ۵) تخلیهٔ مواد و پسآب ۶) استخراج دریایی (از منبع طبیعی، مواد معدنی، کدورت و کاهش تولید بنتوز، نشت رسوب و کاهش تنوع بنتوزی، برداشت شن و ماسه) ۷) نشت مواد نفتی ۸) حمل‌ونقل (صوتی) ۹) فعالیت‌های گردشگری (مشاهدهٔ حیات‌وحش، قایق‌سواری تفریحی، موج‌سواری، راندن کایاک و اسکوبا)	۱) نیروگاه ۲) رسوب‌گذاری ۳) آلودگی نوری ۴) آب‌شیرین‌کن	۱) دمای سطح آب

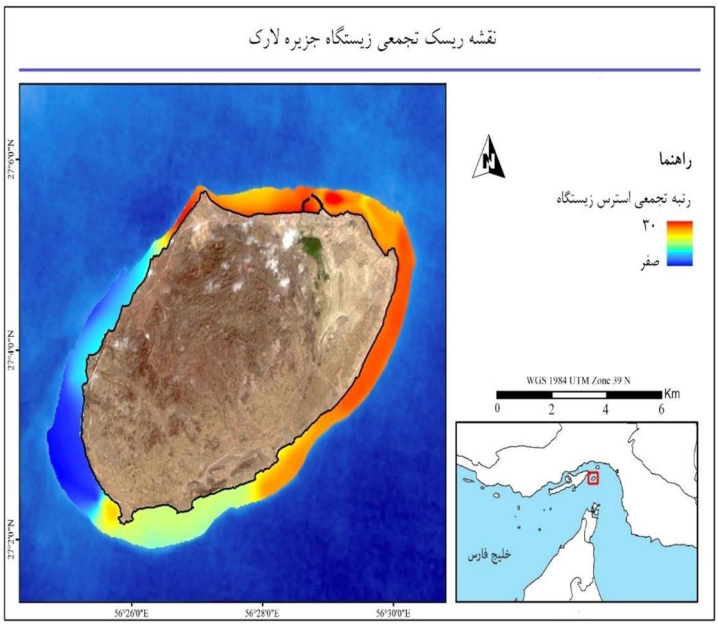
منبع: Arkema et al., 2014; Umprasoet et al., 2023

نتایج خروجی نقشهٔ ریسک تجمعی زیستگاه بین‌جزرومدی جزیرهٔ لارک در شکل ۳ و نقشهٔ ریسک تجمعی در منطقهٔ زیرجزرومدی در شکل ۴ آمده است. در منطقهٔ ساحلی (بین‌جزرومدی) این جزیره، کمترین رتبهٔ تجمعی استرس زیستگاه ۴ و بیشترین رتبهٔ تجمعی ۱۳ و میانگین رتبهٔ تجمعی استرس آن ۸/۵ است. در منطقهٔ دریایی (زیرجزرومدی) جزیرهٔ یادشده، کمترین رتبهٔ تجمعی استرس زیستگاه ۰ و بیشترین رتبهٔ تجمعی ۳۰ و میانگین رتبهٔ تجمعی استرس ۱۵ است.

نتایج نشان می‌دهد که میزان ریسک تجمعی در محدودهٔ آب‌های زیرجزرومدی جزیرهٔ لارک، در سواحل شمالی، شمال‌شرق و شرقی جزیره بالاست. در این جزیره، عمدهٔ زیستگاه‌های مهم و نیز دماهای بالای آب سطحی در گرم‌ترین ماه سال، به‌طور کلی، در شمال و شرق متمرکز شده که این مسئله باعث اختلاف بارز بین رتبه‌های ریسک زیستگاه، در بخش‌های شمال و غرب جزیره، در قیاس با شرق و جنوب آن شده است.

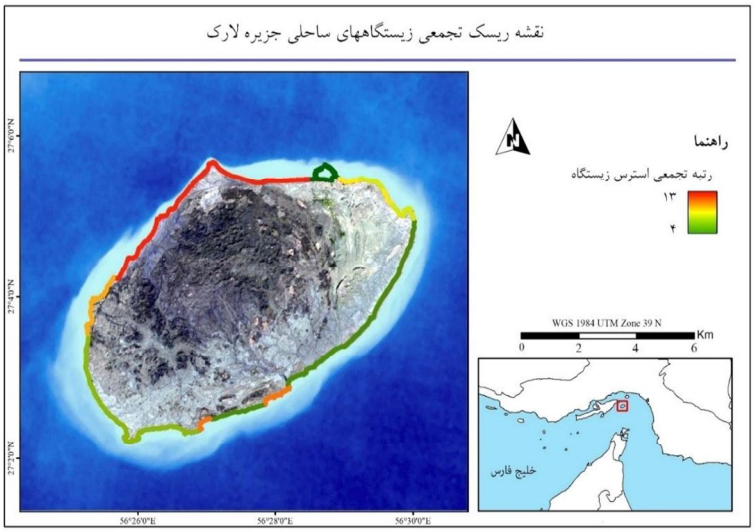


شکل ۲. نمودار خروجی مدل InVEST HRA در منطقهٔ ساحلی (بین‌جزرومدی) جزیرهٔ لارک



شکل ۳. نقشهٔ تجمعی ریسک زیستگاه در منطقهٔ زیرجزرو مدی جزیرهٔ لارک

منبع: خروجی مدل InVEST HRA

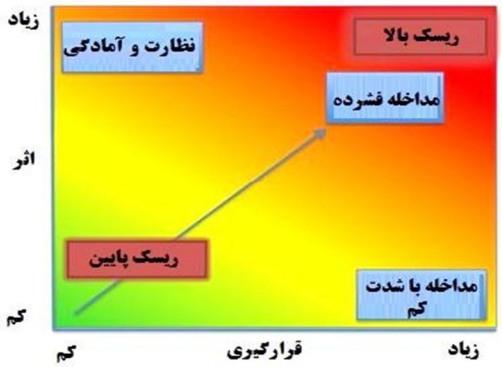


شکل ۴. نقشهٔ تجمعی ریسک زیستگاه در منطقهٔ بین جزرو مدی جزیرهٔ لارک
منبع: خروجی مدل InVEST HRA

۴- بحث و نتیجه‌گیری

مدل InVEST HRA شامل دو بعد اطلاعات برای محاسبهٔ خطر یا تأثیر در اجزای اکوسیستم است (Halpern et al., 2008; Samhouri & Levin, 2012; Arkema et al., 2014). این ابعاد، همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، درمعرض قرار گرفتن و تأثیرات را شامل می‌شود. درمعرض قرار گرفتن برابر با میزان مواجههٔ زیستگاه یا گونه با عاملی استرس زا، برمبنای اثربخشی روش‌های مدیریتی است. اثر برابر است با واکنش خاص زیستگاه به قرار گرفتن درمعرض استرس که حساسیت هر زیستگاه یا گونه به تأثیرات عامل تنش‌زا و انعطاف‌پذیری زیستگاه یا توانایی زیستگاه یا گونه در مقاومت یا بازیابی دربرابر آن عامل را دربرمی‌گیرد. براساس مدل InVEST HRA، اجرای برنامه‌های مدیریتی و نوع مواجهه با مناطق ساحلی و دریایی، با توجه به وضعیت خروجی مدل، متفاوت است. ازآنجاکه اجرای برنامه‌های مدیریتی می‌تواند تأثیرات منفی فعالیت‌های انسانی در زیستگاه‌ها را محدود کند، توجه به خروجی و اجرای این برنامه‌ها براساس آن می‌تواند در کاهش تعارضات و آسیب‌پذیری زیستگاه‌ها و گونه‌ها نقش مهمی داشته باشد.

همان‌طور که در شکل ۵ نیز نشان داده شده است، در این بررسی براساس نمودار خروجی مدل HRA InVEST، سه نوع رویکرد مدیریت زیست‌محیطی پیشنهاد شده است. در مکان‌هایی که میزان استرس و تخریب، اندک ولی تأثیرات آن بالاست، رویکرد نظارت و آمادگی اتخاذ شد. در مکان‌هایی که قرار گرفتن درمعرض استرس زیاد اما تأثیرات آن اندک است، رویکرد مداخله با شدت کم و محدود در نظر گرفته شد. درعین‌حال در مناطقی با هر دو نوع معرضیت که نتیجه چشمگیر است، رویکرد مداخلهٔ فشرده به کار رفت (Dawson et al., 2011). محققان بسیاری، با اعتقاد به اینکه توسعهٔ ساحلی می‌تواند سبب افزایش تأثیرات تجمعی استرس‌ها شود، بر این نظرند که ارائهٔ برنامه‌های مدیریتی مبتنی‌بر مدل‌هایی همچون HRA InVEST، در مقایسه با اجرای برنامه‌های احیا و بازسازی پس‌از تخریب اکوسیستم‌های ساحلی، نقش پررنگ‌تری خواهد داشت (Umprasoet et al., 2023; Guerry et al., 2012; Arkema et al., 2014). این مسئله با رویکردهای مورد نظر و پیشنهادشده در این مطالعه مطابقت دارد.



شکل ۵. رویکرد مدیریت زیست‌محیطی براساس نمودار خروجی مدل InVEST HRA

منبع: Dawson et al., 2011

نتایج بیانگر تفاوت بین قرار گرفتن و اثر عوامل استرس‌زای گوناگون مورد بررسی در سواحل جزیرهٔ لارک است. در این جزیره، عامل حمل‌ونقل دریایی دارای قرارگیری بالا و تأثیرات اندک است؛ ازاین‌رو دراین‌زمینه، رویکرد نظارت و آمادگی پیشنهاد می‌شود. دراین‌باره می‌توان اطلاعات درمورد تغییرات در اکوسیستم‌ها را به نهادهای مدیریت‌کنندهٔ بلایا انتقال داد تا مسئولیت‌پذیری مدیران، در حوزه‌های گوناگون مرتبط، افزایش یابد. اجرای برنامه‌هایی مانند CEPA به‌منزلهٔ روندی مدیریتی در تغییرات تنوع زیستی و بخشی از برنامهٔ اقدام ملی و استراتژی‌های تنوع زیستی NBSAPs است که به نیل به این هدف کمک می‌کند. عامل صید ترال در اطراف جزیره دارای شدت استرس روبه‌بالاست؛ بنابراین میزان مداخلات در این زمینه باید افزایش یابد. در محدودهٔ آب‌های دریایی (زیرجزرومدی) در اطراف جزیرهٔ لارک، عوامل استخراج دریایی، نشت مواد نفتی، استفاده از آب‌شیرین‌کن، صید گوش‌گیر و صید ساحلی سنتی دارای میزان استرس متوسط‌اند. درزَمینهٔ رویکرد مداخله با شدت متوسط تا زیاد، چنین اقداماتی در این منطقه پیشنهاد می‌شود: استفاده از حداکثر توان به‌منظور جذب حمایت‌های مالی ملی و بین‌المللی برای حفاظت از محیط‌زیست ساحلی و دریایی، مطالعه و پژوهش دربارهٔ معیارهای حفاظتی در مناطق ساحلی مشابه سراسر دنیا و اجرای این معیارها، اجرای طرح‌های پایش و اندازه‌گیری دوره‌ای آلودگی‌های زیست‌محیطی و سنجش سلامت و شاخص‌های زیستی، تدوین طرح و انجام دادن اقدامات عملی در حفاظت محیط‌زیست ساحلی دریایی، اجرای رویکردهای مدیریت مبتنی‌بر زیست‌بوم و بهره‌برداری پایدار جوامع محلی از خدمات زیست‌بومی، معرفی طبیعت و منظره‌های زیبای منطقه و ایجاد تسهیلات برای تفرج و گردشگری پایدار در آن، بهره‌گیری از فنّاوری‌های نو در رویکردهای حفاظتی برای توسعهٔ پایدار، طرح‌ریزی به‌منظور زون‌بندی برای شناسایی مناطق حساس اکولوژیک و ارتقای آن به منطقه‌ای حفاظت‌شده، مطالعاتی با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی، تشکیل ستاد مدیریت بحران زیست‌محیطی، استقرار سامانه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، برقراری نظام مدیریت یکپارچهٔ ساحلی (ICZM) در سواحل. درزَمینهٔ دیگر عوامل استرس‌زا، نتایج بیانگر معرضیت و تأثیرات اندک است و اقداماتی همچون افزایش آگاهی زیست‌محیطی جوامع محلی، صیادان، دستگاه‌ها و ذی‌نفعان گوناگون در منطقهٔ ساحلی پیشنهاد می‌شود. آرکما[1] و همکاران (۲۰۱۴) انواع مخاطرات زیستگاه‌های ساحلی و دریایی ناشی از فعالیت‌های انسانی را با استفاده از مدل HRA InVEST، در سواحل بلیز[2] در امریکای مرکزی، بررسی و برمبنای آن، برنامه‌ای مدیریتی را پیشنهاد و مشخص کردند کدام فعالیت دارای خطر بیشتر و همچنین دارای سهم بیشتری است. طبق نظر این محققان، برپایهٔ اطلاعات حاصل از مدل InVEST HRA می‌توان، با مشورت با ذی‌نفعان و سیاست‌گذاران، مکان‌های دارای وسعت فضایی (و درنتیجه، معرضیت) برخی از فعالیت‌های پرخطر را شناسایی و تأثیر این خطرها و تهدیدها را کاهش داد یا جابه‌جا کرد و یا به مناطق بدون زیستگاه‌های حساس انتقال داد و بر این اساس،

1. Arkema
2. Belize

برنامه‌ریزی کرد. طبق این مطالعات، مسئولان بلیز سناریوی مدیریت آگاهانه را به‌منزلهٔ طرح فضایی ترجیحی، برای فعالیت‌های انسانی در منطقهٔ ساحلی و دریایی، به کار می‌برند. نتایج این پژوهش آرکما و همکاران (۲۰۱۴) و پیشنهادهای مطرح‌شدهٔ مبتنی‌بر مدل InVEST HRA با روش‌های مدیریتی پیشنهادی در این مطالعه مشابهت دارد.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد رتبهٔ استرس در محدودهٔ زیرجزرومدی در سواحل شمالی، شمال‌شرق و شرقی اطراف جزیرهٔ لارک در طیف نسبتاً زیاد و زیاد قرار گرفته است. مطابق با میانگین تهدید منطقهٔ زیرجزرومدی، می‌توان چنین تفسیری داشت که در وضعیت کنونی، رتبهٔ استرس و تهدیدها زیاد است؛ ازاین‌رو زیستگاه‌های مرجانی و جلبکی، در این منطقه، درمعرض استرس و تهدید چشمگیری قرار دارند و رویکرد مداخلهٔ فشرده، مانند مشخص کردن مناطق حفاظت‌شدهٔ دریایی و جلوگیری از ورود عوامل آلاینده به آنها، باید مورد توجه قرار گیرد. اومپرازوئه[1] و همکاران (۲۰۲۳) آثار تجمعی استرس‌های گوناگون را در سواحل سریراچا[2]، جزیرهٔ سیچانگ[3] تایلند، با استفاده از مدل InVEST HRA بررسی کردند. نتایج این مطالعه بیانگر اثر معتنابه عوامل استرس‌زا در ریف مرجانی و زیستگاه‌های کف‌زی منطقهٔ ساحلی است. این پژوهشگران برمبنای نتایج مدل InVEST HRA رویکرد مداخلهٔ فشرده، مانند افزایش تدابیر حفاظتی درزَمینهٔ سیاست‌ها، توسعهٔ مناطق حفاظت‌شدهٔ دریایی و جابه‌جایی مناطق پهلوگیری شناورها را پیشنهاد کردند.

رتبهٔ استرس محدودهٔ بین‌جزرومدی، در سواحل غربی جزیرهٔ لارک، در طیف بالا قرار دارد. براساس میانگین تهدید منطقهٔ بین‌جزرومدی، می‌توان بیان کرد که در وضعیت فعلی، رتبهٔ استرس و تهدیدها در نقاط گوناگون ساحلی جزیرهٔ لارک، به‌جز غرب آن، شرایط تقریباً مشابهی دارد. بااین‌حال در بخش‌هایی از منطقهٔ ساحلی شرق جزیره، به‌دلایل گوناگونی، روند تخریب آغاز شده و عدد تخریب از صفر رو به فزونی گرفته است. درصورتی‌که طرح‌های توسعه‌ای آتی و توسعهٔ کاربری‌های انسان‌ساخت بدون توجه به این بخش‌های کانونی تخریب، به‌ویژه در سواحل غربی جزیره، ادامه یابد، این احتمال بالقوه وجود خواهد داشت که منطقهٔ ساحلی با افزایش تخریب مواجه شود. ازاین‌رو، در اعمال برنامه‌های مدیریت محیط‌زیستی و نیز روندهای توسعه‌ای آتی که ممکن است فشار استرس را بر سواحل افزایش دهد، باید تفاوت در رتبهٔ استرس و تهدیدها را در سواحل گوناگون جزیرهٔ لارک در نظر گرفت.

۵- تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پروژهٔ «مطالعه و تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی و شناسنامه جهت مدیریت زیست‌محیطی جزایر ابوموسی، هرمز، هنگام و لارک» است که با حمایت مادی و معنوی معاونت محیط‌زیست دریایی و تالاب‌های سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران انجام شده است.

۶- منابع

Arkema, K.K., Verutes, G., Bernhardt, J.R., Clarke, C., Rosado, S., Maritza, C. & Zegher, J., 2014, **Assessing Habitat Risk from Human Activities to Inform Coastal and Marine Spatial Planning: A Demonstration in Belize**, Environmental Research Letters, 9(11), P. 114016, https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/114016.

Belari, C., Ichikawa, K., Wong, B. & Mulongoy, K., 2010, **Sustainable Use of Biological Diversity in Socio- Ecological Production Landscapes. Background to the Satoyama Initiative for the Benefit of Biodiversity and Human Wellbeing**, Journal of Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 22(3), PP. 617-634.

1. Umprasoet
2. Sriracha
3. Sichang

Cabral, P., Levrel, H., Schoenn, J., Thiébaut, E., Le Mao, P., Mongruel, R. & Daures, F., 2015, **Marine Habitats Ecosystem Service Potential: A Vulnerability Approach in the Normand-Breton (Saint Malo) Gulf, France**, Ecosystem Services, 16(Supplement C), PP. 306-318, https://doi.org/10.1016/ j.ecoser.2014.09.007.

Chung, M.G., Kang, H. & Choi, S.U., 2015, **Assessment of Coastal Ecosystem Services for Conservation Strategies in South Korea**, PLOS ONE, 10(7), P. e0133856, https://doi.org/10.1371/journal. pone.0133856.

Duggan, J.M., Eichelberger, B.A., Ma, S., Lawler, J.J. & Ziv, G., 2015, **Informing Management of Rare Species with an Approach Combining Scenario Modeling and Spatially Explicit Risk Assessment**, Ecosystem Health and Sustainability, 1(6), PP. 1-18, https://doi.org/10.1890/EHS14-0009.1

Elliff, C.I. & Kikuchi, R.K.P., 2017, **Ecosystem Services Provided by Coral Reefs in a Southwestern Atlantic Archipelago**, Ocean & Coastal Management, 136(Supplement C), PP. 49-55, https://doi.org/10.1016/ j.ocecoaman.2016.11.021.

Guerry, A.D., Ruckelshaus, M.H., Arkema, K.K., Bernhardt, J.R., Guannel, G., Kim, C.K., Marsik, M., Papenfus, M., Toft, J.E. & Verutes, G., 2012, **Modeling Benefits from Nature: Using Ecosystem Services to Inform Coastal and Marine Spatial Planning**, Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag., 8, PP. 107-121.

Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C. & Bruno, J.F., 2008, **A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems**, Science, 319, PP. 948-952.

Han, H., Hwang, Y., Ha, S.R. & Kim, B.S., 2015, **Modeling Future Land Use Scenarios in South Korea: Applying the IPCC Special Report on Emissions Scenarios and the SLEUTH Model on a Local Scale**, Environmental Management, 55, PP. 1064-1079.

Ma, S., Duggan, J.M., Eichelberger, B.A., McNally, B.W., Foster, J.R., Pepi, E. & Ziv, G., 2016, **Valuation of Ecosystem Services to Inform Management of Multiple-Use Landscapes**, Ecosystem Services, 19, PP. 6-18, https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016. 03.005.

Samhouri, J.F. & Levin, P.S., 2012, **Linking Land- and Sea-Based Activities to Risk in Coastal Ecosystems**, Biological Conservation, 145(1), PP. 118-129, doi:10.1016/ j.biocon.2011. 10.021.

Sofyaniyan, A., 1999, **Identification of Sensitive Marine Areas in the Persian Gulf**, Master's thesis, Department of Fisheries and Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Umprasoet, W., Mu, Y., Somrup, S., Junchompoo, C., Guo, Z. & Zhang, Z., 2023, **Assessment of Habitat Risks Caused by Human Activities and Integrated Approach to Marine Spatial Planning: The Case of Sriracha District-Sichang Island**, Coasts, 3, PP. 190-208, https:// doi.org/10.3390/coasts3030012.