Environmental
Hazards
Management
University of Tehran Press
Home Page: https://jhsci.ut.ac.ir
Iranian Hazardology Association
Online ISSN: 2383-0530

Assessment of environmental hazards and vulnerability of Hara protected area using DPSIR model

Parvaneh Sobhani[1] |Afshin Danehkar[2*]

1. Department of Environmental Science, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran . Email: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Environmental Science, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: danehkar@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 11 October 2023
Revised 05 November 2023
Accepted 11 November 2023
Published 11 December 2023

Keywords:
Environmental hazards,
Degree of vulnerability,
Prioritization of threatening factors,
Hara protected area.

ABSTRACT

The impacts of environmental hazards are one of the main factors of increasing vulnerability in protected areas. Therefore, identification of environmental hazards and vulnerability degree in these areas is very important. In this regard, in the present study, assessment of environmental hazards and vulnerability in the Hara protected area was conducted in the conceptual framework of the DPSIR model. In the following, after identifying the major environmental hazards in the region, the priority and ranking of these hazards were determined using the TOPSIS method. According to the results obtained, 31 factors are involved in the occurrence of environmental hazards in the Hara protected area. 24 factors are of human origin and 7 factors are of environmental origin. The obtained results indicate that the main cause of environmental hazards in the region is caused by human factors. In addition, according to the results of weighting and prioritization of environmental hazards in the region, the highest weight is assigned to the "severity of the impact" and the lowest weight to the "probability of occurrence" of environmental hazards. The degree of riskiness of the threatening factors of the region also indicates that out of 31 known factors, 11 factors are related to intolerable hazards and 10 factors are significant environmental The degree of riskiness of the threatening factors of the region also indicates that out of 31 known factors, 11 factors are related to intolerable risks and 10 factors are significant environmental risks. Based on this, the development of human activities and the continuation of the severity of environmental hazards can lead to an increase in vulnerability as well as irreparable effects on the mangrove protected area. Therefore, controlling these risks requires integrated planning and management at the regional level. In this regard, the results of this study can help decision makers and planners in formulating a management plan as well as adopting strategic measures in this area by providing a range of environmental hazards and the level of riskiness of the Hara protected area. Accordingly, the development of human activities and the continuation of the severity of environmental hazards can lead to an increase in vulnerability as well as irreparable impacts on the Hara protected area. Therefore, controlling these hazards requires integrated planning and management at the regional level. In this regard, the results of this study can help decision-makers and planners in formulating a management plan as well as adopting strategic measures in this area by providing a range of environmental hazards and the level of riskiness of the Hara protected area.

Cite this article: Sobhani, P. & Danehkar, A. (2023). Assessment of environmental hazards and vulnerability of Hara protected area using DPSIR model. *Environmental Hazards Management*, 10 (3), 215-232. DOI: http//doi.org/10.22059/jhsci.2023.366567.797

© Parvaneh Sobhani, Afshin Danehkar. **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jhsci.2023.366567.797

Introduction

Today, Protected Areas (PAs) are considered one of the most important natural ecosystems for the protection of biodiversity, as well as the productivity of ecosystem services to provide livelihood and human needs. These areas are special protection symbols that have received more attention and

priority due to their high biodiversity as well as biological sensitivities and legal prohibitions in human activities development.

In this regard, mangrove forests are the most valuable biological reserves and managed areas in the world, whose ecological function is known to protect the coasts against waves and the speed of coastline erosion. Hara PA is not excluded from this; this area is one of the Important Bird Areas (IBA) of the country among the 105 regions of the country and also among the 5 Ecologically or Biologically Significant Marine Areas (EBSA) located in Iran. Unfortunately, in recent years, due to population growth and the development of excessive human activities, it has led to an increase in environmental hazards and threats to habitat and biodiversity in these natural ecosystems. Accordingly, the present study aims to identify environmental hazards in the conceptual framework of DPSIR model, as well as vulnerability assessment can show a correct understanding of the relationships between the functions of mangrove forests and its threatening factors, and this action is an effective step for the management and protection of mangrove habitats in the Hara PA. In addition, in this study, an attempt was made to prioritize and rank environmental hazards in the area by using TOPSIS multi-criteria decision-making methods and also to provide optimal management solutions to control these risks.

Materials and methods

The present research was investigated by focusing on the environmental conditions of the Hara PAs and all the stress factors and environmental hazards that disturb the ecological balance and endanger the existence and survival of the area. This research consists of three stages, in the first stage, description, system analysis, and recognition of environmental hazards of the area was conducted based on the DPSIR method. In the second stage, the known environmental hazards were scored in five categories: very high, high, medium, low, and very low (in the numerical range of 1, 3, 5, 7, and 9) and finally, in the third stage, the hazards were graded according to TOPSIS was ranked and prioritized.

Discussion and Results

According to the obtained results, 31 factors play a role in the occurrence of environmental hazards in Hara PA, out of 24 factors are of human origin and 7 factors are of environmental origin. The obtained results indicate that the main cause of environmental hazards in the area is caused by human factors. In addition, according to the results of weighting and prioritization of environmental hazards in the region, the highest weight is assigned to the severity of the effect, and the lowest weight is allotted to the probability of occurrence of environmental hazards. Also, the major environmental risks in the area with the highest rating are, respectively, "excessive harvesting of branches and wandering camels", "petroleum spillage", "changes in land cover/use", "construction of wharves and Ports", "Overfishing", "Destruction of habitats", "Innumerable boat traffic and stopping of barges", "Water pollution", "Dredging and removal of bed sediment", "Increasing the rate of natural sedimentation" and "Introduction of non-native species". The degree of vulnerability of the threatening factors of the region also indicates that out of 31 known factors, 11 factors are related to intolerable risks and 10 factors are significant environmental hazards. Since coastal areas include a major part of various human activities including social, economic, industrial, and military, they require comprehensive and multilateral planning to reduce and control the impacts of environmental hazards in the area. Therefore, the assessment of environmental hazards and the prioritization of these risks are very important in the studies of integrated management plans of coastal areas as well as mangrove habitats.

Conclusion

According to the obtained results, the development of human activities and the continuation of the severity of environmental hazards can lead to an increase in vulnerability, as well as irreparable effects on the Hara PA. Therefore, controlling these hazards requires strategic planning and management solutions at the regional level. In this regard, the results of this study can help the decision-makers and planners in formulating a management plan, as well as adopting strategic measures in this area by providing a range of environmental hazards and the degree of riskiness of Hara PA.

انتشارات دانشگاه تهران

مدیریت مخاطرات محیطی

سایت نشریه: https://jhsci.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۴۱۶۸-۲۴۲۳

ارزیابی مخاطرات محیطی و آسیب‌پذیری منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا با استفاده از مدل DPSIR

پروانه سبحانی[۱] | افشین دانه‌کار[۲*]

۱. گروه محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکدهٔ منابع طبیعی، کرج، ایران. رایانامه: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir

۲. نویسندهٔ مسئول، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکدهٔ منابع طبیعی، کرج، ایران. رایانامه: danehkar@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

کلیدواژه:
اولویت‌بندی عوامل تهدیدکننده،
درجهٔ مخاطره‌پذیری،
مخاطرات محیطی،
منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا.

چکیده

مخاطرات محیطی از مهم‌ترین عوامل افزایش آسیب‌پذیری در مناطق تحت حفاظت است، از این‌رو شناسایی این مخاطرات در اکوسیستم‌های طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر به ارزیابی مخاطرات محیطی و آسیب‌پذیری در منطقهٔ حفاظت‌شده حرا در چارچوب مفهومی مدل DPSIR پرداخته شد و سپس اولویت و رتبه‌بندی این مخاطرات با استفاده از روش TOPSIS تعیین شد. مطابق نتایج، ۳۱ عامل در وقوع مخاطرات محیطی در منطقه اثر دارند که ۲۴ عامل دارای منشأ انسانی و ۷ عامل دارای منشأ محیطی هستند. نتایج حاکی از آن است که مهم‌ترین عامل وقوع مخاطرات محیطی در منطقهٔ حرا، عوامل انسانی است. افزون‌بر این، مطابق نتایج وزن‌دهی و اولویت‌بندی مخاطرات محیطی در منطقه، بیشترین وزن مربوط به «شدت اثر» و کمترین وزن مربوط به «احتمال وقوع» مخاطرات محیطی اختصاص است. درجهٔ مخاطره‌پذیری عوامل تهدیدکنندهٔ منطقه نیز حاکی از آن است که از ۳۱ عامل شناخته‌شده، ۱۱ عامل از مخاطرات تحمل‌ناپذیر و ۱۰ عامل از مخاطرات محیطی شایان توجه هستند. بر این اساس، توسعهٔ فعالیت‌های انسانی و تداوم شدت وقوع مخاطرات محیطی می‌تواند به افزایش آسیب‌پذیری و همچنین اثرهای جبران‌ناپذیر در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا منجر شود. بنابراین کنترل این مخاطرات مستلزم برنامه‌ریزی و مدیریتی یکپارچه در سطح منطقه است. در این زمینه، نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند با ارائهٔ گستره‌ای از مخاطرات محیطی و درجهٔ مخاطره‌پذیر بودن منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا، به تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در تدوین برنامه‌ای مدیریتی و نیز اتخاذ اقداماتی راهبردی در این منطقه کمک کند.

استناد: سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲). ارزیابی مخاطرات محیطی و آسیب‌پذیری منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا با استفاده از مدل DPSIR. *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۱۰ (۳)، ۲۱۵-۲۳۲.
DOI: http//doi.org/10.22059/jhsci.2023.366567.797

© پروانه سبحانی[۱] | افشین دانه‌کار. **ناشر:** مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/jhsci.2023.366567.797

مقدمه

امروزه مناطق تحت حفاظت از مهم‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی برای حفاظت از تنوع زیستی و نیز بهره‌وری از خدمات اکوسیستمی برای تأمین معیشت و نیازهای انسانی محسوب می‌شوند [۲۶، ۵۵]. این مناطق نمادهای حفاظتی ویژه‌ای هستند که به‌دلیل برخورداری از تنوع زیستی زیاد و نیز حساسیت‌های زیستی و ممنوعیت‌های قانونی در توسعهٔ فعالیت‌های انسانی مورد توجه و اولویت بیشتری قرار گرفته‌اند [۵۶]. علی‌رغم اهمیت و حساسیت‌های بوم‌شناختی این اکوسیستم‌های طبیعی، مخاطرات محیطی از عوامل تهدیدکننده و چالش‌برانگیزترین موضوعات مطالعاتی در روابط بین انسان و محیط‌زیست در این مناطق هستند [۴۷].

وقوع مخاطرات محیطی، خود پیامدهای چشمگیری ندارد، بلکه در زمینهٔ آسیب‌پذیری انسان و محیط زیست است که می‌توانند موجب تهدیدهای زیستی و پیامدهای آسیب‌پذیری شوند [۱۹، ۴۵]. بنابراین تحلیل مخاطرات محیطی و آسیب‌پذیری می‌تواند ابزار مناسبی در تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی اقدام مدیریت بحران باشند [۱۶، ۳۱]. با توجه به اهمیت حفاظت از محیط زیست و مناطق تحت حفاظت، به‌ویژه اکوسیستم‌های جنگلی، شناسایی انواع مخاطرهٔ محیطی و اتخاذ سازوکارهایی مناسب برای کاهش و کنترل تخریب آنها از اهمیت زیادی برخوردار است [۵۶].

جنگل‌های مانگرو، اصلی‌ترین ذخایر ارزشمند زیستی و مناطق تحت مدیریت در جهان هستند که عملکرد بوم‌شناختی آنها در حفاظت از سواحل در برابر امواج و سرعت فرسایش خطوط ساحلی شناخته‌شده است. جنگل‌های مانگرو به‌سبب گسترهٔ وسیعی از خدمات بوم‌سازگان از جمله خدمات تولیدی (چوب، الوار، زغال، آبزیان)، خدمات تنظیمی (تعدیل اقلیم، جلوگیری از نفوذ آب دریا، تنظیم سیلاب‌ها)، خدمات حمایتی (نوزادگاه، پشتیبانی از چرخهٔ مواد مغذی کشاورزی، تأمین تنوع زیستی مورد نیاز انسان) و خدمات فرهنگی (تحقیقات، آموزش، زیباشناختی، پیوندهای فرهنگی و اعتقادی و طبیعت‌گردی) همواره مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان بوده‌اند [۳۰، ۴۸]. به‌رغم خدمات متنوع و متعدد، این بوم‌سازگان حساس ساحلی در معرض فشارهای مختلف انسانی قرار دارند و فعالیت‌های انسانی از جمله آبزی‌پروری، توسعهٔ شهری، آلودگی محیط زیست، جنگل‌زدایی، برداشت بیش از ظرفیت از خدمات آنها و افزایش سطح دریا تهدیدهای دائمی برای رشد مانگروها محسوب می‌شوند [۵۰، ۵۱] که سبب شده در طول نیم قرن گذشته، این جنگل‌ها با کاهش وسعت شدیدی مواجه شوند و بیش از یک‌سوم گسترهٔ آنها تا آغاز هزارهٔ جدید در معرض نابودی و افزایش آسیب‌پذیری قرار گیرد [۱۹، ۳۱]. افزون‌بر فعالیت‌های انسانی، پیامدهای تغییرات آب‌وهوایی مانند فرسایش خاک، سیل و توفان نیز در افزایش آسیب‌پذیری و نابودی جنگل‌های مانگرو اهمیت زیادی داشته است [۲۱، ۳۲].

جنگل‌های مانگرو در ۱۱۸ کشور و منطقه پراکنش متفاوتی دارند و مساحتی بالغ بر ۱۴۷۰۰۰ کیلومترمربع از جهان را به خود اختصاص داده‌اند [۴۹]. توزیع جهانی مانگروها حاکی از آن است که حدود ۷۵ درصد از تراکم این جنگل‌ها در ۱۵ کشور متمرکز شده است که از این وسعت تنها ۶/۹ درصد در مناطق حفاظت‌شده رشد یافته‌اند. از این‌رو ارزیابی آسیب‌پذیری و مخاطرات محیطی در این بوم‌سازگان طبیعی و مدیریت‌شده از ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت این موضوع پژوهش‌هایی در این زمینه صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش باهری و همکاران (۱۴۰۱) در تحلیل عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ارسباران و تدوین راهبردهای مدیریتی با استفاده از مدل DPSIR اشاره کرد. نتایج حاکی از آن است که بیشترین تهدیدهای منطقه شامل ارزش‌های بوم‌شناختی از جمله از بین رفتن گیاهان درختچه‌ای و درختی، زیستگاه حیات وحش و کاهش تنوع زیستی است و از لحاظ آسیب‌پذیری، تخریب و تغییر کاربری اراضی، جنگل‌زدایی، دامداری و دامپروری بیشترین آسیب را به منطقه وارد می‌کنند [۲]. در پژوهشی دیگر کیانپور و همکاران (۱۴۰۱) به ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم تالاب میانگران پرداختند و نتیجه گرفتند که این منطقه با وجود دارا بودن ارزش‌های فراوان اکولوژیک، هیدرولوژیکی و اجتماعی- اقتصادی، در معرض عوامل تهدیدکنندهٔ فراوانی قرار گرفته است که بیشترین آسیب در حوزهٔ ارزش‌های اکولوژیک و هیدرولوژیکی مشاهده می‌شود. از این‌رو راهکارهای مدیریتی ارائه‌شده باید در این دو حوضه بیشتر مورد توجه قرار گیرند و اجرا شوند [۱۳]. دشتی و کریمی‌پور (۱۴۰۱) به ارزیابی مخاطرات محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان با استفاده از مدل DPSIR و TOPSIS پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که بیشترین سطح مخاطرات محیطی در این منطقه در سطح قابل تحمل و محدود است [۷]. زنگ و همکاران (۲۰۲۱) به ارزیابی مخاطرات محیطی در جنوب غربی گوانگشی و خلیج بیبو براساس مدل DPSIR و -OWA

GIS پرداختند و نتیجه گرفتند که مناطق کارستی و نواحی ساحلی خلیج بیبو در معرض سطح بالایی از مخاطرات محیطی و فعالیت‌های گسترده انسانی قرار دارند، درحالی که مناطق جنگلی در Baise سطح پایینی از خطرها و آسیب‌پذیری را در این مناطق نشان می‌دهند [۶۴]. اکرم و همکاران (۲۰۲۳) سلامت، عملکردها، مخاطرات و چالش‌های مرتبط با شیوه‌های مدیریت جنگل‌های مانگرو را بررسی کردند و دریافتند که توسعهٔ ساحلی، گسترش آبزی‌پروری، جنگل‌زدایی، تغییرات آب‌وهوایی، بیماری‌ها و آلودگی‌ها از مهم‌ترین عوامل تهدیدکنندهٔ پایداری در این جنگل‌ها هستند. در این زمینه نبود اقدامات نظارتی دقیق، چارچوب‌های قانونی و ناآگاهی جامعه از این مناطق، زمینه‌ساز مدیریت ناکارامد در جنگل‌های مانگرو است [۱۸].

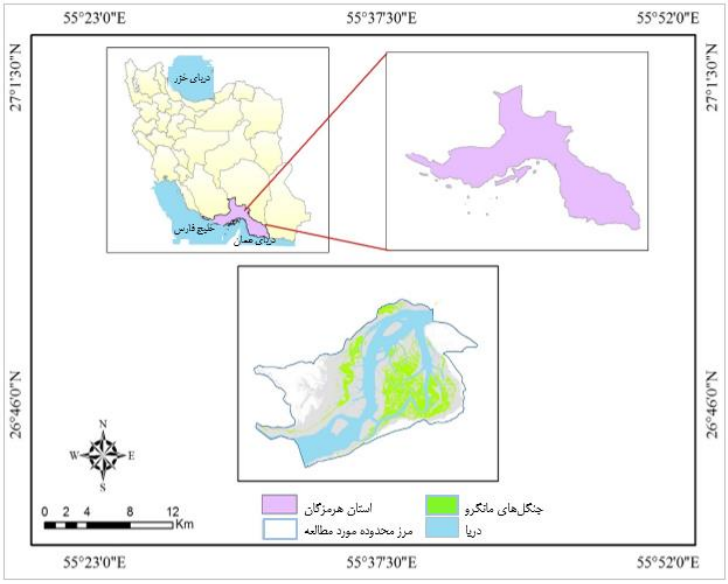
مطابق پژوهش‌ها، ارزیابی مخاطرات محیطی براساس مدل DPSIR چارچوبی مفهومی برای ساماندهی نیروهای محرکه[1]، فشارها[2]، تغییرات وضعیت[3]، تأثیرات[4] و پاسخ[5] برای بیان قابل قبول بین فعالیت‌های انسانی و اجزای محیطی است تا در مدیریت و حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی مفید واقع شود. از این‌رو این مدل برای برنامه‌ریزی توسعهٔ فعالیت‌های انسانی در مناطق تحت حفاظت از اهمیت و کاربرد زیادی برخوردار است. در این زمینه منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا نیز از این امر مستثنا نیست. این منطقه از زیستگاه‌های مهم پرندگان (IBA)[6] کشور از میان ۱۰۵ منطقهٔ کشور است و نیز یکی از پنج محدودهٔ مهم بوم‌شناختی/ زیست‌شناختی دریایی جهان (EBSA)[7] در ایران است [۸]. توده‌های جنگلی مانگرو منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا بزرگ‌ترین رویشگاه طبیعی درخت حرا (*Avicennia marina*) در حوضهٔ خلیج فارس و دربرگیرندهٔ شش رویشگاه عمده از جمله پهل، مردو، خمیر– لشتغان، سایه خوش، ساحل قشم و خورخوران است. متأسفانه در طی سال‌های اخیر رشد جمعیت و توسعهٔ فعالیت‌های بی‌رویهٔ انسانی سبب افزایش مخاطرات محیطی و تهدید زیستگاه و تنوع زیستی، در این بوم‌سازگان طبیعی شده است. بر این اساس پژوهش حاضر با هدف شناسایی مخاطرات محیطی در چارچوب مفهومی مدل DPSIR و همچنین ارزیابی آسیب‌پذیری می‌تواند درک صحیحی از روابط میان عملکردهای جنگل‌های مانگرو و عوامل تهدیدکنندهٔ آن ارائه دهد. این اقدام گام مؤثری برای مدیریت و حفاظت از رویشگاه‌های مانگرو در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا است. افزون‌بر این، در این پژوهش تلاش شد تا با بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS به اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مخاطرات محیطی منطقه و هم‌چنین ارائهٔ راهکارهای بهینهٔ مدیریتی برای کنترل این مخاطرات پرداخته شود. پژوهش حاضر تکمیل‌کنندهٔ دیگر تحقیقات صورت‌گرفته با هدف ارزیابی مخاطرات محیطی و درجهٔ آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا به‌عنوان یکی از ذخایر ارزشمند زیستی جنوب کشور است. همچنین تا کنون پژوهشی در خصوص درجهٔ مخاطره‌پذیری و اولویت‌بندی مخاطرات شناسایی شده در چارچوب مدل مفهومی DPSIR، در این منطقهٔ حفاظت‌شده انجام نگرفته است. بدین ترتیب مهم‌ترین پرسش‌های مطرح‌شده در این پژوهش عبارت‌اند از: ۱. مهم‌ترین مخاطرات محیطی شناخته‌شده (نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ) در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا کدام‌اند؟ ۲. کدام‌یک از مخاطرات از اولویت بیشتری برخوردار است؟ ۳. چه اقدامات کنترلی در زمینهٔ کاهش مخاطرات محیطی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا می‌توان پیشنهاد کرد؟

محدودهٔ پژوهش

منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا با وسعت ۸۶،۲۵۸ هکتار در استان هرمزگان و شهرستان‌های خمیر، قشم و بندرلنگه واقع است (شکل ۱). گونهٔ غالب گیاهی مانگرو در این منطقه اجتماعات خالص، ناهمسال و ناهمگن درخت حرا است که در سه تیپ رویشگاهی دلتایی، ساحلی و جزیره‌ای توزیع شده‌اند. از نظر گونه‌های جانوری نیز این منطقه دارای ۶ خانواده و ۱۶ گونه پستاندار خشکی‌زی و آبزی شناسایی شده است و ۱۱۱ گونه پرنده از ۳۳ خانواده نیز در فصول مختلف سال در منطقه دیده می‌شود [۶، ۱۲]. منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا به‌دلیل وسعت زیاد و نیز متصل بودن مرزهای شمالی و جنوبی منطقه به خشکی‌های مجاور و تعداد زیاد

1. Driving force (D)
2. Pressure (P)
3. State (S)
4. Impact (I)
5. Response (R)
6. Important Bird Area (IBA)
7. Ecologically or Biologically Significant Marine Areas (EBSA)

خورهای اصلی و فرعی، همهٔ پستانداران شناخته‌شده در جنگل‌های مانگرو ایران را در خود جای داده است. از فراوان‌ترین پستانداران دریایی در این محدوده می‌توان به پورپویز پوزه‌پهن (پورپویز بی‌باله) اشاره کرد. این منطقه افزون‌بر غنای زیستی زیاد به‌دلیل برخورداری از جاذبه‌های گردشگری متعدد و دسترسی مناسب از طریق اسکلهٔ تفریحی بندر خمیر، اسکله‌های بندر لافت (جدید و قدیم)، طبل، سهیلی، گورزین، دهخدا، دوربنی و گوران در جزیرهٔ قشم برای بازدیدهای گردشگری و توسعهٔ فعالیت‌های تفرجی و طبیعت‌گردی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۹] که می‌تواند یکی از عوامل تهدیدکننده و تأثیرگذار بر افزایش مخاطرات محیطی در منطقه باشد [۱۱].



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدودهٔ پژوهش

روش‌شناسی

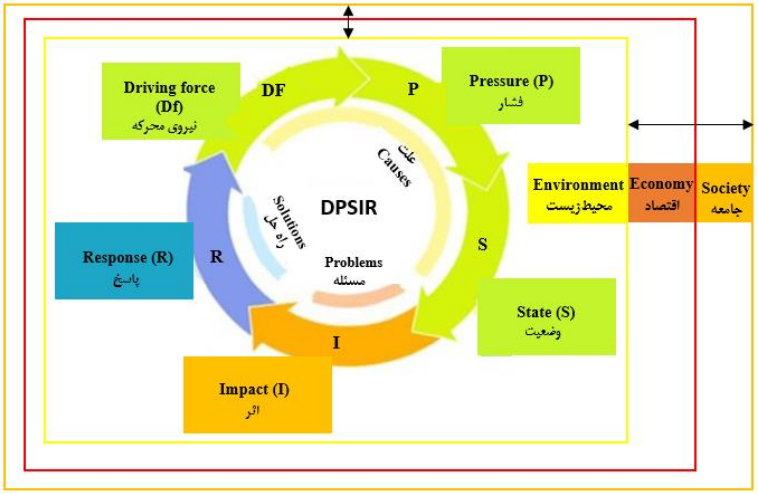
این پژوهش در سه مرحله انجام گرفت: در مرحلهٔ اول به تشریح، تجزیه‌وتحلیل سیستمی و شناخت مخاطرات محیطی منطقه براساس روش DPSIR پرداخته شد. در مرحلهٔ دوم مخاطرات محیطی شناخته‌شده در پنج طبقهٔ خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم (در دامنهٔ عددی ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹) امتیازدهی شد و در نهایت در مرحلهٔ سوم، مخاطرات به روش TOPSIS رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شد.

شناخت وضعیت منطقه براساس رویکرد DPSIR: در این مرحله به شناخت و تجزیه‌وتحلیل سیستمی با استفاده از داده‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد موجود [۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۴۵]، در چارچوب مدل DPSIR پرداخته شد (شکل ۲). این مدل از کاربرد، کارایی و قابلیت مقایسهٔ مناسبی برخوردار و براساس اصول پایداری در مقیاس‌های مختلف قابل استفاده است. مدل DPSIR ابزاری مدیریتی است که علل و پیامدهای مشکلات محیط زیستی را شناسایی و تحلیل می‌کند [۱]. این مدل می‌تواند تصمیم‌گیری ذی‌نفعان را بهبود بخشد و نتایج مطلوبی را در تحقیقات نشان دهد [۴۰]. چارچوب DPSIR زنجیرهٔ ارتباطات علیت است که با نیروهای محرکه آغاز می‌شود و از طریق فشارها بر وضعیت و تأثیرات بر اکوسیستم‌ها، سلامت انسان و عملکردها شکل می‌گیرد و در نهایت به پاسخ‌های مدیریتی منجر می‌شود. این مدل مجموعه‌ای از شاخص‌ها را تولید و چارچوبی برای استفادهٔ گسترده در زمینهٔ حفاظت از محیط زیست و توسعهٔ پایدار را فراهم می‌کند [۵].

مدل DPSIR از محرکه‌ها (D)، فشار (P)، وضعیت (S)، اثر (I) و پاسخ (R) تشکیل شده است [۲۷، ۵۲] که به‌ترتیب «محرکه‌ها»، فعالیت‌های رشد اجتماعی، جمعیتی و اقتصادی را نشان می‌دهند که به تغییر در رفتار سیستم منجر می‌شوند [۳۷، ۶۰]. منظور از «فشارها» فعالیت‌ها یا فرایندهای مرتبط با انسان هستند که بیان‌کنندهٔ میزان تأثیرات نامطلوب آنها بر محیط است [۳۶، ۶۴]. «وضعیت» نیز به تغییرات در یکپارچگی اکولوژیک اشاره دارد که شامل تغییر در شرایط فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی

یک منطقهٔ خاص است و به‌عبارت دیگر به‌سبب فشارهای وارد بر سیستم سبب تغییر در وضعیت اکوسیستم می‌شود [۳۷]. «اثر» به رفاه انسانی در نظام اقتصادی–اجتماعی اشاره دارد و منظور این است که با تغییر در وضعیت محیط زیستی، شرایط زندگی انسان نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در نهایت «پاسخ» مربوط به اقدامات و برنامه‌های سیاسی است که توسط نهادها، جامعه و دولت هدایت می‌شود [۳۷، ۶۰]. مدل DPSIR با نیروی محرکه‌ای شروع می‌شود که اساساً فشار را ایجاد می‌کند. به‌همین ترتیب، فشار سبب ایجاد تغییراتی در محیط اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی می‌شود و تأثیراتی را بر وضعیت بر جای می‌گذارد و در نهایت، پاسخ به چهار بخش دیگر در چارچوب بازمی‌گردد و یک چرخه علّی جدیدی را آغاز می‌کند (شکل ۲). در این چارچوب نیروهای محرکه، فشارها، وضعیت و تأثیرات شناسایی می‌شوند و در نهایت بعد از ارزیابی آسیب‌پذیری پاسخ‌های احتمالی در قالب راهکارهای مدیریتی بیان می‌شود.

ارزیابی مخاطرات: برای ارزیابی مخاطرات از سه شاخص شدت مخاطرات، احتمال مخاطرات و حساسیت محیط پذیرنده استفاده شد و سپس مطابق جدول ۱، برای هر یک از مخاطرات امتیازی تعیین شد. بدین ترتیب هرچه محیط پذیرندهٔ مخاطرات، حساسیت بیشتری داشته باشد، مخاطرات نمرهٔ بیشتری دریافت خواهند کرد [۵۳].



شکل ۲. چارچوب مفهومی مدل DPSIR و تأثیرات متقابل آنها [۷، ۳۲]

جدول ۱. مقادیر مربوط به شدت مخاطرات، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده [۳۴، ۴۶، ۵۳]

شدت مخاطرات	احتمال وقوع	حساسیت محیط پذیرنده	امتیاز
خطرها کم است و قابل چشم‌پوشی می‌باشد/آسیب ناچیز به منابع	اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل مخاطرات خیلی‌کم باشد	اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی کمی به عامل مخاطرات داشته باشند	۱
پتانسیل آسیب کم است/ آسیب کم به منابع	اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل مخاطرات کم باشد	اگر محیط پذیرنده حساسیت کمی به عامل مخاطرات داشته باشند	۲
پرخطر/آسیب متوسط به منابع	اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل مخاطرات متوسط باشد	اگر محیط پذیرنده حساسیت متوسطی به عامل مخاطرات داشته باشند	۳
بالقوه خطرناک/ آسیب شدید به منابع (خطرناک)	اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل مخاطرات زیاد باشد	اگر محیط پذیرنده حساسیت زیادی به عامل مخاطرات داشته باشند	۴
بسیار خطرناک/آسیب شدید به منابع (فاجعه‌بار)	اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل مخاطرات خیلی‌زیاد باشد	اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی زیادی به عامل مخاطرات داشته باشند	۵

اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مخاطرات محیطی: برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مخاطرات محیطی از روش TOPSIS در نرم‌افزار TOPSIS Solver استفاده شد که گام‌های این روش عبارت‌اند از [۲۳]:

۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و بی‌مقیاس‌سازی آن (رابطهٔ ۱)؛

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}^2}} \quad (۱)$$

۲. وزن‌دهی به ماتریس تصمیم استانداردشده (رابطهٔ ۲)؛

ماتریس نرمال وزنی $V = R_D.W_{n*n} = \begin{bmatrix} v_{11},\dots & v_{1n} \\ v_{m1},\dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ (۲)

۳. محاسبهٔ گزینهٔ ایده‌آل مثبت (رابطهٔ ۳) و ایده‌آل منفی (رابطهٔ ۴) برای هر یک از معیارها؛

گزینهٔ ایده‌آل مثبت $A^+ = \left\{ \max_i v_{ij} \middle| j \in J), \ (\min_i v_{ij} \middle| j \in J'), i = 1,\dots,m \right\} = \{v_1^+, \dots, v_n^+\}$ (۳)

گزینه ایده آل منفی $A^- = \left\{ \min_i v_{ij} \middle| j \in J), (\max_i v_{ij} \middle| j \in J'), i = 1,\dots,m \right\} = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}$ (۴)

۴. تعیین فاصلهٔ هر گزینه از ایده‌آل مثبت (رابطهٔ ۵) و ایده‌آل منفی (رابطهٔ ۶)؛

فاصله گزینه i ام از ایده آل مثبت $D_i^+ = \{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2\}$ (۵)

فاصله از گزینه i ام از ایده آل منفی $D_i^- = \{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2\}$ (۶)

۵. محاسبهٔ نزدیکی نسبی گزینهٔ i (Ai) به راه حل ایده‌آل (رابطهٔ ۷)؛

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (۷)$$

۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس C_iها

در ادامه برای تعیین درجهٔ آسیب‌پذیری (مخاطره‌پذیری)، مخاطرات محیطی به‌صورت صعودی به نزولی مرتب شدند و مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده براساس رابطه‌های ۸ و ۹ تعیین شد. بدین‌ترتیب مخاطرات مدنظر در پنج سطح تحمل‌ناپذیر، شایان توجه، متوسط، تحمل‌پذیر و جزئی طبقه‌بندی شدند. در رابطهٔ ۸، n برابر با تعداد مخاطرات محیطی رخ‌داده است.

تعداد رده = ۱ +۳/۳ log (n) (۸)

طول ردهٔ تعداد مخاطرات= بزرگ‌ترین مقدارمخاطرات–کوچک‌ترین مقدار مخاطرات/تعداد ردهٔ مخاطرات (۹)

نتایج

شناسایی مخاطرات محیطی منطقه در چارچوب مدل DPSIR

ابتدا براساس مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد موجود و هم‌چنین نظر کارشناسان و متخصصان، مخاطرات محیطی در چارچوب مدل DPSIR (نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ) شناسایی شد (جدول ۲). همان‌طور که نتایج نشان داد، ۳۱ عامل تهدیدکننده (فشار) در منطقه شناسایی شد که منشأ آنها دو عامل انسانی و محیطی به‌شرح جدول زیر است. نتایج حاکی از آن است که پیشران‌های تهدیدکننده در عوامل انسانی شامل «برداشت بیش از ظرفیت خدمات اکوسیستمی»، «توسعه فعالیت‌های انسانی» و «ضعف مدیریتی» است. در خصوص عوامل طبیعی نیز می‌توان به «تغییرات اقلیمی» در منطقه اشاره کرد.

جدول ۲. نتایج شناسایی مخاطرات محیطی منطقه در چارچوب مدل DPSIR

منشأ مخاطرات	پیشران‌های تهدید	فشار	وضعیت	اثر	پاسخ
انسانی	برداشت بیش از ظرفیت خدمات اکوسیستمی	– برداشت بیش از حد از سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان	سطح تراکم پوشش گیاهی	کاهش تنوع زیستی	پس از ارزیابی آسیب‌پذیری پاسخ‌ها در قالب راهکارهای مدیریتی و اقدامات کنترلی ارائه شده است.
		– صید بی‌رویهٔ ماهی – جمع‌آوری تخم پرندگان	سطح ذخایر منابع زیستی	نابودی ذخایر منابع زیستی	
		– شکار غیرمجاز پرندگان	تعداد گونه‌های در خطر انقراض	افزایش خطر انقراض	
		– گردشگری خارج از ظرفیت	تعداد زیاد گردشگران در منطقه	افزایش ناپایداری	
	توسعهٔ فعالیت‌های انسانی	– تغییرات پوشش/کاربری اراضی	تبدیل یک کاربری به کاربری دیگر	ازهم‌گسیختگی زیستگاه	
		– تخریب زیستگاه‌ها	تغییر در یکپارچگی زیستگاه		
		– ساخت اسکله‌ها و بندرها	تغییر در یکپارچگی زیستگاه و بر هم زدن تعادل اکولوژیک		
		– لایروبی و برداشت رسوب بستر	افزایش فرسایش	کاهش کیفیت زیستگاه	
		– احداث سد در بالادست رویشگاه	بر هم زدن تعادل اکولوژیک	آسیب‌پذیری اکوسیستم	
		– معرفی گونه‌های غیربومی	افزایش گونه‌های مهاجم	تخریب زیستگاه	
		– آسیب به حیات وحش منطقه	تعدادگونه‌های درخطرانقراض	انقراض گونه‌های جانوری	
		– احداث معدن و معدن‌کاری در پس‌کرانه	تخریب زیستگاه	کاهش یکپارچگی‌زیستگاه	
		– دفع نامناسب پسماندهای‌شهری و روستایی		دفع نامناسب پسماندهای شهری و روستایی	
		– انتقال فاضلاب و پساب شهری		انتقال فاضلاب و پساب شهری	
		– نشت مواد نفتی		نشت مواد نفتی	
		–آلودگی آب	کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی	افزایش آلودگی منابع آبی	
		– آلودگی نوری – انتشار آلودگی هوا – آلودگی صوتی در مجاورت رویشگاه‌ها	افزایش آلودگی‌های محیطی	کاهش کیفیت زیستگاه	
		– تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها	برهم زدن تعادل اکولوژیک زیستگاه		
	ضعف مدیریتی	– آگاهی اندک جوامع محلی دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	افزایش آلودگی و تخریب زیستگاه	نابودی رویشگاه‌ها	
		– آگاهی اندک گردشگران دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه			
		– انسجام نداشتن مشارکت‌های مردمی	نبود مشارکت در حفاظت از رویشگاه‌های منطقه		
طبیعی	تغییرات اقلیمی	– افزایش دمای هوا و سطح آب	کاهش کیفیت هوا و آب	وقوع خشکسالی‌های اقلیمی و هیدرولوژیک	
		– توفان‌های گرمسیری	افزایش تندبادها	آسیب‌پذیری رویشگاه‌ها	
		– مرگ‌ومیر جانوران	تعداد گونه‌های در خطر انقراض	افزایش انقراض گونه‌های جانوری	
		– آب‌گرفتگی دریایی نامتعارف	بالا آمدن سطح آب	وقوع سیلاب	
		– افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی	فرسایش ساحلی	آسیب‌پذیری رویشگاه‌ها	
		– خشک شدن نامعلوم پایه‌های حرا	کاهش تراکم پوشش گیاهی	کاهش تنوع‌زیستی	
		– شیوع بیماری و آفات گیاهی			

رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مخاطرات محیطی

در ادامه پس از شناسایی مخاطرات تهدیدکننده در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا، به رتبه‌بندی این عوامل با استفاده از روش TOPSIS پرداخته شد. ابتدا سه معیار شدت اثر، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده برای هر عامل برآورد شد (جدول ۳) و سپس روش TOPSIS در شش مرحله شامل وزن‌دهی عوامل براساس آنتروپی شانون، ماتریس بی‌مقیاس‌سازی موزون و نتایج حاصل از رتبه‌بندی مخاطرات محیطی منطقه اجرا شد (جدول‌های ۴ تا ۷). در گام بعد به تعیین درجهٔ مخاطره‌پذیری این عوامل تهدیدکننده مطابق با جدول ۸ پرداخته شد. نتایج نشان داد که در بین معیارهای مخاطرات محیطی بیشترین وزن مربوط به شدت اثر (۰/۳۵) و کمترین وزن مربوط به احتمال وقوع (۰/۳۲) مخاطرات است (جدول ۵). مهم‌ترین مخاطرات محیطی با بیشترین رتبه در منطقه به‌ترتیب عبارت‌اند از «برداشت بیش از حداز سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان»، «نشت مواد نفتی»، «تغییرات پوشش/کاربری اراضی»، «ساخت اسکله‌ها و بندرها»، «صید بی‌رویهٔ ماهی»، «تخریب زیستگاه‌ها»، «تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها»، «آلودگی آب»، «لایروبی و برداشت رسوب بستر»، «افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی» و «معرفی گونه‌های غیربومی» (جدول ۷).

درجهٔ مخاطره‌پذیری عوامل تهدیدکنندهٔ منطقه نیز حاکی از آن است که از ۳۱ عامل شناخته شده، ۱۱ عامل (برداشت بیش از حد از سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان، نشت مواد نفتی، تغییرات پوشش/کاربری اراضی، ساخت اسکله‌ها و بندرها، صید بی‌رویهٔ ماهی، تخریب زیستگاه‌ها، تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها، آلودگی آب، لایروبی و برداشت رسوب بستر، افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی و معرفی گونه‌های غیربومی) دارای بیشترین مخاطرات محیطی و در ردهٔ تحمل‌ناپذیر (با حدود رده ۰/۵۸۷–۰/۷۳۴) قرار گرفته‌اند. افزون‌بر این، ۱۰ عامل دیگر از مخاطرات محیطی شناخته‌شده در این منطقه (شکار غیرمجاز پرندگان، آسیب به حیات وحش منطقه، دفع نامناسب پسماندهای شهری و روستایی، انتقال فاضلاب و پساب شهری، توفان‌های گرمسیری، مرگ‌ومیر جانوران، شیوع بیماری و آفات گیاهی، جمع‌آوری تخم پرندگان، گردشگری خارج از ظرفیت، احداث سد در بالادست رویشگاه، احداث معدن و معدن‌کاری در پس‌کرانه، آلودگی نوری، انتشار آلودگی هوا، آلودگی صوتی در مجاورت رویشگاه‌ها، آگاهی اندک جوامع محلی دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه، آگاهی اندک گردشگران دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه، انسجام نداشتن مشارکت‌های مردمی، افزایش دمای هوا و سطح آب، آب‌گرفتگی دریایی نامتعارف و خشک شدن نامعلوم پایه‌های حرا) از نوع مخاطرات محیطی شایان توجه (با حدود رده ۰/۴۳۶–۰/۵۸۶) هستند (جدول ۸). در نهایت به‌منظور پاسخ به مخاطرات محیطی، به ارائهٔ اقدامات کنترلی در زمینهٔ کاهش مخاطرات و عوامل تهدیدکننده در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا پرداخته شد (جدول ۹).

جدول ۳. امتیازدهی به معیارهای مخاطرات محیطی در منطقه

منشأ مخاطرات	پیشران‌های تهدید	عامل مخاطرات محیطی (فشار)	کد حرفی	معیارها		
				شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده
انسانی	برداشت بیش از ظرفیت خدمات اکوسیستمی	برداشت بیش از حد از سرشاخه‌ها و تعلیف شترها	A_1	۵	۵	۵
		صید بی‌رویهٔ ماهی	A_2	۵	۵	۵
		جمع‌آوری تخم پرندگان	A_3	۳	۲	۲
		شکار غیرمجاز پرندگان	A_4	۳	۲	۳
		گردش‌گری خارج از ظرفیت	A_5	۳	۴	۳
	توسعهٔ فعالیت‌های انسانی	تغییرات پوشش/کاربری اراضی	A_6	۵	۵	۵
		تخریب زیستگاه‌ها	A_7	۵	۵	۵
		ساخت اسکله‌ها و بندرها	A_8	۵	۵	۵
		لایروبی و برداشت رسوب بستر	A_9	۵	۴	۵
		احداث سد در بالادست رویشگاه	A_{10}	۳	۳	۳
		معرفی گونه‌های غیربومی	A_{11}	۴	۳	۳
		آسیب به حیات وحش منطقه	A_{12}	۵	۴	۴

ادامهٔ جدول ۳.

منشأ مخاطرات	پیشران‌های تهدید	عامل مخاطرات محیطی (فشار)	کد حرفی	معیارها	منشأ مخاطرات	پیشران‌های تهدید
		احداث معدن و معدن‌کاری در پس‌کرانه	A_{13}	۲	۲	۲
		دفع نامناسب پسماندهای‌شهری و روستایی	A_{14}	۲	۳	۲
		انتقال فاضلاب و پساب شهری	A_{15}	۲	۳	۲
		نشت مواد نفتی	A_{16}	۵	۵	۵
		آلودگی آب	A_{17}	۵	۵	۵
		آلودگی نوری	A_{18}	۲	۲	۲
		انتشار آلودگی هوا	A_{19}	۲	۲	۲
		آلودگی صوتی در مجاورت رویشگاه‌ها	A_{20}	۲	۲	۲
		تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها	A_{21}	۵	۵	۵
		آگاهی اندک جوامع محلی دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	A_{22}	۴	۳	۲
	ضعف مدیریتی	آگاهی اندک گردشگران دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	A_{23}	۴	۳	۲
		انسجام نداشتن مشارکت‌های مردمی	A_{24}	۳	۲	۲
		افزایش دمای هوا و سطح آب	A_{25}	۴	۳	۲
		توفان‌های گرمسیری	A_{26}	۲	۳	۲
		مرگ‌ومیر جانوران	A_{27}	۲	۳	۲
محیطی	تغییرات اقلیمی	آب‌گرفتگی دریایی نامتعارف	A_{28}	۴	۴	۴
		افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی	A_{29}	۵	۴	۵
		خشک شدن نامعلوم پایه‌های حرا	A_{30}	۲	۲	۲
		شیوع بیماری و آفات گیاهی	A_{31}	۲	۳	۲

جدول ٤. ماتریس بی‌مقیاس (استانداردسازی) شده

مخاطرات	شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده	مخاطرات	شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده
A_1	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{17}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_2	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{18}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹
A_3	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹	A_{19}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹
A_4	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۸	A_{20}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹
A_5	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۶۸	A_{21}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_6	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{22}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_7	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{23}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_8	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{24}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_9	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶	A_{25}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶
A_{10}	۰/۰۲۳۶	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۶۸	A_{26}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۹
A_{11}	۰/۰۳۵۱	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۶۸	A_{27}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۹
A_{12}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۳۵۱	۰/۰۳۵۷	A_{28}	۰/۰۳۵۱	۰/۰۳۵۱	۰/۰۳۵۷
A_{13}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹	A_{29}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۳۵۱	۰/۰۴۴۶
A_{14}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۹	A_{30}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۹
A_{15}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۹	A_{31}	۰/۰۱۷۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۱۷۹
A_{16}	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۳۹	۰/۰۴۴۶				

جدول ۵. وزن مخاطرات محیطی براساس روش آنتروپی شانون

شاخص	شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده
وزن نهایی	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳۳

جدول ٦. وزن‌دهی به ماتریس نرمال‌شده

مخاطرات	شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده	مخاطرات	شدت اثر	احتمال وقوع	حساسیت محیط‌پذیرنده
A_1	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{17}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۵۹
A_2	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{18}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۹
A_3	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۹	A_{19}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۹
A_4	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۸۸	A_{20}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۱۴۷
A_5	۰/۰۱۵۴	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۸۸	A_{21}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷
A_6	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{22}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷
A_7	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{23}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷
A_8	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{24}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷
A_9	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷	A_{25}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷
A_{10}	۰/۰۱۲۳	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۸۸	A_{26}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۵۹
A_{11}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۸۸	A_{27}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۵۹
A_{12}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۱۸	A_{28}	۰/۰۱۲۳	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۱۸
A_{13}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۹	A_{29}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۴۷
A_{14}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۵۹	A_{30}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۹
A_{15}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۰۸۴	۰/۰۱۴۷	A_{31}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۵۹
A_{16}	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۴۷				

جدول ۷. نتایج حاصل از رتبه‌بندی مخاطرات تهدیدکنندهٔ منطقه

مخاطرات	D_i+	D_i-	Ci	رتبه	مخاطرات	D_i+	D_i-	Ci	رتبه
A_1	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۷۳۳	۱	A_{17}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۱۸	۸
A_2	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۵۸	۵	A_{18}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۱	۰/۴۵۶	۲۷
A_3	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۱	۰/۴۶۴	۲۶	A_{19}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۱	۰/۵۱۷	۱۹
A_4	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۹۲	۰/۴۷۲	۲۵	A_{20}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۱۴۷	۰/۴۵۲	۲۸
A_5	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۹۲	۰/۴۹۸	۲۲	A_{21}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۲۵	۷
A_6	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۸۹	۳	A_{22}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۴۴۷	۲۹
A_7	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۳۴	۶	A_{23}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۴۳۸	۳۱
A_8	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۷۲	۴	A_{24}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۴۴۳	۳۰
A_9	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۶۱۰	۹	A_{25}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۵۳۲	۱۶
A_{10}	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۸۸	۰/۵۱۱	۲۰	A_{26}	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۸۴	۰/۵۷۸	۱۲
A_{11}	۰/۰۱۲۳	۰/۰۰۸۸	۰/۵۸۹	۱۱	A_{27}	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۸۴	۰/۴۸۳	۲۳
A_{12}	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۵۴	۰/۴۷۸	۲۴	A_{28}	۰/۰۱۱۸	۰/۰۱۲۳	۰/۵۴۶	۱۵
A_{13}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۱	۰/۵۰۴	۲۱	A_{29}	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۵۴	۰/۶۰۲	۱۰
A_{14}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۴۷	۰/۵۵۴	۱۴	A_{30}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۱	۰/۵۲۱	۱۸
A_{15}	۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۴۷	۰/۵۶۱	۱۳	A_{31}	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۸۴	۰/۵۲۸	۱۷
A_{16}	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۴	۰/۷۲۰	۲					

جدول ۸. درجه مخاطره‌پذیری عوامل تهدیدکننده در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا

تعریف رده	حدود رده	مخاطرات	Ci
تحمل‌ناپذیر	۰/۰–۵۸۷/۷۳۴	برداشت بیش از حداز سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان	۰/۷۳۳
		نشت مواد نفتی	۰/۷۲۰
		تغییرات پوشش/کاربری اراضی	۰/۶۸۹
		ساخت اسکله‌ها و بندرها	۰/۶۷۲
		صید بی‌رویهٔ ماهی	۰/۶۵۸
		تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها	۰/۶۵۲
		تخریب زیستگاه‌ها	۰/۶۳۴
		آلودگی آب	۰/۶۱۸
		لایروبی و برداشت رسوب بستر	۰/۶۱۰
		افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی	۰/۶۰۲
		معرفی گونه‌های غیربومی	۰/۵۸۹
شایان توجه	۰/۰–۴۳۶/۵۸۶	توفان‌های گرمسیری	۰/۵۷۸
		آب‌گرفتگی دریایی نامتعارف	۰/۵۶۴
		انتقال فاضلاب و پساب شهری	۰/۵۶۱
		دفع نامناسب پسماندهای شهری و روستایی	۰/۵۵۴
		افزایش دمای هوا و سطح آب	۰/۵۳۲
		شیوع بیماری و آفات گیاهی	۰/۵۲۸
		خشک شدن نامعلوم پایه‌های حرا	۰/۵۲۱
		انتشار آلودگی هوا	۰/۵۱۷
		احداث سد در بالادست رویشگاه	۰/۵۱۱
		احداث معدن و معدن‌کاری در پس‌کرانه	۰/۵۰۴
		گردشگری خارج از ظرفیت	۰/۴۹۸
		مرگ‌ومیر جانوران	۰/۴۸۳
		آسیب به حیات وحش منطقه	۰/۴۷۸
		شکار غیرمجاز پرندگان	۰/۴۷۲
		جمع‌آوری تخم پرندگان	۰/۴۶۴
		آلودگی نوری	۰/۴۵۶
		آلودگی صوتی درمجاورت رویشگاه‌ها	۰/۴۵۲
		آگاهی اندک جوامع محلی دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	۰/۴۴۷
		انسجام نداشتن مشارکت‌های مردمی	۰/۴۴۳
		آگاهی اندک گردشگران دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	۰/۴۳۸

جدول ۹. اقدامات کنترلی در زمینهٔ کاهش مخاطرات محیطی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا

مخاطرات	اقدامات
برداشت بیش از حد از سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان	جلوگیری از سرشاخه‌زنی و تأمین علوفه برای تعلیف دام‌ها (به‌ویژه شتر) از راه کشت گیاهان
نشت مواد نفتی	تدوین دستورالعمل‌های الزام‌آور برای جلوگیری از نشت مواد نفتی به محیط
ساخت اسکله‌ها و بندرها	جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیرقانونی و بی‌رویه
تغییرات پوشش/کاربری اراضی	جلوگیری از تغییرات کاربری اراضی (جنگل به زمین)
صید بی‌رویهٔ ماهی	افزایش کنترل و پایش در زمینهٔ حفظ تنوع زیستی منطقه
آلودگی آب	کنترل آلودگی‌های محیطی
تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها	تدوین قوانین و مقررات منسجم در حفاظت از منطقه
لایروبی و برداشت رسوب بستر	گسترش طرح‌های آبخیزداری در منطقه
تخریب زیستگاه‌ها	تهیهٔ طرح مدیریت یکپارچه و زون‌بندی منطقه
افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی	گسترش طرح‌های آبخیزداری در منطقه
معرفی گونه‌های غیربومی	افزایش کنترل و پایش بر حفظ تنوع زیستی منطقه

ادامهٔ جدول ۹.

مخاطرات	اقدامات
شکار غیرمجاز پرندگان	تدوین قوانین و مقررات منسجم در حفاظت از منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا
آسیب به حیات وحش منطقه	افزایش کنترل و پایش بر حفظ تنوع زیستی منطقه
دفع نامناسب پسماندهای شهری و روستایی	جمع‌آوری بهداشتی پسماندهای شهری و روستایی
انتقال فاضلاب و پساب شهری	ساماندهی پساب‌های شهری
توفان‌های گرمسیری	ارائهٔ راهکارهای مدیریتی برای کنترل و مقابله با تغییرات اقلیم
مرگ‌ومیر جانوران	افزایش کنترل و پایش در زمینهٔ تنوع زیستی منطقه
شیوع بیماری و آفات گیاهی	کشت گونه‌های مقاوم به آفات و بیماری‌ها
جمع‌آوری تخم پرندگان	افزایش کنترل و پایش بر حفظ تنوع زیستی منطقه
گردشگری خارج از ظرفیت	تعیین تعداد گردشگران مجاز در منطقه (برآورد ظرفیت برد گردشگری)
احداث سد در بالادست رویشگاه	جلوگیری از احداث سد بدون مطالعات اصولی و کارشناسی
احداث معدن و معدن‌کاری در پس‌کرانه	جلوگیری از توسعهٔ فعالیت‌های آسیب‌زای انسانی
آلودگی نوری انتشار آلودگی هوا آلودگی صوتی درمجاورت رویشگاه‌ها	کنترل آلودگی‌های محیطی و تدوین قوانین و مقررات منسجم در حفاظت از منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا
آگاهی اندک جوامع محلی دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	آموزش و فرهنگ‌سازی بهینه در بین جوامع محلی با هدف بهره‌برداری صحیح از منطقه
آگاهی اندک گردشگران دربارهٔ ارزش‌های زیستی منطقه	آموزش و فرهنگ‌سازی بهینه در بین گردشگران با هدف حفاظت از منطقه
انسجام نداشتن مشارکت‌های مردمی	گسترش همکاری و مشارکت‌های مردمی در مدیریت رویشگاه‌های مانگرو
افزایش دمای هوا و سطح آب	معرفی راهکارهای مدیریتی برای کنترل و مقابله با تغییرات اقلیم
آب‌گرفتگی دریایی نامتعارف	گسترش طرح‌های آبخیزداری و سیلاب‌بندی
خشک شدن نامعلوم پایه‌های حرا	افزایش کنترل و پایش بر حفظ گونه‌های گیاهی منطقه

بحث و نتیجه‌گیری

مطابق نتایج به‌دست‌آمده ۳۱ عامل در وقوع مخاطرات محیطی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا نقش دارند که ۲۴ عامل منشأ انسانی و ۷ عامل منشأ محیطی دارند. نتایج حاکی از آن است که مهم‌ترین دلایل وقوع مخاطرات محیطی در منطقه عوامل انسانی است که همسو با نتایج تحقیقات جعفری آذر و همکاران (۱۳۹۶) و یعقوب‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) است. یافته‌های آنها حاکی از آن است که به‌دلیل رشد جمعیت و توسعهٔ فعالیت‌های انسانی در طی سال‌های اخیر، رویشگاه‌های مانگرو جنوب کشور با مخاطرات محیطی متعددی مواجه شده‌اند [۳، ۱۶]. فریس و همکاران (۲۰۲۱) نیز بیان کردند که جوامع ساحلی همواره به‌دلیل بهره‌مندی از خدمات اکوسیستمی مانگروها، به این رویشگاه‌های طبیعی وابسته‌اند؛ با وجود این، تخریب و نابودی جنگل‌های مانگرو با توجه به برداشت بیش از ظرفیت خدمات اکوسیستمی آنها امری رایج و چشمگیر است [۲۹]. نتایج بررسی‌های اکرم و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که امروزه جنگل‌های مانگرو با تهدیدهای متعددی مواجه‌اند که منشأ این مخاطرات فعالیت‌های انسانی از جمله گسترش آبزی‌پروری، جنگل‌زدایی، افزایش آلاینده‌ها و تغییرات آب‌وهوایی و دیگر پیامدهای ناشی از افزایش جمعیت و توسعهٔ فعالیت‌های انسانی است [۱۸].

افزون‌بر این، مطابق نتایج وزن‌دهی و اولویت‌بندی مخاطرات محیطی در منطقه، بیشترین وزن مربوط به شدت اثر و کمترین وزن مربوط به احتمال وقوع مخاطرات محیطی است. همچنین مهم‌ترین مخاطرات محیطی در منطقه با بیشترین رتبه به‌ترتیب عبارت‌اند از «برداشت بیش از حداز سرشاخه‌ها و تعلیف شترهای سرگردان»، «نشت مواد نفتی»، «تغییرات پوشش/کاربری اراضی»، «ساخت اسکله‌ها و بندرها»، «صید بی‌رویهٔ ماهی»، «تخریب زیستگاه‌ها»، «تردد بی‌شمار قایق‌ها و توقف لنج‌ها»، «آلودگی آب»، «لایروبی و برداشت رسوب بستر»، «افزایش نرخ رسوبگذاری طبیعی» و «معرفی گونه‌های غیربومی». در این زمینه یعقوب‌زاده و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به تعیین گسترهٔ مخاطرات محیطی در استان‌های ساحلی کشور پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که مهم‌ترین مخاطرات در جنگل‌های مانگرو شامل برداشت بیش از حد از سرشاخه‌ها، افزایش دمای هوا و سطح آب، نشت مواد نفتی و آب‌گرفتگی دریا هستند [۱۷]. در برخی پژوهش‌ها مانند تحقیقات اعتمادی و همکاران (۲۰۲۱) و

سیپو و همکاران (۲۰۱۸) نیز نتایج نشان داد که ساخت اسکله‌ها و بندرها، لایروبی و برداشت رسوب بستر، نشت مواد نفتی، آلودگی آب، افزایش دمای هوا و سطح آب و نیز بالا آمدن سطح تراز آب مهم‌ترین مخاطرات محیطی شناخته‌شده در رویشگاه‌های مانگرو هستند [۲۸، ۵۴]. الانگی و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که افزایش سطح آب، تغییرات دما و بارش‌ها، فعالیت‌های انسانی همچون توسعهٔ شهری، آبزی‌پروری، استخراج معادن و بهره‌برداری بیش از حد از چوب، ماهی، سخت‌پوستان و صدف‌ها مخاطرات زیادی را برای رویشگاه‌های مانگرو سبب می‌شوند [۲۰].

درجهٔ مخاطره‌پذیری عوامل تهدیدکنندهٔ منطقه نیز حاکی از آن است که از ۳۱ عامل شناخته‌شده، ۱۱ عامل مربوط به مخاطرات تحمل‌ناپذیر و ۱۰ عامل مربوط به مخاطرات محیطی شایان توجه هستند. این نتایج در پژوهش دشتی و کریمی‌پور نیز تأیید شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین مخاطرات محیطی و عوامل تهدیدزا در مناطق ساحلی و دریایی مربوط به مخاطرات محیطی شایان توجه با حدود ردهٔ ۰/۴۴۱–۰/۵۸۷ و آسیب‌پذیری زیاد است. ازآنجا که مناطق ساحلی دربرگیرندهٔ بخش عمده‌ای از فعالیت‌های گوناگون انسانی از جمله اجتماعی، اقتصادی، صنعتی و نظامی هستند، مستلزم برنامه‌ریزی جامع و چندجانبه در زمینهٔ کاهش و کنترل پیامدهای مخاطرات محیطی در منطقه هستند. بنابراین ارزیابی مخاطرات محیطی و اولویت‌بندی این مخاطرات در مطالعات طرح‌های مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی و همچنین بستر رویشگاه‌های مانگرو از اهمیت زیادی برخوردار است.

مطابق نتایج، توسعهٔ فعالیت‌های انسانی و تداوم در شدت وقوع مخاطرات محیطی می‌تواند سبب افزایش آسیب‌پذیری شود و نیز پیامدهای جبران‌ناپذیری در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا داشته باشد. بر این اساس، کنترل این مخاطرات مستلزم برنامه‌ریزی راهبردی و راهکارهای مدیریتی در منطقه است. نتایج این پژوهش می‌تواند با ارائهٔ گستره‌ای از مخاطرات محیطی و درجهٔ مخاطره‌پذیر بودن منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا، به تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در تدوین برنامه‌ای مدیریتی و نیز اتخاذ اقداماتی راهبردی در این منطقه کمک کند.

سپاسگزاری

این مقاله با همکاری و مساعدت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF)، برگرفته از طرح شمارهٔ ۴۰۰۵۹۷۲ به انجام رسیده است که بدین وسیله از همکاری آن صندوق تشکر می‌شود.

منابع

[۱] اسدافروز، آیدا؛ متدین، حشمت‌الله؛ مثنوی، محمدرضا؛ و منصوری، امیر (۱۳۹۹). تاب آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR. *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۷ (۱)، ۷۵-۵۵.

[۲] باهری، بیتا؛ و دشتی، سولماز (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری پارک ملی گلستان در جهت توسعهٔ پایدار با استفاده از مدل DPSIR. *محیط زیست طبیعی*، ۷۵ (۱)، ۲۲-۳۷.

[۳] جعفری آذر، سمیرا؛ سبزقبائی، غلامرضا؛ توکلی، مرتضی؛ و دشتی، سیده سولماز (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل ریسک‌های زیست‌محیطی تالاب بین‌المللی خورخوران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. *علوم و مهندسی آبیاری*، ۳)، ۶۳-۷۵.

[۴] خطیبی، عطیه؛ دانه‌کار، افشین؛ و پورابراهیم؛ شراره (۱۳۹۴). معرفی مدل DPSIR و قابلیت کاربرد آن در تصمیم گیری‌های محیط زیستی .*انسان و محیط زیست*، ۳۵. ۶۵-۷۸.

[۵] خورانی، اسدالله؛ بی‌نیاز، مهدی؛ امیری، حمیدرضا (۱۳۹۴). تغییرات سطح جنگل‌های حرا با توجه به نوسانات اقلیمی (مطالعهٔ موردی: جنگل‌های بین بندر خمیر و قشم). *بوم‌شناسی آبزیان*، ۵(۲)، ۱۰۰-۱۱۱.

[۶] دانه‌کار، افشین؛ عزیزی جلیلیان، منا؛ لطفی‌خواه، سعید؛ فروزد، مریم؛ داور، لیدا؛ صمدی، بهاره؛ یعقوب‌زاده، مریم؛ مافی غلامی، داوود؛ فیضی، صدیقه؛ مشهدی، مجید؛ خطیبی، عطیه؛ پطروسیان، هستی؛ داداش‌زاده، زهرا؛ و خدام آستانه حسین. علیرضا (۱۳۹۸). برنامهٔ عمل مدیریت یکپارچه منطقهٔ ساحلی شهرستان بندر خمیر. طرح تدقیق مطالعات مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی استان هرمزگان، سازمان بنادر و دریانوردی، مهندسان مشاور سازه‌پردازی ایران.

[۷] دشتی، سولماز؛ و کریمی پور، فاطمه (۱۴۰۱). ارزیابی مخاطرات محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان با استفاده از چارچوب مفهومی DPSIR و TOPSIS. *محیط زیست طبیعی*، ۷۵، ۴۶-۶۳.

[۸] سبحانی، پروانه؛ و دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲). مروری بر مطالعات سیمای طبیعی و محدوده‌های مدیریتی جنگل‌های مانگرو خمیر و قشم. *طبیعت ایران*، ۸(۴)، ۹۷-۱۱۲.

[۹] سبحانی، پروانه؛ و دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد و پیوستگی بوم‌شناختی سیمای سرزمین در جنگل‌های مانگرو خمیر-قشم. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، انتشار آنلاین از تیر ۱۴۰۲.

[۱۰] سبحانی، پروانه؛ و دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲). روند تغییرات کاربری اراضی و میزان ریسک اکولوژیک در منطقهٔ حفاظت‌شده حرا. *توسعهٔ پایدار محیط جغرافیایی*، انتشار آنلاین از مهر ۱۴۰۲.

[۱۱] صیدانی، اسکندر؛ نظری، حمید؛ جمینی، داود؛ و قنبری، یوسف (۱۴۰۲). تأثیر مخاطرات محیطی بر سرمایهٔ تصویری مقاصد گردشگری (مطالعهٔ موردی: بخش میانکوه شهرستان اردل). *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۱۰ (۲)، ۱۲۱-۱۳۵.

[۱۲] کابلی، محمد؛ علی‌آبادیان، منصور؛ توحیدی‌فر، محمد؛ هاشمی، علیرضا؛ و روزلار، کیس (۱۳۹۵). اطلس پرندگان ایران. جهاد دانشگاهی واحد استان البرز (خوارزمی).

[۱۳] کیانپور، حسین؛ دشتی، سولماز؛ و بهباش، روشنا (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم تالاب میانگران. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۹ (۱)، ۴۱-۵۶.

[۱۴] مافی غلامی، داود؛ و جعفری، ابوالفضل (۱۴۰۲). بررسی در معرض قرار گرفتن جنگل‌های مانگرو سواحل جنوب ایران به مخاطرات چندگانه. *محیط زیست طبیعی*، ۷۵ (ویژه‌نامه)، ۱۲۱-۱۳۷.

[۱۵] مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۴). چرا دانش مخاطرات (مخاطره‌شناسی امری فطری است)؟ *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۴(۱)، ۱-۷.

[۱۶] یعقوب‌زاده، مریم؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ میکاییلی تبریزی، علیرضا؛ دانه‌کار، افشین؛ و مصلحی، مریم (۱۴۰۰). اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان. *مخاطرات محیط طبیعی*، ۱۰(۳۰)، ۷۰-۸۲.

[۱۷] یعقوب‌زاده، مریم؛ حقیقت، منیر؛ کردی، فاطمه؛ مشهدی رفیعی، مجید (۱۴۰۲). شناسایی و تعیین گسترهٔ اثر مخاطرات محیطی بر کاربری‌های موجود در منطقهٔ ساحلی استان سیستان و بلوچستان. *محیط زیست طبیعی*، ۷۵ (ویژه‌نامه)، ۲۴۳-۲۵۶.

[18] Akram, H., Hussain, S., Mazumdar, P., Chua, K. O., Butt, T. E., & Harikrishna, J. A. (2023). Mangrove Health: A Review of Functions, Threats, and Challenges Associated with Mangrove Management Practices. *Forests*, 14 (9): 1698.

[19] Alongi, D. M. (2002). Present State and Future of the World's Mangrove Forests. *Environmental Conservation*, 29: 331-349.

[20] Alongi, D. M. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon management*, 3(3), 313-322.

[21] Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Subarno, Ilman, M., Tosiani, A., & Novita, N. (2022). Contributions of mangrove conservation and restoration to climate change mitigation in Indonesia. *Global Change Biology*, 28 (15), 4523-4538.
[22] Baheri, B., & Dashti, S. (2022). Vulnerability assessment of Golestan National Park for sustainable development using DPSIR model. *Journal of Natural Environment*, 75(1), 22-37. (In Persian)
[23] Chakraborty, S. (2022). TOPSIS and Modified TOPSIS: A Comparative Analysis. *Decision Analytics Journal*, 2, 100021.
[24] Danekar, A., Azizi Jalilian, M., Lotfikhah, S., Forouzad, M., Davar, L., Samadi, B., Yaqhubzadeh, M., Mafi Gholami, D., Fayazi, S., Mashhadhi, M., Khatibi, A., Petrosian, H., Dadashizadeh, Z., & Khodam astanehhossein, A, R. (2019). Action plan integrated management of the coastal area of Khamir city. The study plan for the integrated management of the coastal areas of Hormozgan province, *Ports and Maritime Organization, Iran Construction Consulting Engineers*, 382 p. (In Persian)
[25] Dashti, S., & Karimipoor, F. (2023). Environmental hazard assessment of Gomishan International wetland using conceptual framework DPSIR and TOPSIS. *Journal of Natural Environment*, 75(Special Issue Coastal and Marine Environment), 46-63. (In Persian)
[26] Dong, J., Jiang, H., Gu, T., Liu, Y., & Peng, J. (2022). Sustainable landscape pattern: a landscape approach to serving spatial planning. *Landscape Ecology*, 1-12.
[27] Ehara, M., Hyakumura, K., Sato, R., Kurosawa, K., Araya, K., Sokh, H., & Kohsaka, R. (2018). Addressing maladaptive coping strategies of local communities to changes in ecosystem service provisions using the DPSIR framework. *Ecol. Econ*, 49, 226–238.
[28] Etemadi, H., Smoak, J. M., & Abbasi, E. (2021). Spatiotemporal pattern of degradation in arid mangrove forests of the Northern Persian Gulf. *Oceanologia*, 63 (1), 99-114.
[29] Friess, D. A., Chua, S. C., Jaafar, Z., Krauss, K. W., & Yando, E. S. (2021). Mangroves and people: Impacts and interactions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 248, 107155.
[30] Getzne, M., Shariful Islam, M. (2020). Ecosystem Services of Mangrove Forests: Results of a Meta-Analysis of Economic Values. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (16): 5830.
[31] Gouvêa, L. P., Serrão, E. A., Cavanaugh, K., Gurgel, C. F., Horta, P. A., Assis, J. (2022). Global impacts of projected climate changes on the extent and aboveground biomass of mangrove forests. *Diversity and Distributions*, 28(11): 2349-2360.
[32] Hanley, M. E., Bouma, T. J., & Mossman, H. L. (2020). The gathering storm: Optimizing management of coastal ecosystems in the face of a climate-driven threat. *Annals of botany*, 125,197-212.
[33] Jafari Azar, S., Sabzghabaei, G. R., Tavakoly, M., & Dashti, S. (2018). Application of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Environmental Risk Assessment (Case Study: The International Wetland of Shadegan, Khur_e_ Omayyeh and Khur_e_Mousa Estuary). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 6(4), 97-119. (In Persian)
[34] Jozi, S. A., & Salati, P. (2012). Environmental risk assessment of low density polyethylene unit using the method of failure mode and effect analysis. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 18 (1): 103-113.
[35] Liu, T.T., Kong, Y., Wu, Y., Zhu, L.Y., Zhang, D.H. (2017). Provincial forest ecological security evaluation in China based on the entropy weight of fuzzy matter element model. *Acta Ecol. Sin*, 37 (15): 4946–4955.
[36] Liu, Y., Zhao., Ch., Liu., X., Chang, Y., Wang, H., Yang, J., Yang, X., & Wei, Y. (2021). The multi-dimensional perspective of ecological security evaluation and drive mechanism for Baishuijiang National Nature Reserve, China, *Ecological Indicators*, 132, 108295.
[37] Lu, C., Li, W., Pang, M., Xue, B., & Miao, H. (2018). Quantifying the economy-environment interactions in tourism: case of Gansu Province, China[J]. *Sustainability*, 10 (3): 711.
[38] Khatibi, A., Danehkar, A., Pourebrahim, Sh. (2018). The Application of Integrated Dpsir. (Environmental Planning and management, Edited by Hamid Reza Jafari, Saeed Karimi & Fatemeh Sadat Alavipoor), Cambridge Scholars Publishing, Chapter Two: *Land Use Planning*,139-165.
[39] Kabuli, M., Aliabadian, M., Tohidi Far, M., Hashemi, A. R., & Roselar, C. (2016). Bird Atlas of Iran. Academic Jahad of Alborz Province (Kharazmi), 628p. (In Persian)
[40] Kelble, Ch. R., Loomis, D. K., Lovelace, S., & Boyer, J. N. (2013). The EBM-DPSER conceptual model: integrating ecosystem services into the DPSIR framework. *PLoS ONE*, 8 (8): e70766.
[41] Khatibi, A., Danehkar, A., Pourebrahim, S., & Vahid, M. (2015). Introduction of DPSIR Model and Its Applicable in Environmental decision making. Human & Environment, 13(4), 65-79. (In Persian)
[42] Khorani, A., Biniyaz, M., & Amiri, H. R (2015). Changes in mangrove forests level according to climatic fluctuations (case study: forests between Khamir port and Qeshm). *Journal of Aquatic Ecology*, 5(2), 100-111. (In Persian)

[43] Kianpour, H., Dashti, S., & Behbash, R. (2022). Vulnerability assessment of Miangaran wetland ecosystem. Journal of Spatial Analysis Environmental hazarts, 9(1), 41-56. (In Persian)
[44] Mafi-Gholami, D., & Jaafari, A. (2023). Investigating the exposure of mangrove forests of the southern coast of Iran to multiple hazards. *Journal of Natural Environment*, 75(Special Issue 1), 121-137. (In Persian)
[45] Mafi-Gholami, D., Zenner, E. K., Jaafari, A., Bakhtyari, H. R. R., & Bui, D.T. (2019). Multihazards vulnerability assessment of southern coasts of Iran. *Journal of Environmental Management*, 252, 109628.
[46] Malekhosseini, F., & Dashti, S. (2016). Environmental Risks Assessment in Dena Protected Area Using of Multiple Criteria Decision Making (TOPSIS). *Environmental Studies*, 14 (3): 41-56. (In Persian)
[47] Mammides, C. (2020). A global analysis of the drivers of human pressure within protected areas at the national level. *Sustainability Science*, 15: 1223-1232.
[48] Mäntymaa, E., Jokinen, M., Juutinen, A., Lankia, T., & Louhi, P. (2021). Providing ecological, cultural and commercial services in an urban park: A travel cost–contingent behavior application in Finland. *Landscape and Urban Planning*, 209: 104042.
[49] Ochiai, O., Poulter, B., Seifert, F. M., Ward, S., Jarvis, I., Whitcraft, A., Sahajpal, R., Gilliams, S., Herold, M., & Carter, S. (2023). Towards a roadmap for space-based observations of the land sector for the UNFCCC global stocktake. *iScience*, 26: 106489.
[50] Pham, T. D., & Yoshino, K. (2016). Impacts of mangrove management systems on mangrove changes in the Northern Coast of Vietnam. *Tropics*, 24 (4): 141-151.
[51] Richards, D. R., & Friess, D. A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113 (2): 344-349.
[52] Ruan, W. Q., Li, Y. Q., Zhang, S.N., & Liu, C. H. (2019). Evaluation and drive mechanism of tourism ecological security based on the DPSIR-DEA model. *Tour. Man*, 75, 609–625.
[53] Shafiee, M. (2010). Environmental risk assessment of Hillah protected area using multi-criteria decision-making method. Master Thesis, Environmental Management, Islamic Azad University, *Ahvaz Science and Research Branch*. 138 p. (In Persian)
[54] Sippo, J. Z., Lovelock, C. E., Santos, I, R., Sanders, C. J., & Maher, D. T. (2018). Mangrove mortality in a changing climate: An overview
[55] Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Barghjelveh, S., Sadeghi, S. M. M., & Marcu, M. V. (2022). Habitat Integrity in Protected Areas Threatened by LULC Changes and Fragmentation: A Case Study in Tehran Province, Iran. *Land*, 11, 6.
[56] Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M.; Wolf, I. D., Esmaeilzadeh, Y.; Deljouei, A. (2022). Assessing Spatial and Temporal Changes of Natural Capital in a Typical Semi-Arid Protected Area Based on an Ecological Footprint Model. *Sustainability*, 14, 10956.
[57] Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Natural features and management areas of Khamir and Gheshm mangrove forests. Nature of Iran, 8 (4-41), 97-112. (In Persian)
[58] Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Evaluation of function and landscape ecological connectivity in Khamir-Qeshm mangrove forests. *Journal of Geography and Environmental Hazards*. (In Persian)
[59] Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Investigating the trend of land cover/land use changes and the level of ecological risk in the Hara Protected Area. *Journal of Sustainable development of the geographical environment*. (In Persian)
[60] Wang, J. F., Zhang, T. L., & Fu, B. J. (2016). A measure of spatial stratified heterogeneity. *Ecol. Indic*, 67: 250–256.
[61] Wolf, I. D., Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H. (2023). Assessing Changes in Land Use/Land Cover and Ecological Risk to Conserve Protected Areas in Urban–Rural Contexts. *Land*, 12, 231.
[62] Yaghoubzadeh, M., Haghighat, M., Kordi, F., & Mashhadi Rafiee, M. (2023). Environmental hazards for coastal zone of Sistan and Baluchestan province. *Journal of Natural Environment*, 75 (Special Issue Coastal and Marine Environment), 243-256.
[63] Yaghoubzadeh, M., Salmanmahiny, A., Tabrizi, A. R. M., Danehkar, A., & Moslehi, M. (2022). Prioritizing environmental hazards of mangrove forests in Hormozgan province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(30), 69-82. (In Persian)
[64] Zhang, Z., Hu, B., & Qiu, H. (2021). Comprehensive assessment of ecological risk in southwest Guangxi-Beibu bay based on DPSIR model and OWA-GIS. *Ecological Indicators*, 132: 108334.