Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Foresight and Development Scenarios Based on Ecosystem Services in Mangrove Forests of Iran

Parvaneh Sobhani [1], Afshin Danehkar [2]

1. (Corresponding Author) *Department of Environmental Science, Natural Resources Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran*
Email: sobhani.pa@lu.ac.ir
2. *Department of Environmental Science, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran*
Email: danehkar@ut.ac.ir

ARTICLEINFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
5 July 2025
Received in revised form:
9 October 2025
Accepted:
18 November 2025
Available online:
22 December 2025

Keywords:
Driving Forces,
Strategic Foresight,
Scenario Planning,
Ecosystem Services,
Mangrove Forests of Iran.

ABSTRACT

To support effective planning and management of Iran's mangrove forests, this study explores a range of conceivable and probable futures while identifying the key driving forces, macro-trends, and uncertainties shaping these ecosystems. The most influential drivers and macro-trends were identified through a review of prior research and theoretical frameworks, resulting in a structured list comprising five criteria, twelve sub-criteria, and fifty-five indicators. The study sample consisted of fifteen experts and specialists with relevant professional expertise. Data were analyzed using structural analysis and scenario-building techniques implemented through the MicMac and Scenario Wizard software packages. The results show that, among the criteria, the ecological dimension had the highest importance coefficient; among the sub-criteria, employment ranked highest; and among the indicators, the strongest influence was attributed to the "high dependence of livelihoods on forest resources." Scenario outcomes for Iran's mangrove forests suggest that 62% represent a desirable or ideal environmental state, 28% an intermediate and static condition, and 10% a critical or degraded state. Within the broader "futures cone," the macro-scenarios correspond to three categories: "preferred futures" (first group), "likely futures" (second group), and "unreasonable futures" (third group), each with probabilities inferred from the analysis. The analyses highlight that improving ecosystem services in Iran's mangrove forests depends on the commitment of planners and policymakers to conserve and enhance these natural habitats, safeguard their biological value, and strengthen the productivity of ecosystem services.

Citation: Sobhani, P., & Danehkar, A. (2025). Foresight and Development Scenarios Based on Ecosystem Services in Mangrove Forests of Iran. *Geographical planning of space quarterly journal,* 15 (4), 21-43.
http://doi.org/10.30488/gps.2025.532119.3852

© The Author(s)
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

Because of their distinctive biological characteristics, mangrove forests have long been recognized as highly sensitive ecosystems. Situated in dynamic coastal environments, they have evolved remarkable adaptive strategies to withstand extreme ecological conditions. These unique adaptations have attracted sustained attention from international conservation organizations, which consistently classify mangroves as priority protected habitats.

Effective planning and management of Iran's mangrove forests require a precise understanding of the ecosystem services they generate and the spatial scales at which these services are produced, so that supply can be balanced with the demands of society. Against this backdrop, the present study examines the multiple plausible futures of Iran's mangrove ecosystems by identifying the critical driving forces, macro-trends, and uncertainties that shape their trajectory.

Methodology

This research is applied in purpose and adopts an analytical–exploratory approach in both nature and method. To identify the key driving forces, macro-trends, and uncertainties, a comprehensive list was developed from prior research and theoretical studies, encompassing five criteria, twelve sub-criteria, and fifty-five indicators. The study sample comprised fifteen respondents, all of whom were experts and specialists with relevant professional expertise. Data were analyzed using structural analysis and scenario-building techniques, implemented through the MicMac and Scenario Wizard software packages.

Results and discussion

The results indicate that, among the criteria, the ecological dimension had the highest importance coefficient; among the sub-criteria, employment ranked highest; and among the indicators, the strongest influence was attributed to the "high dependence of livelihoods on forest resources." Scenario outcomes for Iran's mangrove forests suggest that 62% represent a desirable or ideal environmental state, 28% an intermediate and static condition, and 10% a critical or degraded state.

Within the broader "futures cone," the macro-scenarios fall into three categories: "preferred futures" (first group), "likely futures" (second group), and "unreasonable futures" (third group), with the probability of each inferred from the analysis. The findings further underscore that improving ecosystem services in Iran's mangrove forests depends on the commitment of planners and policymakers to conserve and enhance these habitats, safeguard their biological value, and strengthen the overall productivity of ecosystem services.

Conclusion

The findings suggest that identifying and analyzing the driving forces, macro-trends, and uncertainties in Iran's mangrove forests can provide valuable insights for implementing effective management strategies in mangrove ecosystems elsewhere. Moreover, the results of this analysis can inform management approaches that support effective protection and planning in response to expanding human activities, associated uncertainties, and their environmental consequences in these sensitive habitats. Since these forests constitute a network of biologically sensitive areas and valuable resources, it is essential to develop policies and tools that mitigate the impacts of overexploitation and uncontrolled human development. Furthermore, conservation planning should prioritize not only preventing habitat degradation but also managing Iran's mangrove ecosystems to ensure their protection, restoration, and long-term resilience.

Funding

There is funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of

the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

آینده‌نگاری و تدوین سناریوهای توسعه مبتنی بر خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرو ایران

پروانه سبحانی [۱]، افشین دانه‌کار [۲]

۱- نویسنده مسئول، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: sobhani.pa@lu.ac.ir

۲- گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: danehkar@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۴/۱۴
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۸/۲۷
تاریخ چاپ:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

واژگان کلیدی:
نیروهای پیشران، آینده‌نگری راهبردی، سناریو نگاری، خدمات اکوسیستمی، جنگل‌های مانگرو ایران.

چکیده

با هدف برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در جنگل‌های مانگرو کشور به تبیین آینده‌های گوناگون متصور و محتمل، شناسایی نیروهای پیشران، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌ها در این رویشگاه‌های طبیعی پرداخته شد. به‌منظور شناسایی عمده‌ترین نیروهای پیشران و کلان‌روندها فهرستی بر اساس پیشینه تحقیق و مطالعات نظری شامل ۵ معیار، ۱۲ زیر معیار و ۵۵ شاخص تهیه گردید. جامعه آماری پرسش‌شوندگان ۱۵ نفر بوده، که از بین کارشناسان و خبرگان با تخصص‌های مرتبط انتخاب شدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از طریق روش‌های تحلیل ساختاری و سناریو نگاری در نرم‌افزارهای MicMac و Scenario Wizard صورت گرفت. مطابق نتایج، در بین معیارها بیشترین ضریب اهمیت مربوط به معیار "اکولوژیک"، در بین زیرمعیارها مربوط به " اشتغال" و در بین شاخص‌ها به "وابستگی زیاد معیشت به جنگل" اختصاص‌یافته است. نتایج سناریوهای گروه‌های اول تا سوم به ترتیب بیان‌کننده وضعیت مطلوب و ایده‌آل محیط‌زیست (۶۲ درصد)، وضعیت بینابین و ایستا (۲۸ درصد) و وضعیت بحرانی محیط‌زیست (۱۰ درصد) است. علاوه بر این، نتایج سناریوهای کلان آینده در مخروط آینده شامل "آینده‌های مرجح" (سناریوی گروه اول)، "آینده‌های محتمل" (سناریوی گروه دوم) و "آینده‌های نامعقول" (سناریوهای گروه سوم) است که احتمال وقوع هر یک با توجه به نتایج به‌دست‌آمده قابل پیش‌بینی است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بهبود وضعیت خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرو ایران مستلزم عملکرد برنامه‌ریزان و مسئولان در حفظ و حمایت از رویشگاه‌های طبیعی در این محدوده است، به‌گونه‌ای که در راستای حفظ منابع با ارزش زیستی آن تلاش نمایند و وضعیت بهره‌وری از خدمات اکوسیستمی در این منطقه را بهبود بخشند.

استناد: سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۴). آینده‌نگاری و تدوین سناریوهای توسعه مبتنی بر خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرو ایران. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۵ (۴)، ۴۳-۲۱.

http://doi.org/10.30488/gps.2025.532119.3852

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

مقدمه

جنگل‌های مانگرو به‌عنوان ذخیره‌گاه، پناهگاه، محل تغذیه و پرورشگاهی برای بسیاری از گیاهان و حیوانات محسوب می‌شوند (Anu et al., 2024: 5). ویژگی عمده این بوم‌سازگان‌ها تولید مقادیر زیادی از پوده‌ها یا خرده‌های گیاهی قابل‌استفاده در شبکه غذایی است که از طریق جریان‌های جزر و مدی تا آب‌های کرانه‌ای منتشر می‌شوند و به‌عنوان منبع مهمی از مواد غذایی در زیرسیستم‌های ساحلی به شمار می‌روند (Bosire et al., 2008: 255; Kissinger et al., 2020:12). با وجود خدمات متنوع و متعدد، این بوم‌سازگان‌های حساس ساحلی در معرض فشارهای مختلف انسانی قرار دارند و فعالیت‌های انسانی ازجمله آبزی‌پروری، توسعه شهری، آلودگی محیط‌زیست، جنگل‌زدایی، برداشت بیش از ظرفیت خدمات اکوسیستمی و افزایش سطح دریا، تهدیدهای دائمی برای رشد مانگروها محسوب می‌شوند (Rahmadi et al., 2023:15; Richards & Friess, 2016:346)، این عوامل سبب شده است، در طول نیم‌قرن گذشته، وسعت این جنگل‌ها به‌شدت کاهش یابد و بیش از یک‌سوم گستره آن‌ها تا آغاز هزاره جدید در معرض نابودی قرار گیرند (Friess et al., 2019:93). مطابق با گزارش سالانه اتحادیه جنگل‌های مانگرو (GMA)[1]، از ۱۴۵۰۰۰ کیلومترمربع جنگل‌های مانگرو موجود در سراسر جهان، ۵۲۴۵ کیلومترمربع به دلیل ترکیبی از تأثیرات مستقیم فعالیت‌های انسانی مانند جنگل‌زدایی و تبدیل اراضی، همچنین تغییرات ناشی از فرسایش، طغیان و طوفان از بین رفته است (GMA, 2022:10). از قرن بیست و یکم، اگرچه کاهش جنگل‌های مانگرو نسبت به گذشته کندتر شده است، بااین‌حال همچنان این جنگل‌ها با نرخ تقریباً ۰/۴ درصدی در سال در حال فروپاشی هستند (سبحانی و دانه‌کار، ۱۴۰۲/الف: ۲۲۰؛ Hamilton & Casey, 2016:732).

جنگل‌های مانگرو از مهم‌ترین نظام‌های حیات‌بخش جهان محسوب می‌شوند و با سایر اکوسیستم‌های جنگلی تفاوت اساسی دارند (Savari et al, 2025: 15). این رویشگاه‌ها با توجه به شرایط زیستی ویژه خود، همواره به‌عنوان زیستگاه‌های حساس قابل‌توجه بوده و به دلیل استقرار در محیط‌های پویا، برای مقابله با شرایط غیرمتعارف حاکم بر رویشگاه‌ها، خود را تجهیز کرده و سازگاری منحصربه‌فردی را ارائه داده‌اند، به‌گونه‌ای که همواره در کانون تشکیلات حفاظتی بین‌المللی قرارگرفته و به‌عنوان زیستگاه‌های حفاظت‌شده معرفی می‌شوند (Sobhani & Danehkar, 2023:11).

مبانی نظری

از اواخر قرن بیستم نگرانی محققان در مورد کاهش جنگل‌های مانگرو آغازشده است، زیرا یک‌سوم نوار ساحلی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشور زمانی پوشیده از جنگل‌های مانگرو بوده است، درحالی‌که کمتر از نصف آن باقی‌مانده و آنچه باقی‌مانده نیز آسیب‌دیده است (گرمایی پور و همکاران، ۱۴۰۴: ۴۰). با توجه به اهمیت این موضوع، در این راستا مطالعاتی صورت گرفته است که می‌توان به مطالعه سبحانی و دانه‌کار (۱۴۰۲/ب)، در بررسی سیمای طبیعی و محدوده‌های مدیریتی جنگل‌های مانگروی خمیر و قشم اشاره نمود. آن‌ها بیان کردند که مدیریت حفاظتی چندوجهی در رویشگاه‌های منحصربه‌فرد مانگروی کشور ایجاب می‌کند تا در چهارچوب طرح مدیریت، مبتنی بر زون بندی رویشگاه، خدمات این بوم‌سازگان برنامه‌ریزی شود و توسعه فعالیت‌های انسانی در چهارچوب محدوده‌های مدیریتی و حفاظتی، محور توجه و برنامه‌ریزی قرار گیرد. در مطالعه‌ای دیگر محمودی (۱۴۰۰) به بررسی جایگاه مسائل اجتماعی در فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل‌های کشور پرداخت. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که مدیریت صحیح جنگل‌های

1. Global Mangrove Alliance

کشور مستلزم شناخت مسائل اجتماعی، حفاظت و بهره‌برداری صحیح مطابق با توان و ظرفیت منابع این رویشگاه‌های طبیعی است. چمبرلند–فونتین[1] و همکاران (۲۰۲۲)، به مطالعه بهبود مدیریت پایدار جنگل‌های مانگرو در پاناما پرداختند. مطابق نتایج مدیریت اجتماعی–اقتصادی در جنگل‌های مانگرو نیازمند تمرکز بیشتر بر استراتژی‌های همکاری و روابط مبتنی بر مشارکت بین ذینفعان مختلف است. مدصبری[2] و همکاران (۲۰۲۱) نیز به مطالعه برنامه‌های مدیریتی برای حفظ و توسعه ذخایر جنگلی مانگرو پرداختند. آن‌ها بیان کردند که عدم کنترل توسعه فعالیت‌های انسانی موجب انقراض و نابودی این ذخایر ارزشمند شده است و اقدامات عملیاتی– مدیریتی برای تضمین پایداری جنگل‌های مانگرو امری مهم و ضروری است.

مطابق مطالعات صورت گرفته، برای برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در جنگل‌های مانگرو، باید به‌درستی تعیین کرد که چه خدماتی و در کجا (در مقیاس‌های مختلف محلی، منطقه‌ای و جهانی) تولید می‌شوند تا بدین‌وسیله سطح عرضهٔ خدمات اکوسیستم با میزان تقاضای جامعه مطابقت داشته باشد. با توجه به این‌که عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستمی ممکن است از نظر جغرافیایی مختلف باشد، مدیریت این ناهمگنی مکانی مستلزم آینده‌نگاری و تدوین سناریوهای توسعه مبتنی بر خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرو کشور است (سبحانی و دانه‌کار، ۱۴۰۳/ب: ۱۱۵). در این راستا، سؤال اساسی برای برنامه‌ریزان محیط‌زیستی، تغییرات احتمالی آینده و عدم قطعیت آن‌ها است. بدین ترتیب در مطالعه حاضر به آینده‌نگاری و تدوین سناریوهای توسعه مبتنی بر خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرو ایران پرداخته شد. به‌منظور مدیریت از این مناطق، تا کنون مطالعه‌ای در راستای شناسایی پیشران‌ها، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌ها در این رویشگاه‌ها صورت نگرفته است و نتایج این مطالعه می‌تواند تکمیل‌کننده مدیریت در این رویشگاه‌ها با تکیه‌بر آینده‌پژوهی و سناریونویسی با تمرکز بر عدم قطعیت‌ها و شناسایی نیروهای پیشران باشد.

روش پژوهش

در مطالعه حاضر به‌منظور شناسایی نیروهای پیشران، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌های عمده در جنگل‌های مانگرو ایران از الگوی کلی برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو (مدل کارشناسانه) استفاده شد. این مدل، یکی از مرسوم‌ترین و مقبول‌ترین رویکردهای سناریونویسی و دارای تناسب و قابلیت کاربرد گسترده ازجمله در حوزه مسائل اکوسیستم‌های طبیعی و محیط‌زیست است که از تبیین مسئله و شناسایی مؤلفه‌ها آغاز و از طریق تحلیل نیروهای پیشران و عدم قطعیت‌های موجود، به تدوین و توصیف سناریوها و توصیه گزینه‌های راهبردی ختم می‌شود. آینده‌پژوهی و سناریونویسی بر عدم قطعیت‌ها و شناسایی نیروهای پیشران تمرکز دارد. برنامه‌ریزی سناریو، تکنیکی است که با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های محیطی آینده‌هایی را که امکان وقوع آن‌ها محتمل هست را تفسیر و تحلیل می‌نماید (Haarhaus & Liening, 2020:23, Kanzola et al., 2023:11).

در این پژوهش، از روش‌شناسی آمیخته برای سناریونویسی (ترکیب تکنیک‌های کمی «پرسشنامه‌های تحلیل آثار متقاطع»، «نرم‌افزار میک‌مک» و «نرم‌افزار سناریو ویزارد») در ترکیب با تکنیک‌های کیفی پنل خبرگان و مصاحبه بهره‌گیری شد. گام‌های روش مطالعه حاضر شامل ۱) شناسایی نیروهای پیشران، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌های عمده در جنگل‌های مانگرو ایران بر اساس پیشینه تحقیق و مطالعات نظری (سبحانی و دانه‌کار، ۱۴۰۳:۱۱۱؛ مافی غلامی و جعفری، ۱۴۰۱:۱۲۵، یعقوب زاده و همکاران، ۱۴۰۰:۷۸؛ Garmaeepour et al., 2025:15; Glenn,

1. Chamberland-Fontaine
2. Md Sabri

2009:8; Bimrah et al., 2022:18; Hendarto & Yuniwati, 2024:8; Lee et al., 2022:881; Hagger et al., 2022:15; Fontalvo-Herazo et al., 2011:402; Shrestha et al., 2019:288; Ling et al., 2024:10) و همچنین نظرات پنل کارشناسان و متخصصان، ۲) بررسی روابط متقابل پیشران‌ها با استفاده از ماتریس اثرات متقابل و نرم‌افزار میک‌مک[1]، ۳) تعیین سناریوهای سازگار با استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد[2]، و ۴) تحلیل سناریوها بر اساس یافته‌های پژوهش است.

خبرگان از بین ۱۵ نفر از کارشناسان و متخصصان، با تخصص علمی جنگل‌شناسی (۴ نفر)، محیط‌زیست (۳ نفر)، آینده‌پژوهی (۳ نفر)، مدیریت (۳ نفر)، اقتصاد (۱ نفر) و علوم سیاسی (۱ نفر) انتخاب شدند که شامل دانشگاهیان و سازمان‌های اجرایی بود. در این مطالعه برای تعیین مؤلفه‌های کلیدی و روابط بین آن‌ها نیز از روش دلفی استفاده شد. از پنل خبرگان خواسته شد تا میزان اهمیت و عدم قطعیت مؤلفه‌های مهم را تعیین کنند و همچنین در گام بعد روابط ساختاری (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان شاخص‌ها) را از طریق تکمیل ماتریس اثرات متقاطع موردبررسی و تحلیل قرار دهند. در ادامه، نتایج دلفی به‌عنوان داده‌های ورودی نرم‌افزار MicMac و Scenario Wizard، موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. بر اساس خروجی نرم‌افزار MicMac روابط میان مؤلفه‌های کلیدی از حیث تأثیرگذاری و تأثیرپذیری تحلیل شد و سرانجام با بهره‌گیری از نرم‌افزار Scenario Wizard، حالت‌های محتمل و فضای سناریویی ترسیم گردید. در جدول ۱، فهرستی از شاخص‌های کلیدی در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران در ۵ معیار، ۱۲ زیر معیار و ۵۵ شاخص، به‌عنوان نیروهای پیشران اصلی برای تدوین سناریوهای توسعه مبتنی بر خدمات اکوسیستمی با رویکرد آینده‌پژوهی در جنگل‌های مانگرو ایران نمایش داده‌شده است.

جدول ۱. فهرستی از معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های کلیدی در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران

معیار	زیر معیار	شاخص
اکولوژیک	اقلیم	گرمایش جهانی
		تغییرات دمایی و بارش
		خشک‌سالی اقلیمی و هیدرولوژیک (تنش آبی)
		آب‌گرفتگی دریایی (سونامی)
		سیلاب‌های دوره‌ای
	آلودگی	رسوب‌گذاری و حرکت ماسه‌های روان در بستر رویشگاه
		فرسایش خاک در پس‌کرانه
		دفع فاضلاب و پساب‌های شهری و روستایی
		انتشار آلاینده‌های صنعتی
		ورود پساب آب‌شیرین‌کن‌ها به رویشگاه‌ها
		دفع پساب آبزی‌پروری
		نشت مواد نفتی ناشی از ترابری دریایی
		تردد و توقف لنج‌ها در خورهای رویشگاه
		فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها
		فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کود و سموم
		کاهش کیفیت آب حوضه (پس‌کرانه)
اجتماعی	فرهنگ	ارتقاء ارزش‌های فرهنگی
		توسعه تفکر آینده‌نگر
		سبک زندگی سازگار شونده
		میزان مصرف‌گرایی

1. MicMac
2. Scenario Wizard

	آموزش و آگاهی	اهمیت کم جنگل‌های مانگرو از دیدگاه مقامات دولتی عدم فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی-محیط‌زیستی)
	مشارکت	سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو سطح فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد
اقتصادی	کاربری اراضی	تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها افزایش سطح زیر کشت در حوزه بالادست تالاب
	اشتغال	فقر جامعه محلی وابستگی زیاد معیشت به جنگل نبود اشتغال متنوع و ثانویه
سیاسی-مدیریتی	الگوهای مدیریتی	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار
	قوانین و مقررات	افزایش قوانین و مقررات حمایتی اجرای مناسب قوانین و مقررات صید غیرمجاز (ترال) شکار غیرمجاز زنده‌گیری پرندگان شکاری
	نظارت و کنترل	تصرفات غیرمجاز در اراضی تالابی تخصیص نامناسب آب و حق آبه گردشگری خارج از ظرفیت هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم حضور شترهای سرگردان در رویشگاه برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها صید بی‌رویه آبزیان برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب) صید بیش‌ازحد بی‌مهرگان آبزی (ملوک و خرچنگ) برداشت چوب حرا و چندل برای آتش و ساخت خانه استفاده نامتعارف از رویشگاه‌ها
زیرساخت‌ها	شبکه حمل‌ونقل	توسعه راه‌های دسترسی پیرامون رویشگاه توسعه بندرگاه و سازه‌های دریایی (موج‌شکن)
	شبکه نیرو و انرژی	گسترش شبکه نیرو و انرژی

در ادامه فهرست تهیه‌شده از معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌ها با استفاده از روش دلفی بسته (کبیری هندی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۵۶۳) در قالب طیف لیکرت ۵ تایی (از بی‌اهمیت تا اهمیت خیلی زیاد) و مطابق رابطه ۱، مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفت (برهانی و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۵۱، Sobhani et al., 2022:15). علاوه بر این، با توجه به تعداد شاخص‌های شناسایی‌شده، ماتریسی n×n تشکیل شد که متخصصان برای بررسی ارتباط میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین شاخص‌ها از عدد "صفر" به‌عنوان تأثیر "ضعیف"، عدد "یک" با تأثیر "کم" "دو" با تأثیر "متوسط" و از عدد "سه" با تأثیر "زیاد" استفاده کردند.

رابطه (۱)

وزن تعدیل‌شده

$$y_i = \frac{x_i}{\sum x_i}$$

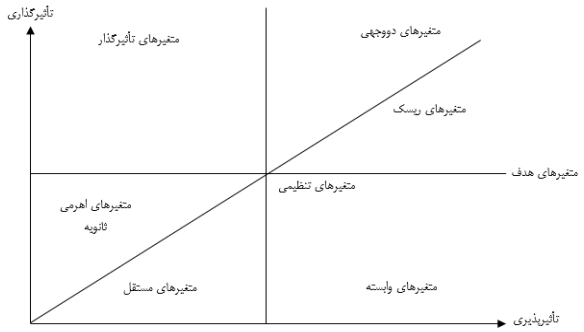
امتیاز وزن‌دار $z_i = y_i \times n$

امتیاز قابل کسب حداکثر $A = N \times yi$

درجه اهمیت معیار $\sum(x_i) \times \frac{n}{N} \times 100$

درصد اهمیت معیار $P = \sum \frac{z_i}{N} \times 100$

در رابطه فوق؛ xi: وزن اولیه، yi: وزن تعدیل‌شده، A: حداکثر امتیاز قابل کسب، P: درصد اهمیت هر معیار،N: تعداد کل پرسش‌شوندگان،n: تعداد افرادی که به هر درجه از اهمیت رأی داده‌اند (امتیاز) و zi: امتیاز وزن‌دار است. در این مطالعه، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و محاسبات ماتریس اثر متقاطع از طریق نرم‌افزار MicMac صورت گرفت. اساس کار این نرم‌افزار بر مبنای تحلیل ماتریس اثر متقاطع[1] است و در این راستا، اثر متقابل هریک از مؤلفه‌های کلیدی را نسبت به یکدیگر می‌سنجد و نقشه اثرگذاری/اثرپذیری مؤلفه‌ها را ارائه می‌دهد (دانه‌کار و سبحانی، ۱۴۰۳: ۴۰). بدین ترتیب در مطالعه حاضر، بر اساس پراکندگی شاخص‌ها و میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها، پنج دسته متغیر مورد شناسایی قرار گرفت که هر یک دارای نقش متفاوتی در پویایی سیستم می‌باشند (شکل ۱). این متغیرها شامل متغیرهای تأثیرگذار (بیشترین تأثیرگذاری و کمترین تأثیرپذیری)، متغیرهای دووجهی (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار بالا و دارای ظرفیت تبدیل‌شدن به عوامل کلیدی سیستم)، متغیرهای تأثیرپذیر یا وابسته (تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری پایین)، متغیرهای مستقل (با تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار پایین) و متغیرهای تنظیمی (تنظیم‌کننده سیستم) هستند (Godet et al., 2003:11). در نهایت، با استفاده از خروجی‌ها و تجزیه‌وتحلیل‌های نرم‌افزار مربوطه، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران شناسایی و مورد انتخاب قرار گرفت.



شکل ۱. نمودار تحلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها، **منبع:** (Godet, 2006:17)

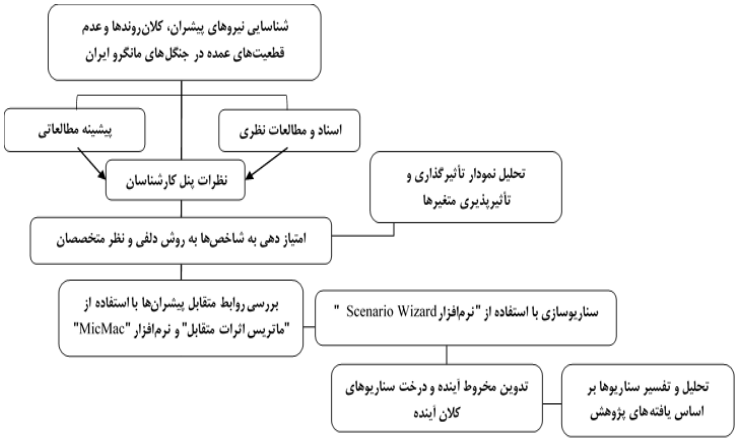
پس از انجام تحلیل‌های MicMac، به اصول و مبانی آینده‌پژوهی به‌منظور سناریونویسی پرداخته شد. برای پرداختن به سناریونویسی، پس از انتخاب عوامل کلیدی، هر یک از عوامل به سه وضعیت گوناگون طبقه‌بندی شد و سپس در قالب ماتریسی n×n در اختیار متخصصان و کارشناسان قرار گرفت. در این راستا، پرسشنامه‌ها بر اساس سه ویژگی "توانمندساز"، "بی‌تأثیر" و "محدودیت‌ساز" با درج امتیاز بین ۳ تا ۳- میزان تأثیرگذاری هر یک در سیستم مشخص شد. در ادامه بر اساس خروجی نرم‌افزار Scenario Wizard سناریوهای محتمل شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفت. این نرم‌افزار به تسهیل پردازش اطلاعات کیفی و تحلیل دیدگاه خبرگان می‌پردازد و همچنین با روش تحلیل اثر متقابل به

1. Analysis Impact Cross

ارزیابی سناریوهای محتمل در آینده کمک می‌کند (حاتمی نژاد و سن‌ونسان، ۱۴۰۳: ۷؛ علی بخشی و همکاران، ۱۴۰۲:۲۲).

تدوین مخروط آینده و درخت سناریوهای کلان آینده

مدل مخروط آینده برای نشان دادن آینده‌های بدیل در چهار طبقه شامل "آینده‌های محتمل"، "ممکن"، "باورپذیر" و "مرجح" کاربرد دارد. مخروطی که طیف وسیعی از آینده را در ابعاد چهارگانه مذکور مشخص می‌سازد و می‌تواند در بیش از یک دوره زمانی معین بسط پیداکرده و حتی یک نوع "مخروط برگشتی" به گذشته را نیز در برگیرد (Clarke, 2000:7). علاوه بر این، بر اساس مدل وروس[1]، مخروط آینده شامل هفت نوع آینده‌نگری از جمله "آینده‌های بالقوه"، "آینده‌های نامعقول"، "آینده‌های ممکن"، "آینده‌های باورپذیر"، "آینده‌های محتمل"، "آینده‌های مرجح (مطلوب)" و "آینده برنامه‌ریزی‌شده" می‌باشد (Sobhani & Danehkar, 2025:12, Kozubaev et al., 2020:8). بدین ترتیب، در این مطالعه به تعیین جایگاه سناریوهای کلان‌آینده جنگل‌های مانگرو ایران در مخروط آینده پرداخته شد. در شکل ۲، نمودار روش‌شناسی تحقیق به شرح زیر نمایش داده‌شده است.



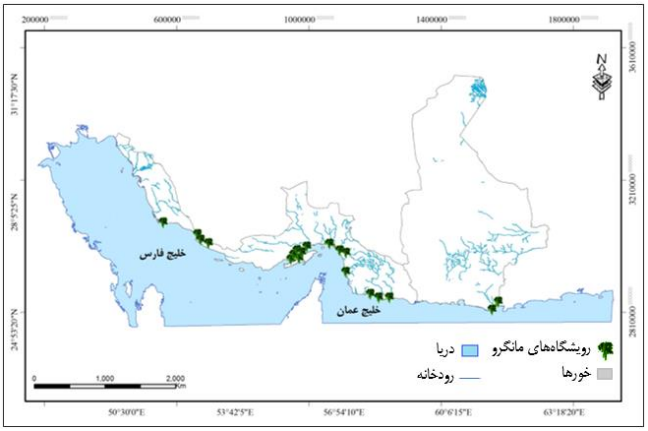
شکل ۲. نمودار روش‌شناسی تحقیق

محدوده موردمطالعه

جنگل‌های مانگرو ایران (رویشگاه‌های طبیعی) در بلافصل دریای عمان و خلیج‌فارس در سه استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر واقع‌شده‌اند. این جنگل‌ها از خلیج گواتر در شرق (دریای عمان)، شروع‌شده و تا خلیج نایبند در غرب خلیج‌فارس پراکنده‌شده‌اند (شکل ۳). مانگروها در ایران از دو گونه انحصاری حرا (Avicenia marina) و چندل (Rhizophora mucronata) تشکیل‌شده‌اند. رویشگاه‌های مانگرو از نظر تنوع زیستی یکی از کانون‌های مهم زیستی کشور محسوب می‌شوند و در این جنگل‌ها، بی‌مهرگان با ۱۴ گونه شکم پا، ۱۰ گونه سخت‌پوست، بیش از هشت گونه اسفنج، ۱۲ جنس میگو، ۱۵ گونه دوکفه‌ای و مهره‌داران؛ با بیش از ۱۱۰ گونه از پرندگان، بیش از ۲۰ گونه از ماهی‌ها و از خزندگان، مارها با ۴۳ گونه، کروکودیل با یک‌گونه، لاک‌پشت با سه گونه، پستانداران با بیش از ۱۲ گونه، دوزیستان با یک‌گونه و انواع مورچه‌ها در این اکوسیستم زیست می‌کنند (خشنود، ۱۴۰۱: ۸). این رویشگاه‌های طبیعی به دلیل

1. Voros

برخورداری از جاذبه‌های گردشگری متعدد و همچنین غنای گونه‌ای بالا به‌عنوان یکی از مکان‌های پر تقاضای طبیعت‌گردی ساحلی نیز شناخته‌شده‌اند (سبحانی و دانه‌کار، ۱۴۰۳/الف: ۹۹).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه

یافته‌ها

تحلیل شاخص‌های کلیدی در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران

نتایج پرسشنامه‌های دلفی حاکی از آن است که در بین معیارها بیشترین ضریب اهمیت مربوط به معیار "اکولوژیک" (۰/۳۵۷)، در بین زیرمعیارها مربوط به "اشتغال" (۰/۰۹۱)، و در بین شاخص‌ها به " وابستگی زیاد معیشت به جنگل " (۰/۰۸۶) اختصاص‌یافته است (جدول ۲). همچنین در مطالعه حاضر به‌منظور استخراج عوامل کلیدی در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران، ۵۵ شاخص شناسایی شد و با استفاده از روش تحلیل اثر متقابل در نرم‌افزار MicMac مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. مطابق نتایج، بر اساس تعداد شاخص‌ها، ماتریسی ۵۵×۵۵ حاصل شد. از مجموع ۲۹۱۵ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس، ۴۱۳ خانه دارای مقدار صفر (بی‌تأثیر)، ۸۹۵ خانه ماتریس دارای مقدار یک (تأثیر کم)، ۹۷۱ خانه دارای مقدار دو (تأثیر متوسط) و ۷۴۶ خانه دارای مقدار سه (تأثیر زیاد) هستند. همچنین درجه پرشدگی ماتریس ۹۳/۶ درصد است که حاکی از تأثیر بالای شاخص‌ها بر یکدیگر است (جدول ۳). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ماتریس بر اساس شاخص‌های آماری با دو بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینه‌شدگی صددرصدی برخوردار است که حاکی از روایی بالای پرسش‌نامه‌ها و پاسخ آن‌ها است (جدول ۴).

جدول ۲. ضریب اهمیت و رتبه‌بندی معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های کلیدی در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران

معیار	ضریب اهمیت	زیر معیار	ضریب اهمیت	کد اختصاری	شاخص	ضریب اهمیت
اکولوژیک	۰/۳۵۷	اقلیم	۰/۰۸۴	X_1	گرمایش جهانی	۰/۰۳۸
				X_2	تغییرات دمایی و بارش	۰/۰۳۲
				X_3	خشک‌سالی اقلیمی و هیدرولوژیک (تنش آبی)	۰/۰۲۶
				X_4	آب‌گرفتگی دریایی (سونامی)	۰/۰۲۴
				X_5	سیلاب‌های دوره‌ای	۰/۰۲۲
				X_6	رسوب‌گذاری و حرکت ماسه‌های روان در بستر رویشگاه	۰/۰۴۰
				X_7	فرسایش خاک در پس‌کرانه	۰/۰۳۶
		آلودگی	۰/۰۷۸	X_8	دفع فاضلاب و پساب‌های شهری و روستایی	۰/۰۴۵
				X_9	انتشار آلاینده‌های صنعتی	۰/۰۵۲

			X_{10}	ورود پساب آب‌شیرین‌کن‌ها به رویشگاه‌ها		۰/۰۵۸
			X_{11}	دفع پساب آبزی‌پروری		۰/۰۶۱
			X_{12}	نشت مواد نفتی ناشی از ترابری دریایی		۰/۰۶۴
			X_{13}	تردد و توقف لنج‌ها در خورهای رویشگاه		۰/۰۵۷
			X_{14}	فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها		۰/۰۳۶
			X_{15}	فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کود و سموم		۰/۰۱۹
			X_{16}	کیفیت آب حوضه (پس‌کرانه)		۰/۰۲۳
اجتماعی	۰/۲۳۱	فرهنگ	X_{17}	ارتقاء ارزش‌های فرهنگی	۰/۰۵۸	۰/۰۲۵
			X_{18}	توسعه تفکر آینده‌نگر		۰/۰۲۲
			X_{19}	سبک زندگی سازگار شونده		۰/۰۳۶
			X_{20}	میزان مصرف‌گرایی		۰/۰۵۷
			X_{21}	اهمیت کم جنگل‌های مانگرو از دیدگاه مقامات دولتی		۰/۰۲۶
			X_{22}	عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب		۰/۰۶۳
		آموزش و آگاهی	X_{23}	عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو	۰/۰۶۷	۰/۰۵۵
			X_{24}	آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی- محیط‌زیستی)		۰/۰۴۶
		مشارکت	X_{25}	سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو	۰/۰۵۴	۰/۰۵۳
			X_{26}	سطح فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد		۰/۰۴۷
اقتصادی	۰/۲۱۸	کاربری اراضی	X_{27}	تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون		۰/۰۶۵
			X_{28}	توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها		۰/۰۵۱
			X_{29}	افزایش سطح زیر کشت در حوزه بالادست تالاب		۰/۰۴۳
		اشتغال	X_{30}	فقر جامعه محلی	۰/۰۹۱	۰/۰۶۸
			X_{31}	وابستگی زیاد معیشت به جنگل		۰/۰۸۶
			X_{32}	نبود اشتغال متنوع و ثانویه		۰/۰۷۰
سیاسی- مدیریتی	۰/۱۰۵	الگوهای مدیریتی	X_{33}	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	۰/۰۵۵	۰/۰۵۸
			X_{34}	اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت		۰/۰۷۲
			X_{35}	برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه		۰/۰۷۶
			X_{36}	مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار		۰/۰۵۹
		قوانین و مقررات	X_{37}	افزایش قوانین و مقررات حمایتی	۰/۰۶۸	۰/۰۵۲
			X_{38}	اجرای مناسب قوانین و مقررات		۰/۰۵۴
			X_{39}	صید غیرمجاز (ترال)		۰/۰۶۲
			X_{40}	شکار غیرمجاز		۰/۰۶۶
			X_{41}	زنده‌گیری پرندگان شکاری		۰/۰۴۳
			X_{42}	تصرفات غیرمجاز در اراضی تالابی		۰/۰۴۷
			X_{43}	تخصیص نامناسب آب و حق آبه		۰/۰۴۵
		نظارت و کنترل	X_{44}	گردشگری خارج از ظرفیت	۰/۰۷۲	۰/۰۶۸
			X_{45}	هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم		۰/۰۵۲
			X_{46}	حضور شترهای سرگردان در رویشگاه		۰/۰۷۶
			X_{47}	برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها		۰/۰۳۶
			X_{48}	صید بی‌رویه آبزیان		۰/۰۷۲
			X_{49}	برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب)		۰/۰۷۴
			X_{50}	صید بیش‌ازحد بی‌مهرگان آبزی (ملوک و خرچنگ)		۰/۰۶۷
			X_{51}	برداشت چوب حرا و چندل برای آتش و ساخت خانه		۰/۰۳۲
			X_{52}	استفاده نامتعارف از رویشگاه‌ها		۰/۰۷۰

زیرساخت‌ها	شبکه حمل‌ونقل	۰/۰۵۲	X_{53}	توسعه راه‌های دسترسی پیرامون رویشگاه	۰/۰۴۲
			X_{54}	توسعه بندرگاه و سازه‌های دریایی (موج‌شکن)	۰/۰۴۷
	شبکه نیرو و انرژی	۰/۰۴۸	X_{55}	گسترش شبکه نیرو و انرژی	۰/۰۴۰

جدول ۳. ویژگی‌های کلی سیستم

ابعاد ماتریس	تکرار ماتریس	تعداد صفر	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	تعداد p	جمع	درصد پرشدگی
۵۵×۵۵	۲	۴۱۳	۸۹۵	۹۷۱	۷۴۶	۰	۲۹۱۵	۹۳/۶

جدول ٤. درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

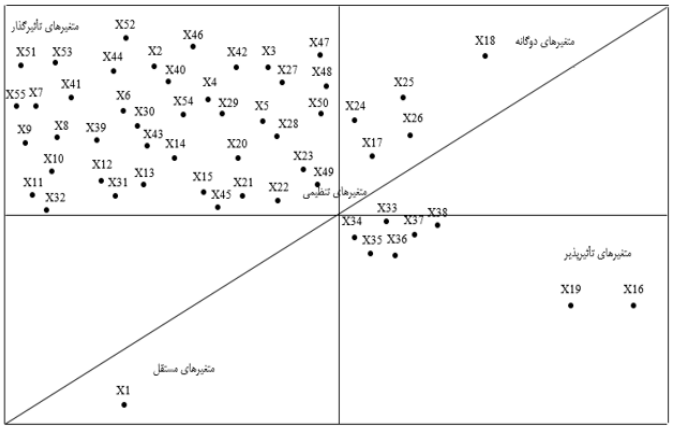
چرخش	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
۱	۹۹	۱۰۰
۲	۱۰۰	۱۰۰

انجام پیش‌بینی‌های موردنیاز

در ماتریس متقاطع، جمع اعداد سطرهای هر شاخص، میزان تأثیرگذاری و جمع ستونی نیز میزان تأثیرپذیری آن شاخص را از سایر شاخص‌ها نشان می‌دهد. بر این اساس، مطابق نتایج نرم‌افزار MicMac توزیع و پراکنش شاخص‌ها بر اساس میزان تأثیرگذاری، دووجهی، تأثیرپذیری، مستقل و تنظیمی بودن به شرح جدول ۵ و شکل ۴ حاصل شد.

جدول ۵. تحلیل پراکندگی شاخص‌ها

دسته‌بندی	شاخص‌ها
تأثیرگذار	تغییرات دمایی و بارش (X_2)، خشک‌سالی اقلیمی و هیدرولوژیک (تنش آبی) (X_3)، آب‌گرفتگی دریایی (سونامی) (X_4)، سیلاب‌های دوره‌ای (X_5)، رسوب‌گذاری و حرکت ماسه‌های روان در بستر رویشگاه (X_6)، فرسایش خاک در پس‌کرانه (X_7)، دفع فاضلاب و پساب‌های شهری و روستایی (X_8)، انتشار آلاینده‌های صنعتی (X_9)، ورود پساب آب‌شیرین‌کن‌ها به رویشگاه‌ها (X_{10})، دفع پساب آبزی‌پروری (X_{11})، نشت مواد نفتی ناشی از ترابری دریایی (X_{12})، تردد و توقف لنج‌ها در خورهای رویشگاه (X_{13})، فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها (X_{14})، فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کود و سموم (X_{15})، میزان مصرف‌گرایی (X_{20})، اهمیت کم جنگل‌های مانگرو از دیدگاه مقامات دولتی (X_{21})، عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب (X_{22})، عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو (X_{23})، تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون (X_{27})، توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها (X_{28})، افزایش سطح زیر کشت در حوزه بالادست تالاب (X_{29})، فقر جامعه محلی (X_{30})، وابستگی زیاد معیشت به جنگل (X_{31})، نبود اشتغال متنوع و ثانویه (X_{32})، صید غیرمجاز (ترال) (X_{39})، شکار غیرمجاز (X_{40})، زنده‌گیری پرندگان شکاری (X_{41})، تصرفات غیرمجاز در اراضی تالابی (X_{42})، تخصیص نامناسب آب و حق آبه (X_{43})، گردشگری خارج از ظرفیت (X_{44})، هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم (X_{45})، حضور شترهای سرگردان در رویشگاه (X_{46})، برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها (X_{47})، صید بی‌رویه آبزیان (X_{48})، برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب) (X_{49})، صید بیش‌ازحد بی‌مهرگان آبزی (ملوک و خرچنگ) (X_{50})، برداشت چوب حرا و چندل برای آتش و ساخت خانه (X_{51})، استفاده نامتعارف از رویشگاه‌ها (X_{52})، توسعه راه‌های دسترسی پیرامون رویشگاه (X_{53})، توسعه بندرگاه و سازه‌های دریایی (موج‌شکن) (X_{54})، گسترش شبکه نیرو و انرژی (X_{55}).
دووجهی (دوگانه)	ارتقاء ارزش‌های فرهنگی (X_{17})، توسعه تفکر آینده‌نگر (X_{18})، آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی-محیط‌زیستی) (X_{24})، سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو (X_{25})، سطح فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد (X_{26}).
تأثیرپذیر	سبک زندگی سازگار شونده (X_{19})، کیفیت آب حوضه (پس‌کرانه) (X_{16}).
مستقل	گرمایش جهانی (X_1)
تنظیمی	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط (X_{33})، اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت (X_{34})، برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه (X_{35})، مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار (X_{36})، افزایش قوانین و مقررات حمایتی (X_{37})، اجرای مناسب قوانین و مقررات (X_{38}).



شکل ٤. پراکندگی شاخص‌ها در محور تأثیرگذاری-تأثیرپذیری

تحلیل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم شاخص‌ها

پس از تعیین وضعیت پراکندگی شاخص‌ها، در ادامه به بررسی ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم پرداخته شد (جدول ۶). در ماتریس تأثیرات، هرچه میزان جمع سطری یک عامل بیشتر باشد، اثرگذاری آن عامل بیشتر و اثرپذیری آن کمتر است. مطابق نتایج ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم، شاخص‌های "وابستگی زیاد معیشت به جنگل" و "گسترش شبکه نیرو و انرژی" به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اثرگذاری، و در مقابل شاخص‌های "کیفیت آب حوضه (پس‌کرانه)" و "سبک زندگی سازگار شونده" دارای بیشترین و کمترین اثرپذیری می‌باشند.

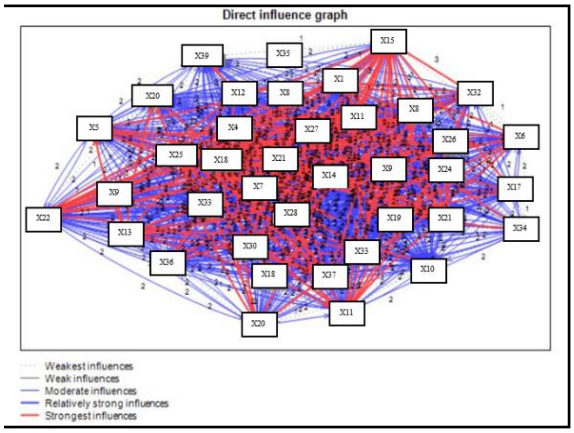
جدول ٦. میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم شاخص‌ها

کد اختصاری	شاخص	ماتریس تأثیرات مستقیم		ماتریس تأثیرات غیرمستقیم	
		اثرگذاری	اثرپذیری	اثرگذاری	اثرپذیری
X_1	گرمایش جهانی	۷۵	۵۲	۲۷۸۷۳۱	۱۹۲۴۷۹
X_2	تغییرات دمایی و بارش	۶۸	۵۸	۲۶۸۹۳۵	۲۵۶۳۷۴
X_3	خشک‌سالی اقلیمی و هیدرولوژیک (تنش آبی)	۷۳	۶۲	۲۷۴۶۵۴	۱۸۸۵۳۶
X_4	آب‌گرفتگی دریایی (سونامی)	۷۰	۵۵	۲۷۱۲۶۸	۲۱۹۵۷۶
X_5	سیلاب‌های دوره‌ای	۶۶	۴۸	۱۹۴۵۳۷	۱۸۴۸۶۴
X_6	رسوب‌گذاری و حرکت ماسه‌های روان در بستر رویشگاه	۶۳	۵۰	۲۶۲۱۴۵	۲۵۱۵۷۳
X_7	فرسایش خاک در پس‌کرانه	۵۶	۴۷	۱۹۹۸۵۲	۱۹۷۵۸۳
X_8	دفع فاضلاب و پساب‌های شهری و روستایی	۷۲	۶۱	۲۷۴۵۱۲	۱۸۷۸۹۶
X_9	انتشار آلاینده‌های صنعتی	۵۷	۴۲	۲۲۷۶۹۷	۲۰۰۸۴۵
X_{10}	ورود پساب آب‌شیرین‌کن‌ها به رویشگاه‌ها	۵۴	۴۶	۲۱۸۳۲۴	۲۰۲۵۶۷
X_{11}	دفع پساب آبزی‌پروری	۵۱	۳۶	۲۱۰۵۴۶	۱۹۸۷۲۵
X_{12}	نشت مواد نفتی ناشی از ترابری دریایی	۴۹	۳۵	۲۰۱۷۸۳	۱۹۷۵۶۴
X_{13}	تردد و توقف لنج‌ها در خورهای رویشگاه	۶۷	۵۵	۲۶۶۴۷۲	۲۵۶۳۸۶
X_{14}	فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها	۶۴	۴۷	۲۶۳۹۷۴	۲۵۴۴۵۱
X_{15}	فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کود و سموم	۴۶	۳۵	۱۹۱۱۷۸	۱۹۷۶۱۲
X_{16}	کیفیت آب حوضه (پس‌کرانه)	۴۶	۶۷	۲۲۳۳۷۸	۲۲۷۵۳۴
X_{17}	ارتقاء ارزش‌های فرهنگی	۵۱	۳۶	۲۱۰۵۴۶	۱۹۸۷۲۵
X_{18}	توسعه تفکر آینده‌نگر	۵۰	۳۷	۲۰۱۷۸۳	۱۹۷۵۶۴
X_{19}	سبک زندگی سازگار شونده	۴۵	۵۲	۱۹۰۶۹۸	۱۹۶۷۸۵
X_{20}	میزان مصرف‌گرایی	۷۳	۶۴	۲۷۶۷۷۸	۱۸۹۶۴۷
X_{21}	اهمیت کم جنگل‌های مانگرو از دیدگاه مقامات دولتی	۶۰	۵۱	۲۵۹۸۷۵	۲۵۴۱۱۳

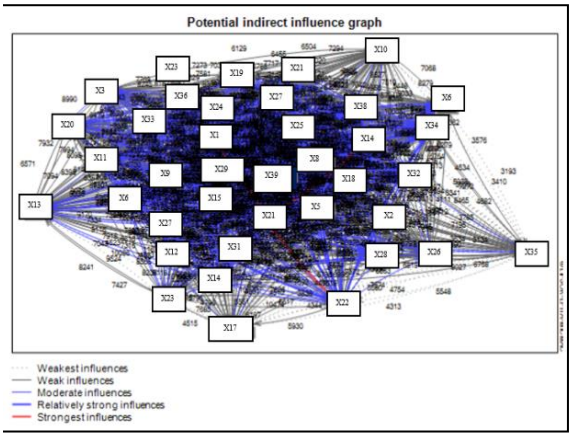
X_{22}	عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب	۷۲	۵۶	۲۷۳۲۲۵	۱۸۸۷۵۱
X_{23}	عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو	۵۶	۴۵	۲۲۶۵۴۷	۲۰۱۴۷۸
X_{24}	آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی–محیط‌زیستی)	۶۰	۵۱	۲۵۹۸۷۵	۲۵۴۱۱۳
X_{25}	سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو	۶۳	۴۵	۲۶۳۹۷۴	۲۵۴۴۵۱
X_{26}	سطح فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد	۷۰	۶۲	۲۷۰۱۴۶	۱۸۲۴۱۲
X_{27}	تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون	۶۶	۵۴	۲۶۵۷۸۲	۲۵۵۹۵۶
X_{28}	توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها	۶۳	۵۴	۲۶۳۴۷۸	۲۵۵۷۸۹
X_{29}	افزایش سطح زیر کشت در حوزه بالادست تالاب	۶۰	۵۲	۲۵۹۷۶۳	۲۵۴۳۲۵
X_{30}	فقر جامعه محلی	۵۴	۴۱	۲۲۱۳۸۵	۲۰۶۴۴۷
X_{31}	وابستگی زیاد معیشت به جنگل	۷۷	۴۸	۲۸۳۴۲۶	۱۸۳۳۲۷
X_{32}	نبود اشتغال متنوع و ثانویه	۵۷	۴۲	۲۲۷۶۹۷	۲۰۰۸۴۵
X_{33}	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	۵۴	۴۶	۲۱۸۳۲۴	۲۰۲۵۶۷
X_{34}	اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت	۷۵	۵۲	۲۷۸۷۳۱	۱۹۲۴۷۹
X_{35}	برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه	۶۸	۵۸	۲۶۸۹۳۵	۲۵۶۳۷۴
X_{36}	مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار	۷۳	۶۶	۲۷۹۴۷۵	۱۸۷۵۶۷
X_{37}	افزایش قوانین و مقررات حمایتی	۷۴	۶۲	۲۷۶۸۲۳	۱۹۵۶۸۷
X_{38}	اجرای مناسب قوانین و مقررات	۶۳	۴۵	۲۶۳۹۷۴	۲۵۴۴۵۱
X_{39}	صید غیرمجاز (ترال)	۷۰	۶۲	۲۷۰۱۴۶	۱۸۲۴۱۲
X_{40}	شکار غیرمجاز	۷۴	۵۶	۲۷۶۴۵۸	۱۹۱۲۳۸
X_{41}	زنده‌گیری پرندگان شکاری	۵۸	۴۷	۲۲۸۹۴۲	۲۰۸۴۶۳
X_{42}	تصرفات غیرمجاز در اراضی تالابی	۶۷	۵۵	۲۶۶۴۷۲	۲۵۶۳۸۶
X_{43}	تخصیص نامناسب آب و حق آبه	۶۴	۴۷	۲۶۳۹۷۴	۲۵۴۴۵۱
X_{44}	گردشگری خارج از ظرفیت	۶۸	۵۲	۲۷۸۴۵۱	۲۶۹۸۷۴
X_{45}	هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم	۶۳	۵۴	۲۶۳۴۷۸	۲۵۵۷۸۹
X_{46}	حضور شترهای سرگردان در رویشگاه	۶۰	۵۲	۲۵۹۷۶۳	۲۵۴۳۲۵
X_{47}	برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها	۵۴	۴۱	۲۲۱۳۸۵	۲۰۶۴۴۷
X_{48}	صید بی‌رویه آبزیان	۷۳	۶۶	۲۷۹۴۷۵	۱۸۷۵۶۷
X_{49}	برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب)	۷۴	۶۲	۲۷۶۸۲۳	۱۹۵۶۸۷
X_{50}	صید بیش‌ازحد بی‌مهرگان آبزی (ملوک و خرچنگ)	۶۳	۴۵	۲۶۳۹۷۴	۲۵۴۴۵۱
X_{51}	برداشت چوب حرا و چندل برای آتش و ساخت خانه	۷۰	۶۲	۲۷۰۱۴۶	۱۸۲۴۱۲
X_{52}	استفاده نامتعارف از رویشگاه‌ها	۷۴	۶۲	۲۷۶۸۲۳	۱۹۵۶۸۷
X_{53}	توسعه راه‌های دسترسی پیرامون رویشگاه	۷۳	۶۴	۲۷۶۷۷۸	۱۸۹۶۴۷
X_{54}	توسعه بندرگاه و سازه‌های دریایی (موج‌شکن)	۶۰	۵۱	۲۵۹۸۷۵	۲۵۴۱۱۳
X_{55}	گسترش شبکه نیرو و انرژی	۴۴	۳۰	۱۹۸۴۳۲	۱۷۵۶۴۷

در ادامه چگونگی و نحوه روابط مستقیم و غیرمستقیم هریک از شاخص‌های ۵۵ گانه در نرم‌افزار MicMac در چهار پهنه ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. هر یک از این پهنه‌ها به ترتیب نشان‌دهنده روابط ضعیف، میانه، قوی و بسیار قوی (کل تأثیرات شاخص‌ها) در میان شاخص‌ها می‌باشند. در شکل‌های ۵ و ۶ نیز نمودار اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم شاخص‌ها با پوشش صددرصد نشان داده‌شده است که در این نمودارها، خطوط آبی و قرمز (با تفاوت ضخامت) نشان‌دهنده اثرگذاری شدید شاخص‌ها در طیفی از بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، نسبتاً قوی و تأثیرات بسیار قوی است. در شکل ۵ شاخص‌های نمایش داده‌شده از تأثیرات مستقیمی برخوردار هستند بدین معنا که اثرات هر شاخص به‌طور مستقیم بر سیستم وارد می‌شود و آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در مقابل شکل ۶ اثرات

غیرمستقیم شاخص‌ها را نشان می‌دهد که این شاخص‌ها اثراتی را بر سیستم وارد می‌کنند که پیامدهای آن به‌طور غیرمستقیم قابل‌مشاهده و تحلیل است.



شکل ۵. تأثیرات مستقیم بین شاخص‌ها



شکل ٦. تأثیرات غیرمستقیم بین شاخص‌ها

پس از تحلیل پراکندگی شاخص‌ها و تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها به تعیین پیشران‌های کلیدی مطابق جدول ۷ اقدام گردید. بدین ترتیب از بین این شاخص‌ها، پیشران‌های کلیدی بر اساس بیشترین درجه اثرگذاری انتخاب شدند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، ۲۰ شاخص به‌عنوان مهم‌ترین پیشران‌های کلیدی شناسایی و مورد انتخاب قرار گرفت.

جدول ۷. پیشران‌های کلیدی در جنگل‌های مانگرو ایران

ردیف	شاخص
۱	فقر جامعه محلی
۲	وابستگی زیاد معیشت به جنگل
۳	عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب
۴	عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو
۵	تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون
۶	توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها
۷	گردشگری خارج از ظرفیت
۸	هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم
۹	حضور شترهای سرگردان در رویشگاه
۱۰	صید بی‌رویه آبزیان
۱۱	برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب)
۱۲	صید غیرمجاز (ترال)
۱۳	فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها
۱۴	آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی–محیط‌زیستی)
۱۵	سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو
۱۶	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط
۱۷	اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت
۱۸	برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه
۱۹	مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار
۲۰	افزایش قوانین و مقررات حمایتی

تعیین وضعیت‌های احتمالی پیشران‌های کلیدی

در مطالعه حاضر، ۲۰ عامل به‌عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر روندهای شکل‌دهنده به وضع موجود در جنگل‌های مانگرو ایران شناسایی شد. این عوامل بر اساس نظرات کارشناسان و متخصصان از بیشترین درجه تأثیرگذاری در بین شاخص‌ها برخوردار بوده که برای هریک وضعیت‌های محتملی به شرح جدول ۸ تعریف شد.

جدول ۸. فهرستی از وضعیت‌های احتمالی پیشران‌های کلیدی

عامل کلیدی	وضعیت‌های محتمل
۱. فقر جامعه محلی	– اشتغال‌زایی در منطقه
۲. وابستگی زیاد معیشت به جنگل	–ایجاد اشتغال متنوع و ثانویه برای جوامع محلی ساکن در منطقه
۳. عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب	– ارتقاء سطح فرهنگ ذینفعان در بهره‌وری متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو ایران
۴. عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو	– افزایش آگاهی و درک مردم نسبت به اهمیت جنگل‌های مانگرو و حساسیت‌های زیستی آن
۵. تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون	– پایش و ارزشیابی تبدیل اراضی و تغییرات پوشش/کاربری اراضی – مدیریت و کنترل بهره‌وری بی‌رویه از منابع اراضی
۶. توسعه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه‌ها	– توسعه متعادل کاربری‌ها
۷. گردشگری خارج از ظرفیت	–توسعه گردشگری پایدار و متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو
۸. هجوم آفات یا گونه‌های مهاجم	– کنترل و مدیریت بر آفات و گونه‌های مهاجم در منطقه
۹. حضور شترهای سرگردان در رویشگاه	–تأمین علوفه مورد نیاز برای دامداران منطقه
۱۰. صید بی‌رویه آبزیان	– برداشت متوازن از منابع آبزی
۱۱. برداشت بیش‌ازحد از سرشاخه‌ها (عدم بهره‌برداری مناسب)	– برداشت متوازن از منابع طبیعی
۱۲. صید غیرمجاز (ترال)	– پایش و کنترل بر صید غیرمجاز (ترال) – ایجاد ممنوعیت‌های قانونی بر صید غیرمجاز (ترال)
۱۳. فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها	–کنترل و محدود کردن فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی در مجاور رویشگاه‌های مانگرو
۱۴. آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی–محیط‌زیستی)	– ارتقاء سطح آموزش در بین بهره‌وران
۱۵. سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو	– توانمندسازی مردم در مدیریت مشارکتی و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران – افزایش تشکل‌های مردم‌نهاد در حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران
۱۶. الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	– ایجاد الگوی مدیریتی منسجم و سازگار با جنگل‌های مانگرو ایران
۱۷. اجرای برنامه‌های حفاظتی بلندمدت	– پایش و ارزشیابی تنوع زیستی و رویشگاه‌های حساس – مدیریت رویشگاه‌های حساس و آسیب‌پذیر اکولوژیک (زیستگاه‌ها و مناطق تحت مدیریت) – مدیریت تنوع زیستی و گونه‌های حساس
۱۸. برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه‌ها	– توسعه جنگل‌های مانگرو دست کاشت
۱۹. مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار	–توسعه گردشگری طبیعت‌محور
۲۰. افزایش قوانین و مقررات حمایتی	– ایجاد قوانین و مقرراتی جامع در حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران – پایش بر اجرای قوانین و مقررات حمایتی از جنگل‌های مانگرو ایران

تدوین سناریوهای کلان توسعه و الگوی فضایی حاصل از آن‌ها

با توجه به ۲۴ وضعیت تدوین‌شده برای ۲۰ عامل، در ادامه به بررسی نتایج ماتریس ۲۴×۲۴ در نرم‌افزار Scenario Wizard پرداخته شد. مطابق نتایج، ۴ سناریو قوی، ۸ سناریو با سازگاری بالا و ۲۳۷۵ سناریو ضعیف حاصل شد. تحلیل

نتایج حاصل از وضعیت‌های گوناگون، احتمال ۸ سناریو را بیش از سایر سناریوها نشان می‌دهد و احتمال وقوع سایر سناریوها ضعیف و بسیار ضعیف است. در این راستا، مجموع سناریوهای قابل‌قبول ۷۵ وضعیت را شامل می‌شوند که ۶۲ درصد (۹۹ حالت) دارای وضعیت مطلوب، ۲۸ درصد (۴۶ حالت) با وضعیت ایستا و بینابین و ۱۰ درصد (۱۵ حالت) دارای وضعیت بحرانی هستند. بدین معنا که نیمی از وضعیت‌های موجود در بین سناریوها در حالت مطلوب قرار دارند. در نهایت بر اساس درجه مطلوبیت، از مجموع ۸ سناریو، ۳ گروه حاصل شد که هریک از این سناریوها در یک یا چند وضعیت از میان ۲۰ عامل کلیدی مشترک می‌باشند (جدول ۹).

جدول ۹. درجه مطلوبیت وضعیت‌های هریک از عوامل به تفکیک سناریوها (بر اساس طیف سه‌گانه)

سناریوها	فقر جامعه محلی	وابستگی زیاد معیشت به جنگل	عدم‌فرهنگ‌سازی و ظرفیت‌سازی مناسب	عدم آگاهی مردم از ارزش‌های جنگل مانگرو	تغییر کاربری و پوشش اراضی پیرامون	هاتوسه ناسازگار فعالیت‌های هم‌جوار رویشگاه	گردشگری خارج از ظرفیت	هجوم آفات با گونه‌های مهاجم	حضور نشرهای سرگردان در رویشگاه	صید بی‌رویه آبزیان	(عدم بهره‌برداری مناسب)برداشت بیش‌از‌حد از سرشاخه‌ها	صید غیرمجاز (ترال)	فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی مجاور رویشگاه‌ها	آموزش بهره‌برداران (توسعه مسئولیت‌های اجتماعی محیط زیستی)	سطح مشارکت مردم در حفاظت از جنگل‌های مانگرو	الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	اجرای برنامه‌های حفاظتی پایدامدت	برنامه مدیریت و احیاء و بازسازی رویشگاه	مدیریت فعالیت‌های گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی پایدار	افزایش قوانین و مقررات حمایتی
سناریوی ۱	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سناریوی ۲	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سناریوی ۳	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	بینابین	بینابین	مطلوب	مطلوب	بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سناریوی ۴	مطلوب	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سناریوی ۵	بینابین	مطلوب	بحرانی	بینابین	مطلوب	بینابین	بینابین	بحرانی	بینابینی	بینابین	بینابین	بینابین	بینابین	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	مطلوب	بینابین	مطلوب
سناریوی ۶	بینابین	بینابین	مطلوب	بحرانی	بینابین	بینابین	بحرانی	بینابین	بحرانی	بینابین	مطلوب	بینابین	بینابین	بینابین	بینابین	بینابین	مطلوب	بینابین	مطلوب	بحرانی
سناریوی ۷	بینابین	بحرانی	بینابین	مطلوب	مطلوب	بینابین	مطلوب	بحرانی	بینابین	بحرانی	بینابین	مطلوب	بینابین	بینابین	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سناریوی ۸	بحرانی	بینابین	مطلوب	بینابین	بحرانی	بینابین	بحرانی	بحرانی	مطلوب	بینابین	بینابین	بینابین	بینابین	بحرانی	مطلوب	بینابین	مطلوب	بحرانی	مطلوب	بینابین

سناریوهای گروه اول: مطلوب‌ترین و ایده‌آل‌ترین سناریوها

این گروه از سناریوها با وضعیتی مطلوب، ایده‌آل‌ترین وضعیت در حوزه اهمیت و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگرو ایران را فراهم می‌سازند. این گروه شامل سناریوی ۱ تا ۴ است که بیشترین وضعیت آن در حالت مطلوب است، همچنین تمایز بین چهار سناریو در تعداد وضعیت‌های مطلوب و بینابین و فاقد وضعیت بحرانی است. ویژگی این گروه شامل "ایجاد اشتغال متنوع و ثانویه برای جوامع محلی ساکن در منطقه"، "افزایش آگاهی و درک مردم نسبت به اهمیت جنگل‌های مانگرو و حساسیت‌های زیستی آن"، "مدیریت و کنترل بهره‌وری بی‌رویه از منابع اراضی"، "توسعه گردشگری پایدار و متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو، برداشت متوازن از منابع آبزی"، "پایش و کنترل بر صید غیرمجاز (ترال)"، "توانمندسازی مردم در مدیریت مشارکتی و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران"، "مدیریت

رویشگاه‌های حساس و آسیب‌پذیر اکولوژیک (زیستگاه‌ها و مناطق تحت مدیریت) "، "کنترل و مدیریت بر آفات و گونه‌های مهاجم در منطقه" در بین سناریوهای ۱ و ۲ و "ایجاد ممنوعیت‌های قانونی بر صید غیرمجاز (ترال)" در بین سناریوهای ۳، ۴ و ۱ مشترک هستند. همچنین "ایجاد الگوی مدیریتی منسجم و سازگار با جنگل‌های مانگرو ایران " در سناریو ۱ قابل‌مشاهده است.

سناریوهای گروه دوم: حفظ وضع موجود

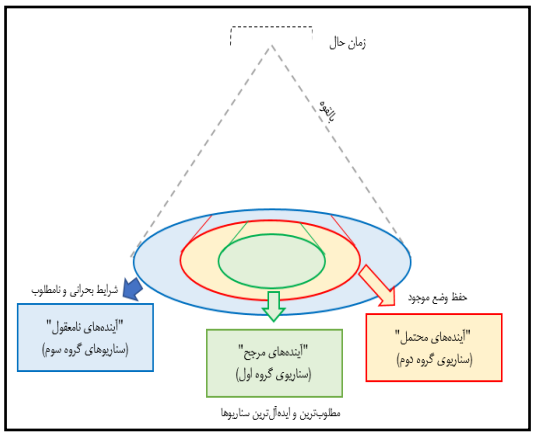
این گروه شامل سناریوهای ۵ و ۶ است که تفاوت بین این سناریوها در تعداد وضعیت‌های مطلوب، بینابین و بحرانی است. بیشترین وضعیت این گروه در حالت بینابین و ایستا است که نشان‌دهنده وضعیت بینابینی اهمیت پیشران‌های کلیدی در جنگل‌های مانگرو ایران است. از ویژگی‌های این گروه می‌توان به "اشتغال‌زایی در منطقه"، "ارتقاء سطح فرهنگ ذینفعان در بهره‌وری متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو ایران"، "توسعه متعادل کاربری‌ها"، "تأمین علوفه مورد نیاز برای دامداران منطقه"، "برداشت متوازن از منابع طبیعی"، "ارتقاء سطح آموزش در بین بهره‌وران"، "افزایش تشکل‌های مردم‌نهاد در حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران"، "پایش و ارزشیابی تنوع زیستی و رویشگاه‌های حساس"، "مدیریت تنوع زیستی و گونه‌های حساس"، "توسعه جنگل‌های مانگرو دست کاشت"و "ایجاد قوانین و مقرراتی جامع در حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران" اشاره کرد.

سناریوهای گروه سوم: شرایط بحرانی و نامطلوب

این گروه شرایط بحرانی را نشان می‌دهند و شامل سناریوهای ۷ و ۸ می‌باشند. از نظر فراوانی نیز در مقایسه با سایر سناریوها بیشترین تعداد وضعیت بحرانی را شامل می‌شود که نشان‌دهنده شرایط نامطلوب در جنگل‌های مانگرو ایران است. سناریوهای این گرو شامل "پایش و ارزشیابی تبدیل اراضی و تغییرات پوشش/کاربری اراضی"، "کنترل و مدیریت بر آفات و گونه‌های مهاجم در منطقه"، "کنترل و محدود کردن فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی در مجاور رویشگاه‌های مانگرو"، "توسعه گردشگری طبیعت‌محور"و "پایش بر اجرای قوانین و مقررات حمایتی از جنگل‌های مانگرو ایران" است.

جایگاه سناریوهای کلان‌آینده جنگل‌های مانگرو ایران در مخروط آینده

در مطالعه حاضر با توجه به سناریوهای کلان‌آینده تدوین‌شده در جنگل‌های مانگرو ایران، به تعیین جایگاه مناسب این سناریوها در مخروط وروس مطابق شکل ۷ اقدام شد. در این شکل سه سناریو تدوین‌شده شامل "آینده‌های مرجح" (سناریوی گروه اول)، "آینده‌های محتمل" (سناریوی گروه دوم) و "آینده‌های نامعقول" (سناریوهای گروه سوم) است که احتمال وقوع هر یک با توجه به تعاریف مذکور قابل پیش‌بینی است.



شکل ۷. جایگاه سناریوهای کلان‌آینده جنگل‌های مانگرو در مخروط آینده

بحث

آینده‌نگاری به‌عنوان دانشی نوپا، شکل تکامل‌یافته‌ای از برنامه‌ریزی راهبردی است که در سال‌های اخیر برای پاسخ‌گویی به عدم قطعیت‌های بحرانی، پیچیدگی، درهم تنیدگی ابعاد مختلف موضوعات و ترسیم دورنمای آینده سیستم‌ها به‌کار برده می‌شود (Stormer et al., 2020:133). آینده‌هایی که تحت تأثیر نیروهای پیش برنده، از امکان و احتمال بالایی برای رخ دادن برخوردار هستند و شناخت آن‌ها می‌تواند تصاویر باورپذیری از آینده اکوسیستم‌های طبیعی و محیطزیست را ارائه دهد. ازاین‌رو، برای تبیین و بازشکافی آینده‌های گوناگون متصور و محتمل در جنگل‌های مانگرو ایران و دستیابی به برنامه‌ریزی صحیح و پایدار، به شناسایی نیروهای پیشران، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌ها در این رویشگاه‌های طبیعی پرداخته شد.

نتایج پرسشنامه‌های دلفی و غربالگری معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های کلیدی نشان داد که در بین معیارها بیشترین ضریب اهمیت مربوط به معیار "اکولوژیک"، در بین زیرمعیارها مربوط به " اشتغال" و در بین شاخص‌ها به "وابستگی زیاد معیشت به جنگل" اختصاص‌یافته است. در این راستا، در مطالعه گرمایی پور و همکاران (۱۴۰۴)، نیز به وابستگی بالای معیشت جوامع محلی به جنگل‌های مانگرو جنوب ایران اشاره‌شده است که مؤید نتایج به دست در این مطالعه است. همچنین سبحانی و دانه‌کار (۱۴۰۳/ب)، بیان کردند که ایجاد اشتغال (ثانویه و غیر وابسته به جنگل‌های مانگرو) برای جوامع هم‌جوار رویشگاه‌های مانگرو امری ضروری و در حفاظت از این جنگل‌ها بسیار مؤثر است.

مطابق نتایج، ۴ سناریو قوی، ۸ سناریو با سازگاری بالا و ۲۳۷۵ سناریو ضعیف حاصل شد. تحلیل نتایج حاصل از وضعیت‌های گوناگون، احتمال ۸ سناریو را بیش از سایر سناریوها نشان می‌دهد و احتمال وقوع سایر سناریوها ضعیف و بسیار ضعیف است. در این راستا، مجموع سناریوهای قابل‌قبول ۸۸ وضعیت را شامل می‌شوند که ۶۲ درصد (۹۹ حالت) دارای وضعیت مطلوب، ۲۸ درصد (۴۶ حالت) با وضعیت ایستا و بینابین و ۱۰ درصد (۱۵ حالت) دارای وضعیت بحرانی هستند. بدین معنا که بیش از نیمی از وضعیت‌های موجود در بین سناریوها در حالت مطلوب قرار دارند. در نهایت بر اساس درجه مطلوبیت، از مجموع ۸ سناریو، ۳ گروه حاصل شد که هریک از این سناریوها در یک یا چند وضعیت از میان ۲۰ عامل کلیدی مشترک هستند.

نتایج سناریوهای گروه اول در جنگل‌های مانگرو ایران حاکی از وضعیت مطلوب و ایده‌آل در این منطقه است. ویژگی این گروه شامل "ایجاد اشتغال متنوع و ثانویه برای جوامع محلی ساکن در منطقه"، "افزایش آگاهی و درک مردم نسبت به اهمیت جنگل‌های مانگرو و حساسیت‌های زیستی آن"، "مدیریت و کنترل بهره‌وری بی‌رویه از منابع اراضی"، "توسعه

گردشگری پایدار و متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو، برداشت متوازن از منابع آبزی"، "پایش و کنترل بر صید غیرمجاز (ترال)"، "توانمندسازی مردم در مدیریت مشارکتی و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران"، "مدیریت رویشگاه‌های حساس و آسیب‌پذیر اکولوژیک (زیستگاه‌ها و مناطق تحت مدیریت) "، "کنترل و مدیریت بر آفات و گونه‌های مهاجم در منطقه" در بین سناریوهای ۱ و ۲ و "ایجاد ممنوعیت‌های قانونی بر صید غیرمجاز (ترال)" در بین سناریوهای ۳، ۴ و ۱ مشترک هستند. همچنین "ایجاد الگوی مدیریتی منسجم و سازگار با جنگل‌های مانگرو ایران " در سناریو ۱ قابل‌مشاهده است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، مطالعه چراغی و همکاران (۱۴۰۲) نیز نشان داد که ایجاد الگوی مدیریتی منسجم و سازگار با جنگل‌های مانگرو ایران، می‌تواند بستری را برای توسعه متعادل کاربری‌ها و بهره‌وری متناسب با ظرفیت این رویشگاه‌های طبیعی فراهم سازد. همچنین چمبرلند–فونتین و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه خود به رعایت قوانین و مقرراتی جامع در حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو، توانمندسازی نهادهای دولتی و تصمیم‌گیر در حفاظت از محیط‌زیست و ارتقاء سطح آموزش در جامعه اشاره کردند که اهمیت مقابله با مسائل محیطی در جنگل‌های مانگرو را نشان می‌دهد.

نتایج سناریوهای گروه دوم نیز نشان داد که بیشترین وضعیت این گروه در حالت بینابین و ایستا است که نشان‌دهنده وضعیت بینابینی اهمیت پیشران‌های کلیدی در جنگل‌های مانگرو ایران است. از ویژگی‌های این گروه می‌توان به "اشتغال‌زایی در منطقه"، "ارتقاء سطح فرهنگ ذینفعان در بهره‌وری متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو ایران"، "توسعه متعادل کاربری‌ها"، "تأمین علوفه مورد نیاز برای دامداران منطقه"، "برداشت متوازن از منابع طبیعی"، "ارتقاء سطح آموزش در بین بهره‌وران"، "افزایش تشکل‌های مردم‌نهاد در حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران"، "پایش و ارزشیابی تنوع زیستی و رویشگاه‌های حساس"، "مدیریت تنوع زیستی و گونه‌های حساس"، "توسعه جنگل‌های مانگرو دست کاشت"و "ایجاد قوانین و مقرراتی جامع در حمایت و حفاظت از جنگل‌های مانگرو ایران" اشاره کرد. در این راستا Lee و همکاران (۲۰۲۲)، بیان کردند که رویکردهای مختلفی برای رسیدن به تعادل و پایداری در حفظ رویشگاه‌های مانگرو پیشنهادشده است که از این رویکردها می‌توان به ارتقاء سطح فرهنگ ذینفعان در بهره‌وری متناسب با ظرفیت جنگل‌های مانگرو و اصلاح الگوی مصرف ذینفعان اشاره کرد. در مطالعه‌ای دیگر نتایج سبحانی و دانه‌کار (۱۴۰۲/الف)، نشان داد که پایش بر اجرای قوانین و مقررات حمایتی از جنگل‌های مانگرو، افزایش سطح همکاری متولیان دولتی در حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی، افزایش تشکل‌های مردم‌نهاد و افزایش آگاهی و درک مردم نسبت به اهمیت جنگل‌های مانگرو از اهمیت و ضرورت بالایی برای حفاظت از این رویشگاه‌های طبیعی برخوردار است.

در نهایت سناریوهای گروه سوم وضعیت بحرانی را شامل می‌شود که نشان‌دهنده شرایط نامطلوب در جنگل‌های مانگرو ایران است. سناریوهای این گرو شامل "پایش و ارزشیابی تبدیل اراضی و تغییرات پوشش/کاربری اراضی"، "کنترل و مدیریت بر آفات و گونه‌های مهاجم در منطقه"، "کنترل و محدود کردن فعالیت کارگاه‌های لنج‌سازی در مجاور رویشگاه‌های مانگرو"، "توسعه گردشگری طبیعت‌محور"، "پایش بر اجرای قوانین و مقررات حمایتی از جنگل‌های مانگرو ایران" است. دیانی[1] و همکاران (۲۰۲۳) نیز بیان کردند که تدوین و اجرای قوانین و مقررات حمایتی از جنگل‌های مانگرو از اهمیت بالایی برخوردار است و دستیابی به الگوی حفاظتی و مدیریت پایدار باید موردتوجه تصمیم‌گیران قرار گیرد. نتایج سناریوهای کلان‌آینده جنگل‌های مانگرو ایران در مخروط آینده نیز شامل "آینده‌های

1. Dhyani

مرجح" (سناریوی گروه اول)، "آینده‌های محتمل" (سناریوی گروه دوم) و "آینده‌های نامعقول" (سناریوهای گروه سوم) است که احتمال وقوع هر یک با توجه به تعاریف و توضیحات مذکور قابل پیش‌بینی است.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج به‌دست‌آمده شناسایی و تحلیل نیروهای پیشران، کلان‌روندها و عدم قطعیت‌ها در جنگل‌های مانگرو ایران می‌تواند در اجرای مدیریت مؤثر در سایر جنگل‌های مانگرو نیز از نقش و اهمیت بالایی برخوردار باشد. همچنین نتایج این تحلیل به‌عنوان یک راهکار مدیریتی به حفاظت و برنامه‌ریزی صحیح در راستای توسعه فعالیت‌های انسانی و به دنبال آن عدم قطعیت‌ها و پیامدهای محیط‌زیستی در این رویشگاه‌های طبیعی کمک می‌کند. با توجه به این‌که شبکه مناطق حساس زیستی (شبکه مناطق تحت حفاظت) و منابع ارزشمندی در این جنگل‌ها قابل‌مشاهده است، بنابراین انجام برنامه‌ریزی و فراهم کردن ابزارهای مناسب برای کاهش اثرات بهره‌وری و توسعه بی‌رویه فعالیت‌های انسانی امری ضروری است. علاوه بر این، ضمن برنامه‌ریزی برای جلوگیری از تخریب این رویشگاه‌ها، می‌بایست به مدیریت زیست بومی جنگل‌های مانگرو ایران در راستای حفاظت، احیاء و بازسازی این اکوسیستم‌های طبیعی نیز اقدام شود.

حامی مالی

این اثر حامی مالی داشته است.

سهم نویسندگان پژوهش

نویسنده اول نگارش و تحلیل کل متن مقاله را به عهده داشته است و بازبینی و نظارت بر مقاله نگارش شده توسط نویسنده دوم صورت گرفته است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیم و تشکر

این مقاله با همکاری و مساعدت مالی بنیاد ملی علم ایران برگرفته‌شده از طرح شماره ۴۰۳۹۵۵۸ به انجام رسیده است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که کمال تشکر از این سازمان را داشته باشند.

منابع

برهانی، محمد؛ دانه‌کار، افشین و معین‌الدینی، مظاهر. (۱۴۰۱). ظرفیت‌سنجی اقلیمی ناحیهٔ ساحلی استان سیستان و بلوچستان برای توسعهٔ مزارع بادی. *محیط‌زیست طبیعی*، ۷۵ (ویژه‌نامه محیط‌زیست ساحلی و دریایی). ۱۶۶-۱۴۹.
https://doi.org/20.1001.1.20087764.1401.75.5.11.3

خشنود، حمیده. (۱۴۰۱). جنگل‌های مانگرو ایران و تنوع زیستی جانوری آن‌ها. *نهمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران.*

حاتمی نژاد، حسین و سن‌ونسان، نوریکا یولیه. (۱۴۰۳). بررسی موانع تحقق مدیریت یکپارچه و آینده‌پژوهی حکمروایی خوب ناحیه‌ای در شهرستان تهران. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴ (۴)، ۱ — ۱۷. https://doi.org/10.30488/GPS.2024.436271.3721

دانه‌کار، افشین و سبحانی، پروانه. (۱۴۰۳). ارزیابی توان اکولوژیک و تعادل سنجی توسعه کلان کاربری‌ها در مجموعه شهری تهران–البرز. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴ (۴)، ۳۷ — ۵۷. https://doi.org/10.30488/GPS.2024.466071.3759

سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۲/الف). ارزیابی مخاطرات محیطی و آسیب‌پذیری منطقهٔ حفاظت‌شده حرا با استفاده از مدل DPSIR. *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۱۰ (۳)، ۲۱۵ – ۲۳۲. https://doi.org/10.22059/JHSCI.2023.366567.797

سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۲/ب). مروری بر مطالعات سیمای طبیعی و محدوده‌های مدیریتی جنگل‌های مانگرو خمیر و قشم. *طبیعت ایران*، ۴ (۴۱)، ۹۷ – ۱۱۲. https://doi.org/10.22092/irn2023.362533

سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۳/الف). تدوین سناریوهای توسعه تورهای طبیعت‌گردی پایدار در جنگل‌های مانگرو ایران. *برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری*، ۱۳ (۴۹)، ۱۲۰–۹۳. https://doi.org/10.22080/JTPD.2024.26855.3872

سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۳/ب). شناسایی نوع استفاده و میزان وابستگی جوامع محلی به جنگل‌های مانگرو خمیر–قشم. *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، ۱۲ (۱)، ۱۲۳–۱۱۳.

https://doi.org/10.61186/ifej.12.1.113

علی بخشی، آمنه؛ پورمحمدی، محمدرضا و قربانی، رسول. (۱۴۰۲). سناریو نگاری نوآوری منطقه‌ای در کلان‌شهر تبریز با رویکرد آینده‌پژوهی. *جغرافیا*، ۲۱ (۷۸)، ۳۶–۱۹. http://dor.net/dor/ 20.1001.1.27833739.1402.21.78.2.7

کبیری هندی، مریم؛ میرکریمی، سیدحامد و سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۳۹۹). ارزیابی خدمات فرهنگی اکوسیستم در استان گلستان. *مطالعات علوم محیط‌زیست*، ۵ (۲)، ۲۵۶۸–۲۵۶۰.

گرمایی پور، رقیه؛ دانه‌کار، افشین؛ علم بیگی، ا.میر؛ علیزاده شعبانی، افشین و سبحانی، پروانه. (۱۴۰۴). مقایسه و اولویت‌بندی تهدیدهای محیطی در رویشگاه‌های طبیعی جنگل‌های مانگرو ایران. *فصلنامه مخاطرات محیط طبیعی*، ۱۴ (۴۴)، ۶۲–۳۷.

https://doi.org/10.22111/JNEH.2024.48629.2041

مافی غلامی، داوود و جعفری، ابوالفضل. (۱۴۰۱). بررسی در معرض قرار گرفتن جنگل‌های مانگرو سواحل جنوب ایران به مخاطرات چندگانه. *محیط‌زیست طبیعی*، ۷۵، ۱۲۱–۱۳۷. https://doi.org/10.22059/JNE.2023.352134.2502

محمودی، بیت‌الله. (۱۴۰۰). جایگاه مسائل اجتماعی در فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل‌های کشور از منظر میان‌رشته‌ای. *مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*، ۱۴ (۱–۵۳)، ۲۰۶–۱۷۹. https://doi.org/10.22035/isih.2022.4566.4526

یعقوب زاده، 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)، ۸۲–۷۰.

https://doi.org/10.22111/JNEH.2020.34699.1675

References

Alibakhshi, A., Pourmohammadi, M., & Ghorbani, R. (2023). Scenario planning of regional innovation in Tabriz metropolis with a future research approach. *Geography*, 21(78), 19-36. http://dor.net/dor/ 20.1001.1.27833739.1402.21.78.2.7. [In Persian].

Anu, K., Sneha, V. K., Busheera, P., Muhammed, J., & Augustine, A. (2024). Mangroves in environmental engineering: Harnessing the multifunctional potential of Nature's coastal architects for sustainable ecosystem management. *Results in Engineering*, 21, 101765. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101765.

Bimrah, K., Dasgupta, R., Hashimoto, S., Saizen, I., & Dhyani, S. (2022). Ecosystem services of mangroves: A systematic review and synthesis of contemporary scientific literature. *Sustainability*, 14(19), 12051. https://doi.org/10.3390/su141912051.

Borhani, M., Danehkar, A., & Moeinaddini, M. (2023). Climatic capacity evaluation of coastal area of Sistan and Baluchistan province for the development of wind farms. *Journal of Natural Environment,* 75, 149-166. https://doi.org/20.1001.1.20087764.1401.75.5.11.3. [In Persian].

Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis III, RR., Field, C., Kairo, J.G., & Chamberland-Fontaine, S., Estrada, G. T., Heckadon-Moreno, S., & Hickey, G. M. (2022). Enhancing the sustainable management of mangrove forests: The case of Punta Galeta, Panama. *Trees, Forests and People*, 8, 100274. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101765.

Chamberland-Fontaine, S., Estrada, G. T., Heckadon-Moreno, S., & Hickey, G. M. (2022). Enhancing the sustainable management of mangrove forests: The case of Punta Galeta, Panama. *Trees, Forests and People*, 8, 100274. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100274.

Clarke, A. C. (2000). *Profiles of the future: An inquiry into the limits of the possible*. Millennium edn, Orion Books, London. https:Profiles%20Of%20The%20Future%20Arthur%20C%20Clarke%20Pdf

Danehkar, A., & Sobhani, P. (2024). Ecological potential evaluation and balance measurement of macro-land use in the urban set of Tehran-Alborz. *Geographical Planning of Space*, 14(4), 37-57. https://doi.org/10.30488/GPS.2024.466071.3759. [In Persian].

Dhyani, S., Shukla, J., Kadaverugu, R., Dasgupta, R., Panda, M., Kundu, S. K., & Hashimoto, S. (2023). Participatory Stakeholder Assessment for Drivers of Mangrove Loss to Prioritize Evidence-Based Conservation and Restoration in Bhitarkanika and Mahanadi Delta, India. *Sustainability,* 15(2), 963. https://doi.org/10.3390/su15020963.

Fontalvo-Herazo, M. L., Piou, C., Vogt, J., Saint-Paul, U., & Berger, U. (2011). Simulating harvesting scenarios towards the sustainable use of mangrove forest plantations. *Wetlands Ecology and Management,* 19, 397-407. https://doi.org/10.1007/s11273-011-9224-4.

Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., & Shi, S. (2019). The state of the world's mangrove forests: past, present, and future. *Annual Review of Environment and Resources,* 44(1), 89-115. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302.

Garmaeepour, R., Alambeigi, A., Danehkar, A., & Shabani, A. A. (2025). Mangrove forest ecosystem services and the social well-being of local communities: Unboxing a dilemma. *Journal for Nature Conservation*, 84, 126827. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126827.

Garmaeepour, R., Danehkar, A., Alambeigi, A., Alizadeh Shabani, A., & Sobhani, P. (2025). Comparison and prioritization of environmental threats in natural habitats of mangrove forests of Iran. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 14(44), 37-62. https://doi.org/10.22111/JNEH.2024.48629.2041. [In Persian].

Glenn, J. C. (2009). *Futures research methodology: version 3.0. T. J. Gordon* (Ed.). Washington, DC: Millennium Project. https://doi.org/10.1007/s11273-011-9224-4.

Global Mangrove Alliance (GMA). (2022). *Mangrove Forests Annual Report*. https://www.mangrovealliance.org/news/the-state-of-the-worlds.

Godet, M. (2006). *Strategic foresight, la prospective, problems and methods, Massachusetts institute of technology: Massachusetts, USA*. https://doi.org/10.3390/su15020963.

Haarhaus, T., & Liening, A. (2020). Building dynamic capabilities to cope with environmental uncertainty: The role of strategic foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120033. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120033.

Hagger, V., Worthington, T. A., Lovelock, C. E., Adame, M. F., Amano, T., Brown, B. M., & Saunders, M. I. (2022). Drivers of global mangrove loss and gain in social-ecological systems. *Nature Communications*, 13(1), 6373.

Hamilton, S.E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography,* 25 (6), 729-738. https://doi.org/10.1111/geb.12449.

Hatami Nejad, H., & Yolyeh San Vansan, N. (2024). Investigating obstacles to realizing integrated management and future research of good regional governance in Tehran city. *Geographical Planning of Space*, 14(4), 1-17. https://doi.org/10.30488/GPS.2024.436271.3721. [In Persian].

Hendarto, T., & Yuniwati, E. D. (2024). Ecosystem services-based mangrove forest with management model strategies, sustainability of coastal natural resources. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e280083. https://doi.org/10.1590/1519-6984.280083.

Kabiri Hendi, M., Mirkarimi, S. H., & Salmanmahiny, A. (2020). Cultural ecosystem services assessment in Golestan Province. *Journal of Environmental Science Studies*, 5(2), 2560-2568. [In Persian].

Kanzola, A. M., Papaioannou, K., & Petrakis, P. E. (2023). Environmental behavioral perceptions under uncertainty of alternative economic futures. *Technological Forecasting and Social Change*, 190, 122428. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122428.

Khoshnood, H. (2022). Mangrove forests of Iran and their animal biodiversity. *The 9th National Conference on Modern Studies and Research in the Field of Biology and Natural Sciences of Iran.* [In Persian].

Kissinger, N., Syahrin Noor, A., Muhayah, N.P., Violet, R. (2020). The Potential of Mangrove Forest as Natural Tourism Area Based on the Flora-Fauna Characteristics and Social Aspect Case Study: Mangrove Forest in Angsana Village. *BIO web of conferences*, 20, 4.

Kozubaev, S., Elsden, C., Howell, N., Søndergaard, M. L. J., Merrill, N., Schulte, B., & Wong, R. Y. (2020). Expanding modes of reflection in design futuring. *In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-15.*

Lee, S. L., Then, A. Y. H., Goh, H. C., Hattam, C., Edwards-Jones, A., & Austen, M. C. (2022). Strengthened multi-stakeholder linkages in valuation studies is critical for improved decision making outcomes for valuable mangroves–The Malaysian case study. *Frontiers in Marine Science,* 9, 1033200. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122428.

Ling, Z., Jiang, W., Peng, K., Zhang, Z., Wu, Z., Zhong, S., & Sun, Z. (2024). SDG-and GMAG-oriented analysis of multi scenarios spatiotemporal changes and evaluation of the effectiveness and potential of mangrove forests. *International Journal of Digital Earth,* 17(1), 2346274.

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 Coastal and Marine Environment)*, 121-137. https://doi.org/10.22059/JNE.2023.352134.2502. [In Persian].

Mahmoudi, B. (2021). The place of social issues in planning and management processes of forests in Iran from and interdisciplinary perspective. *Interdisciplinary Studies in the Humanities,* 14(1), 179-206. https://doi.org/10.22035/isih.2022.4566.4526. [In Persian].

Md Sabri, M. D., Suratman, M. N., & Shari, N. H. Z. (2021). Management action plans for development of mangrove forest reserves. *Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management*, 455-474. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100274.

Rahmadi, M. T., Yuniastuti, E., Suciani, A., Harefa, M. S., Persada, A. Y., & Tuhono, E. (2023). Threats to mangrove ecosystems and their impact on coastal biodiversity: A study on mangrove Management in Langsa City. *Indonesian Journal of Earth Sciences*, 3(2), A627-A627. https://doi.org/10.52562/injoes.2023.627.

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), 344-9. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122428.

Savari, M., Damaneh, H. E., & Damaneh, H. E. (2025). Discover the determining factors of the use of mangrove forests conservation behaviors. *Journal for Nature Conservation*, 83, 126768. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100274.

Shrestha, S., Miranda, I., Kumar, A., Pardo, M. L. E., Dahal, S., Rashid, T., & Mishra, D. R. (2019). Identifying and forecasting potential biophysical risk areas within a tropical mangrove ecosystem using multi-sensor data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,* 74, 281-294. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.09.017.

Sobhani, P., & Danehkar A. (2024). Identification of the Type of Use and the Degree of Local Communities' Dependence on Khamir-Qeshm Mangrove Forests. *Ecol Iran For*, 12(1), 113-123. https://doi.org/10.61186/ifej.12.1.113. [In Persian].

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Assessment of environmental hazards and vulnerability of Hara protected area using DPSIR model. *Environmental Management Hazards*, 10(3), 215-232. https://doi.org/10.22059/JHSCI.2023.366567.797. [In Persian].

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Natural features and management areas of Khamir and Gheshm mangrove forests. *Iran Nature*, 8(4), 97-112. https://doi.org/10.22092/irn2023.362533. [In Persian].

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023). Spatial-temporal changes in mangrove Forests for Analyzing habitat Integrity: A case of hara biosphere Reserve, Iran. *Environmental and Sustainability Indicators*, 20, 100293. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100293.

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2024). Presenting scenarios for the development of sustainable nature tourism tours with a future research approach in the mangrove forests of Iran. *Journal of Tourism Planning and Development,* 13(49), 93-120. https://doi.org/10.22080/JTPD.2024.26855.3872. [In Persian].

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2025). Key Drivers of the Environment in the Development of Tehran-Alborz Urban Complex. *Results in Engineering*, 105803. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105803.

Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., Marcu, M. V., & Wolf, I. D. (2022). Evaluating Ecotourism Sustainability Indicators for Protected Areas in Tehran, Iran. *Forests,* 13, 740. https://doi.org/10.3390/f13050740.

Stormer, E., Bontoux, L., Krzysztofowicz, M., Florescu, E., Bock, A. K., & Scapolo, F. (2020). *Foresight–using science and evidence to anticipate and shape the future*. In Science for policy handbook (pp. 128-142). https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101765.

Yaghoubzadeh, M., Salmanmahiny, A., Mikaeili Tabrizi, A., Danehkar, A., & Moslehi, M. (2022). Prioritizing environmental hazards of mangrove forests in Hormozgan province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(30), 69-82. https://doi.org/10.22111/JNEH.2020.34699.1675. [In Persian].