Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Ecology of Iranian Forests, Vol. 14, Issue 1, 2026 p: 44-56

OPEN ACCESS

Research Paper

Prioritization of Factors Affecting the Distribution of Iranian Mangrove Forests Using the Delphi Approach

Zahra Mehrabanfar[1], Jahangir Feghhi[2], Afshin Danehkar[3] and Parvaneh Sobhani[4]

1- Ph.D Student, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, (Corresponding author: Jfeghhi@ut.ac.ir)
3- Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Lorestan, Khoramabad, Iran

Received: 15 June, 2025 Revised: 25 September, 2025 Accepted: 10 November, 2025

Extended Abstract

Background: Mangrove forests are among the most important and sensitive coastal ecosystems worldwide, playing a fundamental role in shoreline protection, sediment stabilization, local climate regulation, biodiversity conservation, and supporting the livelihoods of coastal communities. Owing to their natural capacity for carbon sequestration and mitigation of coastal flooding impacts, these ecosystems possess significant global and regional importance. In recent decades, mangrove forests have been increasingly threatened by a combination of anthropogenic pressures and climate change. Coastal degradation, industrial activities, overexploitation of natural resources, oil pollution, and land-use change, together with rising temperatures, altered precipitation patterns, sea-level rise, and intensified extreme climatic events, are considered the main drivers of mangrove degradation. In Iran, the mangrove species *Avicennia marina* is the dominant component of mangrove forests along the southern coasts and holds high ecological, environmental, and conservation value. This species plays a crucial role in sediment stabilization, reduction of coastal erosion, provision of habitats for aquatic organisms and birds, and improvement of water quality. Considering the pressures caused by population growth, economic challenges, limited natural resources, and climate change impacts, the development of effective management programs focusing on conservation, restoration, and afforestation of mangrove ecosystems has become increasingly necessary. Identifying areas with high potential for mangrove restoration and protection is a critical step toward the success of such management programs. The main objective of this research is to identify and prioritize factors influencing the distribution of the *A. marina* species to support conservation and restoration programs.

Methods: In this study, a comprehensive review of national and international literature was first conducted to identify factors affecting the distribution of *A. marina*. These factors included climatic, physical, hydrodynamic, chemical, and human-related variables. Following the initial extraction of indicators, a screening process was carried out to select the most influential variables with available and reliable data. The importance of each factor was determined using the Delphi method based on the opinions of experts in natural resources, environmental sciences, and coastal ecosystems. This process involved several rounds of feedback and revision to achieve expert consensus and to quantitatively assign weights to each indicator. Questionnaires were provided to 20 specialists, experts, and researchers in the field of mangrove forests who had a thorough understanding of this region. Based on the opinions of experts, the most important indicators were determined and each was prioritized after determining the weight and importance of the indicators.

Results: In total, 47 indicators influence the distribution of mangrove habitats, originating from both environmental and human factors. These indicators were classified into three main criteria and ten sub-criteria. The main criteria included climate, seawater characteristics, and land characteristics. The ten sub-criteria consisted of precipitation, temperature, tides, humidity, physical land features, wind, evaporation, waves, salinity, and water quality. Weight analysis revealed that these sub-criteria have varying degrees of influence on the distribution of *A. marina*. At the individual indicator level, factors such as shoreline shape, soil texture and slope, sedimentation rate, and physical characteristics of the substrate exhibited the highest influence, whereas chemical water indicators, such as mean chlorophyll concentration, showed relatively

Copyright ©2026. Mehrabanfar et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

lower importance. Human-related indicators, including coastal activities and land-use change, although less influential than natural factors, were found to affect mangrove distribution both directly and indirectly.

Conclusion: Among the three main criteria, land characteristics were identified as the most critical factor influencing the distribution of *A. marina*. Among the nine sub-criteria, physical land features played the most significant role in determining suitable habitats. At the indicator level, shoreline shape had the highest impact, while mean chlorophyll concentration had the lowest. By prioritizing and quantifying the importance of influencing factors, the findings of this study can serve as an effective decision-support tool for natural resource managers and planners, enhancing the efficiency of conservation, restoration, and sustainable management programs for mangrove forests. The results can guide the identification of priority areas for afforestation, management of coastal erosion risks, protection of associated species, enhancement of ecosystem capacity, and improvement of ecosystem management strategies. The utilization of these findings enables the development of comprehensive management programs based on ecosystem protection, effective engagement with local communities, optimization of financial and human resource allocation, increased public awareness, and reduction of detrimental impacts of human activities and climate change. Ultimately, the use of this tool in environmental policy-making, restoration project design, educational programs, and integrated conservation measures can contribute to long-term environmental, social, and economic sustainability of Iran's southern coastal regions and provide practical solutions to address human-induced and climate-related threats.

Keywords: *Avicennia marina*, Climate, Delfi, Mangrove Forest, Persian Gulf

How to Cite This Article: Mehrabanfar, Z., Feghhi, J., Danehkar, A., & Sobhani, P. (2026). Prioritization of Factors Affecting the Distribution of Iranian Mangrove Forests Using the Delphi Approach. *Ecol Iran For,* 14(1), 44-56. DOI: 10.61882/ifej.2026.602

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

اولویت‌بندی عوامل محیطی موثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو ایران با رویکرد دلفی

زهرا مهربان‌فر[۱]، جهانگیر فقهی[۲]، افشین دانه‌کار[۳] و پروانه سبحانی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: Jfeghhi@ut.ac.ir)
۳- استاد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۴- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۹
صفحه ۴۴ تا ۵۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: جنگل‌های مانگرو از مهم‌ترین و حساس‌ترین اکوسیستم‌های ساحلی جهان به‌شمار می‌روند و نقش اساسی در حفاظت از سواحل، تثبیت رسوبات، تعدیل اقلیم محلی، حفظ تنوع زیستی و تأمین معیشت جوامع محلی دارند. این اکوسیستم‌ها به‌دلیل توانمندی‌های طبیعی خود در جذب کربن و کاهش اثرات سیلاب‌های ساحلی، اهمیت جهانی و منطقه‌ای دارند. در سال‌های اخیر، جنگل‌های مانگرو با تهدیدهای فزاینده‌ای مواجه شده‌اند که منشأ آن‌ها ترکیبی از عوامل انسانی و تغییرات اقلیمی است. تخریب سواحل، فعالیت‌های صنعتی، برداشت بی‌رویه منابع طبیعی، آلودگی‌های نفتی و تغییر کاربری اراضی همراه با افزایش دما، تغییر الگوهای بارش، بالا آمدن سطح آب دریا و تشدید رخدادهای حدی اقلیمی، از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده این اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند. در ایران، گونه حرا (*Avicennia marina*) به‌عنوان گونه غالب جنگل‌های مانگرو در سواحل جنوبی کشور پراکنش دارد و اهمیت اقتصادی، محیط زیستی و حفاظتی بالایی دارد. این گونه در تثبیت رسوبات، کاهش فرسایش ساحلی، تأمین زیستگاه برای آبزیان و پرندگان و بهبود کیفیت آب نقش مؤثری را ایفا می‌کند. با توجه به فشارهای ناشی از رشد جمعیت، مشکلات اقتصادی، محدودیت منابع طبیعی و اثرات تغییرات آب و هوایی، لزوم تدوین برنامه‌های مدیریتی کارآمد با محوریت حفاظت، احیا و جنگل‌کاری این اکوسیستم‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. شناسایی مناطق دارای پتانسیل بالا برای احیا و حفاظت جنگل‌های حرا، گامی ضروری در موفقیت برنامه‌های مدیریتی به‌شمار می‌رود. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پراکنش گونه حرا به‌منظور پشتیبانی از برنامه‌های حفاظت و احیا است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ابتدا با مرور جامع مطالعات انجام شده در سطح جهانی و ملی، مجموعه‌ای از عوامل مؤثر بر پراکنش گونه حرا شناسایی شد. این عوامل شامل متغیرهای اقلیمی، فیزیکی، هیدرودینامیکی، شیمیایی و انسانی بودند. پس از استخراج اولیه شاخص‌ها، فرآیند غربال‌گری با هدف انتخاب عوامل مؤثرتر انجام شد تا تنها متغیرهایی که بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه *A. marina* داشتند و داده‌های آن‌ها در دسترس بودند، وارد مراحل تحلیل گردند. برای تعیین ضریب اهمیت هر عامل، از روش دلفی و نظر کارشناسان و متخصصان حوزه منابع طبیعی، محیط زیست و اکوسیستم‌های ساحلی استفاده شد. پرسش‌نامه‌هایی در اختیار ۲۰ نفر از متخصصان و کارشناسان خبره و محقق در زمینه جنگل‌های مانگرو که شناخت کاملی از این منطقه داشتند قرار گرفت. بر اساس نظر متخصصان مهم‌ترین شاخص‌ها تعیین‌شد و پس از تعیین وزن و اهمیت شاخص‌ها به اولویت‌بندی هر یک اقدام شد.

یافته‌ها: در مجموع، ۴۷ شاخص مؤثر بر پراکنش رویشگاه‌های حرا شناسایی شدند که منشأ آن‌ها محیطی بود. این شاخص‌ها در قالب سه معیار اصلی و ۱۰ زیرمعیار دسته‌بندی شدند. سه معیار اصلی عبارت بودند از: اقلیم، ویژگی‌های آب دریا و ویژگی‌های زمین. زیرمعیارهای تعیین شده شامل بارش، دما، جزر و مد، رطوبت، ویژگی‌های فیزیکی زمین، باد، تبخیر، موج، شوری و کیفیت آب بودند. تحلیل وزن‌دهی شاخص‌ها نشان داد که هر یک از این زیرمعیارها به‌میزان متفاوتی در پراکنش گونه حرا مؤثر هستند. در سطح شاخص‌های جزئی، عواملی مانند شکل کرانه، بافت و شیب زمین، میزان رسوب‌گذاری و ویژگی‌های فیزیکی بستر بیشترین تأثیر را داشتند، در حالی‌که شاخص‌های شیمیایی آب مانند میانگین کلروفیل نقش کمتری را در پراکنش این گونه ایفا کردند. همچنین، مشخص شد که شاخص‌های انسانی مانند اثرات فعالیت‌های ساحلی و تغییر کاربری اراضی، اگرچه کمتر از شاخص‌های طبیعی، اما به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم بر پراکنش گونه تأثیرگذار بودند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، از میان سه معیار اصلی، ویژگی‌های زمین به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر پراکنش گونه حرا شناسایی شدند. همچنین از میان ۱۰ زیرمعیار، ویژگی‌های فیزیکی زمین بیشترین نقش را در تعیین رویشگاه‌های مناسب ایفا کردند. در سطح شاخص‌ها، شکل کرانه بیشترین و میانگین کلروفیل آب کمترین تأثیر را بر پراکنش گونه *A. marina* در جنگل‌های مانگرو جنوب کشور داشتند. این یافته‌ها با ارائه اولویت‌بندی و تعیین درجه اهمیت عوامل مؤثر می‌توانند به‌عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیران و برنامه‌ریزان منابع طبیعی مورد استفاده قرار گیرند و نقش مؤثری را در افزایش کارایی برنامه‌های حفاظت، احیا و مدیریت پایدار جنگل‌های مانگرو ایفا کنند. نتایج به‌دست آمده می‌توانند در تعیین مناطق اولویت‌دار برای جنگل‌کاری، مدیریت مخاطرات ناشی از فرسایش ساحلی، حفاظت از گونه‌های جانبی و هم‌زیست، افزایش ظرفیت اکوسیستم و بهبود برنامه‌های مدیریت اکوسیستم نقش مؤثری داشته باشند. استفاده از این یافته‌ها امکان توسعه برنامه‌های جامع مدیریتی مبتنی‌بر حفاظت اکوسیستم، تعامل مؤثر با جوامع محلی، بهینه‌سازی تخصیص منابع مالی و انسانی، افزایش آگاهی عمومی و کاهش اثرات مخرب عوامل انسانی و تغییرات اقلیمی را فراهم می‌آورد. در نهایت، به‌کارگیری این ابزار در سیاست‌گذاری‌های محیط زیستی، طراحی پروژه‌های احیا، برنامه‌های آموزشی و اقدامات حفاظتی جامع، می‌تواند تأثیرات مثبت بلندمدتی بر حفظ پایداری زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی سواحل جنوبی کشور داشته باشد و راهکارهای عملی را برای مقابله با تهدیدات اقلیمی و انسانی ارائه نماید.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، جنگل‌های مانگرو، حرا، خلیج فارس، دلفی

مقدمه

امروزه موضوع صیانت از بوم‌سازگان‌های جنگلی نه‌تنها در کشور ما بلکه برای کل جهان بشریت ضروری و حیاتی است؛ این اهمیت از آنجا ناشی می‌شود که اساسا زندگی بشر با بوم‌سازگان‌های جنگلی گره خورده است. خسارت‌های بوم‌سازگان جنگلی که طی دهه‌های اخیر به اکوسیستم زمین وارد شده‌اند از هر جهت قابل قیاس با پیش از آن نیستند و جامعه بشری را با بحران‌های مخرب و شکننده‌ای مواجه نموده‌اند (Dehghan *et al.*, 2024). جنگل‌های مانگرو یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های جهان و یکی از زیباترین اکوسیستم‌ها هستند. همچنین، آن‌ها از قدیمی‌ترین موجودات زنده روی کره زمین هستند و می‌توانند مقادیر عظیمی از گازهای گلخانه‌ای را

کنترل کرده، از زندگی در برابر سیل محافظت و آب را تصفیه کنند، اما در سال‌های اخیر در معرض خطر انقراض و نابودی هستند (Savari *et al*., 2025)، بررسی‌ها نشان می‌دهند که در برخی کشورها از جمله ایران بیش از ۴۰ درصد جنگل‌های حرا ناپدید شده‌اند (Dai *et al*., 2023; Savari *et al*., 2024). به‌همین دلیل است که حفاظت از مانگروهای باقی‌مانده بسیار مهم است و امروزه یک هدف حفاظتی با اولویت بالا برای طرح‌های حفاظتی در سطح بین‌المللی و در مقیاس بزرگ در نظر گرفته می‌شوند (Friis & Burt, 2020). به‌منظور شناسایی عوامل تهدیدکننده اکوسیستم در جهت ارائه راهکارهای مقابله با کاهش سطح جنگل‌های مانگرو، از ابزارهای تصمیم‌گیری با هدف حفاظت از این جنگل‌ها بهره‌گیری می‌شود (Wolf *et al*., 2023). مرحله استقرار زیستگاه حرا بسیار تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله جریان، عمق آب، باد، شوری، ژئومورفولوژی، توپوگرافی، طغیان جزر و مدی، شکار پراکنده، مورفولوژی، نور و در دسترس‌بودن مواد مغذی است (Otero *et al*., 2019). در رابطه با بازسازی جنگل‌های حرا، یکی از موضوعات اساسی شناسایی مناطق دارای اولویت است (Vallauri *et al*. 2005). بازسازی بوم‌سازگان فرآیندی گران و پرهزینه و در اغلب موارد با محدودیت بودجه روبه‌رو است و از سوی دیگر، بازسازی کل پهنه یک سیمای سرزمین غیر ممکن است (Adame *et al*., 2015; Lee & Hsieh, 2016). بنا بر این، در تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه، اولویت برای احیاء با توجه به اهداف و تضمین سود حداکثر است (Orsi & Geneletti, 2010). در این میان، روش دلفی که در اوایل دهه ۱۹۵۰ توسط شرکت راند توسعه یافت، روشی برای سازماندهی یک فرآیند ارتباط جمعی است که امکان حل مسائل پیچیده را به افراد می‌دهد. نظرسنجی دلفی، فرآیندی سیستماتیک برای دریافت نظرات یک هیأت از متخصصان و تا حد امکان، رسیدن به یک اجماع است. روش دلفی در واقع برای ارزیابی نظرات کارشناسان و متخصصان مربوط به هر رشته تخصصی ابداع شده است و برای رسیدن به یک اجماع نظر در مورد وقوع یا عدم وقوع رویدادی در بازه زمانی مشخص در آینده به‌کار می‌رود. در این راستا، به برخی از مطالعات داخل و خارج کشور که به موضوع مورد مطالعه نزدیک هستند، پرداخته می‌شود. مصلحی (Moslehi, 2018) در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جنگل‌های مانگرو، سه عامل افزایش دما، تغییر در میزان بارش و طوفان را از مهم‌ترین عوامل اثرات تغییر اقلیم بر جنگل‌های مانگرو عنوان کرد. در راستای تعیین تهدیدها و عوامل تاثیرگذار، جلیلی اصل و همکاران و سبحانی و همکاران (Jalili Asle *et al*., 2023; Sobhani *et al*., 2023a) با بررسی مانگروهای شهرستان دیر در خلیج فارس نشان دادند که پس از سال‌ها فعالیت احیایی، از حدود ۲۰۱۸ به بعد تخریب سریع رخ داده است. عوامل مؤثر شامل افزایش شوری، کاهش جریان آب شیرین و ساخت و سازهایی مثل جاده و پل هستند که مانع جریان طبیعی آب شده‌اند. همچنین، کبیری و عابدی (Kabiri & Abedi, 2025) اعلام کردند در گزارش اخیر IUCN در سال ۲۰۲۵-۲۰۲۴، بیش از نیمی از اکوسیستم‌های مانگرو در جهان در معرض خطر فروپاشی تا سال ۲۰۵۰ هستند. اگر اقدامات حفاظتی بیشتری انجام نشود، بخش قابل توجهی از مساحت مانگروها از بین می‌رود یا زیر آب خواهد رفت. در راستای اقدامات حفاظتی در جنگل‌های مانگرو خطه جنوب، سلمان ماهینی و همکاران (Salmanmahiny *et al*., 2022) به شناسایی فهرست اولیه تهدیدات با استفاده از مرور منابع داخلی و خارجی و مصاحبه با کارشناسان خبره و حاضر در منطقه پرداختند و تعداد ۳۴ عامل تهدید را شناسایی کردند. بر اساس تهدیدات شناسایی شده، پرسش‌نامه‌ای تهیه و روایی کیفی و کمی آن تعیین شد. بر اساس روش نسبی روایی محتوا، تعداد هشت معیار (سرشاخه‌زنی، کاهش حقابه زیست‌محیطی حوضه، نشت مواد نفتی شناورها؛ توسعه بندر و سازه‌های دریایی، فرسایش کرانه، تعلیف شترهای سرگردان، تغییرات الگوی بارش، و تغییر الگوی شوری آب) دارای حداقل مقدار روایی بودند. فهرست نهایی تهدیدات به‌روش دلفی و تعیین وزن هر یک از آن‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. همچنین، نتایج اولویت‌بندی تهدیدات نشان دادند که سرشاخه‌زنی، نشت مواد نفتی شناورها و فرسایش کرانه از مهم‌ترین تهدیدات جنگل‌های مانگرو در استان هرمزگان بودند. با استفاده از روش دلفی، اولویت‌بندی معیارهای انتخاب عرصه‌های مناسب توسعه جنگل‌های مانگرو را در جنگل‌های حرا انجام دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، سه معیار و نه زیرمعیار برای فرآیند مکان‌یابی پهنه‌های توسعه جنگل‌های حرا شناسایی شدند و پس از غربال معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده با استفاده از روش دلفی، ضریب اهمیّت نهائی زیرمعیارها تعیین شد و مدل خطی ترکیب آن‌ها برای مکان‌یابی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیائی مشخص گردید. هم راستا با تحقیق مورد نظر، مافی غلامی و همکاران (Mafi Gholami *et a l*., 2006) به اولویت‌بندی تنش‌ها و آشفتگی‌های مؤثر در آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو ایران پرداختند و با استفاده از روش سلسله مراتبی آن‌ها را در چهار دسته اصلی و ۱۶ گروه طبقه‌بندی کردند. نتایج حاکی از آن بودند که در میان عوامل اثرگذار آب و هوا، بالا آمدن سطح آب دریا نسبت به سایر محرک‌ها اولویت و اهمیت بالاتری داشت. در بررسی منابع خارجی نزدیک به تحقیق مورد نظر، لوئیس و همکاران (Lewis *et al*., 2018) در بررسی عوامل مؤثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو، میزان آسیب‌پذیری و پاسخ اکوسیستم‌های مانگرو به اثرات پیش‌بینی شده تغییر اقلیم را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند و بیان داشتند که شیب رویشگاه، جذر و مد و مدت و فراوانی آن تاثیر قابل توجهی بر حضور جنگل‌های مانگرو در رویشگاه داشتند و انتظار دارند که این اکوسیستم‌ها پاسخی سینرژیک به ترکیبی از اثرات ناشی از تغییر اقلیم، فاکتورهای آنتروپوژنیک و حوادث طبیعی نشان دهند. وارد و همکاران (Ward *et al*., 2016) اثرات منطقه‌ای تغییر اقلیم بر جنگل‌های مانگرو دنیا را بررسی کردند و عنوان داشتند که بالا آمدن سطح دریا، افزایش طوفان، تغییر رژیم بارش و افزایش دما از عوامل اثرگذار بر مانگروها بودند. همچنین، در این مطالعه اشاره شده است که طوفان جنگل‌های مانگروی آمریکای شمالی و مرکزی، آسیا، استرالیا و شرق آفریقا را بیشتر از غرب آفریقا و آمریکای جنوبی تحت تاثیر قرار

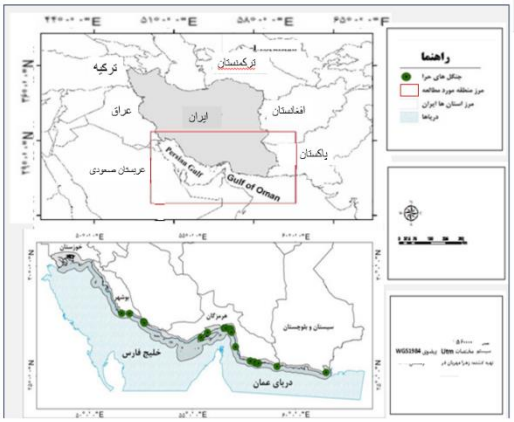
می‌دهد. در مورد مانگروهای خاورمیانه نیز می‌توان به بالا آمدن سطح دریا، افزایش دما و کاهش بارش (در مناطقی از خلیج فارس احتمال افزایش بارش وجود دارد) اشاره نمود. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که تاکنون در مطالعات داخلی در زمینه انتخاب شاخص، زیرمعیار و معیار مناسب در راستای تعیین مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر پراکنش جنگل‌های مانگرو به‌صورت جامع در کل خطه ساحلی جنوب کشور به‌صورت یکپارچه و جامع مطالعه‌ای انجام نشده است، لذا در تحقیق حاضر به شناسایی آن‌ها با استفاده از روش دلفی پرداخته شده است و سعی گردید به سوال زیر پاسخ داده شود:

مهم‌ترین عوامل مؤثر محیطی شناسایی شده در پراکنش جنگل‌های مانگرو ایران کدامند؟

در این راستا، این پژوهش با هدف شناخت شاخص‌ها، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در انتخاب درست و اصولی مناطق مناسب برای کاشت گونه در جهت احیا جنگل‌کاری در سواحل جنوب ایران با توجه به اولویت‌بندی و وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، منطقه مورد مطالعه با طول ۳۰۰۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱ کیلومتر، در سواحل چهار استان جنوبی خلیج فارس و دریای عمان (سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان) حد فاصل عرض‌های شمالی ۲۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۶ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۵۶ دقیقه و ۱۲ ثانیه و طول‌های شرقی ۴۴ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه تا ۶۱ درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۱ ثانیه شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). در این خطه در حال حاضر در ۱۹ رویشگاه زیرلکه‌ها و پهنه‌های مانگرو وجود دارد که در تمام رویشگاه‌ها درخت حرا (*Avicennia marina*) پراکنش دارد و تنها در دو رویشگاه تیاب و سیریک، درخت چندل (*Rhizophora mucronata*) این درخت را همراهی می‌کند (Sobhani & Danehkar. 2024a): ۱) استان بوشهر شامل رویشگاه‌های: ملگنزه (بردخون)، دیر (بردستان) و خلیج نایبند (بیدخون و بساتین)، ۲) استان هرمزگان شامل رویشگاه‌های سایه‌خوش، خمیرلشتغان، جزیره مردو، پهل، قشم، خورخوران، تیاب کلاهی، کولغان، سیریک، جاسک، خلاصی شهرنو و گابریک، ۳) استان سیستان و بلوچستان شامل رویشگاه‌های خور گواتر و خور باهو، و ۴) استان خوزستان شامل رویشگاه‌های بندر امام خمینی، خور غزاله بندر ماهشهر را شامل می‌شود. جنگل‌های مانگرو در این منطقه شامل اجتماعات خالص، ناهم‌سال و ناهمگن درخت‌حرا (*A. marina*) هستند و درخت چندل (*R. mucronate*) نیز به‌صورت خودرو تنها در دو رویشگاه سیریک و تیاب توده‌های طبیعی محدودی از آن قابل مشاهده است (Sobhani & Danehkar, 2024). وضعیت اقلیمی ۱۷ ایستگاه سینوپتیک شهرهای مورد بررسی شامل: آبادان، شادگان، ماهشهر، هندیجان، دیلم، بوشهر (فرودگاه)، بوشهر (ساحلی)، دیر، عسلویه، پارسیان، بندرلنگه، بندرخمیر، بندرعباس، میناب، جاسک، کنارک، چابهار در دوره ۳۳ ساله (۲۰۲۳-۱۹۹۰) نشان می‌دهد که متوسط بارش منطقه مورد مطالعه حدود ۱۸۰ میلی‌متر بوده است. میانگین حداکثر دما در منطقه مورد مطالعه نیز بالغ بر ۳۲/۴ درجه سانتی‌گراد است و منطقه دارای آب و هوای خشک است (Meteorological Organization, 2024).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه
Figure 1. The geographical location of the study area

در این پژوهش، با هدف اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر گسترش گونه حرا در جنوب کشور، در مرحله اول فهرستی از عوامل تاثیرگذار بر توزیع جنگل‌های مانگرو بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد موجود داخلی و خارجی (Buitre *et al*., 2019; Mafi-Gholami & Baharlouii, 2019; Mohan *et al*., 2024; Raihan *et al*., 2023; Sobhani & Danehkar, 2024b; Sobhani & Danehkar, 2023a)، و سپس در مرحله دو با توجه به مطالعات و نظرات کارشناسان و متخصصان در این زمینه تکمیل گردید. در مرحله سه، هر یک از عوامل موثر در چارچوب مدل دلفی بر اساس معیار، زیرمعیار و شاخص تفکیک شد. در مرحله چهار، به‌منظور اولویت‌بندی عوامل موثر به امتیازدهی هر یک با استفاده از روش دلفی (دلفی بسته) پرداخته شد (Sepehr *et al.,* 2017). دلیل انتخاب این روش اجماع نظر در مورد وقوع یا عدم وقوع رویدادی در بازه زمانی مشخص در آینده با صرف زمان و هزینه کمتر است که در نهایت مهم‌ترین فاکتورها برای کاهش فشارها و عوامل

تهدید کننده در جنگل‌های مانگرو با توجه به منابع کتابخانه‌ای و نظر کارشناسان صاحب‌نظر در این عرصه شناسایی شدند (جدول ۲). جامعه آماری مورد پرسش، ۲۰ نفر بود که این افراد متخصص در زمینه جنگل‌شناسی و محیط زیست آشنا با گونه حرا و مسلط به شرایط منطقه مورد نظر بودند (افرادی که انتخاب شدند کارشناسان شناخته شده همان استان‌ها بودند که به منطقه و آمار آن منطقه اشراف کامل داشتند). از پرسش‌شوندگان خواسته شد تا با توجه به اهمیت عوامل مؤثر در پراکنش جنگل‌های مانگرو در قالب طیف لیکرت، به هر یک امتیازی بین ۱ تا ۵ (با درجه اهمیت خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم) اختصاص دهند.

از مجموع ۳۰ مطالعه انجام شده، ۴۷ شاخص به‌عنوان عوامل مؤثر در پراکنش جنگل‌های مانگرو استخراج شدند (جدول ۱). پس از شناسایی مهم‌ترین آن‌ها، با بهره‌گیری از روش غربال‌گری (روش غربال‌گری به‌معنای انتخاب و حذف برخی از شاخص‌ها که ممکن است به‌دلایل مختلف مثل عدم اعتبار، تکراری‌بودن یا عدم ارتباط با موضوع حذف شدند)، درجه اهمیت و درصد هر یک از شاخص‌ها تعیین شدند. در این راستا، پرسش‌نامه‌هایی (پرسش‌نامه دلفی) حاوی عوامل مؤثر بر پراکنش این گونه از مطالعات انجام شده استخراج و در اختیار متخصصان قرار گرفتند؛ برای هر شاخص درصد اهمیت و درجه اهمیت با توجه به روابط ریاضی (۵–۱) تعیین گردیدند. تکنیک اجماع دلفی در پژوهش‌های مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست برای تسهیل تعامل در بررسی مسائل مختلف محلی، منطقه‌ای و جهانی استفاده شد و برای محیط زیست به پایش و ارزیابی همیشگی معیارها و شاخص‌های موثر در تغییر اراضی نیاز است (Akbari *et al.*, 2020).

جدول ۱– منابع بررسی شده در شناسایی شاخص‌های اکولوژیک توسعه مکانی جنگل‌های مانگرو
Table 1. Sources reviewed in identifying the ecological indicators of spatial development of mangrove forests

ردیف No	معیار Criterion		منبع Source
1	اقلیم Climate	بارش Precipitation دمای‌هوا Temperature تبخیر Evaporation رطوبت Humid باد Wind	Robert *et al*., 2009; Arturo Zaldívar-Jiménez *et al*., 2010; Raihan *et al*., 2023; Mafi-Gholami & Baharlouii, 2019; Moslehi, 2018; Alongi, 2015; Wang'ondu et al., 2010; Rakotomavo & Fromard, 2010; Ghyoumi *et al*., 2022; Sobhani & Danehkar, 2024
2	ویژگی‌های‌آب دریا Properties of seawater	موج Wave جزر و مد Tides کیفیت آب Water quality شوری Salinity	Rakotomavo & Fromard, 2010; Kamali & Hashim, 2011; Arturo Zaldívar-Jiménez *et al*., 2010; Gilman *et al*., 2007; Ali *et al*., 2008; Berger *et al*., 2008; Said & M Ehsan, 2010; Nazim *et al*., 2010; Lewis *et al*., 2018; Sobhani & Danehkar, 2024; Mohan *et al*., 2024; Friis & Burt, 2020
3	ویژگی‌های زمین Earth features	ویژگی فیزیکی Physical characteristics	Rakotomavo & Fromard, 2010; Berger *et al*., 2008; Nazim *et al*., 2010; Robert *et al*., 2009; Mohan *et al*., 2024; Kamali & Hashim, 2011; Arturo Zaldívar-Jiménez *et al*., 2010; (Said & M Ehsan, 2010; Abdel-Hamid *et al*., 2007; Ghyoumi *et al*., 2022

روش اولویت‌بندی و امتیازدهی عوامل تاثیرگذار

برای جمع‌بندی آرای پرسش‌شوندگان، امتیاز وزن‌دار هر معیار محاسبه شد. تعداد انتخاب‌ها برای هر درجه اهمیت معرف امتیاز آن درجه است. وزن معیارها مطابق طیف لیکرت ۰ تا ۵ در نظر گرفته شد. برای هر معیار یا شاخص دو مؤلفه آماری شامل درصد و درجه اهمیت مطابق رابطه ریاضی (۵–۱) محاسبه شد؛ در واقع با تعیین اهمیت هر یک امکان گزینش معیارها و شاخص‌های منتخب فراهم می‌گردد. گام‌های این روش مطابق با (Salmanmahiny *et al*., 2022) به شرح زیر هستند:

X_i: وزن اولیه

y_i: وزن تعدیل شده

A: حد اکثر امتیاز قابل کسب

N: تعداد کل پرسش‌شوندگان

n: تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت امتیاز داده‌اند.

ضریب اهمیت هر شاخص (IC) از حاصل ضرب درجه اهمیت هر شاخص (DC) و درصد اهمیت هر شاخص (PC%) محاسبه شد که فرمول آن ذکر شده است:

z_i: امتیاز وزن‌دار

P: درصد اهمیت هر معیار

۱) وزن تعدیل شده: $y_i = \frac{X_i}{\sum \mathrm{Xi}}$

۲) امتیاز وزن‌دار: $z_i = y_i \times n$

۳) امتیاز قابل کسب حداکثر $A = N \times y_i$

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

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

به‌منظور اولویت‌بندی شاخص‌ها از فرمول حاصل ضرب اهمیت نرمال شده و درصد اهمیت هر شاخص (ضریب وزنی) استفاده گردید. سپس اهمیت شاخص‌ها به شرح زیر محاسبه شد:

$$Ci = DCi * PC\%$$

ضریب اهمیت نرمالایز شده (OI) از تقسیم ضریب اهمیت هر یک از شاخص‌ها بر حاصل جمع ضریب اهمیت شاخص‌ها به‌دست می‌آید که فرمول آن ذکر شده است:

$$OICi = ICi / \sum_{1}^{n} ICi$$

در نهایت، نتایج حاصل از پرسشنامه دلفی که بر اساس معیارها تنظیم شده بود، برای محاسبه از دو شاخص عددی درصد اهمیت و درجه اهمیت استفاده گردیدند و معیارهای نهایی تعیین شدند.

نتایج و بحث

شناسایی شاخص‌های تاثیرگذار بر پراکنش در بین رویشگاه‌های منطقه

بر اساس یافته‌ها، فهرستی از عوامل مؤثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو ایران بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد موجود و همچنین نظرات کارشناسان و متخصصان بر اساس مدل دلفی مورد شناسایی قرار گرفت (جدول ۲). به این ترتیب، ۴۷ شاخص تاثیرگذار بر پراکنش این رویشگاه‌ها با منشاء محیطی انتخاب شدند که ۱۰ زیرمعیار و سه معیار تعیین گردیدند که منجر به وقوع این مخاطرات شده‌اند.

جدول ۲- عوامل مؤثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو در منطقه بر اساس مدل دلفی

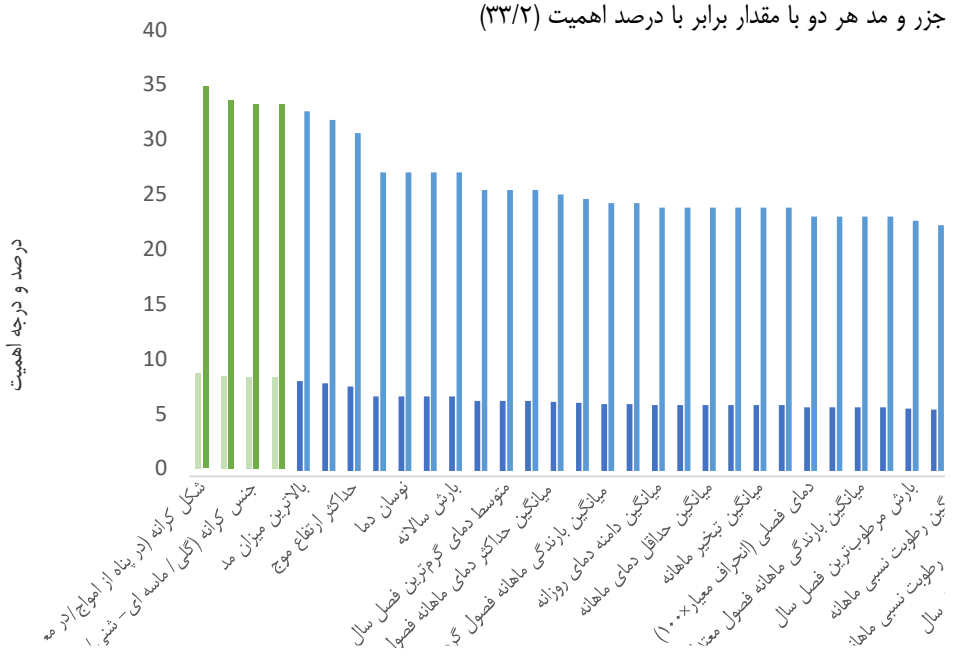
Table 2. Environmental threats identified in the region based on the Delphi model

معیار Criterion	زیرمعیار Sub-criterion	شاخص Indicator
اقلیم Climate	بارش Precipitation	میانگین بارندگی ماهانه monthly rainfall Average
		میانگین بارندگی ماهانه فصول معتدل سال Average monthly rainfall seasons Moderate year
		میانگین بارندگی ماهانه فصول گرم سال Average monthly rainfall during the warm seasons of the year
		بارش سالانه Annual precipitation
		بارش فصلی Seasonal precipitation
		بارش مرطوب‌ترین ماه Precipitation of the wettest month
		بارش خشک‌ترین ماه Precipitation of the driest season of the year
		بارش مرطوب‌ترین فصل سال Precipitation of the wettest season of the year
		بارش خشک‌ترین فصل سال Precipitation of the driest season of the year
		بارش گرم‌ترین فصل سال Precipitation in the warmest season of the year
		بارش سردترین فصل سال Precipitation in the coldest season of the year
	تبخیر Evaporation	ساعات آفتابی ماهانه Monthly sunshine hours
		میانگین سرعت باد غالب Average prevailing wind speed
		متوسط پوشش ابر ماهانه Average cloud coverage monthly
		میانگین تبخیر ماهانه Average monthly evaporation
	رطوبت Humidity	میانگین حداقل رطوبت نسبی ماهانه Average monthly minimum relative humidity
		میانگین حداکثر رطوبت نسبی ماهانه Average maximum monthly relative humidity
		میانگین رطوبت نسبی ماهانه Average monthly relative humidity
		میانگین رطوبت نسبی ماهانه در فصول خشک سال Average monthly relative humidity in dry seasons
		میانگین رطوبت نسبی ماهانه در فصول معتدل سال Average monthly relative humidity in temperate seasons
	باد Wind	دمای متوسط سالانه Annual average temperature
		میانگین دامنه دمای روزانه هم‌دمایی Average daily isothermal temperature range
		(متوسط دمای مرطوب‌ترین فصل سال/ میانگین دامنه دمای روزانه)×۱۰۰ (average temperature of the wettest season of the year/average daily temperature range) × 100.
		دمای فصلی (انحراف معیار×۱۰۰) Seasonal temperature (standard deviation x 100)
		حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال Maximum temperature of the warmest month of the year.
		حداقل دمای سردترین ماه سال Minimum temperature of the coldest month of the year
		متوسط دمای مرطوب‌ترین فصل سال Average temperature of the wettest season of the year

معیار Criterion	زیرمعیار Sub-criterion	شاخص Indicator
	دمای هوا Temperature	متوسط دمای خشک‌ترین فصل سال Average temperature of the driest season of the year.
		متوسط دمای گرم‌ترین فصل سال Average temperature of the warmest season of the year
		متوسط دمای سردترین فصل سال Average temperature of the coldest season of the year
		میانگین دمای ماهانه سال Average monthly temperature of the year
		میانگین دمای ماهانه فصول گرم سال Average monthly temperature of the warm seasons of the year
		میانگین دمای ماهانه فصول معتدل سال Average monthly temperature of the temperate seasons of the year
		میانگین دمای ماهانه فصول خشک سال Average monthly temperature of the dry seasons of the year
		میانگین حداکثر دمای ماهانه Average maximum monthly temperature
		میانگین حداقل دمای ماهانه Average minimum monthly temperature
		میانگین حداکثر دمای ماهانه فصول خشک سال Average maximum monthly temperature of dry seasons
		میانگین حداقل دمای ماهانه فصول خشک سال Average minimum monthly temperature of the dry seasons
		نوسان دما Temperature fluctuation
ویژگی‌های آب دریا Properties of seawater	موج Wave	متوسط جزر و مد، بالاترین میزان مد، پایین‌ترین میزان جزر، حداکثر ارتفاع موج، میانگین کلروفیل آب، میانگین شوری آب Average tide, Highest tide, Lowest tide, Maximum wave height, Average water chlorophyll, Average water salinity
	جزر و مد Tides	
	کیفیت آب Water quality	
	شوری Salinity	
ویژگی‌های زمین Earth features	ویژگی فیزیکی Physical characteristics	شیب ساحل، شکل کرانه (در پناه از امواج/ در معرض امواج)، جنس کرانه (گلی/ ماسه‌ای– شنی/ سنگی) Beach slope, Shoreline shape (sheltered/exposed), Shoreline type (mud/sandy/rocky)

اولویت‌بندی شاخص‌های تاثیرگذار بر پراکنش در بین رویشگاه‌های منطقه

بررسی مقادیر درصد اهمیت به‌دست آمده از هر یک از عوامل مؤثر نشان داد که شکل کرانه بیشترین درصد اهمیت (۳۴/۸) را در بین تمام عوامل مؤثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو دارا بود. پس از آن، شیب ساحلی با درصد اهمیت (۳۳/۶) در رتبه دوم اهمیت قرار دارد، و سپس عوامل جنس کرانه و متوسط جزر و مد هر دو با مقدار برابر با درصد اهمیت (۳۳/۲) در جایگاه سوم اهمیت قرار دارند. همچنین، دو عامل میانگین کلروفیل آب و متوسط پوشش ابر ماهیانه با درصد اهمیت به‌ترتیب ۱۳/۲ و ۱۴/۴ در رتبه‌های آخر اهمیت قرار دارند (شکل ۲). این نتایج نشان دهنده اهمیت بالای شکل زمین بر گسترش گونه حرا و اهمیت کمتر آب بر گسترش گونه حرا هستند.



شکل ۲– نمودار مقایسه درصد و درجه اهمیت شاخص‌های موثر بر گسترش جنگل‌های مانگرو در جنوب کشور

Figure 2. The chart comparing the percentage and degree of importance of factors affecting the expansion of mangrove forests in the south of the country.

شناسایی معیارهای تاثیرگذار بر پراکنش

پس از شناسایی عوامل تاثیرگذار در جنگل‌های مانگرو ایران (جدول ۲)، به بررسی معیارها در بین رویشگاه‌های مختلف پرداخته شد. به این ترتیب، سه معیار تعیین شده شامل اقلیم، ویژگی‌های آب دریا و ویژگی‌های زمین هستند (جدول۳).

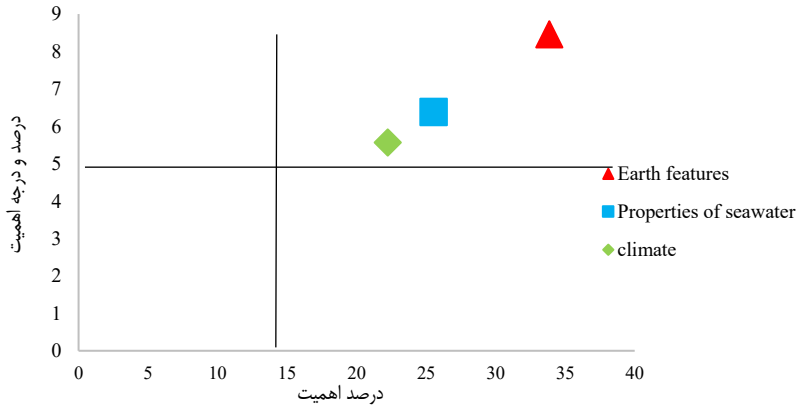
جدول ۳- اولویت معیارهای انتخاب شده برای مکان‌یابی مناطق توسعه مانگرو

Table 3. Priority of the selected criteria for locating mangrove development areas

درصد اهمیت Importance percentage	معیار Criterion	اولویت Priority
33.58	ویژگی‌های زمین Earth features	1
22.55	ویژگی‌های آب دریا Properties of seawater	2
22.25	اقلیم Climate	3

اولویت‌بندی معیارهای تاثیرگذار بر پراکنش

پس از غربال معیارها و وزن‌دهی به هر یک از معیارهای مؤثر در پراکنش حرا، هر سه معیار در قطاع بالا سمت چپ قرار گرفتند و از بین معیارهای ویژگی‌های زمین، ویژگی‌های آب دریا و اقلیم به‌ترتیب با درصد اهمیت ۳۳/۵۸، ۲۵/۵۵ و ۲۲/۲۵ درصد ویژگی‌های زمین در اولویت اول عوامل مؤثر بر پراکنش گونه حرا قرار دارند (شکل ۳).



شکل ۳- درجه و درصد اهمیت معیارها

Figure 3. The degree and percentage of importance of the criteria

شناسایی زیرمعیارهای تاثیرگذار بر پراکنش

پس از شناسایی معیارهای تاثیرگذار در جنگل‌های مانگرو ایران، به بررسی زیرمعیارها در بین رویشگاه‌های مختلف پرداخته شد (جدول ۴). به این ترتیب، ۱۰ زیرمعیار تعیین شده شامل بارش، دما، شوری، جزر و مد، رطوبت، ویژگی‌های فیزیکی، باد، تبخیر، موج و کیفیت آب هستند.

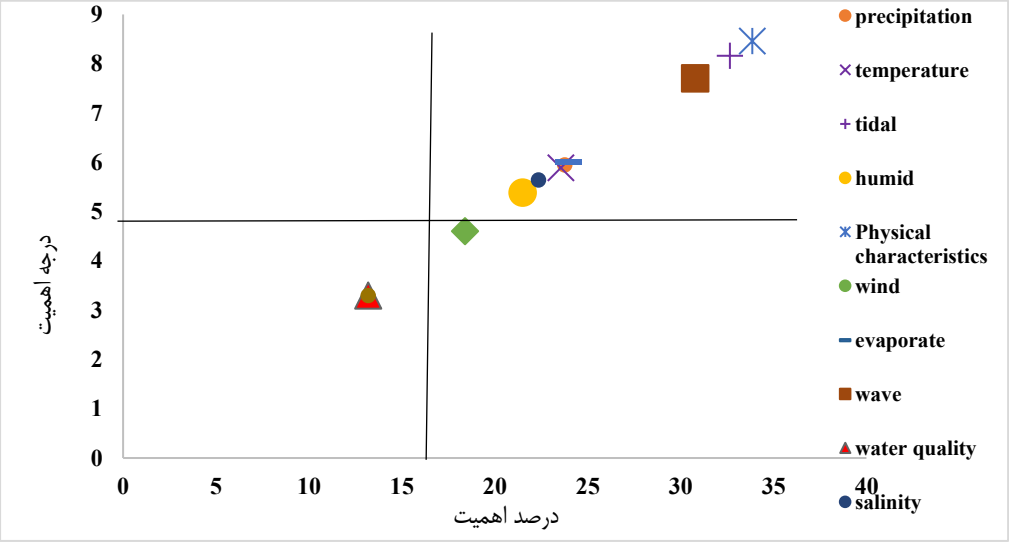
جدول ۴- اولویت زیرمعیارهای انتخاب شده برای مکان‌یابی مناطق توسعه مانگرو

Table 4. Priority under selected criteria for locating mangrove development areas

درصد اهمیت (Importance percentage)	معیار (Criterion)	اولویت (Priority)
33.86	ویژگی‌های فیزیکی Physical characteristics	1
32.66	جزر و مد Tides	2
30.8	موج Wave	3
24	تبخیر Evaporate	4
23.78	بارش Precipitation	5
23.57	دمای هوا Temperature	6
22.36	شوری Salinity	7
21.52	رطوبت Humidity	8
18.4	باد Wind	9
13.2	کیفیت آب Water quality	10

اولویت‌بندی زیرمعیارهای تاثیرگذار بر پراکنش

نمودار اهمیت زیرمعیارها که محور افقی درصد اهمیت و محور عمودی درجه اهمیت زیرمعیارها را نشان می‌دهد، بر اساس نصف ارزش عددی هر بردار به چهار قسمت تقسیم می‌شود. ملاک انتخاب زیرمعیار دارا بودن نصف ارزش عددی هر بردار است. با توجه به شکل ۴، از بین زیرمعیارهای بارش، دما، شوری، جزر و مد، رطوبت، ویژگی‌های فیزیکی، باد، تبخیر، موج، و کیفیت آب با درصد اهمیت به‌ترتیب ۳۳/۸۶، ۳۲/۶۶، ۳۰/۸، ۲۴، ۲۳/۷۸، ۲۳/۵۷، ۲۲/۳۶، ۲۱/۵۲، ۱۸/۴، و ۱۳/۲ اولویت اول را ویژگی‌های فیزیکی به‌خود اختصاص داده‌اند، اولویت دوم جزر و مد و در نهایت کیفیت آب با اهمیت کمتر تعیین شد.



شکل ۴- درجه و درصد اهمیت زیرمعیارها
Figure 4. The degree and percentage of importance of the sub-criteria

ضرایب اهمیت و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها

مطابق نتایج به‌دست آمده، از ۴۷ عامل تأثیرگذار محیطی مورد بررسی در جنگل‌های مانگرو ایران، پس از بررسی‌های به‌عمل آمده و تجزیه و تحلیل درصد و درجه اهمیت هر یک از عوامل تأثیرگذار، اولویت‌بندی عوامل مؤثر تعیین گردید (جدول ۵). لازم به ذکر است که این امر نشان از بی‌اهمیت بودن تأثیر سایر عوامل فیزیکی و زیستی در منطقه نیست، بلکه حاکی از آن است که هر یک از عوامل محیطی در رویشگاه‌های مختلف میزان اثرگذاری متفاوتی دارند. همچنین، نتایج به‌دست آمده نشان دادند که بیشترین عوامل تأثیرگذار بر جنگل‌های مانگرو ایران بر اساس بیشترین وزن و بالاترین اولویت ویژگی‌های زمین، جزر و مد و موج با ضریب نرمالایز شده (به‌ترتیب ۰/۱۵۲۶، ۰/۱۴۷۲ و ۰/۱۳۸۸ با کسب رتبه ۱ تا ۳) هستند. علاوه بر این، در بین تهدیدات شناسایی شده در منطقه، کیفیت آب و عامل باد به‌عنوان کم اهمیت‌ترین عامل تهدید کننده محیطی در بین رویشگاه‌های مختلف قابل مشاهده است.

جدول ۵- ضرایب و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها جهت گزینش مناطق مناسب احیاء جنگل‌های مانگرو
Table 5. Coefficients and prioritization of the criteria and sub-criteria for selecting suitable areas for mangrove forest restoration

ردیف No	معیار Criterion	ضریب اهمیت معیار The importance coefficient of the criterion	زیرمعیار Sub-criterion	ضریب اهمیت زیرمعیار Sub-criterion importance coefficient	ضریب اهمیت نرمالایز شده بر اساس معیار Normalized importance coefficient based on criterion	اولویت Priority	کد حرفی Code
1	اقلیم climate	22.25	بارش Precipitation	23.78	0.1072	5	PR
			دمای‌هوا Temperature	23.57	0.1062	6	TE
			تبخیر Evaporate	24	0.1082	4	VA
			رطوبت Humidity	21.52	0.0970	8	RH
			باد Wind	18.4	0.0829	9	WI
2	ویژگی‌های آب دریا Properties of seawater	22.55	موج Wave	30.8	0.1388	3	WA
			جذر و مد Tides	32.66	0.1472	2	TI
			کیفیت آب Water quality	13.2	0.0595	10	WQ
			شوری Salinity	22.36	0.1073	7	WS
3	ویژگی‌های زمین Earth features	33.86	ویژگی فیزیکی Physical characteristics	33.86	0.1526	1	PC

شاخص‌های دریایی از بارزترین عوامل محیطی محسوب می‌شوند که در مطالعات متعددی در ارتباط با پراکنش جنگل‌های حرا مورد توجه قرار گرفته‌اند. بررسی‌های انجام شده، دامنه جزر و مدی، میزان آب گرفتگی، ارتفاع موج و میزان شوری آب را مؤثرترین مؤلفه‌های دریایی در گسترش این اجتماعات کرانه‌ای نشان داده‌اند. با این وجود، بررسی حاضر نشان می‌دهد که معیارهای فیزیکی، جزر و مد و موج مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار هستند. از این‌رو، در مطالعه حاضر به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر گسترش جنگل‌های این منطقه، به ارزیابی عوامل محیطی و زیستی در چارچوب مدل مفهومی دلفی پرداخته شد. همچنین، در ادامه عوامل مختلف مورد مقایسه و اولویت‌بندی قرار گرفتند. همان‌طور که نتایج نشان دادند، شاخص‌ها در این رویشگاه‌ها با منشاء محیطی و زیستی شناسایی شدند، که در این راستا ۴۷ شاخص، با استفاده از روش دلفی و نظر متخصصان و کارشناسان در این حوزه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در حفظ و احیاء، و به‌طور کلی در عملکرد و خدمات این اکوسیستم‌های حساس ساحلی تعیین شدند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، از ۴۷ شاخص محیطی مورد بررسی در جنگل‌های مانگرو ایران، ۱۰ زیرمعیار و سه معیار مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارها در منطقه مورد مطالعه هستند. لازم به ذکر است که این امر نشانگر بی اهمیت بودن سایر فاکتورهای محیطی و زیستی در منطقه نیست، بلکه حاکی از آن است که هر یک از عوامل در رویشگاه مورد بررسی میزان اثرگذاری متفاوتی دارند. همچنین، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند که بیشترین عامل تأثیر گذار بر جنگل‌های مانگرو ایران بر اساس بیشترین وزن و بالاترین اولویت مربوط شاخص ویژگی‌های فیزیکی زمین و کمترین وزن و کمترین اولویت مربوط به شاخص میزان کلروفیل هستند. نتایج مطالعه (Salmanmahiny *et al*., 2022) نیز مؤید این یافته‌ها هستند. آن‌ها بیان کردند که فرسایش کرانه از مهم‌ترین تهدیدات جنگل‌های مانگرو جنوب ایران بود و دریافتند که به‌دلیل رشد جمعیت و توسعه فعالیت‌های انسانی در طی سال‌های اخیر، رویشگاه‌های مانگرو جنوب کشور با فشارها و مخاطرات محیطی فراوان مواجه شده‌اند که در برخی از این رویشگاه‌ها به‌جهت افزایش شدت فشارها و موقعیت منطقه میزان اثرات ناشی از تهدیدات محیطی، به‌طور چشم‌گیری قابل مشاهده است. همچنین، نتایج این پژوهش با مطالعات لوئیس و همکاران (Lewis *et al*., 2018) با بررسی عوامل مؤثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو همخوانی دارند. آن‌ها در بررسی میزان آسیب‌پذیری و پاسخ اکوسیستم‌های مانگرو به اثرات پیش‌بینی شده شیب رویشگاه، جزر و مد و مدت و فراوانی آن را به‌عنوان عامل موثر بر حضور جنگل‌های مانگرو در رویشگاه دانستند و اظهار داشتند که اکوسیستم‌ها پاسخی سینرژیک به ترکیبی از اثرات ناشی از تغییر اقلیم، فاکتورهای آنتروپوژنیک و حوادث طبیعی نشان می‌دهند. علاوه بر این، در بین عوامل شناسایی شده در منطقه، رژیم نامناسب بارندگی به‌عنوان عامل تاثیرگذار محیطی در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. در راستای نتایج به‌دست آمده، مافی غلامی و بهارلوئی (Mafi-Gholami & Baharlouii, 2019) نیز خشک‌سالی و کمبود بارش‌ها را از مهم‌ترین مخاطرات محیطی موجود در جنگل‌های مانگرو جنوب کشور دانستند. همچنین مطالعه سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2022) بیانگر این مطلب است که تغییر اقلیم و کاهش بارش‌ها عمده‌ترین عامل تاثیرگذار بر پراکنش و رویش جنگل‌های مانگرو هستند. از سوی دیگر، کاهش بارندگی و وقوع خشک‌سالی از طریق افزایش تبخیر نشان‌دهنده تغییر اقلیم است. همچنین، سگاران و همکاران (Segaran *et al.,* 2023) بیان داشتند که تنش شوری سبب کاهش تولید خالص اولیه، کاهش میزان رشد و بقای نهال‌ها، تنوع زیستی و کاهش توان رقابت مانگروها، افزایش وسعت گونه‌های شوری‌پسند و مرگ و میر و کاهش این ذخایر ارزشمند زیستی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی گونه‌های گیاهی و عوامل تاثیرگذار بر آن‌ها اهمیت به‌سزایی در مدیریت، بهره‌برداری پایدار و حفاظت از رویشگاه‌ها دارد. در دهه‌های اخیر، جنگل‌های مانگرو سواحل جنوب ایران به‌علت روند تغییرات ناشی از توسعه انواع فعالیت‌های انسانی و مخاطرات محیطی در حال تخریب هستند. از طرفی، این اکوسیستم‌های خشکی–آبی در کنار خدمات ارزنده محیط زیستی با توسعه بی‌رویه و بدون برنامه‌ریزی و همچنین کم‌توجهی ذینفعان مواجه شده‌اند. بنا بر این، درک پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در این منطقه از اهمیت بالایی در برنامه‌ریزی صحیح و افزایش حفاظت در این ذخایر ارزشمند زیستی برخوردار است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن هستند که عوامل موثرتر در پراکنش جنگل‌های مانگرو در برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه رویشگاه مد نظر قرار گیرند. همچنین، نتایج حاصل از این بررسی‌ها می‌توانند نقش مهمی در کارایی و موفقیت برنامه‌های حفاظت و توسعه رویشگاه‌های مانگرو داشته باشند. با توجه به این که این تحقیق به بررسی عوامل محیطی موثر بر پراکنش جنگل‌های مانگرو پرداخته است، پیشنهاد می‌شود که برای حفاظت از این بوم‌سازگان ارزشمند، تاثیر تغییرات اقلیمی با در نظرگرفتن تنش‌های ناشی از دخالت انسان به‌طور هم‌زمان بررسی گردد.

References

Abdel-Hamid, K. A., Ahmed, E. K. A., & Abdel-Hamid, A. (2007). Zonation Pattern of Avicennia marina and Rhizophora mucronata along the Red Sea Coast, Egypt. *World Applied Sciences Journal*, 2(4), 283–288.

Adame, M. F., Hermoso, V., Perhans, K., Lovelock, C. E., & Herrera-Silveira, J. A. (2015). Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services. *Conservation Biology*, 29(2), 493–502.

Akbari, M., Shalamzari, M. J., Memarian, H., & Gholami, A. (2020). Monitoring desertification processes using ecological indicators and providing management programs in arid regions of Iran. *Ecological Indicators*, 111.

Ali, A., Alfarhan, A., Robinson, E., & Aldjain, I. (2008). Pattern of Survival and Mortality of Mangrove Populations Grown at Al-Jubail Area (Saudi Arabia) of the Arabian Gulf. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(3), 610–616.

Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports,* 1(1), 30-39.

Andin, J., Fransson, P., Dahlström, Ö., Rönnberg, J., & Rudner, M. (2019). The neural basis of arithmetic and phonology in deaf signing individuals. *Language, Cognition and Neuroscience*, 34(7), 813–825. https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1616103

Zaldívar-Jiménez, M. A., Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández, C., Comín, F. A., Andrade, J. L., Molina, C. C., & Ceballos, R. P. (2010). Conceptual framework for mangrove restoration in the Yucatán Peninsula. *Ecological Restoration,* 28(3), 333-342.

Berger, U., Rivera-Monroy, V. H., Doyle, T. W., Dahdouh-Guebas, F., Duke, N. C., Fontalvo-Herazo, M. L., Hildenbrandt, H., Koedam, N., Mehlig, U., Piou, C., & Twilley, R. R. (2008). Advances and limitations of individual-based models to analyze and predict dynamics of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89, 260–274.

Buitre, M. J. C., Zhang, H., & Lin, H. (2019). The mangrove forests change and impacts from tropical cyclones in the philippines using time series satellite imagery. *Remote Sensing*, 11(6), 688.

Dai, J., Chen, J., Luo, Z., & Zhou, W. (2023). Coping with giant panda nature reserve protection dilemmas in China: Social capital's role in forest conservation. *Global Ecology and Conservation,* 42, e02379.

Dehghan, P., Dehghan, R., & Ahmadi, S. M. (2024). Identifying, Prioritizing, and Evaluating Mutual Relationships between the Principles of Civil Responsibility in the Rights of Forest Ecosystems. *Ecology of Iranian Forests*, 12(2), 144–159.

Friis, G., & Burt, J. A. (2020). Evolution of mangrove research in an extreme environment: Historical trends and future opportunities in Arabia. *Ocean & Coastal Management,* 195, 105288.

Ghyoumi, R., Ebrahimi, E., & Mousavi, S. M. (2022). Dynamics of mangrove forest distribution changes in Iran. *Journal of Water and Climate Change*, 13(6), 2479–2489.

Gilman, E., Ellison, J., & Coleman, R. (2007). Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. *Environmental Monitoring and Assessment*, 124(1-3), 105–130.

Jalili Asle, H., Fallah, A., Oladi, J., & Hosseini, S. (2023). Identification and Customization of Rural Ecotourism Criteria and Indicators in the Forest Areas of Northern. *Ecology of Iranian Forests*, 11(21), 1–11.

Kabiri, K., & Abedi, E. (2025). Rapid mangrove dieback in the northern Persian Gulf driven by anthropogenic activities and environmental stressors. *Discover Environment*, 3(1), 22

Kamali, B., & Hashim, R. (2011). Mangrove restoration without planting. *Ecological Engineering*, 37(2), 387–391.

Lee, T. H., & Hsieh, H. P. (2016). Indicators of sustainable tourism: A case study from a Taiwan's wetland. *Ecological Indicators*, 67, 779-787.

Lewis III, R. R., Brown, B. M., & Flynn, L. L. (2019). Methods and criteria for successful mangrove forest rehabilitation. *In Coastal Wetlands* (pp. 863-887). Elsevier.

Mafi-Gholami, D., & Baharlouii, M. (2019). Monitoring long-term mangrove shoreline changes along the northern coasts of the Persian gulf and the oman sea. *Emerging Science Journal*, 3(2), 88–100.

Mohan, M., Roy, A. D., Montenegro, J. F., Watt, M. S., Burt, J. A., Shapiro, A., ... & Chambers, J. Q. (2024). Mangrove forest regeneration age map and drivers of restoration success in Gulf Cooperation Council countries from satellite imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment,* 36, 101345.

Moslehi, M. (2018). Ecological value of endangered mangrove ecosystems. *Human & Environment,* 16(3), 148-168. [In Persian]

Nazim, K., Ahmed, M., Khan, M. U., Khan, N., Wahab, M., & Siddiqui, M. F. (2010). An assessment of the use of Avicennia marina Forsk Vierh. To reclaim water logged and saline agricultural land. *Pakistan Journal of Botany,* 42(4), 2423-2428.

Orsi, F., & Geneletti, D. (2010). Identifying priority areas for Forest Landscape Restoration in Chiapas (Mexico): An operational approach combining ecological and socioeconomic criteria. *Landscape and Urban Planning*, 94(1), 20–30.

Otero, V., Van De Kerchove, R., Satyanarayana, B., Mohd-Lokman, H., Lucas, R., & Dahdouh-Guebas, F. (2019). An analysis of the early regeneration of mangrove forests using Landsat time series in the Matang Mangrove Forest Reserve, Peninsular Malaysia. Remote Sensing, 11(7), 774.

Raihan, A., Ali, T., Mortula, M., & Gawai, R. (2023). Spatiotemporal Analysis of the Impacts of Climate Change on Mangroves Located in the United Arab Emirates. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 11(3), 1110460.

Rakotomavo, A., & Fromard, F. (2010). Dynamics of mangrove forests in the Mangoky River delta, Madagascar, under the influence of natural and human factors. *Forest Ecology and Management*, 259(6), 1161–1169.

Robert, E. M., Koedam, N., Beeckman, H., & Schmitz, N. (2009). A safe hydraulic architecture as wood anatomical explanation for the difference in distribution of the mangroves Avicennia and Rhizophora. *Functional Ecology,* 23(4), 649-657.

Said, W. M., & Ehsan, N. O. (2010). Macro & Micromorphological Characterizations and RAPD analysis to differentiate four forms of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Taeckholmia,* 30(1), 161-185.

Salmanmahiny, M., Mikaeili Tabrizi, A., Danehkar, A., & Moslehi, A. (2022). Prioritizing Environmental Hazards of Mangrove Forests in Hormozgan Province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(30), 69-82.

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.

Savari, M., Khaleghi, B., & Sheheytavi, A. (2024). Iranian farmers' response to the drought crisis: how can the consequences of drought be reduced?. *International Journal of Disaster Risk Reduction,* 114, 104910.

Segaran, T. C., Azra, M. N., Lananan, F., Burlakovs, J., Vincevica-Gaile, Z., Rudovica, V., ... & Satyanarayana, B. (2023). Mapping the link between climate change and mangrove forest: A global overview of the literature. *Forests,* 14(2), 421.

Sepehr, M., Fatemi, S. M. R., Danehkar, A., & Mashinchian Moradi, A. (2017). Application of Delphi method in site selection of desalination plants. *Global Journal of Environmental Science and Management,* 3(1), 89–102.

Singh, M., Schwendenmann, L., Wang, G., Adame, M. F., & Mandlate, L. J. C. (2022). Changes in mangrove carbon stocks and exposure to sea level rise (SLR) under future climate scenarios. Sustainability, 14(7), 3873.

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2024a). The trend of land use changes and the level of ecological riskin the Hara Protected Area. *Sustainable Development of Geographical Environment*, 5(9), 1-19.

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2024b). Modeling the distribution of Avicennia marina (Forssk.) Vierh. in the Khamir and Qeshm mangrove forests, Iran using the maximum entropy model (MaxEnt). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 32(2), 97-111.

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023a). Natural features and management areas of Khamir and Gheshm mangrove forests. *Journal of Iran Nature,* 8(4), 97-112.

Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023b). Assessment of environmental hazards and vulnerability of Hara protected area using DPSIR model. E*nvironmental Hazards Management*, 10(3), 215-232.

Vallauri, D., Aronson, J., & Dudley, N. (2005). An attempt to develop a framework for restoration planning. In *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees* (pp. 65-70). New York, NY: Springer New York.

Wang'ondu, V. W., Kairo, J. G., Kinyamario, J. I., Mwaura, F. B., Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., & Koedam, N. (2010). Phenology of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. in a disjunctly-zoned mangrove stand in Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science,* 9(2), 135-144.

Ward, R., Friess, D., Day, R., & Mackenzie, R. (2016). Impacts of climate change on global mangrove ecosystems: a regional comparison. Ecosyst. *Health Sustain,* 2(4), 1-25.

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(1), 231.