Tourism Management Studies
Spring 2025, 20 (69), 169-204
tms.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/tms.2024.81867.2976

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 10/11/2024
Revised:21/10/2024
Received:16/09/2024
eISSN:2476-597X
ISSN: 2322-3294

Forecasting the Appropriate Time for Nature Tourism in the Mangrove Forests of the Hara Protected Area with Emphasis on Weather Conditions

Parvaneh Sobhani Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Afshin Danehkar* Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Determining the appropriate time for the presence of nature walkers in the fields of nature requires forecasting and identifying the favorable months for tourism according to changes in weather conditions. Thus, knowledge of the climate conditions of the tourist destination is one of the most important types of information needed by the nature walker on the trip. Therefore, in the present study, using the Terjong climate index, the optimal time of day and night tourism was determined (from 1996 to 2021) in the mangrove forests of the Hara protected area. Then, by using ACCESS-CM2 and CNRM-CM6-

* Corresponding Author: danehkar@ut.ac.ir
How to Cite: Sobhani, P. and Danehkar, A. (2025). Forecasting the appropriate time for nature tourism in the mangrove forests of the Hara protected area. *Tourism Management Studies*, 20 (69), 169 - 204. doi: 10.22054/tms.2024.81867.2976

1 models to predict the suitable times for the development of nature tourism under the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios shortly (2050-2070) and period (2100-2080) was carried out. The results of the Terjong index showed that the best time for nature tourism in this region is during the day in January, February, and March and during the night in April and November. Also, the prediction results of the studied models indicate that the minimum temperature values have increased under both SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios compared to the base period (1996-2014), and this situation can also be seen in the maximum temperature. It is observed that the maximum temperature trend has accelerated since the second half of the 2050s, and its average has increased under the SSP5-8.5 scenario from 2090-2099. Although the rainfall trend fluctuates, it shows a decreasing trend in a significant part of the year. In this way, the results show that the studied area does not have favorable conditions for nature tourism in the distant future and is under the investigated scenarios, except for January and February. Based on the results obtained, tourism planners and decision-makers can develop and plan nature tourism in favorable months with suitable climatic conditions for visitors to this region.

Keywords: Development of Nature Tourism, Terjong Index, Climate Forecasting Models, Mangrove Forests, Hara Protected Area

Introduction

Nature tourism is one of the branches of the tourism industry, and its income has provided an opportunity for tourism areas to protect natural resources and biodiversity. In the future, many tourists may be related to the nature tourism sector. This activity often takes place in small groups and in the form of an informed and informative trip with the participation of local people, which causes the interaction between man and nature. This way, the natural and cultural heritage of the destination is known, and environmental awareness is also improved.

This type of tourism depends on pristine attractions and the natural environment, so the quality of the natural environment is a key element in its expansion. The benefit of this type of tourism is that it is used directly and indirectly to empower the local community and protect nature. As an acceptable economic driver, nature tourism brings high economic benefits to the host communities. It generates income and new jobs, improves infrastructure and facilities for the host communities, and can contribute to local and regional development. Help Sustainable Nature Tourism is trying to attract the attention of the future generation for such an experience and help the current generation create a better place to live, travel, and visit.

Materials and Methods

In the present study, using the Terjong climate index, the optimal time of day and night tourism was determined (from 1996 to 2021) in the mangrove forests of the Hara protected area. Then, using ACCESS-CM2 and CNRM-CM6-1 models to predict the suitable times for the development of nature tourism under the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios in the near future (2050-2070) and period (2100-2080) was carried out.

Discussion and Results

The results of the Terjong index showed that the best time for nature tourism in this region is during the day in January, February, and March and during the night in April and November. Also, the prediction results of the studied models indicate that the minimum temperature values have increased under both SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios compared to the base period (1996-2014), and this situation can also be seen in the maximum temperature. It is observed that the maximum temperature trend has accelerated since the second half of the 2050s, and its average has increased under the SSP5-8.5 scenario

from 2090-2099. Although the rainfall trend fluctuates, it shows a decreasing trend in a significant part of the year. In this way, the results show that the studied area does not have favorable conditions for nature tourism in the distant future and is under the investigated scenarios, except for January and February. Based on the results obtained, tourism planners and decision-makers can develop and plan nature tourism in favorable months with suitable climatic conditions for visitors to this region.

Conclusions

According to the findings obtained from this research, climate plays a vital role in developing nature tourism activities and attracting tourists in natural ecosystems, especially in tropical regions, due to the high temperature and the short tourism time. Therefore, identifying and predicting the right time for the development of nature tourism in the mangrove forests of the Mangrove Protected Area is of particular importance, considering the high biological limitations and the protection status of the area. Based on the obtained results, tourism planners and decision-makers can develop and plan tourism in favorable months and with suitable climatic conditions for visitors to this region.

.

مطالعات مدیریت گردشگری
سال ۲۰، شماره ۶۹، بهار ۱۴۰۴، ۱۶۹-۲۰۴
tms.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/tms.2024.81867.2976

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰
ISSN: 2322-3294 eISSN:2476-597X

پیش‌بینی زمان مناسب طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا با تأکید بر شرایط آب‌وهوایی

پروانه سبحانی | استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

افشین دانه‌کار* | استاد گروه محیط‌زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کرج، ایران

چکیده

تعیین زمان مناسب حضور طبیعت‌گردان در عرصه‌هایی از طبیعت، مستلزم پیش‌بینی و شناسایی ماه‌های مطلوب گردشگری با توجه به تغییرات شرایط آب‌وهوایی می‌باشد. بدین ترتیب، آگاهی از شرایط اقلیم مقصد گردشگری یکی از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز طبیعت‌گردان از سفر است. بر این اساس در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص اقلیمی ترجونگ به تعیین زمان مطلوب گردشگری در طی روز و شب (از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۱) در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا پرداخته شد. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ACCESS-CM2 و CNRM-CM6-1 به پیش‌بینی زمان‌های مناسب توسعه طبیعت‌گردی تحت سناریوهای SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در آینده‌ای نزدیک (۲۰۵۰ - ۲۰۷۰) و دور (۲۰۸۰ - ۲۱۰۰) اقدام شد. نتایج شاخص ترجونگ نشان داد که بهترین زمان برای طبیعت‌گردی در این منطقه در طی روز در ماه‌های دی، بهمن و اسفند و در طی شب در ماه‌های فروردین و آبان ماه می‌باشد. همچنین، نتایج پیش‌بینی مدل‌های مورد مطالعه حاکی از آن است که مقادیر دمای کمینه در هر دو سناریوی SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در مقایسه با دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۹۶) افزایش یافته است و این وضعیت در دمای بیشینه نیز قابل مشاهده است، به‌طوری‌که روند دمای بیشینه از نیمه دوم دهه ۲۰۵۰ سرعت گرفته و میانگین آن تحت سناریوی SSP5-8.5 در بازه زمانی ۲۰۹۰-۲۰۹۹ افزایش یافته است. روند بارش‌ها نیز اگرچه نوسانی است اما در بخش قابل توجهی از سال، روند کاهشی را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که محدوده مورد مطالعه در شرایط آینده دور و با سناریوهای مورد بررسی، به جز ماه‌های دی و بهمن در سایر ماه‌ها از وضعیت مطلوبی برای طبیعت‌گردی برخوردار نمی‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، برنامه‌ریزان گردشگری و تصمیم‌گیران می‌توانند به توسعه و برنامه‌ریزی طبیعت‌گردی در ماه‌های مطلوب و با شرایط اقلیمی مناسب برای بازدیدکنندگان از این منطقه بپردازند.

کلیدواژه‌ها: توسعه طبیعت‌گردی، شاخص ترجونگ، مدل‌های پیش‌بینی اقلیم، جنگل‌های مانگرو، منطقه حفاظت‌شده حرا

* نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

مقدمه

زندگی شهری و الزامات ماشینی آن موجب شده است تا تمایل حضور در طبیعت و جست‌وجوی آرامش طبیعی در بین شهروندان به شکل فزاینده‌ای افزایش یابد. امروزه، طبیعت‌گردی در میان گونه‌های مختلف گردشگری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و در بیست سال اخیر رشد قابل توجهی داشته است (Lehmann, 2023). طبیعت‌گردی از شاخه‌های صنعت گردشگری است که درآمد حاصل از آن، فرصتی را برای مناطق گردشگری به‌منظور حفاظت از منابع طبیعی و تنوع زیستی فراهم آورده است (UNSD, 2017). از طرفی، طبیعت‌گردی در جهان با رشد سریع دارای سهم بالایی در صنعت گردشگری است و پیش‌بینی می‌شود که در آینده، تعداد زیادی از گردشگران مربوط به بخش طبیعت‌گردی باشند (Sobhani & Danehkar, 2024a). این فعالیت اغلب به‌صورت گروه‌های کوچک و در قالب یک سفر آگاهانه و آموزنده با مشارکت مردم محلی صورت می‌گیرد که باعث تعامل انسان و طبیعت می‌شود و از این طریق، میراث طبیعی و فرهنگی مقصد شناخته می‌شود و آگاهی محیط‌زیستی نیز ارتقا می‌یابد (Soleimanpouromran & Gholizadeh, 2021).

این نوع گردشگری وابسته به جاذبه‌های بکر و محیط طبیعی است، به‌طوری که کیفیت محیط طبیعی یک عنصر کلیدی در گسترش آن می‌باشد (Mäntymaa et al., 2021; Sobhani et al., 2022a). منفعت حاصل از این نوع گردشگری به‌طور مستقیم و غیرمستقیم برای توانمندسازی جامعه محلی و حفاظت از طبیعت استفاده می‌شود (Khalid et al., 2019). طبیعت‌گردی به‌عنوان یک محرک اقتصادی قابل قبول، منافع اقتصادی بالایی را برای جوامع میزبان به ارمغان می‌آورد و باعث تولید درآمد و مشاغل جدید، ارتقای زیرساخت‌ها و بهبود امکانات برای جوامع میزبان می‌شود و می‌تواند به توسعه محلی و منطقه‌ای نیز کمک نماید (Gupta et al., 2023). طبیعت‌گردی پایدار، تلاش دارد نسل آینده را برای چنین تجربه‌ای مورد توجه قرار دهد و به نسل حاضر در ایجاد مکانی بهتر برای زندگی، سفر و بازدید یاری رساند (Jones & Nguyen, 2021: 70; Sobhani et al., 2022b).

طبیعت‌گردی در مناطق مختلف باید به سؤالاتی همچون «چه زمانی» و «کجا» پاسخ دهد. پیش‌بینی و تعیین زمان مناسب توسعه طبیعت‌گردی بسیار حائز اهمیت است و اجرای فعالیت‌های گردشگری مستلزم بهترین زمان حضور طبیعت‌گردان در عرصه‌هایی از طبیعت است (Haukeland et al., 2023: 10). بدین ترتیب آگاهی از شرایط اقلیمی در مقصد گردشگری از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز طبیعت‌گردان است.

طبیعت‌گردی تحت تأثیر عوامل گوناگونی است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها آب‌وهوا می‌باشد. وضعیت آب‌وهوایی یک منطقه از جمله مهم‌ترین عوامل در جذب گردشگر و یا بالعکس تضعیف‌کننده آن است (Ngxongo, 2021). ازاین‌رو می‌توان آب‌وهوا را به‌عنوان یک ثروت طبیعی در نظر گرفت که با تأثیرگذاری بر منابع محیطی، طول مدت و کیفیت گردشگری، سلامت گردشگران و حتی تجارب شخصی آن‌ها را نیز کنترل نماید (R-Toubes et al., 2021; Bakhtiari et al., 2018: 8). آب‌وهوای نامناسب می‌تواند منجر به لغو یا محدود شدن سفرها شود. از طرفی، آب‌وهوا بر توزیع منابع طبیعی که گردشگری مبتنی بر طبیعت و زمان اوج ورود گردشگران را ترویج می‌کند، تأثیرگذار است (Mushawemhuka et al., 2022). در واقع، شرایط اقلیمی راحت و ایمن لازمه توسعه طبیعت‌گردی است (Yu et al., 2020: 6). بدین ترتیب، پیش‌بینی زمان مناسب توسعه طبیعت‌گردی یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت طبیعت‌گردی می‌باشد که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به تغییر اقلیم، حساسیت و آسیب‌پذیری مقاصد گردشگری به آب‌وهوا اشاره نمود (Wolf et al., 2021).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

طبیعت‌گردی یکی از شکل‌های پرتقاضای گردشگری است که با هدف برداشت‌های فرهنگی، معنوی، بازدید از جاذبه‌های بکر و دست‌نخورده، دل سپردن به چالش‌های گوناگون سفر، ایجاد کمپ و گردش در طبیعت همراه است. این نوع سفر، با سه دستاورد عمده شامل اهداف اجتماعی (تأمین مزایای اجتماعی، مشارکت در برنامه‌ریزی، آموزش و اشتغال)، اهداف اقتصادی (مزایای اقتصادی برای جامعه محلی و پایایی اقتصادی) و

اهداف محیط‌زیستی (کمک به حفظ منابع طبیعی، اجتناب از تخریب منابع، مدیریت عرضه و پذیرش ارزش منابع) همراه است (Yuxi & Linsheng, 2020: 8).

با توجه به اهمیت ارتباط اقلیم و توسعه گردشگری در محیط‌های طبیعی، تا کنون مطالعات متعددی صورت گرفته است که می‌توان به مطالعه زنگ (۲۰۲۴) در بررسی تحلیل امنیت اکولوژیک و رضایت گردشگران از طبیعت‌گردی و تغییر اقلیم در مناطق برفی اشاره نمود. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده پیش‌بینی‌های دقیق امنیت اکولوژیک و رضایت گردشگران از شرایط آب‌وهوایی بر اساس یادگیری عمیق می‌باشد که می‌تواند به فرآیند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی توسعه طبیعت‌گردی کمک نماید. ماشاومهوکا و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی دیدگاه طبیعت‌گردان در مقابل تهدیدات تغییرات آب‌وهوایی در مقاصد گردشگری پرداختند. آن‌ها بیان کردند که آب‌وهوا بر توزیع منابع طبیعی و همچنین، زمان اوج ورود طبیعت‌گردان به طبیعت تأثیرگذار است و می‌تواند به‌عنوان یک عامل کنترل‌کننده در طبیعت به‌شمار رود. در مطالعه‌ای دیگر، کاتاووتاس و همکاران (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از شاخص UTCI تأثیرات تغییر اقلیم بر آسایش گردشگران را در مقاصد طبیعی کشور یونان مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در چشم‌انداز آینده، شرایط تنش‌آمیز سرما، کاهش و تنش گرمایی نیز افزایش می‌یابد و این تغییرات می‌تواند بر فعالیت طبیعت‌گردان مؤثر باشد. شجاع و حمیدیان‌پور (۱۴۰۱)، اثر پیامدهای تغییر اقلیم را در الگوهای زمانی گردشگری در منطقه ساحلی چابهار با استفاده از مدل‌های اقلیمی GFDL-CM3 و EC-ERTH مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که طول دوره آسایش انسانی بر اساس شاخص‌های PMV و PET در این منطقه کاهش پیدا کرده است.

مطابق مطالعات صورت‌گرفته، اقلیم دارای نقش بسیار مهمی بر انتخاب زمان و مکان مناسب برای توسعه فعالیت‌های طبیعت‌گردی است. با وجود اهمیت این موضوع، بیشتر مطالعات انجام‌شده در راستای شناسایی زمان مطلوب از طریق تعیین اقلیم گردشگری می‌باشد و به موضوع پیش‌بینی زمان مناسب برای توسعه طبیعت‌گردی و روند تغییرات اقلیم در سال‌های آتی، پرداخته نشده است. بنابراین در مطالعه حاضر، هدف پیش‌بینی و تعیین زمان مناسب طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا (حوزه

خمیر و قشم) می‌باشد که به این منظور، با استفاده از شاخص اقلیمی ترجونگ به تعیین زمان مناسب برای بازدید و توسعه طبیعت‌گردی در این منطقه پرداخته شد. همچنین با استفاده از مدل‌های اقلیمی به پیش‌بینی تغییر اقلیم و نقش آن در تعیین بهترین زمان برای توسعه طبیعت‌گردی در منطقه حفاظت‌شده حرا اقدام گردید.

طبیعت‌گردی در ایران با دارا بودن شرایط اقلیمی و طبیعی کم‌نظیر و مناطق بسیار جذاب گردشگری از ظرفیت بالایی برای رشد و توسعه برخوردار است که یکی از عمده‌ترین این مقاصد، جنگل‌های مانگرو در نواحی ساحلی جنوب کشور می‌باشد که طبیعت‌گردی در این نواحی یکی از مکان‌های پرتقاضای گردشگری است.

اوج حضور طبیعت‌گردان در جنگل‌های مانگرو تا حد زیادی وابسته به شرایط آب‌وهوایی و پیش‌بینی زمان مناسب برای انجام فعالیت‌های طبیعت‌گردی است. بر این اساس، شناسایی و پیش‌بینی زمان مناسب توسعه طبیعت‌گردی در این مناطق امری ضروری برای دستیابی به توسعه طبیعت‌گردی پایدار و کسب رضایت طبیعت‌گردان است. در این مطالعه با استفاده از شاخص اقلیمی ترجونگ به تعیین زمان مطلوب گردشگری در طی روز و شب (از سال ۱۹۹۶تا ۲۰۲۱) در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا پرداخته شد. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ACCESS-CM2 و CNRM-CM6-1 به پیش‌بینی زمان‌های مناسب توسعه طبیعت‌گردی با سناریوهای SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در آینده‌ای نزدیک (۲۰۵۰-۲۰۷۰) و دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) اقدام شد. همچنین به‌منظور تصحیح خطای شبیه‌سازی مدل‌های GCM از روش مقیاس‌گذاری خطی[1] استفاده شد. دراین راستا، عمده‌ترین سؤالات تحقیق عبارت‌اند از: ۱) بر اساس شاخص ترجونگ چه زمان‌هایی (طی روز و شب) برای توسعه طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا مناسب است؟ ۲) مطابق با نتایج به‌دست آمده از مدل‌های پیش‌بینی تغییر اقلیم، بهترین زمان برای توسعه طبیعت‌گردی در این منطقه کدام است؟

1. LS

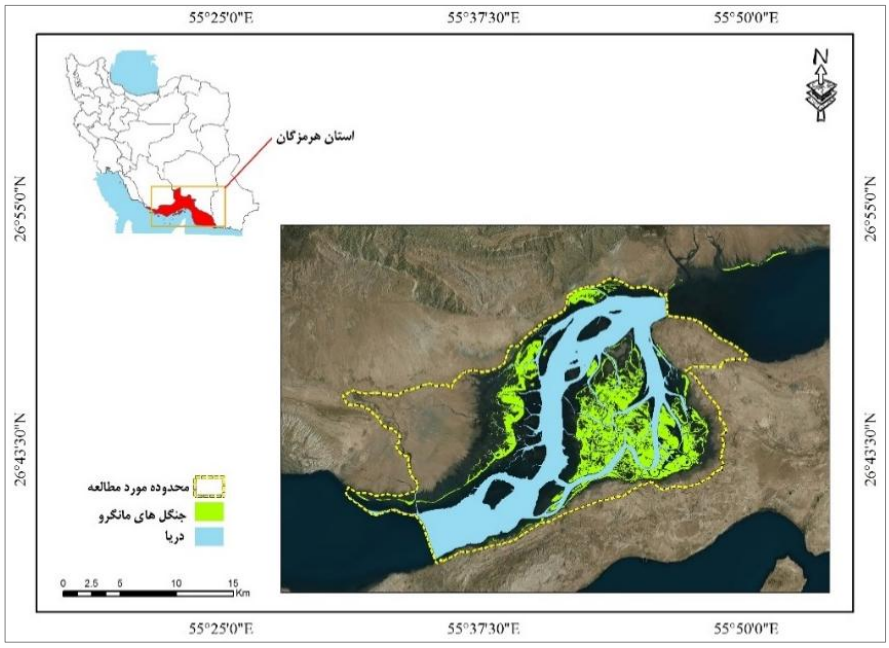
محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه شامل جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا با وسعت ۸۶,۲۵۸ هکتار واقع در استان هرمزگان و شهرستان‌های خمیر، قشم و بندر لنگه با موقعیت جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۴۷ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۰۱ دقیقه و ۰۲ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴۶ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۵۴ دقیقه و ۰۱ ثانیه طول شرقی می‌باشد (شکل ۳).

جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا، به‌عنوان وسیع‌ترین گستره جنگل‌های مانگرو جنوب کشور (حوزه خمیر و قشم)، برخوردار از تنوع و جمعیت بالای پرندگان آبزی و کنارآبزی می‌باشد. این منطقه ضمن برخورداری از پتانسیل طبیعت‌گردی به سبب جاذبه‌های طبیعی و چشم‌اندازهای زیبا، دسترسی راحت و زیرساخت‌های گردشگری مناسب، سالانه پذیرای تعداد زیادی از طبیعت‌گردان برای کسب تجربیات کم‌نظیر است. همچنین، این رویشگاه طبیعی یکی از ذخایر ارزشمند زیستی و طبیعی جزر و مدی محسوب می‌شود که به‌دلیل حساسیت‌های بوم‌شناختی به‌عنوان مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط‌زیست، مورد برنامه‌ریزی و مدیریت قرار گرفته‌اند (Sobhani & Danehkar, 2023b).

جنگل‌های مانگرو خمیر- قشم، به‌عنوان یک اکوسیستم گذرگاهی خشکی- دریایی، برخوردار از منابع طبیعی و جاذبه‌های گردشگری فراوانی هستند و فضای مطلوبی را برای توسعه طبیعت‌گردی فراهم کرده‌اند. در این راستا، فعالیت‌های طبیعت‌گردی به‌دلیل دستیابی به رشد اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست، به‌سرعت در نقاط مهم تنوع زیستی آن در حال رشد و توسعه است (Sobhani & Danehkar, 2023a). ازاین‌رو، شناسایی و پیش‌بینی زمان مناسب توسعه طبیعت‌گردی در این منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه



(منبع: نویسندگان، ۱٤۰۳)

روش

در مطالعه حاضر به‌منظور شناسایی زمان مناسب طبیعت‌گردی از داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک قشم با طول جغرافیایی ۲۶ درجه، ۴۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه، ۵۳ دقیقه و ۴۴ ثانیه طول شرقی با ارتفاع ۶ متر از سطح دریای آزاد، به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه به محدوده مورد مطالعه استفاده شد (National Meteorological Organization, 2022). در ادامه با استفاده از شاخص ترجونگ به برآورد اقلیم گردشگری و تعیین ماه‌های مناسب برای توسعه فعالیت‌های طبیعت‌گردی طی یک دوره ۲۵ ساله (۱۹۹۶ تا ۲۰۲۱)، در طی روز و شب پرداخته شد.

شاخص ترجونگ

شاخص ترجونگ یکی از روش‌های زیست‌اقلیمی برای ارزیابی آسایش انسان است که با استفاده از این شاخص می‌توان مناسب‌ترین منطقه و مطلوب‌ترین ماه‌های سال را برای

گردشگری و اقامت مشخص کرد. همچنین، شاخص ترجونگ از قابلیت تعیین زمان مطلوب گردشگری به تفکیک روز و شب برخوردار است (Rezaei et al., 2021). تقسیم‌بندی شاخص ترجونگ بر اساس تعیین و استفاده از دو ضریب راحتی و تأثیر خنک‌کنندگی باد به‌شرح زیر استوار است.

تعیین ضریب حرارتی روز: برای تعیین این ضریب از میانگین حداکثر دمای روزانه بر حسب درجه فارنهایت و میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه بر حسب درصد استفاده می‌شود.

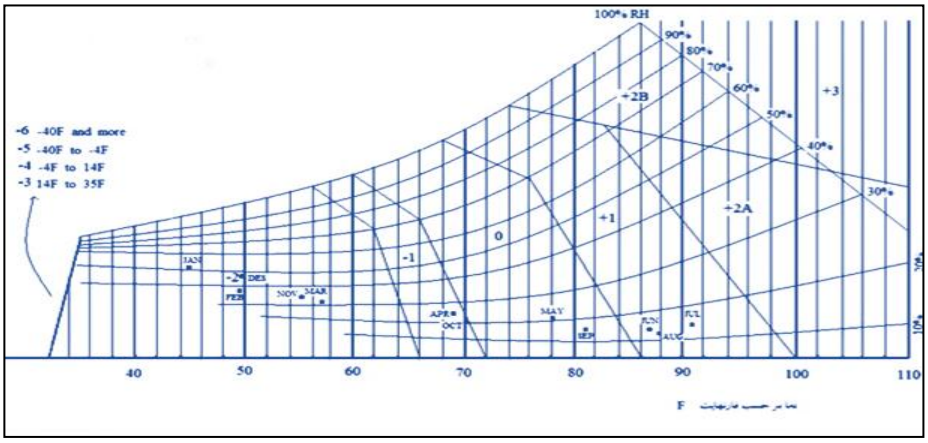
تعیین ضریب راحتی شب: این ضریب بر اساس میانگین حداقل دما بر حسب درجه فارنهایت و میانگین حداکثر رطوبت نسبی بر حسب درصد محاسبه می‌شود. توصیف ضرایب شاخص ترجونگ مطابق جدول ۱ و شکل ۲ است.

جدول ۱. ضرایب شاخص ترجونگ

ضریب Terjong	شرایط زیست‌اقلیمی
-٦	بینهایت سرد
-٥	فوق‌العاده سرد
-٤	بسیار سرد
-٣	سرد
-٢	بسیار خنک
-١	خنک
٠	مطبوع
+١	گرم
+٢A	داغ
+٢B	بسیار داغ
+٣	فوق‌العاده داغ

(Terjong, 1968: 120)

شکل ۲. محدوده ضرایب راحتی بر حسب محاسبات ترجونگ



(Terjong, 1968: 123)

ضریب تأثیر باد در شاخص ترجونگ وابسته به تعیین ضریب تأثیر باد در شب و روز است.

الف) تعیین ضریب تأثیر باد در شب

با توجه به اینکه عامل باد شرایط بیوکلیمایی را تشدید یا تعدیل می‌کند، ابتدا باید میزان دفع انرژی را محاسبه نمود. ارزیابی تأثیر خنک‌کنندگی باد در شب به‌دلیل عدم تابش آفتاب، مستقیما از نمودار شکل ۳ به‌دست می‌آید و سپس احساس گرمایی انسان بر اساس عدد به‌دست آمده ارزیابی می‌شود (جدول ۲). بدین ترتیب برای تخمین مقدار دفع انرژی (برحسب $kcal/hr/m^2$) می‌توان از دو روش مطابق رابطه ۱ و شکل ۲ استفاده نمود. برای محاسبه ضریب تأثیر خنک‌کنندگی باد از شاخص سوزباد استفاده می‌شود. به این منظور، میزان دفع انرژی بر حسب کیلوکالری در طی یک ساعت (از سطح یک مترمربع بدن) و تحت شرایط متعارف یعنی عدم فعالیت بدنی و دمای عادی پوست یعنی ۳۳ °C (۹۱/۴°F) از رابطه ۲ استفاده می‌شود.

رابطه (۱): $H = (10.45+(10\times\sqrt{V})-V)(33-T)$

که در این رابطه، H: ضریب دفع انرژی ($kcal/hr/m^2$)، V: میانگین ماهانه سرعت باد (m/s)، T: میانگین حداقل دمای ماهانه (°C) است. پس از محاسبه شاخص میزان دفع

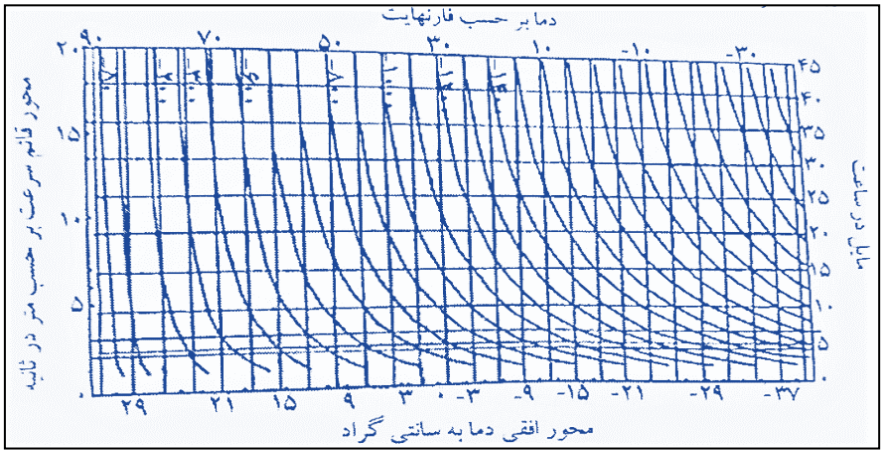
انرژی هر ماه، این شاخص با جدول ضرایب تأثیر باد (جدول ۲) مقایسه و ارزیابی می گردد تا شرایط آسایش یا عدم آسایش در ماه‌های مختلف سال برآورد شود (Hejazi Zadeh & Karbalaei Dari, 2017).

جدول ۲. ضریب تأثیر باد در مقیاس سرما باد

سمبل	احساس غالب	مقدار دفع انرژی
-H	گوشت در معرض این دما و باد منجمد می‌شود	۱٤۰۰- و بیشتر
-G	فوق‌العاده سرد	۱۲۰۰- تا ۱٤۰۰-
-F	بسیارسرد	۱۰۰۰- تا ۱۲۰۰-
-E	سرد	۱۰۰۰- تا ۸۰۰-
-D	بسیارخنک	٦۰۰- تا ۸۰۰-
-C	خنک	۳۰۰- تا ٦۰۰-
-B	مطبوع	۲۰۰- تا ۳۰۰-
-A	گرمای مطبوع	۵۰- تا ۲۰۰-
N	گرم	۸۰+ تا ۵۰-
A	احساس گرما روی پوست بدن	۱۲۰ تا ۸۰
B	احساس گرمای نامطبوع اضافی	۱٦۰ تا ۱۲۰
C	احساس گرمای بسیار نامطبوع اضافی	۱٦۰ به بالا

منبع: (Hejazi Zadeh & Karbalaei Dari, 2017)

شکل ۳. نمودار تخمین ضریب تأثیر باد و دفع انرژی برحسب کیلوکالری، مترمربع و ساعت



(منبع: Kaviani, 1992)

ب) ضریب تأثیر باد در روز

برای به‌دست آوردن ضریب تأثیر باد در روز از پارامترهای حداکثردما (°C)، سرعت متوسط باد (m/s) و میانگین ساعت واقعی آفتاب روزانه بهره گرفته شد. در این راستا به‌منظور برآورد ساعت واقعی آفتاب روزانه، داده‌های ساعت واقعی آفتاب ماهانه بر تعداد روزهای هر ماه تقسیم شد و طول ساعات آفتابی و طول روز به‌ترتیب مطابق مدار میل خورشید از طریق رابطه ۲ تعیین و سپس با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه (۲): $\delta=-23.45\times\cos\{360(30j+10)/365\}$

tj= شماره ژولیوسی روزی که از اول ژانویه شروع می‌شود (سایر ایام سال نیز بر مبنای ژانویه محاسبه می‌شود).

رابطه (۳): $N=2/15\ (\arccos(-\tan\delta\times\tan\Phi))$

در این رابطه، N: طول ساعات آفتابی، δ: مدار میل خورشید و Φ: عرض جغرافیایی منطقه مورد نظر است.

در ادامه، مقدار ساعات آفتابی واقعی ماه مورد نظر را بر هر ساعت تابش آفتاب که به‌طور متوسط ۲۰۰ کیلوکالری انرژی تولید می‌شود، ضرب گردید تا متوسط انرژی تولیدشده در روز حاصل شود. سپس، مقدار انرژی تولیدشده به‌وسیله تابش خورشید از ضریب تأثیر باد در طول روز کم شده تا میزان خنک‌کنندگی خالص باد در روز بر حسب کیلوکالری به‌دست آید. در مرحله آخر، قدرت خنک‌کنندگی خالص باد را بر طول روز تقسیم کرده تا مقدار دفع انرژی حاصل شود و بر اساس ضریب تأثیر خنک‌کنندگی باد، اثر فیزیولوژیک باد استخراج شد.

جدول ۳. تأثیر مشترک باد در شب و روز برحسب بررسی ترجونگ

گروه	سمبل	گروه	سمبل	گروه	سمبل
C1	c/-a	n4	n/-d	-d1	-d/-d
C2	c/-b			-d2	-d/-e
C3	c/-c	-a1	-a/-a	-d3	-d/-f
		-a2	-a/-b	-d4	-d/-g
b1	b/-a	-a3	-a/-c		
b2	b/-b	-a4	-a/-d	-e1	-e/-e
b3	b/-c	-a5	-a/-e	-e2	-e/-f
b4	b/-d			-e3	-e/-g
		-b1	-b/-b	-e4	-e/-h
a1	a/-a	-b2	-b/-c		
a2	a/-b	-b3	-b/-d	-f1	-f/-f
a3	a/-c	-b4	-b/-e	-f2	-f/-g
a4	a/-d	-c1	-b/-c	-f3	-f/-h
		-c2	-b/-e	-g1	-g/-g
n1	n/-a	-c3	-b/-e	-h1	-h/-h
n2	n/-b	-c4	-b/-f		
n3	n/-c				

منبع: (Kaviani, 1992)

مدل‌های پیش‌بینی

در مطالعه حاضر به‌منظور پیش‌بینی زمان مناسب برای توسعه طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا از مدل گردش عمومی جو[1] با دو سناریوی حد واسط و بدبینانه اجتماعی- اقتصادی (SSP5-8.5 و SSP2-4.5) برای دو دوره زمانی آینده نزدیک (۲۰۵۰-۲۰۷۰) و دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) از طریق داده‌های فدراسیون شبکه سیستم زمین[2] استفاده شد.

مدل GCM بر اساس سناریوهای متعدد، شبیه‌سازی جامعی را از سیستم زمین ارائه می‌کند (Sobhani & Danehkar, 2024b). SSPها نیز مجموعه‌ای از مسیرهای قابل

1. GCM
2. https://esgf-data.dkrzde/search/esgf-dkrz /

قبول برای توسعه اجتماعی آینده را توصیف می‌کنند که بر بهترین و سازگارترین شرایط با روند تغییرات آب‌وهوا استوار هستند. در مطالعه حاضر به‌منظور تصحیح اریبی مدل‌های منتخب GCM از روش مقیاس‌گذاری خطی استفاده شد. این روش متغیرهای شبیه‌سازی شده را بر اساس تفاوت و یا ضریب بین میانگین مشاهده‌شده و شبیه‌سازی شده اندازه‌گیری می‌کند (مطابق رابطه‌های ۴ و ۵) و تفاوت معادله‌ها به‌صورت افزایشی می‌باشد که معمولا برای متغیرهای نامحدود دما اعمال می‌شود و عملیات ضرب نیز برای متغیرهایی مانند بارش به‌کار می‌رود. در روابط زیر، بارش و دمای تصحیح‌شده شامل روز dام و ماه mام می‌باشد و دما و بارش خام نیز dامین روز از mامین ماه را نشان می‌دهد (عملگرهای مورد انتظار نشان‌دهنده مقدار میانگین بارش مشاهده‌شده در ماه معین m است) (Hamidiyan & Shoja, 2022).

رابطه (۴):
$$Pcor,m,d = Prow,m,d \times \frac{\mu(Pobs,m)}{\mu(Prow,m)}$$

رابطه (۵):
$$Tcor,d,d = Trow,m,d + \mu(Tobs,m) - \mu(Traw,m)$$

پس از تصحیح اریبی مدل‌های GCM، به‌منظور ارزیابی عملکرد مدل‌های منتخب از روش نمره مهارت استفاده شد. از آنجایی‌که شبیه‌سازی مدل کاملا بر مشاهدات منطبق نیست، برای ارزیابی توانایی مدل در شبیه‌سازی نیاز به شاخصی است که هم‌زمان این پارامترها (میانگین واریانس و همبستگی) را لحاظ نماید. بنابراین، از روش SS بین شبیه‌سازی مدل‌ها (m) و مشاهدات (o) مطابق رابطه ۶ استفاده می‌شود. در این رابطه، سه جمله اول (از سمت راست) نشان‌دهنده همبستگی، خطای سیستماتیک (غیرشرطی) و خطای غیرسیستماتیک (شرطی) برای شبیه‌سازی مدل‌ها در مقایسه با مشاهدات به‌صورت کمی می‌باشد. مدلی که دقیقا کلیه خصوصیات مشاهدات را بازتولید کند، نمره مهارت آن ۱ است. در صورتی‌که میانگین و واریانس مقادیر مشاهده‌شده و مدل، برابر و ضریب همبستگی صفر باشد، نمره مهارت مدل ۱- می‌شود و حدود تغییرات نمره مهارت نیز از منفی بینهایت تا ۱ خواهد بود (Asgari et al., 2020: 228).

رابطه (۶):
$$SS = [R^2 m.o] - \left[Rm.o - \left(\frac{\sigma m}{\sigma 0}\right)\right]^2 - \left[\left(\frac{m-o}{\sigma 0}\right)\right]^2$$

در این مطالعه، تعداد ۴۰ معیار برای مهارت مدل شامل ۳۷ معیار برای پارامترهای دمای کمینه، بیشینه و بارش (در مقیاس ماهانه (۱۲ ماه)) و ۳ معیار برای پارامتر سالانه دما و بارش تعریف شد. عملکرد مدل‌ها در بازه زمانی مورد بررسی مطابق با معیارهای تعریفی برای هر مدل و پارامتر در ایستگاه مورد مطالعه ارزیابی شد. سپس کیفیت مدل‌ها بر اساس مقدار فاصله اقلیدسی از کم به زیاد مرتب شد. برای هر مدل، فاصله اقلیدسی نمره مهارت آن از نقطه‌ای با نمره مهارت پایه (۱، ۱، ...، ۱) می‌باشد که مقادیر کمتر از آن نشان‌دهنده توافق بهتر شبیه‌سازی‌ها با مشاهدات است.

یافته‌ها

مطابق نتایج به‌دست آمده از شاخص ترجونگ، ضریب راحتی در طی روز برای ماه‌های دی، بهمن و اسفند در وضعیت مطبوع می‌باشد؛ در حالی‌که برای ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان از وضعیت داغی برخوردار است (جدول ۴).

در سایر ماه‌های سال نیز از جمله فروردین و آذر ماه دارای وضعیت خنک است. علاوه‌براین در طی شب، این شاخص در ماه‌های اردیبهشت تا مهر دارای ضریب راحتی داغ، در ماه‌های فروردین و آبان با ضریب راحتی مطبوع، در آذر و اسفند ماه خنک و در نهایت، در دی و بهمن ماه با ضریب راحتی بسیارخنک است. ازاین‌رو، مطابق نتایج به‌دست آمده، بهترین زمان برای طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا، در طی روز در ماه‌های دی، بهمن و اسفند و در طی شب در ماه‌های فروردین و آبان ماه می‌باشد.

جدول ٤. ضریب آسایش شاخص ترجونگ برای ماه‌های مختلف سال (۲۰۲۱-۱۹۹٦)

ماه	ضریب راحتی	
	روز	شب
ژانویه (دی)	مطبوع	بسیارخنک
فوریه (بهمن)	مطبوع	بسیارخنک
مارچ (اسفند)	مطبوع	خنک
آپریل (فروردین)	خنک	مطبوع
می (اردیبهشت)	داغ	داغ
ژوئن (خرداد)	داغ	داغ
جولای (تیر)	داغ	داغ
آگوست (مرداد)	داغ	داغ
سپتامبر (شهریور)	داغ	داغ
اکتبر (مهر)	داغ	داغ
نوامبر (آبان)	داغ	مطبوع
دسامبر (آذر)	خنک	خنک

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

نتایج ضرایب تأثیر باد در طی شب و روز حاکی از آن است که ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند دارای روزهایی با حالت و احساس غالب مطبوع، فروردین و مهر گرمای مطبوع و در نهایت، ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور دارای روزهایی با وضعیت گرم است. همچنین، احساس غالب شب برای ماه‌های فروردین، آبان و اسفند دارای حالت مطبوع، برای آذر، دی و بهمن خنک و ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر دارای گرمایی مطبوع است. بدین ترتیب در این منطقه، ماه‌هایی که از وضعیت روزهای مطبوع و همچنین، شب‌های خنک و مطبوع برخوردار است برای طبیعت‌گردی و انجام فعالیت‌های گردشگری مناسب بوده و در مقابل ماه‌هایی که دارای روزهای گرم و شب‌هایی با گرمای مطبوع است، از شرایط مطلوبی برای گردشگری برخوردار نمی‌باشد (جدول‌های ۵ و ۶).

جدول ۵. ضریب تأثیر باد شاخص ترجونگ در طول روز و شب برای ماه‌های مختلف سال (۱۹۹۶-۲۰۲۱)

ماه	میانگین ساعت آفتابی روزانه	طول روز	ضریب تأثیر باد در ساعت	ضریب تأثیر باد در روز	ضریب تأثیر باد در شب	انرژی خورشیدی روزانه	قدرت خنک‌کنندگی باد درطول روز	مقدار دفع انرژی Kcl.hr.m²
ژانویه(دی)	۷/۱	۱۰	-۲۱۷/۶۰	-۲۱۷۶/۰	-۲۸٤	۱٤۲۰	-۳۵۹٦	-۳۵۹/٦۰
فوریه(بهمن)	۷/۳	۱۰/۳۳	-۲۲۳/٦۰	-۲۳۰۹/۸	-۲۸٤/۵	۱٤٦۰	-۳۷٦۹/۸	-۳٦٤/۹٤
مارس(اسفند)	۷/۱۷	۱۰/۲۸	-۲۰۱/۷٤	-۱۷۳٤/۷	-۲۵۷/۳	۱٤۳٤	-۳۱٦۸/۷	-۳۰۸/۲۳
آپریل(فروردین)	۸/۳٦	۱۲/۲۵	-۸٦/۲۲	-۱۰۵٦/۲	-۲۰٦/٤	۱٦۷۲	-۲۷۲۸/۲	-۲۲۲/۷۱
می(اردیبهشت)	۹	۱۳/۰۸	٦۰/۰۵	۷۹/۱	-۱٤۵	۱۸۰۰	-۱۷۲۰/۹	-۱۳۱/۵٦
ژوئن(خرداد)	۱۰/٦	۱۳/۵۵	۸٦/۷۲	۱۱۷۵/۰	-۹۰/۹۷	۲۱۲۰	-۹٤۵	-٦۹/۷٤
جولای(تیر)	۹/۵۱	۱۳/۹۸	۱۲٤/۸٦	۱۷٤۵/۵	-۵۳/۰٤	۱۹۰۲	-۱۵٦/۵	-۱۱/۱۹
آگوست(مرداد)	۹/۲	۱۳/٤۵	۱٤۱/٤۳	۱۹۰۲/۲	-۵۱/٦٦	۱۸٤۰	٦۲/۲	٤/٦۳
سپتامبر(شهریور)	۹/۰۲	۱۲/۵۲	۱۰۳/٤۱	۱۲۹٤/۷	-۸۸/۳۷	۱۸۰٤	-۵۰۹/۳	-٤۰/٦۸
اکتبر(مهر)	۸/٤۳	۱۱/۸۲	٤۹/۲۳	۵۸۱/۹	-۷۲/۱٤	۱٦۸٦	-۱۱۰٤/۱	-۹۳/٤۱
نوامبر(آبان)	۷/۵٤	۱۰/٦۷	-٤۹/٤۷	-۵۲۷/۹	-۲۰۵/۳	۱۵۰۸	-۲۰۳۵/۹	-۱۹۰/۸۰
دسامبر(آذر)	٦/۷۷	۱۰/۳۵	-۱۵۵/٤۲	-۱٦۰۸/۵	-۲۵۷	۱۳۵٤	-۲۹٦۲/۵	-۲۸٦/۲٤

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

جدول ٦. تعیین گروه ضریب تأثیر باد شاخص ترجونگ در طول روز و شب برای ماه‌های مختلف سال (۲۰۲۱-۱۹۹٦)

ماه	احساس غالب روز	سمبل روز	احساس غالب شب	سمبل شب	گروه
ژانویه (دی)	مطبوع	-C	خنک	-B	-b2
فوریه (بهمن)	مطبوع	-C	خنک	-B	-b2
مارس (اسفند)	مطبوع	-B	مطبوع	-B	-b1
آپریل (فروردین)	گرمای مطبوع	-A	مطبوع	-B	-a2
می (اردیبهشت)	گرم	N	گرمای مطبوع	-A	n1
ژوئن (خرداد)	گرم	N	گرمای مطبوع	-A	n1
جولای (تیر)	گرم	N	گرمای مطبوع	-A	n1
آگوست (مرداد)	گرم	N	گرمای مطبوع	-A	n1
سپتامبر (شهریور)	گرم	N	گرمای مطبوع	-A	n1
اکتبر (مهر)	گرمای مطبوع	-A	گرمای مطبوع	-A	-a2
نوامبر (آبان)	مطبوع	-B	مطبوع	-B	-b1
دسامبر (آذر)	مطبوع	-C	خنک	-B	-b2

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

تحلیل مدل‌های پیش‌بینی

به‌منظور تحلیل پارامترهای اقلیمی دما و بارش در دوره مشاهداتی، مقدار آماره Z من - کندال در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد مورد آزمون قرار گرفت (جدول ۷). نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که طی بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۲۱ میانگین دمای هوا به جز ماه‌های بهمن و آبان در بقیه ماه‌های سال روند افزایشی داشته است که این روند در ماه‌های اسفند، خرداد، تیر و مرداد در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در شهریور ماه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است. روند بارش‌ها اگرچه نوسانی است اما در بخش قابل توجهی از سال روند کاهشی را نشان می‌دهد که در اردیبهشت ماه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. همچنین در شکل ۴، سری زمانی تغییرات میانگین دمای کمینه، بیشینه و بارش سالانه ایستگاه قشم بر اساس سناریوهای تغییر اقلیم نمایش داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده افزایش مقادیر دمای کمینه با هر دو سناریوی SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در مقایسه با دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۹۶) می‌باشد. همچنین از سال ۲۰۵۰، این

روند افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است و در بازه زمانی ۲۰۹۰-۲۰۹۹ مقادیر دما طبق سناریوی بدبینانه بیش از ۵ درجه سلسیوس بیشتر از دوره پایه ۱۹۹۶-۲۰۱۴ است. این وضعیت در دمای بیشینه نیز قابل مشاهده است به‌طوری‌که روند دمای بیشینه از نیمه دوم دهه ۲۰۵۰ سرعت گرفته و میانگین آن با سناریوی SSP5-8.5 در بازه زمانی ۲۰۹۰-۲۰۹۹ افزایش یافته است. تغییرپذیری بارش نیز در ایستگاه مورد مطالعه بالا می‌باشد و در هیچ یک از سناریوهای بینابین و بدبینانه روند واضح و مشخصی را نشان نمی‌دهد. همچنین، مقادیر بارش در سال‌های پایانی قرن، روند کاهشی داشته و در دوره ۲۰۸۵-۲۰۹۴ به نسبت دوره پایه کاهش یافته است.

جدول ۷. تحلیل روند پارامترهای دما و بارش در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد

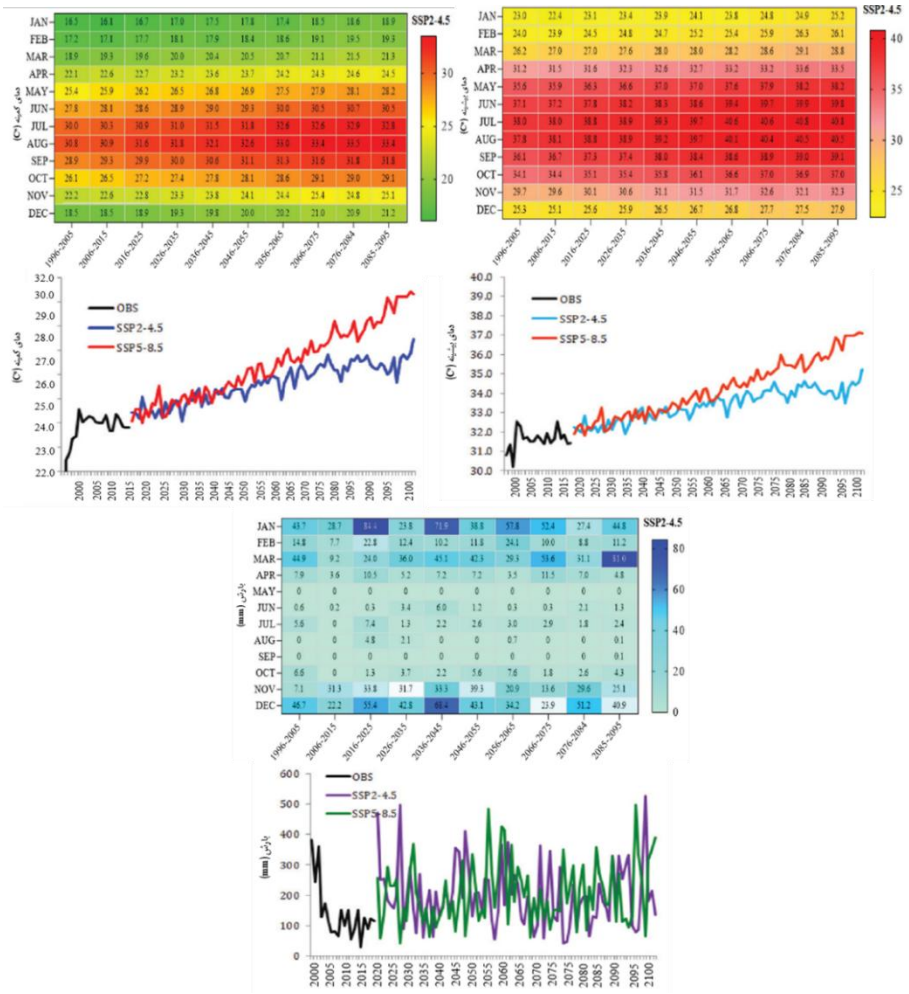
ماه	Test Z	معنی‌داری	Test Z	معنی‌داری
ژانویه(دی)	۱/۱۰	-	-۵۲/۲۶	-
فوریه(بهمن)	-۰/۰۵	-	۱/۲۸	-
مارس(اسفند)	۱/۷٤	+	۰/۰۰	-
آپریل(فروردین)	۰/۸۲	-	۱/۲۳	-
می(اردیبهشت)	۰/۵۵	-	۲/۳۸	*
ژوئن(خرداد)	۰/٦۳	-	-۱۸	-
جولای(تیر)	۰/۷۱	*	-۳۸	-
آگوست(مرداد)	۲/۱	*	۰/۰۸	-
سپتامبر(شهریور)	۲/۳٦	**	۰/٦٤	-
اکتبر(مهر)	۱/٦۳	+	۱/۲۳	-
نوامبر(آبان)	-۰/۱۰	-	۰/٦۵	-
دسامبر(آذر)	۱/۰۸	-	-۱/۲۳	-

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

علاوه‌براین، در این مطالعه به‌منظور مقایسه مقادیر دما و بارش (در دوره‌های مشاهداتی و پیش‌نگری) از نمودار جعبه‌ای استفاده شد (شکل ۵). در این نمودار، خطوط رسم‌شده در داخل مستطیل‌ها نشان‌دهنده میانه پارامترها در هر دوره است و عرض مستطیل‌ها در قسمت فوقانی نشان‌دهنده صدک ۷۵ و در قسمت تحتانی، صدک ۲۵ را نشان می‌دهد و قسمت‌های انتهایی خطوط قائم نمودار نیز نمایش‌دهنده مقادیر بیشینه و کمینه پارامترها

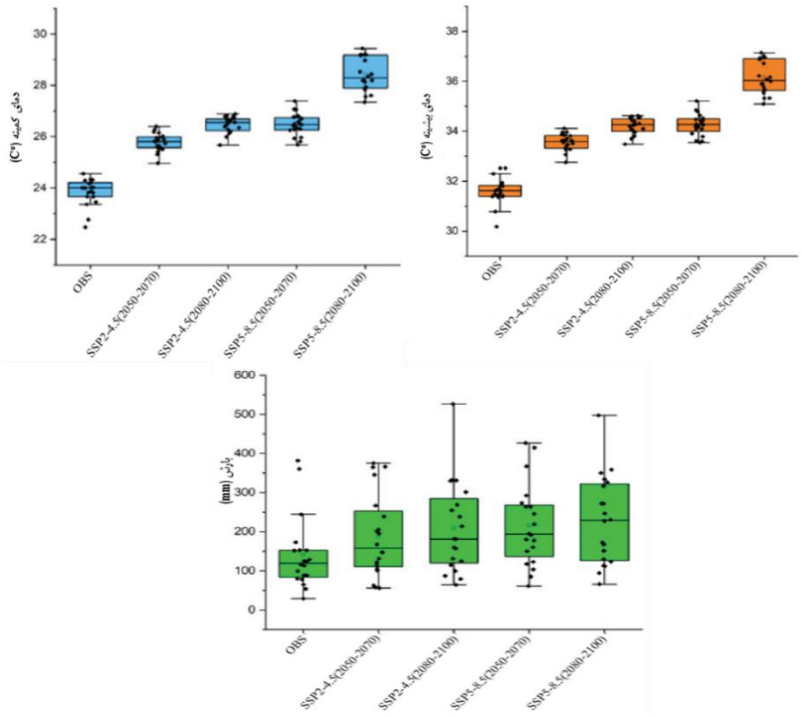
می‌باشد. مطابق شکل ۵، مقادیر بارش در مقایسه با دما، دامنه بزرگ‌تری دارد و داده‌های آن نیز پراکنده‌تر است و در دوره زمانی ۲۰۸۰-۲۱۰۰ برای هر دو سناریوی SSP2-4.5 و SSP5-8.5 بیشتر از سایر دوره‌ها است. بدین ترتیب، نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که حداکثر تغییرات پارامترهای دمایی و بارش در سال‌های پایانی قرن و با سناریوی بدبینانه اتفاق خواهد افتاد.

شکل ٤. تغییرات بلندمدت میانگین دمای کمینه، بیشینه و مجموع بارش سالانه با سناریوهای SSP در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۱۰۰



(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

شکل ۵. نمودار جعبه‌ای مقادیر اقلیمی دما و بارش در افق آینده نزدیک (۲۵۰-۲۰۷۰) و دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰)



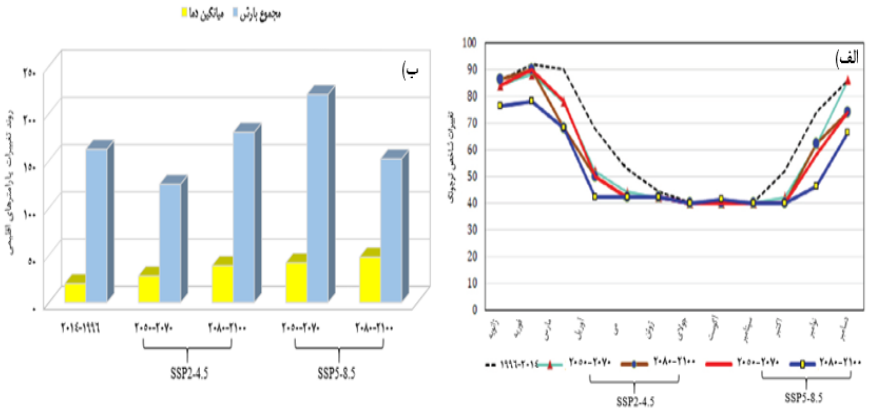
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

مطابق شکل ۶، میانگین دما در دوره ۲۰۵۰-۲۰۷۰ در شرایط آینده نزدیک و با سناریوی SSP2-4.5 به میزان ۳۸/۲ درجه سلسیوس بیشتر از دوره مشاهداتی است. این افزایش در افق آینده دور و سناریوی SSP5-8.5 تا ۵ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین تغییرات مربوط به بارش‌ها می‌باشد که از ۴۵/۱۱ میلی‌متر در دوره پایه به ۵۶/۸ و ۱۸/۱۲ میلی‌متر به‌ترتیب در دوره ۲۰۵۰-۲۰۷۰ و ۲۰۸۰-۲۱۰۰ با سناریوی SSP5-8.5 می‌رسد. تغییرات بارشی در این منطقه دارای روندی نوسانی است که در دوره میانی، افزایش و در آینده دور نیز کاهش می‌یابد.

علاوه‌براین، نتایج نشان داد که افزایش دما در این منطقه منجر به کوتاه‌تر شدن دوره آسایش گردشگری و زمان‌های مناسب برای توسعه طبیعت‌گردی شده است. همان‌طور که در شکل ۶ قابل مشاهده است، تحت سناریوی SSP5-8.5 در آینده دور (۲۰۸۰ -

۲۱۰۰) وضعیت آب‌وهوای مطبوع برای گردشگری در هیچ‌یک از ماه‌های سال قابل مشاهده نمی‌باشد و وضعیت گرمای مطبوع و گرم در بخش قابل توجهی از سال الگوی حاکم بر منطقه را تشکیل می‌دهد. حال آنکه در دوره مشاهداتی طی ماه‌های دی، بهمن و اسفند شرایط بسیارمطلوبی برای فعالیت‌های طبیعت‌گردی در منطقه وجود دارد. همچنین، بیشترین تغییرات شاخص زمان گردشگری در شرایط آینده در طول ماه‌های اسفند، فروردین، مهر، آبان و آذر قابل مشاهده است. در این منطقه، فروردین ماه در دوره فعلی از شرایط خوبی برخوردار می‌باشد؛ در حالی‌که در افق آینده دور، وضعیت آب‌وهوایی داغی را تجربه خواهد کرد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که محدوده مورد مطالعه در شرایط آینده دور و با سناریوهای تغییر اقلیم، به جز ماه‌های دی و بهمن به‌دلیل افزایش دما از وضعیت مطلوبی برای گردشگری برخوردار نمی‌باشد.

شکل ٦. نمودارهای: الف) تغییرات شاخص ترجونگ و ب) روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در شرایط مشاهداتی و چشم‌انداز آینده



(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳)

بحث و نتیجه‌گیری

آب‌وهوا می‌تواند نقش اساسی در جذب طبیعت‌گردان و توسعه فعالیت‌های گردشگری در اکوسیستم‌های طبیعی داشته باشد. مجموعه مختلفی از شاخص‌ها و متغیرهای اقلیمی تعیین می‌کند که یک طبیعت‌گرد از نظر اقلیمی تا چه میزان می‌تواند احساس آسایش کند

و همچنین، تجربه مطلوبی از سفر خود داشته باشد (Sobhani & Danehkar, 2023a). جنگل‌های مانگرو در اقصی نقاط جهان یکی از منابع گردشگری پرتقاضا محسوب می‌شوند و به‌عنوان یک مکان طبیعت‌گردی می‌توانند زمینه‌ای را برای توسعه انواع فعالیت‌های گردشگری متناسب با اکوسیستم‌های دریایی- ساحلی فراهم سازند. جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا نیز به‌دلیل ماهیت جزیره‌ای- ساحلی، تنوع زیستی بالا، چشم‌اندازها و جاذبه‌های طبیعی متعدد برای حضور طبیعت‌گردان و جذب گردشگران از قابلیت بالایی برخوردار است و همچنین، یکی از کانون‌های عمده گردشگری ساحلی محسوب می‌شود. ازاین‌رو، ضروری است که برنامه‌ریزی مناسبی از نظر زمان مطلوب حضور طبیعت‌گردان در این منطقه فراهم شود. بر این اساس در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص اقلیمی ترجونگ به تعیین زمان مطلوب گردشگری در طی روز و شب (از سال ۱۹۹۶تا ۲۰۲۱) در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا پرداخته شد. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ACCESS-CM2 و CNRM-CM6-1 به پیش‌بینی زمان‌های مناسب توسعه طبیعت‌گردی با سناریوهای SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در آینده‌ای نزدیک (۲۰۵۰-۲۰۷۰) و دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) اقدام شد.

همان‌طور که نتایج شاخص ترجونگ نشان داد ضریب راحتی در طی روز برای ماه‌های دی، بهمن و اسفند در وضعیت مطبوع می‌باشد، در حالی‌که برای ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان از وضعیت داغی برخوردار است. این شاخص در طی شب نیز در ماه‌های اردیبهشت تا مهر دارای ضریب راحتی داغ، در ماه‌های فروردین و آبان با ضریب راحتی مطبوع، در آذر و اسفند ماه خنک و در نهایت، در دی و بهمن ماه با ضریب راحتی بسیارخنک است. ازاین‌رو، مطابق نتایج به‌دست آمده، بهترین زمان برای طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا، در طی روز در ماه‌های دی، بهمن و اسفند و در طی شب در ماه‌های فروردین و آبان ماه می‌باشد. در این راستا، نتایج مطالعه سبحانی و دانه‌کار (۱۴۰۱) نیز مؤید نتایج به‌دست آمده می‌باشد. یافته‌های آن‌ها نشان داد که اواخر فصل پاییز و زمستان طی ماه‌های آذر، دی و بهمن بهترین زمان برای فعالیت‌های گردشگری در جنگل‌های مانگرو جنوب کشور (استان هرمزگان) می‌باشد. در حالی‌که نامطلوب‌ترین شرایط اقلیمی و کمترین بازدید گردشگران از این منطقه مربوط به

ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر است. همچنین، نتایج مطالعه هاتف‌ربیعی و همکاران (۱۴۰۳) نشان داد که مناسب‌ترین زمان اقلیم گردشگری در جنگل‌های مانگرو، خلیج نایبند در ماه‌های دی، بهمن، اسفند، آبان و آذر با شرایط روزهای ملایم و مطبوع و شب‌های خنک و همچنین، روزهای گرم و قابل تحمل با شب‌های ملایم و مطبوع است. در مطالعات دیگر، رضایی و همکاران (۱۴۰۰) و هوشیار (۱۴۰۲) بیان کردند که نتایج شاخص ترجونگ از صحت و دقت بالایی برای تعیین زمان مناسب گردشگری در مناطق گرمسیری برخوردار است. یافته‌های مطالعه جوان (۱۳۹۶) نشان داد که ماه‌های آذر، دی و بهمن از بیشترین آسایش اقلیم گردشگری در منطقه آزاد چابهار بر اساس شاخص‌های زیست‌اقلیمی بیکر و ترجونگ برخوردار است. همچنین از مهم‌ترین ویژگی این شاخص، قابلیت برآورد ماه‌های مناسب طبیعت‌گردی به تفکیک شب و روز در مقصد می‌باشد.

نتایج پیش‌بینی مدل‌های ACCESS-CM2 و CNRM-CM6-1 نیز نشان داد که طی بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۲۱ میانگین دمای هوا به جز ماه‌های بهمن و آبان در بقیه ماه‌های سال روند افزایشی داشته است که این روند در ماه‌های اسفند، خرداد، تیر و مرداد در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در شهریور ماه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است. اگرچه روند بارش‌ها نوسانی است اما در بخش قابل توجهی از سال روند کاهشی را نشان می‌دهد. علاوه‌براین، مقادیر دمای کمینه با هر دو سناریوی SSP2-4.5 و SSP5-8.5 در مقایسه با دوره پایه (۲۰۱۴-۱۹۹۶)، افزایش یافته است. این وضعیت در دمای بیشینه نیز قابل مشاهده است به‌طوری‌که روند دمای بیشینه از نیمه دوم دهه ۲۰۵۰ سرعت گرفته و میانگین آن با سناریوی SSP5-8.5 در بازه زمانی ۲۰۹۰-۲۰۹۹ افزایش یافته است. تغییرپذیری بارش نیز در ایستگاه مورد مطالعه بالا می‌باشد و در سال‌های پایانی قرن (دوره ۲۰۸۵-۲۰۹۴) به نسبت دوره پایه کاهش یافته است. در مطالعات مشابه نیز شجاع و حمیدیان‌پور (۱۴۰۲) و بن‌شمس و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند که روند تغییرات دمایی در جزیره کیش و کرانه‌های ساحلی استان هرمزگان روند افزایشی خواهد داشت.

علاوه‌براین، نتایج نشان داد که افزایش دما در این منطقه منجر به کوتاه‌تر شدن دوره آسایش گردشگری و زمان‌های مناسب برای توسعه طبیعت‌گردی شده است و با سناریوی SSP5-8.5 در آینده دور (۲۰۸۰ - ۲۱۰۰) وضعیت آب‌وهوای مطبوعی برای گردشگری

در هیچ‌یک از ماه‌های سال قابل مشاهده نمی‌باشد. حال آنکه در دوره مشاهداتی طی ماه‌های دی، بهمن و اسفند شرایط بسیار مطلوبی برای فعالیت‌های طبیعت‌گردی در منطقه وجود دارد. بدین ترتیب، نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که محدوده مورد مطالعه در شرایط آینده دور و با سناریوهای تغییر اقلیم، به جز ماه‌های دی و بهمن در سایر ماه‌ها به‌دلیل افزایش دما از وضعیت مطلوبی برای گردشگری برخوردار نخواهد بود. در این راستا، نتایج مطالعه ولی‌زاده و خورانی (۲۰۲۲) نیز مؤید یافته‌های این تحقیق است. آن‌ها بیان کردند که بر اساس سناریوی RCP8.5، شرایط مناسب گردشگری در استان هرمزگان با توجه به تغییرات اقلیم نسبت به دوره پایه کاهش خواهد یافت. همچنین، نتایج مطالعه سبحانی و اسماعیل‌زاده (۱۳۹۸) نشان داد که تغییر اقلیم منجر به کاهش تعداد گردشگران و زمان مطلوب طبیعت‌گردی در منطقه شکار ممنوع الوند شده است. بدین ترتیب، تغییر اقلیم می‌تواند توسعه طبیعت‌گردی را در مقاصد گردشگری تحت تأثیر قرار دهد.

مطابق با یافته‌های به‌دست آمده از این تحقیق، اقلیم نقش بسیارمهمی در توسعه فعالیت‌های طبیعت‌گردی و جذب گردشگران در اکوسیستم‌های طبیعی به‌ویژه مناطق گرمسیری به‌دلیل دمای بالا و کوتاه بودن زمان مطلوب گردشگری برخوردار است. همچنین، آگاهی از شرایط اقلیمی در مقصد گردشگری از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز گردشگران طبیعت است. با توجه به رشد روزافزون صنعت گردشگری و توسعه طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو خمیر- قشم، برنامه‌ریزی مناسب و مطابق با شرایط مطلوب اقلیم گردشگری می‌تواند به حفاظت از این منطقه، تأمین زیرساخت‌ها و امکانات مناسب برای گردشگران و همچنین، ایجاد شرایطی برای درک احساس آسایش و رضایت گردشگران کمک نماید. از طرفی، شناسایی و پیش‌بینی زمان مناسب برای توسعه طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا با توجه به محدودیت‌های زیستی بالا و وضعیت حفاظتی منطقه، دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. همچنین، بر اساس نتایج به‌دست آمده، برنامه‌ریزان گردشگری و تصمیم‌گیران می‌توانند به توسعه و برنامه‌ریزی گردشگری در ماه‌های مطلوب و با شرایط اقلیمی مناسب برای بازدیدکنندگان از این منطقه بپردازند و نتایج این پژوهش می‌تواند در سایر جنگل‌های مانگرو با شرایط

اقلیمی و آب‌وهوایی مشابه نیز قابل استفاده باشد. در این راستا، پیشنهادهای ارائه‌شده در این مطالعه عبارت‌اند از:

- مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی برای دستیابی به گردشگری پایدار و برنامه‌ریزی صحیح؛
- بهبود در وضعیت حفاظت منطقه از طریق پیش‌بینی تغییراقلیم و کنترل آسیب‌پذیری مقاصد گردشگری به آب‌وهوا؛
- توسعه فعالیت‌های تفرجی و گردشگری در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا بر اساس تعیین اقلیم آسایش گردشگری.

تعارض منافع

تعارض منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

این مقاله با همکاری و مساعدت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF)، برگرفته شده از طرح شماره ۴۰۰۵۹۷۲ به انجام رسیده است.

ORCID

Parvaneh Sobhani		https://orcid.org/0000-0001-9878-3768
Afshin Danehkar		https://orcid.org/0000-0003-0641-9286

منابع

۱. بن‌شمس، آمنه، گندمکار، امیر، عطائی، هوشمند، صابری، حمید (۱۳۹۸). ارزیابی معماری همساز با اقلیم جزیره قشم به روش ترجونگ - ماهانی در عصر گرمایش جهانی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۹(۲)، ۸۱-۶۵. Doi/10. 20.1001.1.22286462.1398.9.2.5.1

۲. جوان، خدیجه (۱۳۹۶). تعیین سطوح آسایش اقلیمی ماهانه در منطقه آزاد چابهار با نگاه گردشگری. *فصلنامه فضای گردشگری*، ۶(۲۲)، ۱۳۹-۱۵۶. https://www.sid.ir/paper/214231

۳. حجازی‌زاده، زهرا، کربلایی، علیرضا (۱۳۹۶). مقدمه‌ای بر اقلیم آسایش حرارتی و شاخص‌های آن به‌همراه نرم‌افزار TCIC. *نشریه آکادمیک انتشارات انجمن جغرافیایی ایران*، تهران، ۵۰۶ ص. https://www.gisoom.com/book/11331656

۴. حمیدیان‌پور، محسن، شجاع، فائزه (۱۴۰۱). *مقدمه‌ای بر روش‌ها و شگردهای مدل‌سازی اقلیم و تغییر اقلیم*. انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان. ۳۹۲ ص. https://climatology.ir/?p=17461

۵. رضایی، حسن، فلاح‌قالهری، غلام عباس، کرمی، مختار (۱۴۰۰). بررسی پتانسیل‌های زیست‌اقلیمی جهت توسعه توریسم (مطالعه موردی: نیشابور). *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۲۲، ۱۳۴-۱۱۷. https://journals.srbiau.ac.ir/article_17843.html

۶. سازمان هواشناسی کشور (۱۴۰۱). گزارش اقلیمی سالانه.

۷. سبحانی، پروانه، اسماعیل‌زاده، حسن (۱۳۹۹). تأثیر تغییر اقلیم بر گردشگری در مناطق تحت حفاظت (مورد شناسی: منطقه شکار ممنوع الوند). *جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای*، ۱۰(۳۷)، ۹۰-۶۵. https://gaij.usb.ac.ir/article_5887.html

۸. سبحانی، پروانه، دانه‌کار، افشین (۱۴۰۱). تعیین اقلیم مناسب گردشگری در جنگل‌های مانگروی ایران با استفاده از شاخص اقلیم آسایش گردشگری (TCI) و شاخص اقلیم تعطیلات (HCI). *نشریه محیط‌زیست طبیعی*، ۷۵ (ویژه‌نامه محیط‌زیست ساحلی و دریایی)، ۴۵-۲۹. https://jne.ut.ac.ir/article_90365.html

۹. سبحانی، پروانه، دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲/الف). شناسایی و انتخاب بهترین شاخص اقلیم آسایش گردشگری در رویشگاه‌های جنگلی مانگرو (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده حرا). *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، ۵۵(۲)، ۲۳-۱. https://jphgr.ut.ac.ir/article_92790.html

۱۰. سبحانی، پروانه، دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲/ب). مروری بر مطالعات سیمای طبیعی و محدوده‌های مدیریتی جنگل‌های مانگروی خمیر و قشم. *طبیعت ایران*، ۸ (۴)، ۱۱۲-۹۷. https://irannature.areeo.ac.ir/article_129934_9aa7d60828a04da587ef56ad89c3ff1c.pdf?lang=en

۱۱. سبحانی، پروانه، دانه‌کار، افشین (۱۴۰۳/الف). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های پایداری برای ارزیابی عملکرد تورهای طبیعت‌گردی (مورد مطالعه: جنگل‌های مانگرو خمیر - قشم). *گردشگری و توسعه*، ۱۳ (۱)، ۲۴۱-۲۶۱. https://www.itsairanj.ir/article_186697.html?lang=fa

۱۲. سبحانی، پروانه، دانه‌کار، افشین (۱۴۰۳/ب). شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییر اقلیم در جنگل‌های مانگرو ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا. *مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۱۲ (۲)، ۸۸-۷۵. Doi.org/10.22052/DEEJ.2024.253945.1034

۱۳. سلیمان‌پورعمران، محبوبه، قلی‌زاده، نسیم (۱۴۰۰). بررسی تأثیر آموزش طبیعت‌گردی در رفتار حمایت از حیوانات و رفتار حفاظت از محیط‌زیست دانش‌آموزان. *گردشگری و توسعه*، ۱۰ (۴)، ۲۶۷-۲۷۸. https://www.itsairanj.ir/article_147795_2bf2987cbe980b48dab8fb720ef195e9.pdf

۱۴. شجاع، فائزه، حمیدیان‌پور، محسن (۱۴۰۰). پیش‌نمایی پیامدهای تغییر اقلیم بر الگوهای زمانی گردشگری در منطقه ساحلی چابهار، *پنجمین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی خلیج فارس*، تهران. https://civilica.com/doc/1461152/

۱۵. شجاع، فائزه، حمیدیان‌پور، محسن (۱۴۰۲). پیش‌نمایی پیامدهای تغییر اقلیم در توسعه گردشگری سواحل جنوب (جزیره کیش). *گردشگری و توسعه*، ۱۲ (۴)، ۲۵۵-۲۳۷. https://www.itsairanj.ir/article_180803.html

۱۶. کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۱). ارزیابی اقالیم حیاتی و آستانه‌های تحریک آن در سواحل دریای خزر و دامنه‌های شمالی البرز میانی. *پژوهشگاه‌های جغرافیایی دانشگاه تهران*، ۲۹، ۴۹-۷۲. https://jrg.ut.ac.ir/article_14144.html

۱۷. هاتف ربیعی، زهرا، دانه‌کار، افشین، کابلی، محمد، علیزاده‌شعبانی، افشین، سبحانی، پروانه (۱۴۰۳). تعیین اقلیم آسایش گردشگری جنگل‌های مانگرو خلیج نایبند براساس دو شاخص بیکر و ترجونگ. *نیوار*، ۴۸ (۱۲۴-۱۲۵)، ۶۵-۵۰. https://nivar.irimo.ir/article_192774.html

۱۸. هوشیار، محمود (۱۴۰۲). ارزیابی آسایش انسانی با استفاده از شاخص‌های مختلف بیوکلیماتیک در شهر سقز. *جغرافیا و روابط انسانی*، ۶ (۱)، ۱۲-۱. https://www.gahr.ir/article_174016.html

19. Asgari, E., Baaghideh, M., Kamyar, A., Entezari, A., & Hosseini, M. (2020). An overview of climate changes of temperature and precipitation in the CORDEX range of South Asia (Case Study: Dez Watershed). *Journal of Geography and Regional Development*, *18*(1), pp. 225-252. https://jgrd.um.ac.ir/jufile?ar_sfile=371250&lang=en

20. Bakhtiari, B., Bakhtiari, A., & Afzali-Gorouh, Z. (2018). Investigation of climate change impacts on tourism climate comfort in Iran. *Global NEST Journal* 20, pp. 1-13. Doi.org/10.30955/gnj.002435.

21. Erkki, M., Liisa, T., Artti, J., & Mikko, K. (2019). Importance of forest landscape quality for companies operating in nature tourism areas,

Contents lists available at ScienceDirect, *Land Use Policy*. Doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104095

22. Givoni, B. (1997). Climate consideration in building and urban design, *Wiley*, New York. 480p.
23. Gupta, A., Zhu, H., Bhammar, H., Earley, E., Filipski, M., Narain, U., & Taylor, J. E. (2023). Economic impact of nature-based tourism. *Plos one*, *18*(4), e0282912. DOI: 10.1371/journal.pone.0282912
24. Haukeland, J. V., Fredman, P., Tyrväinen, L., Siegrist, D., & Lindberg, K. (2023). Prospects for nature-based tourism: Identifying trends with commercial potential. *Journal of Ecotourism*, pp. 1-18. Doi:10.1080/14724049.2023.2178444
25. Jones, T. E., & Nguyen, M. H. (2021). Nature-based tourism motivations and visit profiles of domestic and international segments to a Japanese national Park. *Quaestion Geographicae*, *40* (2), pp. 61-76. DOI: 10.2478/quageo-2021-0013
26. Katavoutas, G., Founda, D., Kitsara, G., & Giannakopoulos, C. (2021). Climate change and thermal comfort in top tourist destinations—The case of Santorini (Greece). *Sustainability*, *13*(16), p. 9107. Doi: 10.3390/su13169107
27. Khalid, S., Ahmad, M. S., Ramayah, T., Hwang, J., & Kim, I. (2019). Community empowerment and sustainable tourism development: The mediating role of community support for tourism. *Sustainability*, *11*(22), 6248. Doi: 10.3390/su11226248
28. Lehmann, S. (2023). Reconnecting with nature: Developing urban spaces in the age of climate change. *Emerald Open Research*, *1*(5). DOI: 10.12688/emeraldopenres.12960.1
29. Mäntymaa, E., Tyrväinen, L., Juutinen, A., & Kurttila, M. (2021). Importance of forest landscape quality for companies operating in nature tourism areas. *Land Use Policy*, *107*, 104095. Doi:10.1016/j.landusepol.2019.104095
30. Mushawemhuka, W., Fitchett, J. M., & Hoogendoorn, G. (2022). Stakeholder perceptions of climate change threats to the Zimbabwean nature-based tourism sector. *Environmental Development*, *44*, 100779. DOI: 10.1016/j.envdev.2022.100779

31. Ngxongo, N. A. (2021). The impact of climate change on visitor destination selection: A case study of the Central Drakensberg Region in KwaZulu-Natal. Jàmbá: *Journal of Disaster Risk Studies*, *13*(1). DOI: 10.4102/jamba.v13i1.1161
32. R-Toubes, D., Araújo-Vila, N., & Fraiz-Brea, J. A. (2020). Influence of weather on the behaviour of tourists in a beach destination. *Atmosphere*, *11*(1), p. 121. Doi:10.3390/atmos11010121
33. Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., & Marcu, M. V. (2022a). Estimation of ecotourism carrying capacity for sustainable development of protected areas in Iran. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *19*, p. 1059. Doi: 10.3390/ijerph19031059
34. Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., Marcu, M. V., & Wolf, I. D. (2022b). Evaluating ecotourism sustainability indicators for protected areas in Tehran, Iran. *Forests*, *13*(5), 740. Doi:10.3390/f13050740
35. Terjung, W. H. (1968) World patterns of distribution of the Monthly Comfort Index. *International Journal of Biometeorology*, *12*, pp. 119-151.
36. UNSD. (2017). Conservation. retrieved from http://data.un.org/Glossary.aspx.
37. Valizadeh, M., & Khoorani, A. (2022). The impact of climate change on the outdoor tourism with a focus on the outdoor tourism climate index (OTCI) in Hormozgan province, Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, *150*(3), pp. 1605-1612. DOI: 10.1007/s00704-022-04248-5
38. Wolf, F., Filho, W. L., Singh, P., Scherle, N., Reiser, D., Telesford, J., & Kovaleva, M. (2021). Influences of climate change on tourism development in small pacific island states. *Sustainability*, *13*(8), 4223. Doi:10.3390/su13084223
39. Yu, D. D., Li, S., & Guo, Z. Y. (2020). Evaluating the tourist climate comfortable period of China in a changing climate. *Advances in Meteorology*, *2020*, pp. 1-11. DOI: 10.1155/2020/8886316
40. Yuxi, Z., & Linsheng, Z. (2020). Identifying conflict tendency between nature-based tourism development and ecological protection in China. *Ecological Indicators*, *109*, pp. 1-14. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105791

41. Zhang, B. (2024). The analysis of ecological security and tourist satisfaction of ice-and-snow tourism under deep learning and the Internet of Things. *Scientific Reports*, *14*(1), 10705. DOI: 10.1038/s41598-024-61598-y

References [In Persian]

1. Benshams, A., Gandomkar, A., Ataei, H., & Saberi, H. (2019). Evaluating harmonical architecture according to Qeshm Island climate by Terjung-Mahani parameters in Global Warming Age. *Geography (Regional Planning)*, *9*(34), pp. 65-81. Doi/10.20.1001.1.22286462.1398.9.2.5.1
2. Hamidianpour, M., & Shoja, F. (2022). An introduction to the methods and techniques of climate modeling and climate change, *Sistan and Baluchistan University Publications.* 392 p. https://climatology.ir/?p=17461
3. Hatef Rabiee, H., Danehkar, A., Kaboli, M., & Sobhani, P. (2024). Determining the tourism comfort climate of the mangrove forests of Nayband Bay based on Baker and Terjong indices. *Nivar*, *48*(124-125), pp. 50-65. https://nivar.irimo.ir/article_192774.html
4. Hejazizadeh, Z., & Karbalaei, A. R. (2017). An introduction to thermal comfort climate and its indicators along with TCIC software, Academic *Journal of Iran Geographical Society Publications*, *Tehran*, *506* https://www.gisoom.com/book/11331656
5. Hooshyar, M. (2023). Analysis of Human Comfort using different Bioclimatic Indexes in Saghez City. *Geography and Human Relationships*, 6(1), 1-12. https://www.gahr.ir/article_174016.html
6. Javan, Kh. (2017). Determining the monthly climatic comfort level in Chabahar Free Zone. *Tourism Space Quarterly*, *6*(22), pp. 139-156. https://www.sid.ir/paper/214231
7. Kaviyani, M. R. (1992). Evaluation of vital climates and thresholds of its stimulation on the shores of the Caspian Sea and the northern slopes of Middle Alborz, *Tehran University Geographical Research*, *29*, pp. 49-72. https://jrg.ut.ac.ir/article_14144.html
8. National Meteorological Organization. (2022). *Annual climate report.*

9. Rezaei, H., Falah Qalhari, Gh. A., & Karami, M. (2021). Investigating bioclimatic potentials for tourism development (case study: Neyshabur), *Environmental Science and Technology*, *22*, pp. 117-134. https://journals.srbiau.ac.ir/article_17843.html
10. Shoja, F., & Hamidianpour, M. (2021). Forecasting the consequences of climate change on the temporal patterns of tourism in the Chabahar coastal region, *the 5th International oceanographic conference of the Persian Gulf, Tehran.*
11. Shoja, F., & Hamidianpour, M. (2023). Projection influences of climate change on tourism development on the Southern Coast (Kish Island). *Journal of Tourism and Development*, *12*(4), pp. 237-255. https://civilica.com/doc/1461152/
12. Sobhani, P., & Danehkar, A. (2022). Investigating tourism climate conditions in Iran's mangrove forests using Tourism Comfort Climate Index (TCI) and Holiday Climate Index (HCI). *Journal of Natural Environment*, *75*(Special Issue Coastal and Marine Environment), pp. 29-45. https://jne.ut.ac.ir/article_90365.html
13. Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023/a). Identification and Selection of the best Tourism Comfort Climate Index in Mangrove Forest Habitats Case Study: Mangrove Protected Area. *Physical Geography Research*, *55*(2), pp. 1-23. https://jphgr.ut.ac.ir/article_92790.html
14. Sobhani, P., & Danehkar, A. (2023/b). Natural features and management areas of Khamir and Gheshm Mangrove Forests. *Iran Nature*, *8*(4), pp. 97-112. https://irannature.areeo.ac.ir/article_129934_9aa7d60828a04da587ef56ad89c3ff1c.pdf?lang=en
15. Sobhani, P., & Danehkar, A. (2024a). Identifying and prioritizing sustainability indicators to evaluate the performance of nature tourism tours (Case study: Khamir-Qeshm mangrove forests). *Journal of Tourism and Development*, *13*(1), pp. 241-261. https://www.itsairanj.ir/article_186697.html?lang=fa
16. Sobhani, P., & Danehkar, A. (2024b). Simulating and Predicting climate change in Mangrove Forests of Hara Biosphere Reserve. *Desert Ecosystem Engineering*, *12*(39), pp. 75-88. Doi.org/10.22052/DEEJ.2024.253945.1034

17. Sobhani, P., & Esmaeilzadeh, H. (2020). The impact of climate changes on tourism in protected areas (Case Study: Alvand No-Hunting Area). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, *10*(37), pp. 65-90. https://gaij.usb.ac.ir/article_5887.html
18. Soleimanpouromran, M & Gholizadeh, N. (2021). Effect of nature education on animal support behavior and environmental protection behaviors of Eighth Grade Students. *Journal of Tourism and Development*, *10*(4), pp. 267-278. https://www.itsairanj.ir/article_147795_2bf2987cbe980b48dab8fb720ef195e9.pdf

.

استناد به این مقاله: سبحانی، پروانه و دانه کار، افشین . (۱۴۰۴). پیش‌بینی زمان مناسب طبیعت‌گردی در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده حرا. فصلنامه مطالعات مدیریت گردشگری، ۲۰(۶۹)، ۱۶۹ - ۲۰۴.

doi: 10.22054/tms.2024.81867.2976

Management Studies in Development and Evolution is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.