

Research Paper

Spatio-Temporal Analysis of HCI Index in Determining Tourism Priorities of Mazandaran Province

Hematollah Roradeh^{*1} , Yadollah Yousefi¹ , Sepideh Hedayatpour Sasi² 

¹ Associate Professor, Climatology, Faculty of Humanities and Social Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. (h.roradeh@umz.ac.ir)

² Master of science student, Climatology, Faculty of Humanities and Social Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. (ersepideh5@gmail.com)



© The Author(s)

publisher: University of Mazandaran



[10.22080/jtpd.2025.28070.3937](https://doi.org/10.22080/jtpd.2025.28070.3937)

Received:

February 4, 2025

Accepted:

April 6, 2025

Available online:

July 20, 2025

Keywords:

Climate Index, Tourism, Mazandaran, Climate Change

Abstract

Context and Purpose: Climate and its effects on tourism, one of the major global industries, have garnered significant attention in recent decades. Tourism is highly dependent on climatic conditions, the natural environment, and changes in temperature, precipitation, and other climatic factors can have direct and indirect impacts on tourism activities and popular destinations. This study aims to examine the effects of climate on tourist destinations with a particular focus on climate indicators and tourism comfort indices. **Design/methodology/approach:** This research was conducted using a literature review and analysis of studies within the Mazandaran province. The Tourism Climate Index (TCI) was used to assess the effects of climate on different regions. Additionally, the impact of climate change on various tourism activities, such as coastal and winter tourism, was examined. **Findings:** The results indicate that climate affects different tourism regions in varying ways. Increased temperatures may reduce the attractiveness of warm destinations, while colder and mountainous regions may become new popular destinations. Furthermore, rising sea levels pose a serious threat to coastal areas and tourism destinations related to the sea. **Conclusion:** The study suggests that managing the effects of climate on tourism requires careful planning and the use of adaptive strategies. It is recommended that tourist destinations prepare themselves for climate impacts by considering climate indices and changing conditions, and adopt sustainable strategies to maintain their attractiveness and viability. **Originality/value:** This research uses climate indicators to explore the impact of climate on tourism and comprehensively analyzes how these changes affect various destinations and tourism activities. The main innovation of this study is the provision of management and adaptation strategies to combat climate threats in the tourism industry.

***Corresponding Author:** Hematollah Roradeh

Address: University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Email: h.roradeh@umz.ac.ir



Extended Abstract

1. Introduction

Climate change and its effects on tourism have increasingly become a focal point of research due to the industry's strong reliance on climate and natural environments. Tourism is particularly vulnerable to changes in temperature, precipitation, and other climatic factors, which can directly and indirectly influence popular destinations and tourism activities. As one of the fastest-growing industries globally, tourism plays a significant role in socio-economic development. According to the World Tourism Organization (WTO), the sector creates substantial employment opportunities and stimulates economic growth, especially in regions rich in natural beauty. The tourism industry has been identified as a sector that directly contributes to both local and national economies by providing job opportunities and generating income.

Mazandaran province, located in northern Iran, is one of the country's most important tourism destinations due to its unique geographic features, which include the Alborz Mountain range, Caspian Sea coastlines, and diverse ecosystems such as forests and wetlands. These features attract both domestic and international tourists throughout the year. However, climate parameters have impacted various aspects of this province, including the tourism industry. This study investigates the effects of climate parameters on Mazandaran's tourism potential using bioclimatic indicators such as the Holiday Climate Index (HCI) to understand how these parameters influence tourism activities in the region.

2. Research Methodology

The study employs a mixed-method approach, combining literature review and quantitative data analysis to assess the climate parameters' impacts on tourism in Mazandaran province. The research focuses on the application of the Holiday Climate Index (HCI), a tool designed to evaluate climatic comfort levels for tourism activities. HCI is particularly suitable for this research as it accounts for various climatic parameters such as temperature, humidity, cloud cover, precipitation, and wind speed, which are critical in determining tourism comfort levels. Data from 15 meteorological stations in Mazandaran, covering a 20-year period, were collected and analyzed.

The primary methodology involves analyzing the monthly, seasonal, and annual climatic conditions of Mazandaran to calculate the HCI for each station. By doing so, we assess the suitability of the region for tourism activities during different periods. Data was spatially interpolated using Geographic Information System (GIS) tools to create a comprehensive climatic map of the province. This allowed for the identification of optimal times and regions for tourism activities, as well as potential risks due to unfavorable weather conditions influenced by climate parameters.

3. Research Findings

The findings indicate that climate parameters have varying effects on different parts of Mazandaran, influencing both the spatial and temporal patterns of tourism activities. The western and coastal regions of Mazandaran, particularly cities like Ramsar, Tonekabon, and Babolsar, show the highest values of HCI during the spring and summer seasons. These regions

provide ideal weather conditions for tourism due to moderate temperatures, lower precipitation, and comfortable humidity levels. However, the study also found that during the fall and winter, these regions experience a decline in their HCI values due to increased precipitation and colder temperatures.

Specifically, the analysis for each season reveals the following insights:

Spring (March-May): The western coastal regions, such as Ramsar and Tonekabon, display the highest HCI values, making them prime destinations for tourism during this period. The moderate climate, with lower rainfall and comfortable temperatures, enhances the appeal for tourists seeking nature-based activities.

Summer (June-August): In summer, the highest HCI values are concentrated in the same western coastal regions, with optimal conditions for beach tourism and water-related activities. However, inland and southern areas show lower HCI values due to higher temperatures and humidity, reducing their appeal for tourists.

Autumn (September-November): The western and northern coastal regions remain suitable for tourism, although declining HCI values in central and southern parts of the province reflect less favorable conditions for tourism activities. This seasonal decline suggests a shift in tourist preferences toward coastal regions with more moderate autumn climates.

Winter (December-February): During winter, tourism is concentrated in the northwestern and coastal regions of the province due to higher HCI values. The colder inland regions, particularly the southern highlands, exhibit significantly

lower HCI values, making them less attractive for tourists. However, these areas may still appeal to tourists interested in winter sports and mountain activities.

The spatial interpolation of HCI values across the province reveals distinct patterns where coastal and western areas maintain higher tourism potential throughout the year, while central and southern parts are less consistent. The study also highlights that climate parameters are likely to further exacerbate these patterns, with rising sea levels and more extreme weather events threatening coastal tourism assets. On the other hand, colder mountainous regions might experience increased tourism potential during summer months due to a more favorable climate.

4. Conclusion

The results of the study suggest that climate parameters have a profound impact on the tourism potential of Mazandaran province. The western coastal regions are most resilient to climate parameters' effects, maintaining high HCI values during most of the year, while the southern inland areas are more vulnerable to climatic variations. This research highlights the importance of integrating climate adaptation strategies into tourism planning, particularly for regions susceptible to climate-induced parameters.

It is recommended that tourism policymakers and local authorities focus on improving infrastructure in regions with high tourism potential, particularly during the peak seasons identified by the HCI. Furthermore, there is a need to develop adaptive strategies to manage the impacts of climate parameters on tourism,



such as diversifying tourism activities that are less dependent on climate conditions or enhancing the sustainability of existing tourism practices. The findings also underscore the importance of further research into the development of bioclimatic indicators like HCI to enhance decision-making in tourism planning under the changing climate.

Funding

There is no funding support for this study.

Authors' Contribution

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

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

We would like to thank all the individuals who provided scientific consulting and assistance during the preparation of this paper.



علمی پژوهشی

تحلیل مکانی و زمانی اقلیم گردشگری با استفاده از شاخص HCI در استان مازندران

همتاله رورده^{۱*}، یداله یوسفی^۱، سپیده هدایت پور ساسی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. (h.roradeh@umz.ac.ir)

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

(ersepidheh5@gmail.com)



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه مازندران



[10.22080/jtpd.2025.28070.3937](https://doi.org/10.22080/jtpd.2025.28070.3937)

چکیده

زمینه و هدف: تغییرات اقلیمی، به عنوان یک مسأله جهانی، بر صنعت گردشگری تأثیرگذار است. این پژوهش به بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر مقاصد گردشگری استان مازندران، با تمرکز بر شاخص‌های اقلیم‌سنجی و آسایش گردشگری (HCI) می‌پردازد. **روش‌شناسی:** از تحلیل داده‌های اقلیمی و شاخص HCI برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر گردشگری استفاده شده است. در بخش تغییر اقلیم نیز از CanESM2 استفاده شد. پژوهش در استان مازندران انجام شده و از داده‌های هواشناسی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ و پیش‌بینی‌های مدل CanESM2 برای سال ۲۰۵۰ استفاده شده است. **یافته‌ها:** تغییرات اقلیمی تأثیرات متنوعی بر گردشگری مازندران دارد. مناطق غربی (رامسر، تنکابن، عباس‌آباد) با حفظ شرایط مناسب، مقاصد پرتعدادی باقی می‌مانند. در حالی که مدل‌سازی نشان داد با تغییر در اقلیم مازندران مناطق شرقی و کوهستانی به دلیل کاهش HCI ممکن است با کاهش جذابیت روبه‌رو شوند. همچنین، افزایش سطح دریا و تغییر الگوهای بارش تهدیدی برای مناطق ساحلی است. **نتیجه‌گیری و پیشنهاد:** برنامه‌ریزی گردشگری در مازندران با توجه به پیش‌بینی مقادیر بالای HCI تا سال ۲۰۵۰ در مناطق غربی به جذب گردشگر کمک می‌کند. همچنین، پیشنهاد می‌شود از مراکز اطلاع‌رسانی هواشناسی برای آگاهی‌بخشی به گردشگران استفاده شود. مناطق با HCI پایین‌تر نیز با بهبود زیرساخت‌ها می‌توانند جذابیت بیشتری پیدا کنند. **نوآوری و اصالت:** این پژوهش با ترکیب داده‌های تاریخی و پیش‌بینی‌شده اقلیمی (مدل CanESM2)، تأثیرات تغییرات اقلیمی را تا سال ۲۰۵۰ تحلیل کرده و راهکارهای مدیریتی برای صنعت گردشگری ارائه داده است.

تاریخ دریافت:

۱۶ بهمن ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش:

۱۷ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ انتشار:

۲۹ تیر ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها:

شاخص اقلیمی؛ گردشگری؛ مازندران؛ تغییر اقلیم

* نویسنده مسئول: همتاله رورده

آدرس: دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

ایمیل: h.roradeh@umz.ac.ir



۱ مقدمه

صنعت گردشگری به عنوان یکی از مهم ترین و پویاترین صنایع در جهان، نقش اساسی در توسعه اقتصادی و اجتماعی بسیاری از کشورها ایفا می کند. طبق گزارش های سازمان جهانی گردشگری (WTO)، این صنعت نه تنها منبعی برای ایجاد اشتغال و ارتقاء سطح معیشت جوامع است، بلکه به عنوان یکی از سریع ترین بخش های در حال رشد اقتصادی در سطح جهان شناخته می شود. براساس آمارهای جهانی، در هر ۹ شغل موجود در دنیا، یک شغل به طور مستقیم یا غیرمستقیم به گردشگری مرتبط است و این صنعت با ایجاد فرصت های شغلی جدید هر ۲/۵ ثانیه یک شغل تازه به وجود می آورد (جوان، ۱۳۹۶).

گردشگری مدرن تنها به معنای گذراندن تعطیلات نیست؛ بلکه شکل پیشرفته تری از استفاده بهینه از وقت آزاد افراد است که می تواند شامل لذت بردن از جاذبه های طبیعی، مناظر زیبا و اقلیم های مختلف باشد. اقلیم و شرایط آب و هوایی از مهم ترین عواملی هستند که می توانند به طور مستقیم بر جذب گردشگران و انتخاب مقاصد گردشگری تأثیرگذار باشند. براساس مطالعات مختلف، آب و هوا به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب مقصد گردشگران مطرح شده است. وضعیت جوی یک منطقه می تواند مستقیماً به جذب یا دفع گردشگران منجر شود و بسیاری از افراد، سفرهای خود را براساس پیش بینی های هواشناسی و شرایط اقلیمی برنامه ریزی می کنند (عابدی، ۱۴۰۱).

اقلیم و توپوگرافی، دو عامل اصلی و مؤثر در شکل گیری محیط زیست و زیبایی های طبیعی یک منطقه به شمار می روند. توپوگرافی که به ساختار زمین و ویژگی های جغرافیایی مناطق اشاره دارد، در کنار اقلیم که شامل شرایط آب و هوایی است، ترکیبی از مناظر طبیعی متنوع و جاذبه های گردشگری را

پدید می آورد (رحمانی و رهنما، ۱۳۹۹). به عنوان مثال، استان مازندران با داشتن جاذبه های طبیعی گسترده همچون کوه ها، جنگل ها، سواحل دریا و آب و هوای متنوع، یکی از برجسته ترین مقاصد گردشگری ایران محسوب می شود (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱).

تغییرات اقلیمی نه تنها بر دما، بارش و رطوبت مناطق تأثیر می گذارد، بلکه می تواند به تحولات عمده ای در تجربه و انتخاب گردشگران منجر شود. مناطق مختلف استان مازندران با توجه به ویژگی های اقلیمی و توپوگرافی خاص خود، همواره جذابیت های منحصر به فردی برای گردشگران داخلی و خارجی دارند، اما تغییرات آب و هوایی ممکن است این جذابیت ها را تحت تأثیر قرار دهد و چالش ها و فرصت های جدیدی را برای توسعه صنعت گردشگری در این منطقه به وجود آورد (مینایی و همکاران، ۱۳۹۸).

در این میان، شاخص های اقلیم سنجی گردشگری، همچون شاخص اقلیم تعطیلات (HCI¹) و شاخص اقلیم گردشگری (TCI²)، به عنوان ابزارهایی مفید برای ارزیابی و پیش بینی تأثیرات شرایط اقلیمی بر رضایت و تجربه گردشگران به کار می روند. شاخص HCI اقلیمی یک ابزار است که برای ارزیابی راحتی انسان در شرایط مختلف اقلیمی و آب و هوایی به کار می رود. این شاخص به طور خاص به ارزیابی شرایط دمایی و رطوبتی محیط پرداخته و تأثیر این شرایط را بر راحتی انسان ها نشان می دهد. به طور کلی، HCI به عواملی چون دما، رطوبت، سرعت باد و تابش خورشید توجه می کند و هدف آن پیش بینی راحتی یا ناراحتی بدن انسان در شرایط مختلف است (Fanger, 1979).

در این پژوهش، با استفاده از مدل اقلیمی CanESM2، داده هایی همچون دما، بارش، درصد ابرناکی، رطوبت و سرعت باد برای پیش بینی تغییرات اقلیمی و تحلیل شاخص HCI در بازه زمانی

² Tourism Climate Index

¹ Holiday Climate Index

فسیلی و جنگل‌زدایی، این گرمایش افزایش یافته و تعادل انرژی زمین مختل می‌شود (WMO, 2011).

شواهد علمی نشان می‌دهد که فعالیت‌های انسانی، به‌ویژه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، عامل اصلی تغییرات اقلیمی و گرم‌شدن کره زمین است. طبق گزارش IPCC، این تغییرات از اواسط قرن بیستم آغاز شده و همچنان ادامه دارد. سطح دی‌اکسید کربن از ۲۸۰ ppm در آغاز انقلاب صنعتی به ۳۹۰ ppm در سال ۲۰۱۱ رسیده است و در صورت ادامه این روند، ممکن است تا سال ۲۱۰۰ سطح CO₂ به ۱۰۰۰ ppm نیز برسد و دمای جهانی تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته مانند چین، آمریکا و اتحادیه اروپا است، اگرچه کشورهای در حال توسعه نیز به‌طور فزاینده‌ای در این افزایش سهم دارند (IPCC¹, 2007).

گردشگری زمانی اتفاق می‌افتد که افراد به‌طور داوطلبانه محیط زندگی عادی خود را ترک کرده و به محیطی دیگر برای بازدید می‌روند. این تعریف شامل اقامت‌های کوتاه‌مدت و بازدیدهای موقت است. در سال ۱۹۶۳، سازمان ملل تعریفی از بازدیدکنندگان ارائه داد که شامل افرادی است که حداقل ۲۴ ساعت در مقصدی برای تفریح، سلامتی، ورزش، مطالعه و اهداف مذهبی اقامت دارند. این تعریف بعداً گسترش یافت تا گردشگری داخلی و بین‌المللی را نیز شامل شود (Hall et al., 2009). به‌طور کلی دو نوع گردشگر وجود دارد: مسافران تجاری و گردشگران تفریحی. مسافران تجاری معمولاً برای مدت زمان کوتاه و با اهداف کاری سفر می‌کنند و به دلیل نیاز کاری، انعطاف‌پذیری کمی در انتخاب مقصد دارند. برعکس، گردشگران تفریحی به قیمت حساس‌تر هستند و معمولاً به دنبال تعطیلات ارزان‌تر و برنامه‌ریزی طولانی‌تر هستند. افزایش درآمد قابل تصرف در جوامع توسعه‌یافته باعث شده است که افراد بیشتری به فعالیت‌های گردشگری

تا سال ۲۰۵۰ مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این داده‌ها به‌صورت استاندارد شده و در قالب سری‌های زمانی طولانی‌مدت، امکان تحلیل دقیق شرایط اقلیمی آینده استان مازندران را فراهم کرده و برای ارزیابی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های گردشگری منطقه به کار گرفته شده‌اند.

این شاخص‌ها با توجه به پارامترهای مختلفی همچون دما، بارش، رطوبت و سرعت باد می‌توانند به برنامه‌ریزان گردشگری در مدیریت منابع و ارتقاء تجربه گردشگران کمک کنند (اربابی و همکاران، ۱۳۹۷). استان مازندران نیز به‌عنوان یکی از مقاصد گردشگری برجسته در ایران، نیازمند بررسی دقیق این شاخص‌ها و تأثیرات تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های اقلیمی گردشگری خود است تا بتواند به‌صورت هوشمندانه با چالش‌های اقلیمی مواجه شود و از فرصت‌های موجود بهره‌برداری کند. این پژوهش به بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی و توپوگرافی بر شاخص گردشگری HCI در استان مازندران می‌پردازد و سعی دارد ارتباط میان این تغییرات و شاخص‌های گردشگری را به‌طور دقیق تحلیل کرده و راهکارهایی برای بهبود تجربه گردشگران و مدیریت منابع گردشگری منطقه ارائه دهد.

۲ ادبیات پژوهش

خورشید منبع اصلی انرژی برای زمین است. بخشی از نور خورشید توسط یخ، ابرها و سطح زمین بازتاب می‌شود و بخش دیگر جذب می‌گردد. این انرژی به شکل گرما (موج بلند یا تشعشع مادون قرمز) بازتاب شده و بخشی از آن توسط اتمسفر جذب می‌شود. گازهای گلخانه‌ای مانند بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن انرژی گرمایی را جذب و به سطح زمین بازتاب می‌کنند و زمین را گرم نگه می‌دارند. بدون اثر گلخانه‌ای، دمای زمین ده‌ها درجه سردتر می‌شد و حیات به شکل کنونی امکان‌پذیر نبود. با افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند سوزاندن سوخت‌های

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change



خاص مانند سفرهای دریایی و ورزش‌های لوکس بپردازند (Swarbrooke & Horner, 2007).

آب‌وهوا یکی از عوامل اصلی در جذب گردشگران و انتخاب مقصد است. شرایط آب‌وهوایی مناسب، انگیزه‌ای قوی برای گردشگران به‌منظور بازدید از مناطق با اقلیم معتدل و مطبوع فراهم می‌کند. از طرفی، آب‌وهوای نامناسب می‌تواند گردشگران را از مقصد دور کند. برای مثال، در زمستان‌ها، مناطق سردسیر مانند آلپ برای اسکی جذابیت دارند، در حالی‌که مقاصد ساحلی در تابستان با دمای مناسب و آفتاب برای تفریح دریایی محبوبیت دارند (Yiamjanya & Wongleedee, 2014). همچنین، آب‌وهوا بر سطح رضایت و تمایل گردشگران برای بازدید مجدد تأثیر دارد (Bigano et al., 2006).

تغییرات اقلیمی می‌تواند برخی مقاصد را جذاب‌تر کند و به برخی دیگر آسیب بزند. افزایش دما ممکن است باعث کاهش جذابیت مقاصد گرمسیری مانند مدیترانه در فصل تابستان شود و گردشگران به دنبال مقصدهای خنک‌تر و ارتفاعات بالاتر بروند. همچنین، گردشگری زمستانی که به برف وابسته است با کاهش بارش برف و انباشت آن ممکن است کاهش یابد. افزایش تراز سطح دریا و فرسایش سواحل نیز تهدیدی برای مقاصد ساحلی به‌شمار می‌آید (Pang et al., 2013). این پدیده می‌تواند الگوی سفر و جریان گردشگری را تغییر دهد. گردشگران ممکن است فصل‌ها یا مقاصد متفاوتی را براساس آب‌وهوای مطلوب انتخاب کنند. این تغییرات می‌تواند باعث کاهش یا افزایش جریان گردشگری در فصول و مناطق خاص شود. به‌عنوان مثال، در مناطقی با تابستان‌های بسیار گرم، جریان گردشگری ممکن است به مناطق با آب‌وهوای معتدل‌تر منتقل شود (Zhang et al., 2020).

گردشگری خود نیز به تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. حمل‌ونقل هوایی، جاده‌ای و دریایی یکی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است. همچنین

مصرف انرژی در هتل‌ها و مراکز تفریحی و تولید زباله از دیگر عوامل مؤثر هستند. به همین دلیل، بسیاری از سازمان‌ها و کشورها به دنبال کاهش اثرات کربنی و ایجاد سیاست‌های سبزتر برای گردشگری هستند (Gössling, 2011).

توسعه پایدار در گردشگری به معنای رشد اقتصادی و اجتماعی همراه با حفظ منابع طبیعی و محیط زیست است. این نوع توسعه باید نیازهای کنونی را بدون به‌خطرانداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود برآورده کند. اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد نیز به‌طور خاص بر اهمیت پایداری در صنعت گردشگری تأکید دارد (World Tourism Organization, 2008).

تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک چالش عمده جهانی تأثیرات منفی بر منابع طبیعی و اکوسیستم‌ها دارد. گردشگری که یکی از بزرگ‌ترین صنایع جهان است، هم به تغییرات اقلیمی کمک می‌کند و هم از آن تأثیر می‌پذیرد. انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از گردشگری، تخریب محیط زیست و استفاده ناکارآمد از منابع انرژی از مشکلات مهمی هستند که نیاز به راه‌حل‌های پایدار دارند (Nachmany et al., 2014).

یکی از شاخص‌های مهم برای ارزیابی تأثیر آب‌وهوا بر گردشگری، شاخص آب‌وهوای گردشگری (TCI)^۱ است. این شاخص شامل پارامترهایی مانند دما، رطوبت، بارش، ساعات آفتابی و سرعت باد است و برای ارزیابی شرایط مناسب گردشگری در مناطق مختلف استفاده می‌شود. TCI به‌طور گسترده در مطالعات گردشگری کاربرد دارد، اما به دلیل تعمیم فعالیت‌ها و استفاده از داده‌های ماهانه به جای روزانه، مورد انتقاد قرار گرفته است (Matzarakis et al., 1999).

این تحقیق به بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی و توپوگرافی بر گردشگری در استان مازندران پرداخته و تلاش می‌کند با تمرکز بر اقلیم‌شناسی گردشگری،

¹ Tourism Climate Index

۲۰۲۰). شاخص HCI را در کارائیب ارزیابی کردند و نشان دادند که این شاخص بهتر از سایر شاخص‌ها رابطه بین اقلیم و گردشگری را توضیح می‌دهد (دمیراقلو و همکاران، ۲۰۲۰). آینده شاخص HCI را در مدیترانه بررسی کرده و به اثرات تغییرات اقلیمی بر گردشگری در فصول مختلف اشاره کردند (ما و همکاران، ۲۰۲۳). منابع اقلیمی ۱۱ پارک ملی آمریکا را با HCI بررسی کردند و نشان دادند که این شاخص در پیش‌بینی بازدید گردشگران بهتر عمل می‌کند. این مطالعات نشان می‌دهند که شاخص‌های اقلیمی مانند HCI ابزارهای مؤثری برای پیش‌بینی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر گردشگری هستند.

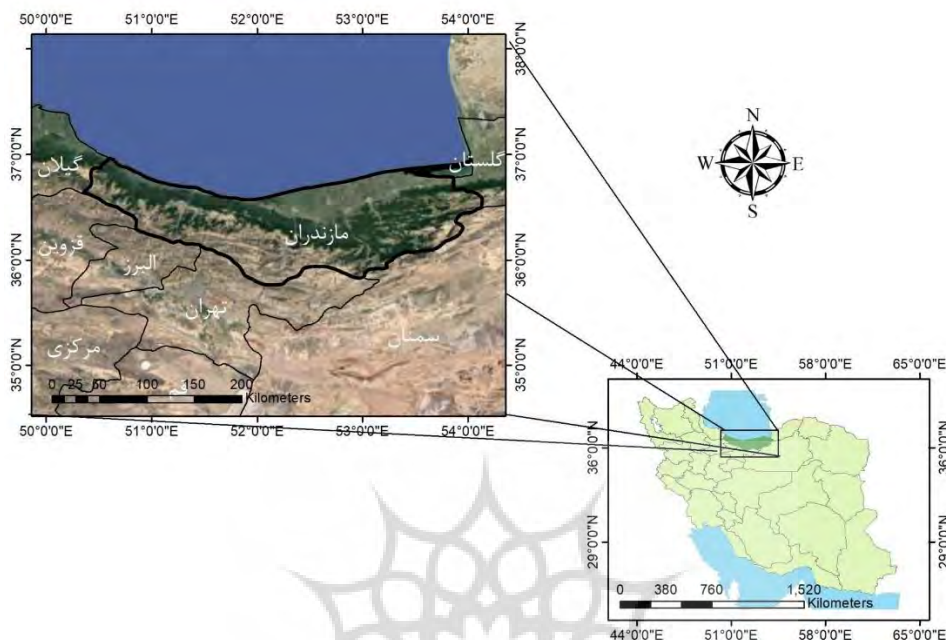
۳ روش‌شناسی پژوهش

استان مازندران با وسعت ۲۳,۷۵۶ کیلومترمربع، حدود ۱,۴۶ درصد از مساحت ایران را شامل می‌شود و از شمال به دریای خزر و از جنوب به رشته‌کوه‌های البرز محدود می‌شود. این استان به دلیل موقعیت طبیعی و جغرافیایی منحصربه‌فرد خود، به سه منطقه کوهستانی، میان‌بند و جلگه‌ای تقسیم می‌شود (شکل ۱). با وجود پارک‌های جنگلی، آبشارها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، چشمه‌های معدنی و کوه دماوند، مازندران یکی از مهم‌ترین مقاصد گردشگری طبیعی ایران به‌شمار می‌رود و سالانه میزبان میلیون‌ها گردشگر داخلی و خارجی است. استان مازندران به طبع تنوع جغرافیایی که مناطق جلگه‌ای معتدل و مرطوب تا کوهستان‌های سرد و مرتفع را دربر می‌گیرد، دارای تنوع اقلیمی شدیدی نیز هست. این استان همچنین دارای منابع آبی فراوانی از جمله رودخانه‌های هراز، تجن، تالار، بابلرود و چشمه‌کیله است. با وجود زیرساخت‌های گردشگری شامل هتل‌ها، ویلاها و جاده‌های توریستی مانند چالوس، سوادکوه و هراز، مازندران یکی از قطب‌های گردشگری کشور محسوب می‌شود. استان مازندران به دلیل جاذبه‌های طبیعی و تنوع اقلیمی، پتانسیل بالایی برای توسعه

راهکارهایی برای مدیریت بهتر فصول مناسب گردشگری ارائه دهد. به‌ویژه، در این مطالعه از شاخص HCI برای ارزیابی بهتر سازگاری شرایط اقلیمی با نیازهای گردشگران استفاده شده است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که HCI در مقایسه با سایر شاخص‌ها مانند TCI می‌تواند با دقت بیشتری به ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه پاسخ دهد؛ به‌عنوان مثال، تحقیقات در نقاط مختلف ایران از جمله سیستان و بلوچستان و کهگیلویه و بویراحمد این نتیجه را تأیید کرده‌اند. همچنین مطالعات بین‌المللی نیز حاکی از عملکرد بهتر شاخص HCI در ارزیابی شرایط گردشگری هستند. به این ترتیب، با استفاده از شاخص HCI در این تحقیق، تلاش می‌شود نه‌تنها پتانسیل اقلیمی مازندران برای جذب گردشگران در فصول مختلف شناسایی شود، بلکه اثرات احتمالی تغییرات آب‌وهوایی بر این ظرفیت‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گیرد (جوان، ۱۳۹۶). شرایط اقلیمی گردشگری ارومیه را با دو شاخص HCI و TCI مقایسه کرد و نشان داد که HCI با دقت بیشتری به نیازهای گردشگران پاسخ می‌دهد (اربابی و همکاران، ۱۳۹۷). شاخص HCI را برای ارزیابی اقلیم سیستان و بلوچستان به کار برد و نشان داد این شاخص بهتر از TCI با شرایط واقعی اقلیم منطقه سازگار است (امیری، ۱۳۹۸). با استفاده از داده‌های هواشناسی، زمان‌های مناسب برای گردشگری ساحلی در شمال ایران را تعیین کرد (محسن و همکاران، ۱۴۰۰). شرایط اقلیمی کهگیلویه و بویراحمد را با TCI بررسی کرده و بهترین زمان‌های گردشگری در این استان را مشخص کردند (شیرغلامی، ۱۴۰۱). در تحقیق خود نشان داد که شاخص HCI در استان یزد نوسان کمتری نسبت به TCI دارد و برای ارزیابی شرایط گردشگری مناسب‌تر است (مرادجانی، ۱۴۰۱). تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر شاخص TCI در استان لرستان تا سال ۲۰۵۰ را بررسی کرد و نشان داد تغییرات دما و بارش بر جذب گردشگران تأثیرگذار است (اسکات، ۲۰۱۶). در اروپا نشان داد که HCI نسبت به TCI عملکرد بهتری در ارزیابی مقاصد گردشگری دارد (روتی و همکاران،

گردشگری استان، می‌تواند به مدیریت پایدار گردشگری و حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آینده کمک کند.

گردشگری اکوتوریسمی و طبیعت‌گردی^۱ دارد (شکوهِ و ذاکری نژاد، ۱۴۰۳). شناسایی تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر منابع طبیعی و جاذبه‌های



شکل ۱. نقشه محدوده مورد مطالعه استان مازندران

باد (W) با وزن ۱۰ درصد (اربابی و همکاران، ۱۳۹۷). معادله HCI به صورت زیر بیان می‌شود:

$$HCI = T * 4 + A * 2 + R * 3 + W * 1$$

برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، از داده‌های ایستگاه‌های سازمان هواشناسی استفاده شد. برای مدل‌سازی شرایط آینده از مدل اقلیمی CanESM2 استفاده شد. مدل CanESM2 داده‌های پیش‌بینی اقلیمی بلندمدت شامل دما، بارش، پوشش ابری، رطوبت نسبی و سرعت باد را فراهم می‌کند که به صورت استاندارد شده و با تفکیک مکانی ۲٫۸۱۲۵ درجه ذخیره شده‌اند. این داده‌ها برای پیش‌بینی شرایط اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ در محدوده جغرافیایی استان مازندران به کار گرفته شدند.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، متغیرهای شاخص HCI به صورت نقطه‌ای برای هر ایستگاه محاسبه

در این پژوهش، از شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI) برای ارزیابی شرایط اقلیمی مناسب جهت گردشگری در مناطق مختلف استان مازندران استفاده شده است. شاخص HCI که توسط اسکات و همکاران معرفی شده است، شامل سه مؤلفه اصلی آسایش حرارتی، زیبایی و جنبه فیزیکی است و از طریق پنج زیرشاخص دما، رطوبت نسبی، پوشش ابری، بارش و سرعت باد محاسبه می‌شود (Scott et al., 2012). هریک از این متغیرها براساس تأثیرشان بر آسایش و تجربه گردشگران وزن‌دهی شده‌اند و شاخص HCI به عنوان یک معیار ترکیبی برای ارزیابی شرایط اقلیمی گردشگری ارائه شده است.

محاسبه شاخص HCI از طریق معادله‌ای انجام می‌شود که شامل چهار متغیر اصلی است: دمای مؤثر (T) با وزن ۴۰ درصد، پوشش ابری (A) با وزن ۲۰ درصد، میزان بارش (R) با وزن ۳۰ درصد و سرعت

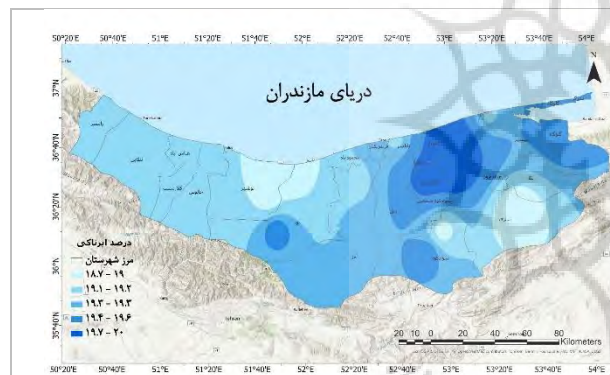
^۱ Ecotourism

برای نمایش شرایط اقلیمی و مناسب‌ترین بازه‌های زمانی برای گردشگری ارائه شده‌اند.

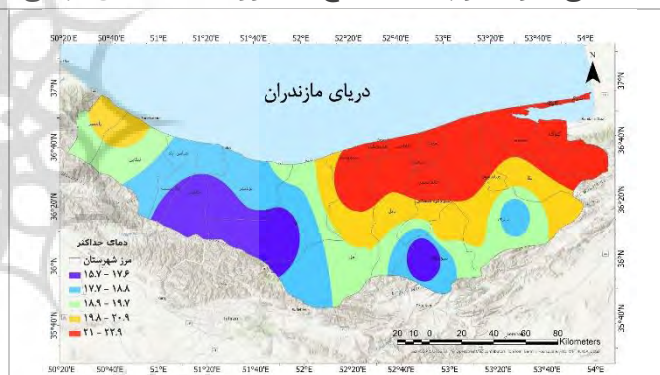
داده‌های مورد نیاز در این پژوهش عبارت‌اند از دمای حداکثر، بارش، سرعت باد، درصد رطوبت و درصد ابرناکی. این داده‌ها مربوط به ایستگاه‌های آلاشت، امیرآباد، آمل، بابلسر، بلده، دشت ناز، گلوگاه، قائمشهر، کیاسر، کجور، نوشهر، پل سفید، رامسر، ساری و سیاه‌بیشه است (اشکال ۲ تا ۶). داده‌های مربوط به هر ایستگاه در بازه زمانی ۲۰ ساله موجود بود. میانگین داده‌های هر ایستگاه به صورت جداگانه در سه بازه زمانی ماهانه، فصلی و سالانه تهیه و در شاخص HIC استفاده شد. داده‌های ایستگاهی برای نشان‌دادن شرایط مکانی کل استان درونیابی گردید. در زیر به بررسی هریک از داده‌ها پرداخته شد.

شده و مقادیر نهایی شاخص با استفاده از رابطه فوق به دست آمد. برای تحلیل فضایی، داده‌های محاسبه‌شده با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پردازش شده و نقشه‌های اقلیمی مربوط به هریک از متغیرهای شاخص HCI تهیه شدند. سپس، مناطق مختلف استان مازندران براساس مطلوبیت اقلیمی و اولویت‌های گردشگری طبقه‌بندی شده و مناسب‌ترین ماه‌های گردشگری برای هر منطقه تعیین شدند.

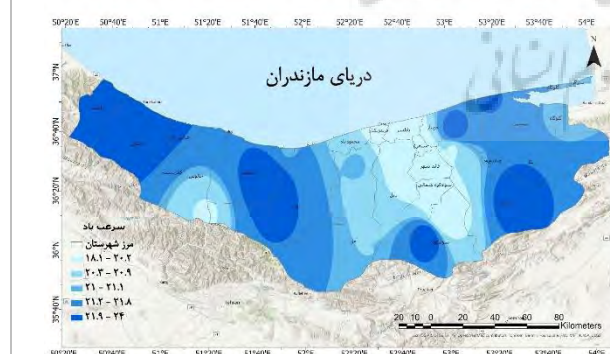
این روش، با ترکیب داده‌های تاریخی و پیش‌بینی‌های مدل CanESM2، امکان تحلیل دقیق شرایط اقلیمی در حال حاضر و شرایط احتمالی را در آینده گردشگری استان مازندران فراهم می‌کند و مناطق مختلف را از نظر شرایط مطلوب گردشگری در بازه‌های زمانی مختلف با جزئیات مقایسه‌پذیر می‌سازد. درنهایت، نتایج به صورت نقشه‌های نهایی



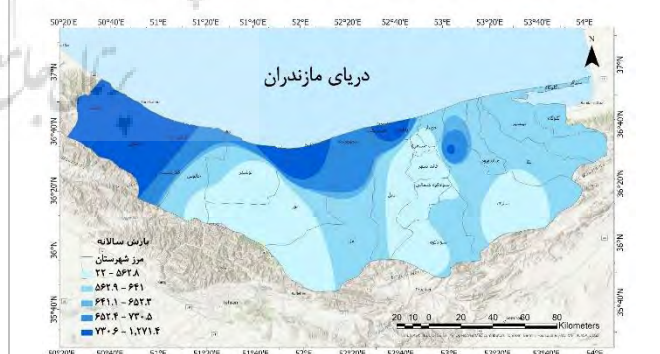
شکل ۳. درونیابی درصد ابرناکی استان مازندران



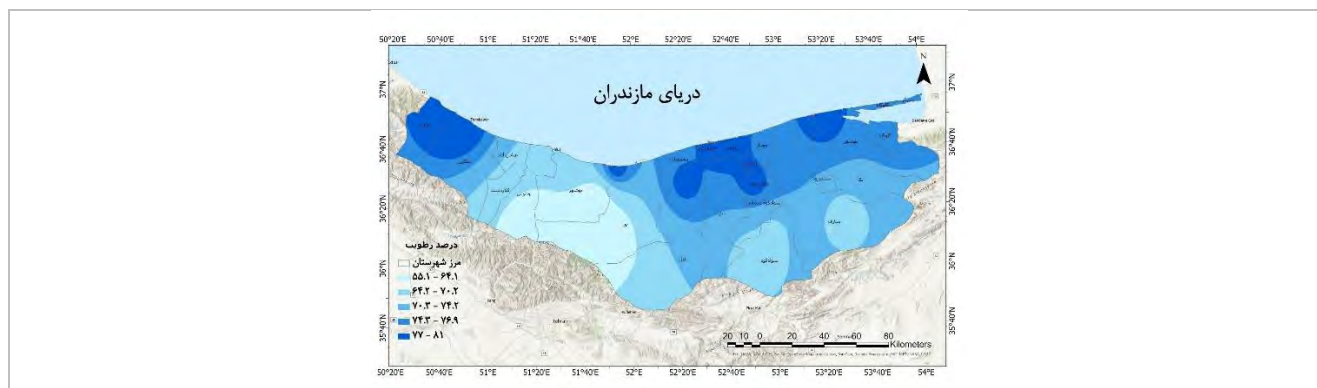
شکل ۲. درونیابی دمای حداکثر استان مازندران



شکل ۵. درونیابی سرعت باد استان مازندران



شکل ۴. درونیابی بارش سالانه استان مازندران



شکل ۶. درون یابی درصد رطوبت استان مازندران

۴ یافته‌ها و بحث

به‌ویژه مناطق ساحلی، کمترین مقادیر شاخص را نشان داده‌اند.

خرداد ماه: در خرداد ماه، مناطق غربی استان همچنان بهترین شرایط را دارند، به‌ویژه رامسر و تنکابن. نواحی ساحلی نور و نوشهر نیز شرایط مساعدی دارند. کمترین مقادیر HCI در بخش‌های شمالی آمل و جنوبی چالوس و نوشهر مشاهده می‌شود.

تیر ماه: در این ماه، بالاترین شاخص HCI در مناطق رامسر، تنکابن و نوار ساحلی شمال نوشهر و نور به دست آمده است. کمترین مقادیر مربوط به بخش‌های جنوبی استان، به‌ویژه نوشهر، چالوس و نکا است. مناطق ساحلی و بخش‌های غربی استان بهترین مقصد برای گردشگران در تیر ماه هستند.

مرداد ماه: شاخص HCI در مرداد ماه نشان می‌دهد که مناطق غربی استان همچنان شرایط بهتری دارند، ازجمله رامسر، تنکابن و عباس‌آباد. بخش‌های مرکزی نوار ساحلی شامل بابلسر و فریدون‌کنار نیز شرایط خوبی دارند. کمترین مقادیر شاخص در جنوب شرقی استان و شهرستان‌های بهشهر، نکا و ساری مشاهده شده است.

شهریور ماه: در این ماه، بالاترین مقادیر شاخص در غرب استان، شامل رامسر، تنکابن و عباس‌آباد و همچنین بخش‌هایی از نوار ساحلی بابلسر و فریدون‌کنار به دست آمده است. کمترین مقادیر در

آب‌وهواشناسی گردشگری، رابطه کیفیت آب‌وهوا یک منطقه در ارتباط با رضایت و آسایش مسافران و گردشگران یک منطقه را بررسی می‌کند. در این بین شاخص اقلیمی تعطیلات (Holiday Climate Index) عناصر اقلیمی را در برابر کیفیت تجربه توریستی گردشگران ارزیابی می‌کنند. شاخص اقلیمی تعطیلات از پنج عنصر آب‌وهوایی (میانگین رطوبت نسبی، حداکثر دما، ابرناکی، بارش و سرعت باد) استفاده می‌کند. در این بخش از پژوهش به تحلیل نتایج حاصل از شاخص HCI در منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. این شاخص برای هر ماه، فصل و میانگین سالیانه در منطقه مورد مطالعه به دست آمد. در زیر به تفکیک به ارائه نتایج حاصله پرداخته شده است.

فروردین ماه: بالاترین مقادیر شاخص HCI در مناطق غربی استان مازندران شامل رامسر، تنکابن و چالوس به دست آمده است. بخش‌های مرکزی استان مانند قائم‌شهر و کجور کمترین مقادیر را داشته‌اند. مناطق ساحلی و غربی استان بهترین شرایط اقلیمی را برای گردشگری در این ماه دارند.

اردیبهشت ماه: شاخص HCI نشان می‌دهد که نیمه غربی استان به‌ویژه سواحل، بهترین شرایط را برای گردشگران فراهم کرده است. مناطق رامسر، تنکابن و بخش‌های شمالی نور و نوشهر بالاترین مقادیر را داشته‌اند، درحالی‌که نیمه شرقی استان،

دارند. مناطق ساحلی غربی و مرکزی استان بهترین مقاصد برای گردشگران در این ماه هستند.

دی ماه: شاخص HCI در دی ماه نشان می‌دهد که بخش‌های غربی و سواحل شمالی استان، از جمله رامسر، تنکابن و بابلسر، بهترین شرایط را برای گردشگری دارند. کمترین مقادیر در مناطق مرکزی و جنوبی استان، مانند قائمشهر و نوشهر، مشاهده شده است.

بهمن ماه: در بهمن ماه، مقادیر بالای HCI برای مناطق رامسر، تنکابن و بخش‌های ساحلی مرکزی استان به دست آمده است. کمترین مقادیر همچنان در بخش‌های جنوبی و مرکزی استان مشاهده می‌شود. بخش‌های ساحلی و غربی استان بهترین شرایط را برای گردشگران دارند.

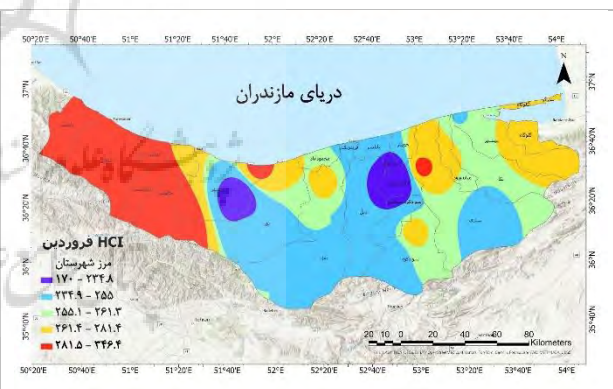
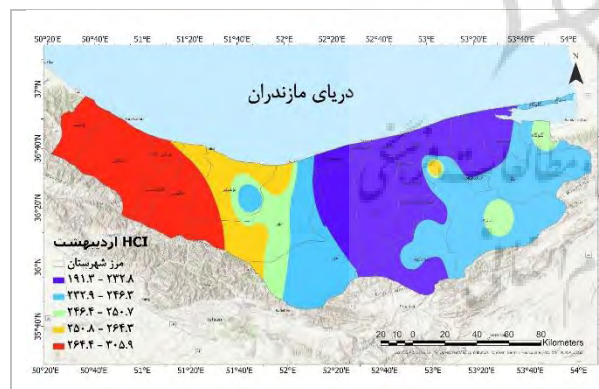
اسفند ماه: در این ماه، مناطق غربی استان شامل رامسر و تنکابن و همچنین بخش‌هایی از نوار ساحلی مرکزی استان بالاترین مقادیر شاخص HCI را دارند. کمترین مقادیر در بخش‌های جنوبی و مرکزی استان مانند قائمشهر و نوشهر مشاهده می‌شود.

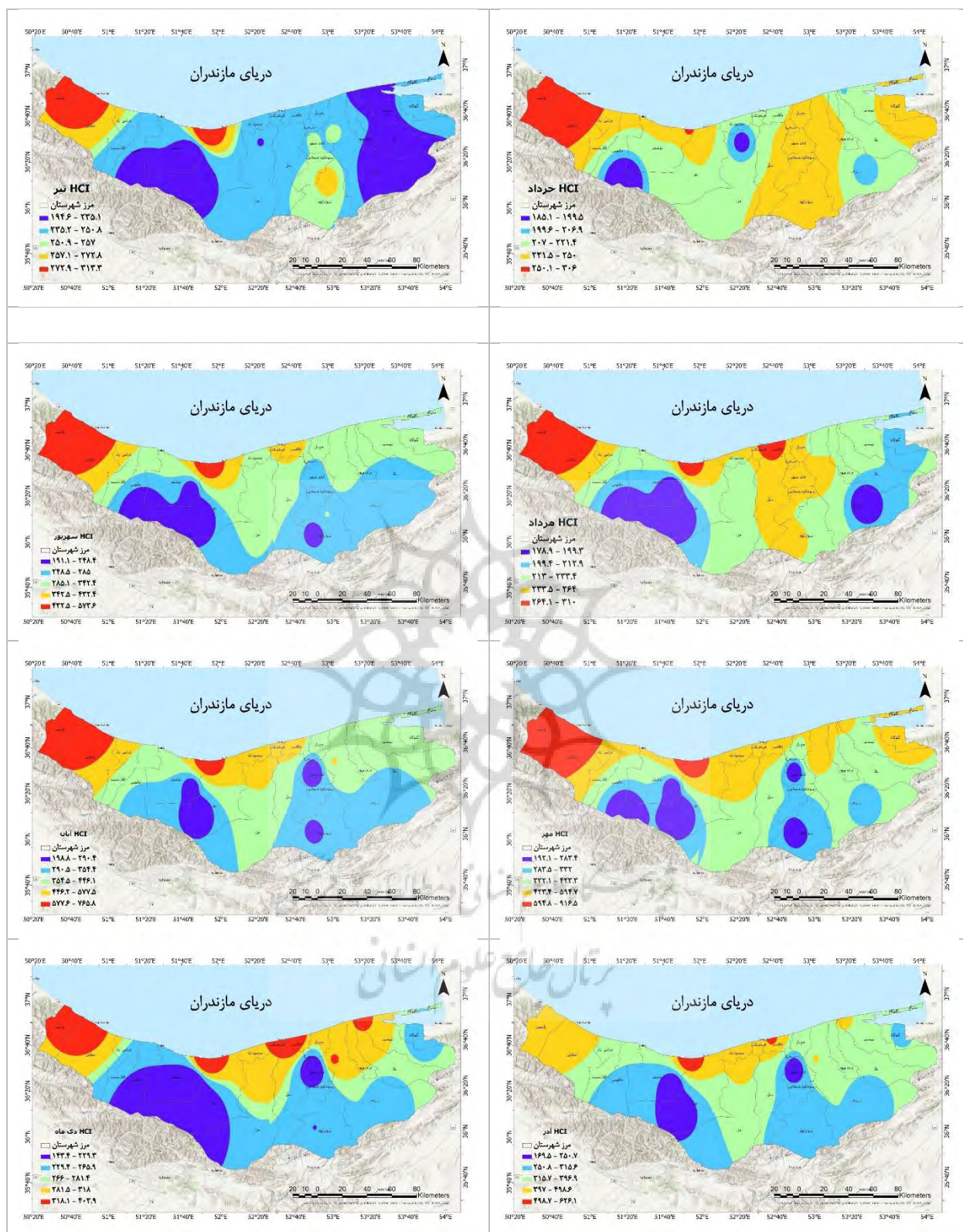
جنوب استان و بخش‌هایی از سوادکوه و نوشهر مشاهده می‌شود.

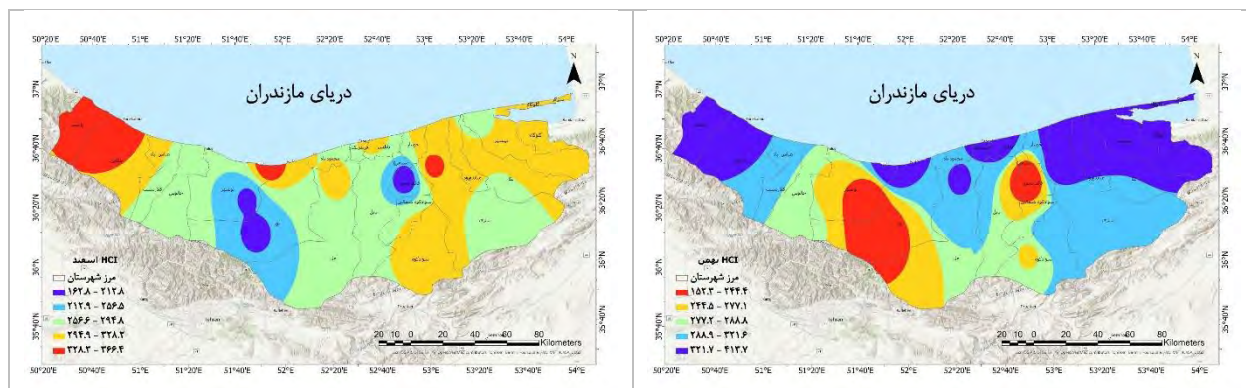
مهر ماه: شاخص HCI برای مهر ماه نشان می‌دهد که مناطق ساحلی به‌ویژه در غرب و مرکز استان بهترین شرایط را دارند. بخش‌های رامسر، تنکابن و شمال نوشهر و نور بیشترین مقادیر را داشته‌اند. بخش‌های مرکزی و جنوبی استان کمترین مقادیر شاخص را نشان داده‌اند.

آبان ماه: در این ماه، بالاترین مقادیر HCI در مناطق غربی و مرکزی استان از جمله رامسر، تنکابن، بابلسر و فریدون‌کنار به دست آمده است. کمترین مقادیر در بخش‌هایی از قائمشهر، سوادکوه و نوشهر مشاهده می‌شود. غرب استان و نوار ساحلی همچنان مناسب‌ترین مناطق برای گردشگران در آبان ماه هستند.

آذر ماه: در آذر ماه، مقادیر بالای شاخص HCI برای شهرستان‌های بابلسر، نوشهر و رامسر به دست آمده است. بخش‌های مرکزی و جنوبی استان، به‌ویژه قائمشهر و نور، کمترین مقادیر را







شکل ۷. درونیابی شاخص HCI داده‌های ماهانه برای منطقه براساس داده‌های وضعیت موجود در استان مازندران

بخش‌های غربی و نوار ساحلی استان مناسب‌ترین مناطق برای گردشگران هستند.

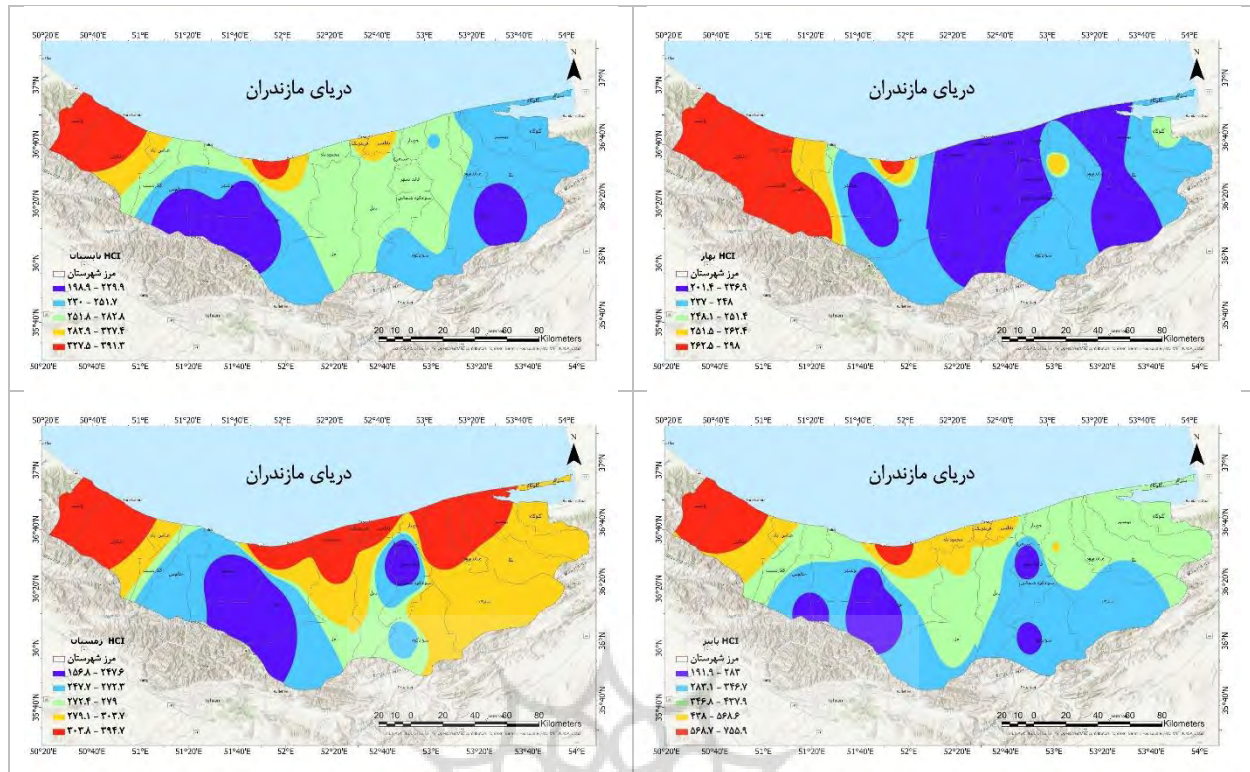
فصل پاییز: شاخص HCI در پاییز بین ۱۹۱٫۹ تا ۷۵۵٫۹ متغیر است. مناطق غربی استان، از جمله رامسر، تنکابن و عباس‌آباد و بخش‌هایی از سواحل مرکزی بهترین شرایط را دارند. کمترین مقادیر در نواحی جنوبی و مرکزی، از جمله قائمشهر و سوادکوه مشاهده شده است. ایستگاه نوشهر بالاترین مقدار (۱۹۶۰٫۶) و ایستگاه قائمشهر کمترین مقدار (۱۹۹٫۳۳) را دارد. مناطق غربی و ساحلی استان در پاییز برای گردشگران مناسب‌تر هستند.

فصل زمستان: شاخص HCI در زمستان بین ۱۵۶٫۸ تا ۳۹۴٫۷ به دست آمده است. بالاترین مقادیر در شهرستان‌های غربی، شرقی و سواحل مرکزی استان مشاهده شده است. کمترین مقادیر در بخش‌های جنوبی و مرکزی استان، از جمله نوشهر و قائمشهر دیده شده است. ایستگاه رامسر بالاترین مقدار (۸۶۶٫۷۶) و ایستگاه قائمشهر کمترین مقدار (۱۶۰٫۰۳) را داشته است. در زمستان، مناطق شمال غربی، ساحلی و شرقی استان بهترین شرایط اقلیمی برای گردشگران دارند.

علاوه بر تحلیل ماهانه در این پژوهش، شاخص HCI برای میانگین داده‌های فصلی استان مازندران محاسبه و تحلیل شده است (اشکال ۸). نتایج برای هر فصل به شرح زیر است:

فصل بهار: شاخص HCI برای این فصل در محدوده ۲۰۱٫۴ تا ۲۹۸ به دست آمده است. بالاترین مقدار شاخص در نیمه غربی استان و سواحل آن، از جمله شهرستان‌های رامسر، تنکابن و کلاردشت مشاهده شده است. کمترین مقدار در مناطق مرکزی و شرقی استان دیده شده و ایستگاه رامسر بالاترین مقدار (۶۳۴٫۹۳) و ایستگاه قائمشهر کمترین مقدار (۲۰۳٫۷۶) را داشته است. مناطق غربی استان بهترین شرایط اقلیمی را برای گردشگران در بهار دارند.

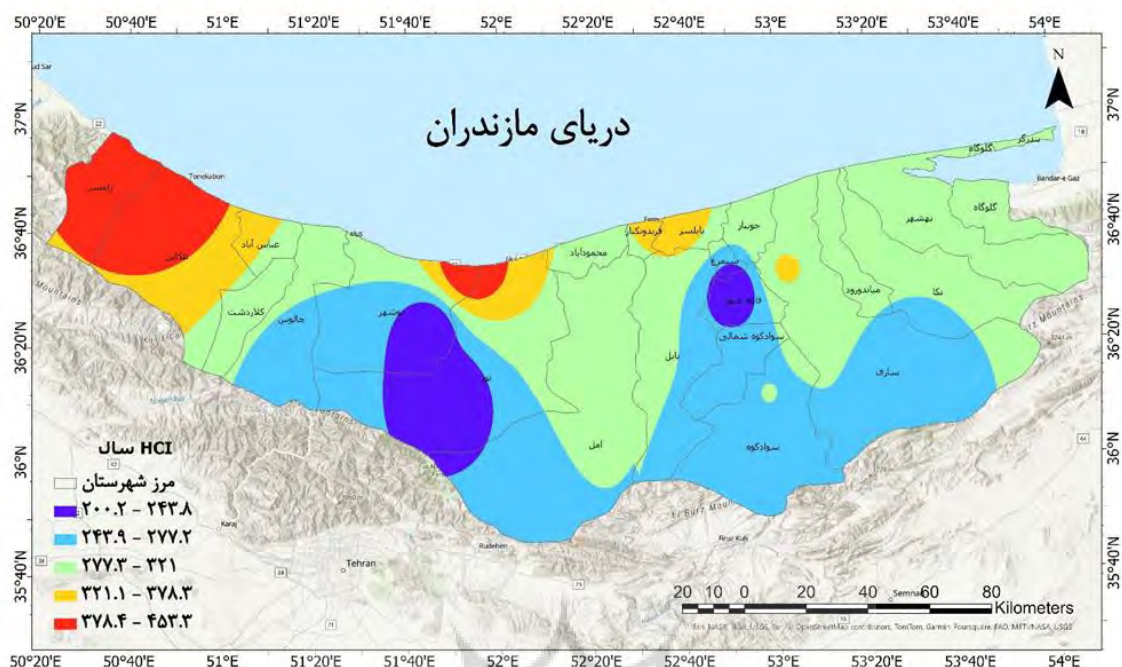
فصل تابستان: مقادیر شاخص HCI برای این فصل بین ۱۹۸٫۹ تا ۳۹۱٫۳ بوده است. بالاترین مقادیر در مناطق غربی و سواحل، از جمله رامسر، تنکابن، بابلسر و فریدون‌کنار به دست آمده و کمترین مقادیر در نواحی جنوبی و شرقی استان مشاهده شده است. ایستگاه رامسر بالاترین مقدار (۸۷۸٫۲۶) و ایستگاه قائمشهر کمترین مقدار (۲۵۳٫۹۱) را نشان داده است. در تابستان،



شکل ۸. درونیابی شاخص HCl داده‌های اردیبهشت ماه برای منطقه مورد مطالعه

شاخص HCl (۲۸۰۴/۳۳) به دست آمده است. کمترین مقادیر نیز به صورت دو مرکز در بخش جنوبی و مرکزی به چشم می‌خورد که بزرگ‌ترین آن در بخش جنوبی نوشهر، نور و آمل را پوشش داده است و دومین مرکز آن قائمشهر را تحت تأثیر دارد. کمترین مقادیر برای ایستگاه‌های قائمشهر (۲۰۹/۳۴)، بلده (۱۰۸۸/۳۸) و کجور (۱۱۱۲/۶۷) به دست آمده است. با توجه به نتایج حاصل از شاخص HCl برای ماه شهریور بخش غربی استان، بخش کوچکی از مناطق ساحلی در مرکز استان بهترین مناطق برای گردشگران بوده است.

برای میانگین داده‌های سالانه استان مازندران انجام گرفت و نتایج آن، و پراکنش مکانی به صورت نقشه تهیه شد (شکل شماره ۹). با توجه به نتایج حاصله، مقدار این شاخص برای داده‌های سالانه بین ۲۰۰/۲ تا ۴۵۳/۳ به دست آمده است. از نظر پراکنش مکانی بالاترین مقدار این شاخص برای غرب استان در رامسر، تنکابن و عباس‌آباد و بخشی از نوار ساحلی را در بابلسر و فریدون‌کنار و شمال شرقی نوشهر و شمال غربی نور را پوشش می‌دهد. بالاترین مقادیر برای ایستگاه‌های نوشهر (۳۹۵۰/۳۲)، رامسر (۳۸۵۳/۰۳) و بابلسر



شکل ۹. درونیابی شاخص HSI داده‌های میانگین سالانه برای استان مازندران

جدول ۱. میانگین شاخص HSI ایستگاه‌های استان مازندران براساس داده‌های وضع موجود

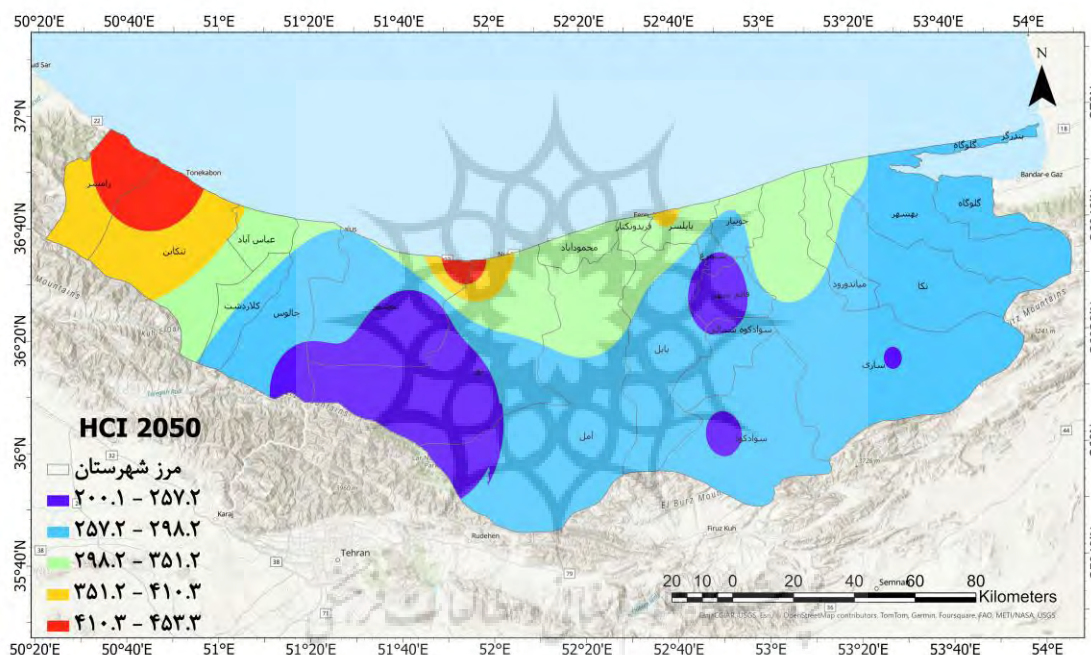
ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
آلاشت	252	233	232	256	236	232	245	270	270	229	273	297	239	241	262	266	252
امیرآباد	254	201	206	224	227	296	426	385	407	327	351	286	221	249	406	321	299
آمل	264	222	195	235	220	313	458	467	410	316	326	300	227	256	445	314	311
بابلسر	251	191	213	245	289	416	559	562	515	393	365	305	219	316	545	354	359
بلده	242	251	213	224	182	191	192	209	174	143	185	194	236	199	192	174	200
دشت ناز	271	217	229	239	217	290	434	415	382	304	345	325	239	249	410	325	306
گلوگاه	271	249	231	239	206	288	461	365	310	256	331	314	251	244	379	300	293
قائم‌شهر	170	201	233	252	255	249	227	199	169	155	152	163	201	252	198	157	202
کیاسر	250	251	201	195	184	249	300	307	289	253	320	280	234	209	298	284	256
کجور	198	242	217	210	179	224	233	250	189	156	186	198	219	205	224	180	207
نوشهر	298	264	252	313	296	564	876	766	626	404	414	366	271	391	756	395	453
پل سفید	268	235	238	264	226	286	314	320	299	258	302	325	247	258	311	295	278
رامسر	315	272	306	289	310	574	917	743	494	355	359	365	298	391	718	360	442
ساری	295	260	230	255	253	303	478	454	403	325	356	350	262	270	445	344	330
سیاه‌بیشه	346	306	185	223	181	194	218	308	264	192	289	286	279	199	263	256	249

می‌کند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مناطق غربی مازندران (مانند رامسر و تنکابن) که در نقشه با رنگ قرمز مشخص شده‌اند، نشان‌دهنده مقادیر بالای شاخص HSI هستند که به معنای تأثیرپذیری شدیدتر از تغییرات اقلیمی است. این مناطق احتمالاً

نقشه شاخص HSI سال ۲۰۵۰ که براساس داده‌های ابرناکی، سرعت باد و درصد رطوبت به‌دست‌آمده از مدل CanESM2 تهیه شده است. این شاخص، ترکیبی از عوامل اقلیمی مؤثر بر محیط زیست، کشاورزی، منابع آب و مخاطرات طبیعی را ارزیابی

داشته باشد. نتایج نشان می‌دهد غرب مازندران به دلیل تغییرات اقلیمی پیش‌بینی‌شده، نیازمند اقدامات مدیریتی فوری‌تر برای کاهش آسیب‌پذیری است. تحلیل داده‌های ابرناکی، رطوبت نسبی و سرعت باد می‌تواند به طراحی استراتژی‌هایی برای مدیریت منابع طبیعی، بهبود زیرساخت‌ها و سازگاری با تغییرات اقلیمی کمک کند. همچنین، مناطق با شاخص پایین‌تر (آبی و سبز) می‌توانند به‌عنوان الگوهای موفق مدیریت اقلیمی بررسی شوند.

با افزایش درصد رطوبت، تغییرات شدید در ابرناکی و تغییر در سرعت باد مواجه خواهند بود. این شرایط می‌تواند منجر به افزایش خطرات طبیعی مانند سیل یا آسیب به فعالیت‌های کشاورزی و گردشگری شود. در مقابل، مناطق شرقی‌تر و مرکزی همانند بابل و ساری مقادیر پایین‌تری را از شاخص HCI دارند. این مناطق احتمالاً تحت تأثیر کمتری از تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرند و شرایط نسبتاً پایداری خواهند داشت. ابرناکی و سرعت باد در این مناطق می‌تواند در حد متعادل باقی بماند و اثرات مثبتی بر منابع آبی و تعادل اکوسیستم منطقه



شکل ۱۰. درون‌یابی شاخص HCI با استفاده از داده‌های مدل‌سازی‌شده سال ۲۰۵۰ برای استان مازندران

تعطیلات (HCI)، شرایط آب‌وهوایی مناسب برای گردشگری در ماه‌ها و فصول مختلف استان مازندران بررسی شد.

بررسی شاخص HCI نشان داد که بهترین مناطق برای گردشگری در استان مازندران به‌طور عمده در نواحی غربی و ساحلی استان قرار دارند. شهرستان‌هایی مانند رامسر، تنکابن، عباس‌آباد و بخش‌هایی از نوار ساحلی شمال شرقی استان، به‌ویژه در فصل‌های بهار و تابستان، شرایط

۵ نتیجه‌گیری

استان مازندران با دارا بودن جاذبه‌های طبیعی منحصربه‌فرد، از جمله سواحل دریای خزر، پارک‌های جنگلی، آبشارها و کوهستان‌های البرز، به‌عنوان یکی از قطب‌های گردشگری ایران شناخته می‌شود. با این حال، تغییرات اقلیمی و تأثیرات آب‌وهوایی نقش مهمی در شکل‌گیری تجربه گردشگران این منطقه دارند. در این پژوهش، با استفاده از شاخص اقلیمی

فصل‌های گرم منجر شود، در حالی که فصل‌های پاییز و زمستان در برخی مناطق می‌توانند جذابیت بیشتری پیدا کنند. بر اساس این، برنامه‌ریزی‌های گردشگری باید با در نظر گرفتن پیش‌بینی‌های اقلیمی سال ۲۰۵۰ انجام شود. توسعه زیرساخت‌های گردشگری، مانند افزایش امکانات اقامتی و تفریحی در شهرستان‌های رامسر، تنکابن و عباس‌آباد، به‌ویژه با توجه به تغییرات پیش‌بینی‌شده در شاخص HCI، می‌تواند به جذب بیشتر گردشگران کمک کند. همچنین، ایجاد مراکز اطلاع‌رسانی هوشناسی محلی و استفاده از داده‌های اقلیمی بلندمدت می‌تواند به تصمیم‌گیری دقیق‌تر برای مدیریت گردشگری پایدار کمک کند. پیش‌بینی‌های مربوط به شاخص HCI تا سال ۲۰۵۰، فرصت‌های منحصربه‌فردی برای سازگاری و مدیریت بهتر منابع گردشگری در استان مازندران فراهم می‌کند. پیشنهاد می‌شود از نتایج این پژوهش در برنامه‌ریزی تقویم گردشگری استان مازندران استفاده شود. همچنین توسعه زیرساخت‌های گردشگری در مناطق پیشنهادی، مانند افزایش امکانات اقامتی و تفریحی در شهرستان‌های رامسر، تنکابن و عباس‌آباد می‌تواند به جذب بیشتر گردشگران کمک کند. علاوه بر این، ایجاد مراکز اطلاع‌رسانی هوشناسی محلی برای اطلاع‌رسانی بهتر به گردشگران در مورد شرایط اقلیمی می‌تواند تجربه‌ای مطلوب‌تر برای آن‌ها فراهم کند.

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسؤول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

سهم نویسندگان در نگارش مقاله برابر بوده است.

تضاد منافع

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

مطلوب‌تری را برای گردشگران فراهم می‌کنند. در این فصول، مقادیر شاخص HCI بالاترین مقادیر خود را نشان دادند و مناطق غربی به دلیل دمای مناسب، رطوبت نسبی معتدل، پوشش ابری مطلوب و میزان بارش کم، بهترین شرایط را برای گردشگری ارائه می‌دهند.

در فصل پاییز، با وجود اینکه دمای هوا کاهش می‌یابد، همچنان مناطق غربی استان مانند رامسر و بخش‌هایی از مناطق ساحلی از جمله بابلسر و فریدون‌کنار، شرایط مناسبی برای گردشگران دارند. این در حالی است که مناطق مرکزی و جنوبی استان به دلیل کاهش شاخص HCI به‌ویژه در پاییز و زمستان، کمتر مورد توجه گردشگران قرار می‌گیرند. فصل زمستان نیز با کاهش دما و شرایط آب‌وهوایی سردتر، مناطق شمال غربی و سواحل شرقی استان را به‌عنوان بهترین مقاصد گردشگری معرفی می‌کند.

تحلیل فضایی داده‌های اقلیمی نشان داد شاخص HCI با توجه به ویژگی‌های محلی اقلیمی، قدرت تفکیک مناسبی برای شناسایی مناسب‌ترین زمان‌ها و مکان‌ها برای گردشگری دارد. این شاخص با ترکیب عواملی مانند دما، رطوبت، پوشش ابری، میزان بارش و سرعت باد، به‌طور دقیق تأثیرات آب‌وهوایی را بر تجربه گردشگران ارزیابی می‌کند و نشان می‌دهد که مناطق غربی استان مازندران در اکثر فصول سال از بهترین شرایط اقلیمی برخوردارند.

پیش‌بینی تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد که افزایش دما، تغییر در الگوهای بارش و تغییرات در میزان ابرناکی و سرعت باد ممکن است تأثیرات متفاوتی بر شاخص HCI در مناطق مختلف استان داشته باشد. طبق پیش‌بینی‌های ارائه‌شده، مناطق غربی همچنان پتانسیل بالایی برای گردشگری خواهند داشت، اما تغییرات در رطوبت نسبی و دما ممکن است الگوهای فصلی مطلوبیت این مناطق را تغییر دهد. برای مثال، احتمال افزایش دمای تابستانی و رطوبت نسبی در برخی نواحی ممکن است به کاهش جذابیت گردشگری در



تقدیر و تشکر

نویسندگان، از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکتشان در این مقاله تشکر و قدردانی می‌کنند.



منابع

- Abedi, T., Kazemi Rad, L., & Abedi, R. (2022). Determining the tourism calendar using the Tourism Climate Index (TCI) and Holiday Climate Index (HCI) (Case study: Astara, Gilan province). *Journal of Tourism Social Studies*, 10(19), 251-276. (In Persian)
- Amiri, A. (2019). Evaluating the coastal tourism potential of northern Iran using second and third-generation bioclimatic indices. *Tourism Planning and Development*, 8(30), 213-226. (In Persian)
- Arbabi, F., Khosravi, M., Payedar, A. (2018). Application of the Holiday Climate Index (HCI) in Determining the Winter Tourism Calendar (Case study: Sistan and Baluchestan Province). 8 (31): 47-60. (In Persian)
- Bigano, A., Hamilton, J.M., & Tol, R.S.J. (2006). The impact of climate on holiday destination choice. *Climatic Change*, 76(3-4), 389-406.
- Demiroglu, O. C., Turp, M. T., Kurnaz, M. L., & Abegg, B. (2021). The Ski Climate Index (SCI): Fuzzification and a regional climate modeling application for Turkey. *International Journal of Biometeorology*, 65, 763-777.
- Demiroglu, O. C., Turp, M. T., Kurnaz, M. L., & Abegg, B. (2021). The Ski Climate Index (SCI): fuzzification and a regional climate modeling application for Turkey. *International journal of biometeorology*, 65, 763-777.
- Erbabi, F., Khosravi, M., & Paydar, A. (2018). Application of the Holiday Climate Index (HCI) in determining the winter tourism calendar (Case study: Sistan and Baluchestan province). *Regional Planning*, 8(31), 47-59. (In Persian)
- Fanger, P.O. (1979). "Assessment of man's thermal comfort: From the results of a large experimental area." *ASHRAE Transactions*, 85, 7-21.
- Gössling, S., Scott, D., Hall, C. M., Ceron, J. P., & Dubois, G. (2012). Consumer behaviour and demand responses of tourists to climate change. *Annals of Tourism Research*, 39, 36-58.
- Hall, C. M., & Page, S. J. (2009). Progress in tourism management: From the geography of tourism to geographies of tourism-A review. *Tourism Management*, 30(1), 3-16.
- IPCC. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Avery, K.B., Tignor, M., & Miller, H.L. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Javan, K. (2017). Comparison of the Tourism Climate Index (TCI) and



- Holiday Climate Index (HCI) (Case study: Urmia). *Journal of Natural Geography Research*, 49(3), 423-439. (In Persian)
- Ma, S., Craig, C. A., Feng, S., & Liu, C. (2023). Climate resources at United States National Parks: A tourism climate index approach. *Tourism Recreation Research*, 48(5), 710-724.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (1999). Applications of a Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43, 76-84.
- Minaee, R., Namamian, F., Maroofi, F., Moradi, A. (2022). The Effect of E-tourism on the Purchase of Tourism Services and its Conformity with the Behavior of Iranian Tourists. *Social Studies in Tourism*. 14 (7): 284-259.
- Mohseni, A., Ghorbannia Kheibari, V., & Azimi, E. (2021). Investigating tourism climate capabilities in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province. *Journal of Urban Ecology Research*, 12(3 (Issue 24)) , 79-96. (In Persian)
- Moradjani, S. (2022). Investigating the impact of climate change on the future tourism of Lorestan province using the TCI index and radiative forcing scenarios. *Journal of Human Ecology*, 1(1), 27-37. (In Persian)
- Mousavi, S. A., Beik Mohammadi, H., & So-rami, H. (2022). Evaluating the effects of cultural tourism indices on tourism industry development (Case study: Isfahan city). *Urban Environment Planning and Development*, 2(6), 17-32. (In Persian)
- Nachmany, M., Fankhauser, S., Townshend, T., Collins, M., Landesman, T., Matthews, A., ... & Setzer, J. (2014). The GLOBE climate legislation study: a review of climate change legislation in 66 countries.
- Pang, S. F., McKercher, B., & Prideaux, B. (2013). Climate change and tourism: An overview. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 18(1-2), 4-20.
- Rutty, M., Scott, D., Matthews, L., Burrows, R., Trotman, A., Mahon, R., & Charles, A. (2020). An inter-comparison of the Holiday Climate Index (HCI: Beach) and the Tourism Climate Index (TCI) to explain Canadian tourism arrivals to the Caribbean. *Atmosphere*, 11(4), 412.
- Scott D, Gössling S, Hall CM (2012) International tourism and climate change. *Wiley Interdiscip Rev Clim Change* 3(3):213-232.
- Shirgholami, M. (2022). Spatial-temporal changes in tourism climate comfort in Yazd province using the Tourism Climate Index (TCI) and Holiday Climate Index (HCI). *Journal of Climate Research*, 52, 207-222. (In Persian)
- Shokohi, N., Zakerinejad, R. (2024). Investigating the natural potential of Namak Abroud tourist town for

- ecotourism development using AHP model and GIS. Scientific Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 33 (129): 149-162. (In Persian)
- Swarbrooke, J., & Horner, S. (2007). Consumer behavior in tourism. Routledge.
- WMO. (2011). Greenhouse gas concentrations continue climbing. World Meteorological Organization Press, Release No. 934. Retrieved November 21.
- World Tourism Organization, & United Nations Environment Programme. (2008). Climate change and tourism: Responding to global challenges. Madrid: Author.
- World Travel and Tourism Council. (2009). Leading the challenge on climate change. London: Author.
- Yiamjanya, S., & Wongleedee, K. (2014). International Tourists' Travel Motivation by Push-Pull Factors and the Decision-Making for Selecting Thailand as a Destination Choice. International Journal of Social Education Economics and Management Engineering, 8, 1326-1331.
- Zhang, C., Weng, S., & Bao, J. (2020). The changes in the geographical patterns of China's tourism in 1978-2018: Characteristics and underlying factors. Journal of Geographical Sciences, 30, 487-507.

