



Online ISSN: 2821-1782

Journal of Land Ecology

journal homepage: <http://www.landscapeecologyjournals.ir/>



Research Paper

Investigating The Effect of ClimateChange On The FutureTourism of Lorestan Province using The TCI index And RCP Scenarios

Shirin Moradjani*^a

^a Ph.D. student of Meteorology, Department of Natural Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2022-12-02

Accepted: 2023-01-03

Keywords:

Climate change Tourism

RCP scenarios Lorestan

ABSTRACT

It is said that climate change will have a negative impact on the tourism industry, since climate is one of the fundamental variables of tourism. In order to investigate the impact of climate change on the future situation (2020-2050) of tourism climate in Lorestan province, two scenarios of radiation forcing RCP2.6 and RCP8.5 and tourism climate index TCI were used in this study. For this purpose, the data of the two scenarios were obtained from ESGF portal. After the exponential scaling of the data using the LARS -WG6 microrotation model, their reliability compared to the ground stations was checked monthly in the base period, then to check the future tourism climate, the monthly average of the parameters was calculated and called to the TCI index. The non-parametric Mann-Kendall test was used to examine the changes in the climatic parameters used in the TCI index. The results showed that qualitative changes of TCI index occur in the next period in Borujerd and Khorramabad stations in 7 months and in Borujerd station in 8 months of the year compared to the base period. In the next period, under both scenarios, we will generally see a decrease in the quality of tourism climate in Aligoders station, a qualitative increase in Borujerd station and the contrast of TCI decrease and improvement in both scenarios in Borujerd station. In the parameters of temperature, sunshine hours and wind speed, there is a positive increase in both scenarios, but it is not significant. In the parameters of precipitation and humidity, a decrease in precipitation in winter is often observed, which from this point of view is considered a positive factor for the tourism climate of the stations, while an increase in precipitation and humidity in summer, especially in RCP2/6, is considered a negative factor for the future tourism climate of the stations. Considering the increase in temperature and sunshine hours in the coming period and the abundance of water resources in the province, investment in water recreation infrastructure and the use of water-related tourism activities will not only utilize the capacity of travelers from neighboring provinces such as Khuzestan in hot seasons, but can also be combined with temperature increases. and sunshine hours to increase the attractiveness of travel and use in this part of tourism activities.

*Corresponding Author.

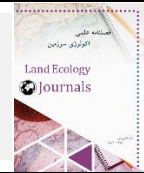
Email Addresses: Moradjani1400@yahoo.com

To cite this article:

Moradjani, S. (2022). Investigating The Effect of ClimateChange On The FutureTourism of Lorestan Province using The TCI index And RCP Scenarios.

.. *Land Ecology*, 1(1), 27-37.

 Doi: [10.22034/el.2022.156059](https://doi.org/10.22034/el.2022.156059)



بررسی اثر تغییر اقلیم بر گردشگری آینده استان لرستان با استفاده از شاخص TCI و سناریوهای واداشت تابشی

شیرین مرادجانی^{۱*}

^۱ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

دریافت مقاله:

۱۱ آذر ۱۴۰۱

پذیرش نهایی:

۱۳ دی ۱۴۰۱

واژگان کلیدی:

تغییر اقلیم گردشگری

سناریوهای واداشت

تابشی لرستان

گفته می‌شود که تغییر اقلیم تأثیر نامطلوبی بر صنعت گردشگری خواهد داشت چراکه اقلیم از متغیرهای اساسی گردشگری محسوب می‌شود. در این پژوهش به منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آینده (۲۰۲۰-۲۰۵۰) اقلیم گردشگری استان لرستان از دو سناریوی واداشت تابشی RCP2/6 و RCP8/5 و شاخص اقلیم گرد شگری TCI استفاده گردید. بدین منظور داده‌های هر دو سناریو از درگاه ESGF دریافت گردید. پس از ریزمقیاس نمایی داده‌ها با استفاده از مدل ریزگردانی LARS-WG6، اعتبار آن‌ها نسبت به ایستگاه‌های زمینی به صورت ماهانه در دوره پایه مورد بررسی قرار گرفت، سپس برای بررسی اقلیم گرد شگری آتی در قالب ماهانه میانگین ماهانه پارامترها محاسبه و به شاخص TCI فراخوانده شدند. جهت بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی پارامترهای مورداستفاده در شاخص TCI از آزمون ناپارامتریک من-کندال استفاده گردید. نتایج نشان داد که در دوره آتی در ایستگاه بروجرد و خرم‌آباد در ۷ ماه و در ایستگاه بروجرد در ۸ ماه از سال تغییرات کیفی در سطح شاخص TCI نسبت به دوره پایه حادث شده است. در دوره آتی تحت هر دو سناریو به طور کلی شاهد کاهش کیفی اقلیم گرد شگری در ایستگاه الیگودرز، افزایش کیفی در ایستگاه بروجرد و تضاد افت و بهبود TCI در هر دو سناریو در ایستگاه بروجرد خواهیم بود. در پارامترهای دما، ساعات آفتابی و سرعت باد تحت هر دو سناریو شاهد جهش مثبت در این پارامترها خواهیم بود ولی این روند افزایشی فاقد معناداری است. در پارامتر بارش و رطوبت نیز اغلب شاهد کاهش بارش برای زمستان خواهیم بود که از این منظر عاملی مثبت در اقلیم گرد شگری ایستگاه‌ها محسوب می‌شود ولی افزایش بارش و رطوبت در تابستان به خصوص در RCP2/6 عاملی منفی در اقلیم گرد شگری آتی ایستگاه‌ها تلقی می‌شود. با توجه به افزایش دما و ساعات آفتابی در دوره آتی و وفور منابع آبی استان سرمایه‌گذاری در زیر ساخت تفریحات آبی و بهره‌برداری از فعالیت‌های توریستی مرتبط با آب‌نهنه‌تها باعث بهره‌برداری از ظرفیت مسافران استان‌های هم‌جوار مانند خوزستان در فصول گرم می‌شود بلکه می‌تواند در ترکیب با افزایش‌های دمایی و ساعات آفتابی جذابیت سفر و بهره‌برداری در این بخش از فعالیت‌های گردشگری را افزایش دهد.

*Corresponding Author.

Email Adresses: Moradjani1400@yahoo.com

To cite this article:

Moradjani, S. (2022). Investigating The Effect of ClimateChange On The FutureTourism of Lorestan Province using The TCI index And RCP Scenarios.

.. *Land Ecology*, 1(1), 27-37.



Doi: [10.22034/el.2022.156059](https://doi.org/10.22034/el.2022.156059)

۱. مقدمه

گردشگری یک بخش عمده اقتصاد جهانی است به طوری که شورای جهانی سفر و جهانگردی در سال ۲۰۱۵ سهم اقتصاد گردشگری را با نرخ ۷ دلار آمریکا ۲ تریلیون معادل ۹/۸ درصد از تولید ناخالص جهانی دانسته که دربرگیرنده ۲۸۴ میلیون شغل که معادل ۹/۱ درصد از مشاغل دنیا است تخمین زده است (Scott et al, 2019: 50). شرایط خاص ایران ناشی از استقرار در طول و عرض جغرافیایی گسترده و تنوعات شدید محیطی و اقلیمی ناشی از آن، منجر به ایجاد توان‌ها و قابلیت‌های بالایی در جهت جذب گردشگر (در اشکال و انواع متعدد) در مناطق مختلف گردیده است (علی پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۰). با توجه به ترکیبی از میراث تاریخی غنی با قدمت بیش از ۵۰۰۰ سال، جاذبه‌های زیست‌محیطی متعدد و آب‌وهوای متنوع، ایران تعداد کمی اما طیف گسترده‌ای از گردشگران را به خود اختصاص می‌دهد که از مکان‌های بسیار گسترده بازدید می‌کنند (Farajzadeh & Matzarakis, 2009: 547). مقایسه روند ورود گردشگر به ایران نشان می‌دهد که کشور ایران طی دو دهه اخیر شاهد رشد جذب گردشگر بین‌المللی بوده است به طوری که از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ به طور متوسط سالانه حدود ۱۳ درصد تعداد گردشگران بین‌المللی وارد شده به ایران افزایش یافته است (کریمی دستنایی، ۱۳۹۵: ۷). استان لرستان یکی از استان‌های غنی در جاذبه‌های گردشگری ایران است که در بخش جاذبه‌های طبیعی دارای رودخانه‌های پرآبی چون کشکان، سیمره و سزار، دریاچه‌های چون گهر و کیو و غارها، کوه‌ها، تالاب‌ها، آبشارها و پوشش گیاهی متنوعی می‌باشد. علاوه بر غنی بودن این استان در جاذبه‌های طبیعی در جاذبه‌های فرهنگی نیز طبق آمار رسمی، مجموع مکان‌های باستانی و زیارتی استان ۱۱۱ مورد است که شامل: ۵۲ زیارتگاه، ۴ مسجد تاریخی، یک سنگ‌نوشته، ۶۷ قلعه، ۲۱ غار و اشکفت، ۲۴ پل تاریخی، ۲ مناره، ۹۱۲ محوطه و تپه باستانی، ۱۰ خانه قدیمی، ۱۳ آرامگاه، ۳ کاروانسرا و ۲ بازار می‌باشد که ۲۱ مکان آن در فهرست آثار ملی به ثبت رسیده است (مدهوشی و ناصرپور، ۱۳۸۲: ۶۲). امروزه پیش‌بینی شده که تغییر اقلیم تأثیر نامطلوبی بر صنعت گردشگری گذارد زیرا اقلیم یکی از متغیرهای اساسی در گردشگری اقلیم است که موفقیت این فعالیت به آن وابسته است (Hall et al, 2015: 352). همچنین انتظار می‌رود الگوهای جریان گردشگری، داخلی و بین‌المللی، به‌موازات تغییرات گسترده به دلیل تغییرات اقلیمی تغییر کند (Bujosa et al, 2015: 233). پیش‌بینی تغییر اقلیم از سوی هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC^۱) باعث شده تا پژوهش‌های مرتبط بین تغییر اقلیم و اثرات آن بر گردشگری صورت گیرد اما تعداد این پژوهش‌ها در کشورهای درحال توسعه بسیار محدود است (Scheyvens & Hughes, 2019: 1063). با توجه به نوظ بودن بحث گردشگری در ایران و مؤثر بودن تغییر اقلیم بر این فعالیت، هدف از این پژوهش بررسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آتی توریسم استان لرستان است.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

گردشگری: طبق تعریف سازمان جهانی توریسم، گردشگری به کلیه فعالیت‌هایی که افراد به‌منظور گذران اوقات فراغت، کار و یا سایر هدف‌ها، در مدت‌زمانی کمتر از یک سال در مکانی غیر از محیط عادی خود می‌گذرانند گفته می‌شود (فرجی راد و آقاجانی، ۱۳۸۸: ۶۲). گردشگری مجموعه تعامل‌هایی است که در فرایند جذب و میهمان‌داری، بین توریست‌ها، سازمان‌های مسافرتی، دولت‌های مبدأ، دولت‌های میزبان و مردم محلی برقرار می‌شود (Soleimanpour, 2007: 12).

تغییر اقلیم: اقلیم الگوهای متوسط متغیرهای هوا در جو است (Weir, 2017: 109). اگر اقلیم را وضعیت درازمدت هوای یک مکان و هوا را کلیه‌ی شرایط لحظه‌ای اتمسفر یک مکان در یک لحظه تعریف کنیم، در تعریف اقلیم سه نکته‌ی مهم وابستگی به مکان، جامعیت و کلیت وضعیت درازمدت مستتر است (علی‌جانی، ۱۳۷۶: ۴۲). افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای موجب تغییر متغیرهای اقلیمی کره زمین شده و پیش‌بینی می‌شود که این تغییرات در آینده نیز مستمر باشد. به‌منظور ارزیابی آثار تغییر اقلیم آینده بر منابع مختلف، ابتدا باید متغیرهای اقلیمی تحت تأثیر تغییرات غلظت گازهای گلخانه‌ای شبیه‌سازی شوند. بدین منظور از مدل‌های گردش عمومی (GCMs^۲) استفاده می‌شود. این مدل‌ها که در حال حاضر معتبرترین ابزار تولید سناریوهای اقلیمی هستند، قادرند متغیرهای اقلیمی آینده را تحت سناریوهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای شبیه‌سازی کنند (IPCC, 2007: 1).

(Bakhtiari et al, 2018) اثر تغییر اقلیم بر وضعیت توریسم ایران را با استفاده از شاخص TCI^۳ طی دوره پایه (۲۰۱۵-۱۹۸۱) و دوره آتی (۲۰۴۵-۲۰۱۶) با استفاده از ۱۵۰ ایستگاه زمینی، داده‌های سناریوی HadCM3-A1B و مدل ریزگردانی LARS مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها در دوره آتی نشان‌دهنده افزایش نسبی دما و بهبود نتایج شاخص TCI طی دوره آتی نسبت به دوره پایه خواهد شد. (Scott et al, 2016) به بررسی وضعیت اقلیم و گردشگری دوره پایه (۱۹۹۰-۱۹۶۱) و آتی (۲۰۷۰-۲۰۹۹، ۲۰۴۰-۲۰۶۹ و ۲۰۳۹-۲۰۱۰) پایتخت‌های کشورهای اروپایی با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های زمینی، سناریوهای واداشت تابشی و شاخص‌های TCI و HCI اقدام کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که وضعیت اقلیم در جنوب اروپا در دوره آتی تحت تأثیر اقلیم مطلوب‌تر خواهد شد ولی این بهبود در شمال اروپا به‌اندازه جنوب آن و سواحل مدیترانه نیست. (Mahmoud et

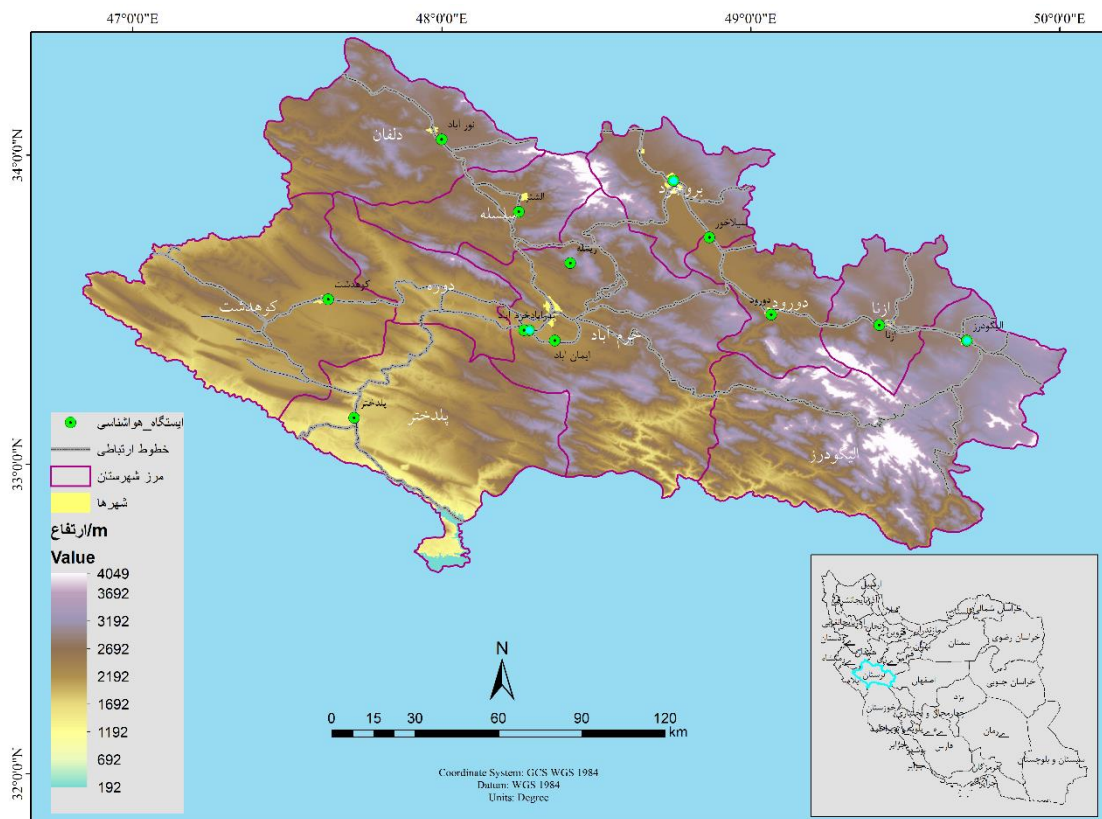
1 Intergovernmental Panel on Climate Change
2 general circulation model
3 Tourism Climate Index

al, 2019) اثر تغییر اقلیم بر گردشگری شهر هورگادا ۱۱ مصر در کرانه دریای سرخ را مورد مطالعه قرار دادند. بدین منظور آن‌ها از داده ایستگاه زمینی در دو دوره پایه (۱۹۵۲-۱۹۷۵ و ۲۰۰۵-۱۹۷۶) و از داده‌های سناریوهای واداشت تابشی تحت سناریوی RCP4/5 و RCP8/5 طی دوره آتی (۲۰۲۱-۲۰۵۰) به همراه شاخص TCI استفاده کردند. نتایج آن‌ها حاکی از تغییرات اقلیمی و متعاقباً گردشگری طی دوره آتی نسبت به دوره‌های پایه در این شهر است. (Schrot et al, 2019) اثر تغییر اقلیم را بر توریسم زمستانه گرینلند مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها از داده‌های اقلیمی طی دوره پایه (۱۹۹۱-۲۰۱۰) و داده‌های سناریوی RCP8/5 طی دو دوره آتی (۲۰۳۱-۲۰۵۰ و ۲۱۰۰-۲۰۸۰) به منظور برآورد تغییر پارامترهای اقلیمی و متعاقباً فعالیت‌های مرتبط با برف و یخ استفاده کردند. نتایج آن‌ها حاکی از افزایش میانگین دمای سالانه (بین ۱.۱ درجه سانتی‌گراد تا ۶.۴ درجه سانتی‌گراد) و کاهش میزان بارش (بین ۱٪ تا ۷۸٪) در گرینلند غربی تا سال ۲۱۰۰ در مقایسه با دوره پایه و در بلندمدت بارش برف و طول فصل پوشش برف کاهش می‌یابد (بین ۳۴ تا ۴۲ درصد و ۲۱ درصد تا ۴۹ درصد) که این تغییرات تهدیدکننده فعالیت‌های گردشگری مانند سورت‌سواری و اسکی در این منطقه خواهد شد.

۲. مواد و روش تحقیق:

۲-۱. محدوده مورد مطالعه:

استان لرستان با مساحت ۲۸۲۹۴ کیلومتر مربع در غرب ایران در بین رشته‌کوه زاگرس واقع شده است و در حدود ۱.۸ درصد از مساحت ایران را شامل می‌شود. لرستان دارای معابر بسیار زیبا و مصفای کوهستانی، پوشش جنگلی بلوط و خصوصاً تنوع اقلیمی در فصول مختلف می‌باشد. موقعیت استان لرستان موجب شده تا از زمان باستان تا امروزه لرستان در مسیر ارتباطی ساکنان شرقی فلات ایران با سرزمین‌های غربی قرار گیرد. مبادلات تجاری و ارتباط فرهنگی بین اقوام و ملت‌ها در دوران پیش از اسلام و توسعه و گسترش بلاد اسلامی در قرون اولیه اسلامی از طریق این منطقه صورت گرفته است. پس از اسلام راه‌های این استان بیشترین نقش را در فرایند ارتباطی ایران و سرزمین عراق برای زیارت اماکن مقدسه داشته است که اکنون نیز این ارتباط وجود دارد (یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲).



شکل ۱. موقعیت استان لرستان و ایستگاه‌های مطالعاتی (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

۳. روش انجام پژوهش:

در این پژوهش به منظور بررسی وضعیت اقلیم گردشگری فعلی استان لرستان از داده‌های سه ایستگاه هواشناسی دارای داده‌های طولانی مدت اقلیمی شامل: خرم‌آباد، بروجرد و الیگودرز (شکل-۱) به همراه شاخص اقلیم گردشگری استفاده شده است. مقیاس زمانی استخراج شاخص TCI به صورت ماهانه بوده که تمامی داده‌ها به این مقیاس زمانی تبدیل شده اند.

شاخص TCI: این شاخص در سال ۱۹۸۵ توسط میسزکوفسکی جهت بررسی اقلیم به منظور فعالیت‌های گردشگری ابداع شد. در این شاخص ابتدا ۱۲ متغیر اقلیمی را در ارتباط با توریسم در نظر می‌گرفت سپس به ۷ متغیر اقلیمی تقلیل پیدا کرد و امروزه به‌وفور در پژوهش‌های مربوط به اقلیم گردشگری مورداستفاده قرار می‌گیرد. پارامترهای این شاخص شامل: میانگین بیشینه دما، میانگین دما، میانگین کمینه رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی، مجموع بارش ماهانه، میانگین ساعات آفتابی و میانگین سرعت باد می‌باشد که ترکیب آن‌ها در شاخص مطابق رابطه ۱ است.

$$TCI=2[(4*CID)+CIA+(2*P)+(2*S)+W]$$

رابطه ۱.

در این رابطه، CID: شاخص آسایش روزانه با دو مؤلفه حداکثر دما و حداقل رطوبت نسبی است، CIA: شاخص آسایش شبانه‌روزی با ترکیب دو عنصر میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی می‌باشد، P: عامل میانگین بارش، S: ساعات آفتابی و W: سرعت باد در واحد متر بر ثانیه. ارزش گردشگری خروجی شاخص TCI نیز مطابق جدول ۱- می‌باشد (جوان، ۱۳۹۶: ۲۴۷).

جدول ۱. ارزش‌گذاری کیفی خروجی شاخص TCI (جوان، ۱۳۹۶: ۲۴۷).

ارزش توصیفی TCI	امتیاز TCI	ارزش توصیفی TCI	امتیاز TCI
ایده‌آل	90-100	کم	40-49
عالی	80-89	نامطلوب	30-39
خیلی خوب	70-79	خیلی نامطلوب	20-29
خوب	60-69	فوق العاده نامطلوب	10-19
قابل قبول	۵۰-۵۹	غیرقابل تحمل	۰-۹

ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت گردشگری آتی ایستگاه‌ها مطالعاتی: در این مرحله پارامترهای اقلیمی موردنیاز برای شاخص TCI تحت سناریوهای پیشینه RCP8/5 و متوسط RCP2/6 از وب‌سایت فدراسیون سیستم شبکه زمین (ESGF)^۱ طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ دریافت و با استفاده از مدل LARS-WG6 ریزگردانی شدند سپس به مقیاس ماهانه تبدیل شدند. برای ارزیابی دقت داده‌های ریزگردانی شده با توجه به تعدد پارامترها و ایستگاه‌ها از ضریب تبیین (R^2) مطابق رابطه ۲ و میانگین درصد خطای مطلق ($MAPE$)^۲ مطابق رابطه ۳، برای تمامی پارامترها استفاده گردید. بدین منظور طی دوره همپوشانی داده ایستگاه‌های زمینی و سناریوهای واداشت تابشی (۲۰۱۰-۲۰۱۹) میانگین ماهانه آن‌ها باهم مورد ارزیابی قرار گرفته و با توجه به تعدد پارامترها، شاخص‌های ارزیابی خطا و ماه‌های موردبررسی نتایج خروجی شاخص‌های ارزیابی سه ایستگاه به‌صورت میانگین آورده شده است.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^h [(F_t - \bar{F})(A_t - \bar{A})]^2 PP}{[\sum_{t=1}^h (F_t - \bar{F})^2][\sum_{t=1}^h (A_t - \bar{A})^2]}$$

رابطه ۲.

$$MAPE = \left[\frac{\sum_{t=1}^h \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{h} \right] \times 100$$

رابطه ۳.

در این رابطه: A_t : مقادیر مشاهداتی (ایستگاه هواشناسی)، F_t : مقادیر پیش‌بینی شده و n تعداد داده‌ها است (Anderson, 1979: 231). هر چه نتایج خروجی شاخص MAPE کمتر باشد درصد خطای ریزمقیاس‌نمایی داده‌ها نیز کمتر است.

سناریوهای واداشت تابشی و مدل مورداستفاده: هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم در سال ۲۰۱۴ و در گزارش پنجم خود از سناریوهای جدید واداشت تابشی رونمایی کرد که مبنای تقسیم‌بندی آن‌ها میزان واداشت تابشی است. سناریوی RCP8/5 دربرگیرنده بیشترین نرخ افزایش گازهای گلخانه‌ای

¹ Earth System Grid Federation² Mean Absolute Percent Error

و ادوات تابشی ناشی از آن است که بدون اتخاذ هیچ گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم در این سناریو پیش خواهد رفت (سناریوی حداکثر). سناریوی RCP2/6 دربرگیرنده کمترین نرخ افزایش گازهای گلخانه‌ای و ادوات تابشی ناشی از آن است و سناریوهای RCP4/5 و RCP6/0 حالت‌های متوسط بین دو سناریوی دیگر را دارد. در این پژوهش از داده‌های تحت دو سناریو: حداکثر (RCP8/5) و حداقل (RCP2.6) از مدل GISS1-E2-R که توسط مؤسسه مطالعات فضایی گودارد ناسا در تفکیک فضایی $2/5 \times 2/0$ ارائه شده است، استفاده شده. **تحلیل روند:** جهت بررسی روند تغییرات آبی پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در شاخص TCI از آزمون ناپارامتریک من-کندال استفاده شده است. این آزمون به‌طور گسترده‌ای جهت تشخیص روند در علوم زیستی به کار می‌رود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردد از مزایای استفاده از این روش است. معنادار بودن نتایج آزمون من-کندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد: $Z=1/96$ و در سطح اطمینان ۹۹ درصد $Z:2/54$ در نظر گرفته می‌شود. به‌طور کلی، اگر نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده روند در سری داده‌ها باشد و آماره Z به‌دست آمده مثبت باشد، روند صعودی و اگر Z منفی باشد روند منفی است (حجام و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۶۱).

۴. بحث و ارائه یافته‌ها:

ارزیابی دقت ریزگردانی داده‌های GCM: بر اساس جدول ۲، بررسی ضریب تبیین داده‌های ریزمقیاس‌نمایی شده به‌صورت میانگین برای تمامی ماه‌ها نسبت به ایستگاه‌های زمینی نشان می‌دهد که ضریب تبیین این داده‌های برای ایستگاه‌های مطالعاتی بین ۰/۷ تا ۰/۹۴ بوده که تنها در یک مورد این ضریب برای سرعت باد ایستگاه خرم‌آباد تحت سناریوی RCP2/6 به ۰/۶۹ نزول پیدا کرده که از این منظر کیفیت ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مورد استفاده برای اقلیم آبی مطلوب ارزیابی می‌شود.

جدول ۲. مقادیر ضرائب R^2 داده‌های اقلیمی GCM نسبت به ایستگاه‌های زمینی تحت هر دو سناریو (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

پارامتر	RCP2/6			RCP8/5		
	الیگودرز	خرم‌آباد	بروجرد	الیگودرز	خرم‌آباد	بروجرد
دمای کمینه	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۳
دمای بیشینه	۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۷۷
رطوبت کمینه	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۹۳
رطوبت بیشینه	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۹۱	۰/۸۹
ساعات آفتابی	۰/۸۰	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۹	۰/۷۹	۰/۸۵
سرعت باد	۰/۷۴	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۷۴

مطابق جدول ۳، بررسی درصد خطای ریزگردانی داده‌های اقلیمی با استفاده از شاخص MAPE نیز نشان می‌دهد که درصد خطای ریزگردانی بین ۱۹.۳ تا ۶ درصد متغیر بوده که از این منظر کیفیت ریزگردانی نیز مطلوب ارزیابی می‌شود. همچنین خطای ریزمقیاس‌نمایی داده‌های RCP8/5 نسبت به RCP2/6 مقادیر خطای کمتری را نشان می‌دهد.

جدول ۳. مقادیر ضرائب MAPE داده‌های اقلیمی GCM نسبت به ایستگاه‌های زمینی تحت هر دو سناریو (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

پارامتر	RCP2/6			RCP8/5		
	الیگودرز	خرم‌آباد	بروجرد	الیگودرز	خرم‌آباد	بروجرد
دمای کمینه	18.1	17.3	7.8	12.3	11.2	12
دمای بیشینه	11.2	14.2	8.2	14	10.3	8.7
رطوبت کمینه	19.3	11	9	8.9	8.8	7.2
رطوبت بیشینه	21	10	11.3	9	9.1	9
ساعات آفتابی	14.5	10.21	8.6	6.5	11	7.6
سرعت باد	18.4	18.4	13.1	10.2	9.6	12.2

ارزیابی پارامترهای آمار توصیفی عامل بارش در سناریوهای مورد استفاده نسبت به ایستگاه‌های زمینی در جدول ۴، نشان می‌دهد که در کمینه‌های بارشی در هر سه ایستگاه و تحت هر دو سناریو نسبت به دوره پایه اغلب تا ۴ میلی‌متر بارش را بیشتر از ایستگاه زمینی برآورد کرده‌اند. بررسی بیشینه‌های بارشی هم نشان می‌دهد که ایستگاه‌های الیگودرز و خرم‌آباد مقادیر کمتر از ۴ میلی‌متر در بیشینه بارشی از ایستگاه‌های زمینی تحت سناریوی RCP2/6 نسبت به اختلاف بیش برآوردی و در ایستگاه بروجرد اختلاف کم برآوردی دارند. در میانگین بارش نیز ایستگاه الیگودرز در

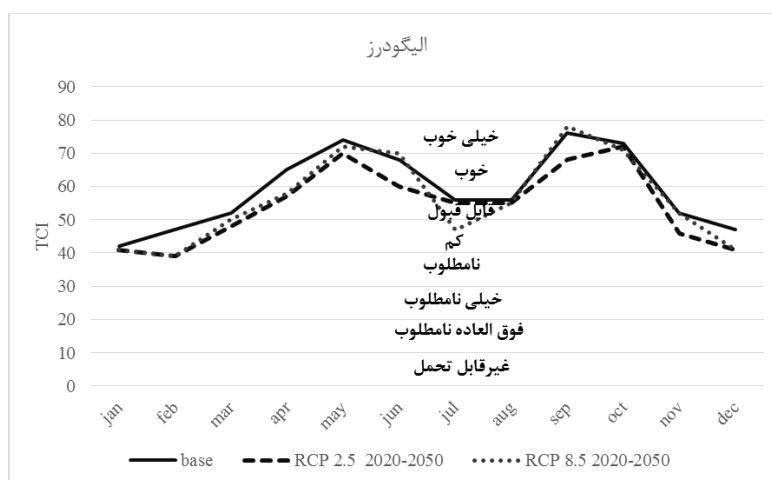
RCP2/6 بارش را یک میلی متر بیشتر و در RCP8/5 مقدار ۴.۲۵ میلی متر کمتر ارزیابی کرده است. در ایستگاه‌های خرم‌آباد و بروجرد نیز بارش در RCP2/6 نسبت با ایستگاه سینوپتیک بیشتر ارزیابی شده و در سناریوی RCP8/5 کمتر ارزیابی شده است. با توجه به اینکه اختلاف بارشی در هیچ یک از آماره‌های توصیفی بیشتر از مقدار ۶ میلی متر تجاوز نکرده است در این پارامتر هم دقت ریزگردانی خوب ارزیابی شده است.

جدول ۴. آماره‌های توصیفی پارامتر بارش ایستگاه‌ها تحت سناریوها و داده‌های زمینی طی دوره همپوشانی هر دو منبع داده (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

پارامتر	کمینه	بیشینه	میانگین	سناریو RCP2/6			سناریو RCP8/5		
				کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین
سینوپتیک	۰/۹	۶۷.۸	33	۰.۱۷	۷۲.۹۴	۳۸.۴	۰.۶۱	۸۳.۲۱	۳۷.۴
RCP2/6	3	۷۰.۷	34	3	۷۵	۴۰.۴۵	۴.۸	۷۶.۳	۳۸.۱۵
RCP8/5	5	۵۱	28.75	4	۵۸	۳۲.۱	۲.۸	۶۸.۹	۳۳.۶

ارزیابی روند و تغییرات کمی TCI ایستگاه‌ها طی دوره پایه و آتی: پس از بررسی دقت داده‌های مورد استفاده، با استفاده از شاخص TCI اقدام به بررسی تغییرات کیفیت اقلیم گردشگری تحت تأثیر تغییرات اقلیمی شده است. در ایستگاه الیگودرز مطابق شکل ۲ تغییرات شاخص TCI تحت سه خط روند برای دوره‌های پایه، RCP2/6 و RCP8/5 برآزش شده است. در ماه‌های زمستان و پاییز (نوامبر و اکتبر) اغلب اقلیم ایستگاه تحت سناریوها و داده‌های پایه از کیفیت کمی برای گردشگری برخوردار است. در ماه‌های آوریل، می و تا حدودی ژوئن کیفیت اقلیم گردشگری به خوب تا خیلی خوب افزایش یافته و مجدداً در تابستان (جولای و آگوست) کیفیت اقلیم گردشگری به حد قابل قبول تنزیل یافته است. در ماه‌های سپتامبر و اکتبر مجدداً کیفیت اقلیم گردشگری به مقادیر خوب و خیلی خوب افزایش پیدا کرده و مجدداً با شروع فصل سرد از ارزش آن کاسته شده است.

بررسی خط روند شاخص TCI تحت سناریوها و دوره‌ها نشان می‌دهد که به‌طور کلی در دوره پایه کیفیت اقلیم برای گردشگری بیشتر از دوره آتی تحت هر دو سناریو است.



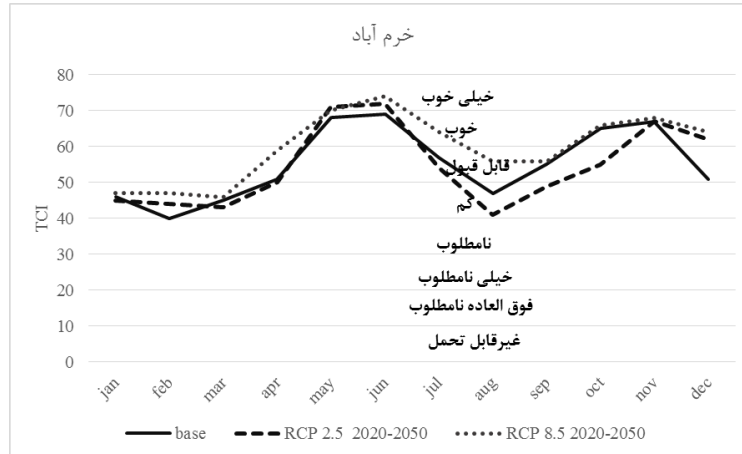
شکل ۲. روند تغییرات شاخص TCI ایستگاه الیگودرز در دوره پایه و آتی (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

طبق جدول ۵ تغییرات مقادیر شاخص TCI در دوره آتی تحت سناریوی RCP2/6 در تمامی ماه‌ها نشان‌دهنده کاهش کیفی اقلیم گردشگری ایستگاه الیگودرز است که این تغییرات در ماه‌های فوریه، آوریل، ژوئن، سپتامبر، نوامبر و دسامبر شدت بیشتری دارد. بررسی تغییرات اقلیم گردشگری تحت سناریوی RCP8/5 نسبت به دوره پایه نیز نشان‌دهنده کاهش کیفی ارزش گردشگری این ایستگاه در دوره آتی خواهد بود. در این سناریو بیشترین کاهش کیفی اقلیم گردشگری در ماه‌های فوریه، آوریل، جولای و دسامبر است ولی شدت نزول کیفی اقلیم گردشگری نسبت به سناریوی RCP2/6 کمتر است.

جدول ۵. تفاضل مقادیر TCI تحت دو سناریو RCP2/6 و RCP8/5 از دوره پایه در ایستگاه الیگودرز (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

پارامتر	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
تفاضل TCI ۵/۲ از دوره پایه	-۱	-۸	-۴	-۸	-۴	-۸	-۱	-۱	-۸	-۱	-۶	-۶
تفاضل TCI ۵/۸ از دوره پایه	-۱	-۸	-۲	-۷	-۲	۲	-۹	-۱	۲	-۲	۰	-۶

در ایستگاه خرم‌آباد مطابق شکل ۴ روند کیفی ماهانه شاخص TCI نشان می‌دهد که در ماه‌های زمستانه ارزش کیفی اقلیم ایستگاه کم بوده در آوریل، می و ژوئن بیشترین کیفیت اقلیم گردشگری در این ایستگاه مشاهده شده که در دامنه کیفی خوب تا خیلی خوب قرار دارد. در ماه‌های تابستانه مجدداً مقادیر TCI ایستگاه به کم تا قابل قبول تنزیل پیدا کرده و در پاییز مجدداً به قابل قبول تا خوب تغییر پیدا کرده است. ارزیابی خط روند تغییرات کیفی شاخص TCI نشان می‌دهد که به‌طور کلی در سناریوی RCP2/6 کیفیت اقلیم به‌منظور گردشگری کاهش و در سناریوی RCP8/5 افزایش پیدا می‌کند و دوره پایه حالت بینابینی بین این دو را خواهد داشت.



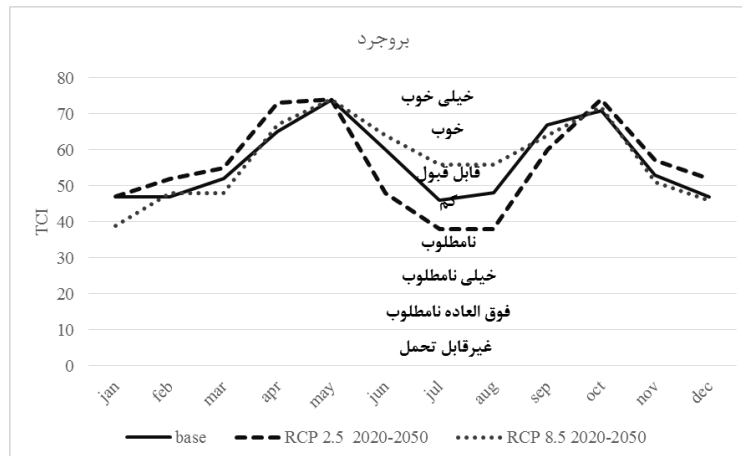
شکل ۳. روند تغییرات شاخص TCI ایستگاه خرم‌آباد در دوره پایه و آتی (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

طبق جدول ۶ تفاضل مقادیر TCI دوره آتی از دوره پایه تحت هر دو سناریو نشان می‌دهد که در سناریو RCP2/6 بیشترین تغییرات کاهش در ماه‌های آگوست، سپتامبر و اکتبر اتفاق افتاده و بیشترین تغییر افزایش در راستای بهبود TCI در ماه دسامبر رخ داده است. در RCP8/5 تمامی تغییرات رخ داده در TCI مثبت بوده که این تغییرات در دسامبر، آگوست، آوریل، جولای و فوریه شدت بیشتری داشته است.

جدول ۶. تفاضل مقادیر TCI تحت دو سناریو RCP2/6 و RCP8/5 از دوره پایه در ایستگاه خرم‌آباد (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan	پارامتر / ماه
۱۱	۰	-۱۰	-۶	-۶	-۳	۳	۳	-۱	-۲	۴	-۱	تفاضل TCI ۵/۲ از دوره پایه
۱۳	۱	۱	۱	۹	۷	۵	۲	۸	۱	۷	۱	تفاضل TCI ۵/۸ از دوره پایه

در شکل ۴، روند تغییرات TCI ایستگاه بروجرد نیز نشان می‌دهد که در زمستان دامنه کیفی TCI این ایستگاه بین کم تا قابل قبول در بهار بین خوب تا خیلی خوب، در تابستان نامطلوب تا قابل قبول در اکتبر مجدداً خوب تا خیلی خوب و در ماه‌های نوامبر و دسامبر پاییز نیز در دامنه کم تا قابل قبول قرار دارد. بررسی تغییرات TCI هر دو سناریو نسبت به TCI دوره پایه نشان می‌دهد که دوره پایه حالت بینابینی TCI دو سناریو رادار است. در سناریوی RCP2/6 تغییرات TCI نسبت به دوره پایه در زمستان، پاییز، آوریل و می، مقادیر افزایشی و در ماه‌های تابستانه مقادیر کاهش را نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد که در RCP8/5 خلاف این حالت اتفاق می‌افتد.



شکل ۴. روند تغییرات شاخص TCI ایستگاه بروجرد در دوره پایه و آتی (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

مطابق جدول ۷ تغییرات کاهشی مقادیر TCI در RCP2/6 نسبت به دوره پایه در ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر بیشترین شدت را داشته است ولی در همین ماه‌ها در RCP8/5 به‌استثنای سپتامبر، بیشترین تغییرات افزایشی رخ داده است.

جدول ۷. تفاضل مقادیر TCI تحت دو سناریو RCP2/6 و RCP8/5 از دوره پایه در ایستگاه خرم‌آباد (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan	پارامتر / ماه
۴	۵	۳	-۷	-۱۰	-۸	-۱۲	۰	۸	۳	۵	۰	تفاضل TCI ۵/۲ از دوره پایه
-۱	-۲	۱	-۳	۸	۱۰	۴	۰	۲	-۴	۱	-۸	تفاضل TCI ۵/۸ از دوره پایه

ارزیابی تغییرات سطح کیفی TCI در دوره آتی: با توجه به اینکه مقادیر عددی هر سطح کیفی شاخص TCI در برگیرنده ۱۰ عدد است به‌منظور تحلیل تغییرات کیفی شاخص تنها در ماه‌هایی که تغییرات در سطوح کیفی شاخص نسبت به دوره پایه حادث شده مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است.

بر اساس جدول ۸ در ایستگاه الیگودرز وضعیت اقلیم آتی تحت هر دو سناریو به‌طور کلی باعث کاهش کیفیت ارزش اقلیم گردشگری ایستگاه می‌شود و تنها در ماه ژوئن تحت سناریوی RCP8/5 سطح شاخص از خوب به خیلی خوب تغییر پیدا کرده است. نکته‌ای که وجود دارد تغییرات سطح شاخص در این ایستگاه یک پله‌ای بوده که این بدین معناست که پارامترهای اقلیمی تغییرپذیری زیادی را نداشته‌اند.

جدول ۸. تغییرپذیری سطح کیفی شاخص TCI در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوها در ایستگاه الیگودرز (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Nov	Sep	Jul	Jun	Apr	Mar	Feb	ماه
کم	خیلی خوب	قابل قبول	خوب	خوب	قابل قبول	کم	پایه
نامطلوب	خوب	****	****	قابل قبول	کم	نامطلوب	RCP2/6
****	****	نامطلوب	خیلی خوب	قابل قبول	****	نامطلوب	RCP8/5

ارزیابی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی آتی در جدول ۹ نشان می‌دهد که در ماه‌هایی که در آن‌ها تغییرات کیفی سطح شاخص مشاهده شده است روند افزایش دما در دوره آتی تحت هر دو سناریو جهش صعودی داراست ولی این جهش در سطح معناداری قرار نگرفته است. در پارامتر بارش بین دو سناریو علی‌رغم تشابهات اختلاف‌هایی دیده می‌شود. در ماه‌های فوریه و مارش جهش بارش در هر سناریو منفی و فاقد معناداری است ولی در ماه آوریل در سناریو RCP2/6 افزایش بارش در سطح معناداری مشاهده شده و در سناریوی RCP8/5 کاهش بارش در سطح فاقد معناداری مشاهده می‌شود که این افزایش بارش کاهش کیفی اقلیم گردشگری را به همراه دارد. در پارامتر میانگین رطوبت نیز بین دو سناریو در ماه‌های آوریل، ژوئن، ژولای و سپتامبر اختلاف دیده می‌شود به‌طوری‌که جهش‌ها در RCP2/6 مثبت فاقد معناداری و در RCP8/5 منفی فاقد معناداری است. در پارامتر ساعات آفتابی نیز در هر دو سناریو جهش‌های مثبت و فاقد معنا مشاهده می‌شود که از این منظر به بهبود کیفی اقلیم گردشگری کمک می‌کند. سرعت باد نیز مشابه ساعت آفتابی در هر دو سناریو جهش مثبت و فاقد معناداری را داراست که برخلاف ساعات آفتابی از کیفیت اقلیم گردشگری در این ایستگاه می‌کاهد. در سناریوی RCP2/6 افزایش بارش در ماه‌های تابستانه، افزایش رطوبت هوا و افزایش سرعت باد در ایستگاه الیگودرز طی دوره آتی عامل کاهش کیفیت اقلیمی گردشگری هستند. در سناریوی RCP8/5 کاهش کیفی اقلیم در ماه‌های فوریه و آوریل را می‌توان به کاهش ناچیز ساعات آفتابی و افزایش سرعت باد و در ماه ژولای علاوه بر دو پارامتر گفته شده افزایش بارش را نیز دخیل دانست. افزایش کیفی اقلیم گردشگری در سناریوی RCP8/5 در ماه ژوئن را نیز می‌توان به تغییرات کم‌سرعت باد و بارش که عوامل منفی در کیفیت اقلیم گردشگری محسوب می‌شوند در مقابل افزایش ساعات آفتابی و کاهش رطوبت دانست. با توجه به اینکه تغییرات پارامترهای اقلیمی در دوره آتی تحت هر دو سناریو در این ایستگاه اغلب فاقد معناداری است تغییرات سطح کیفی شاخص تک پله‌ای بوده و این تغییرات به‌قرارگیری وضعیت اقلیم گردشگری هرماه در دامنه مقادیر عددی هر سطح شاخص بستگی دارد. به‌عنوان مثال ممکن است ارزش اقلیم گردشگری ایستگاهی در ماه فوریه در دوره پایه ۵۹ باشد که از این منظر ایستگاه ارزش قابل قبول را دریافت خواهد کرد و با یک تغییر جزئی کوچک در یک پارامتر در دوره آتی این عدد به ۶۰ تبدیل شده و ارزش اقلیم گردشگری ایستگاه را در دوره آتی در سطح کیفی خوب قرار دهد.

جدول ۹. روند تغییرات پارامترهای اقلیمی دوره آتی با استفاده از آزمون من - کندال در ایستگاه الیگودرز (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

Nov	Sep	Jul	Jun	Apr	Mar	Feb	پارامتر	Test Z
0/07	0/02	0/01	0/09	0/11	0/2	0/78	میانگین دما	RCP2/6
-0/5	-0/05	1/3	1/6	2	-1	-0/4	میانگین بارش	
-0/33	0/5	1	1/1	0/9	-0/33	-0/06	میانگین رطوبت	
0/01	0/1	0/08	0/02	0/05	0/52	0/4	میانگین ساعات آفتابی	
0/07	0/02	0/02	0/08	0/32	0/5	0/04	سرعت باد	
0/3	0/4	0/5	0/03	0/19	0/34	1/2	میانگین دما	RCP8/5
-0/9	0	0/7	0/5	-1/4	-1/5	-0/82	میانگین بارش	
-/4	-0/2	-/6	-0/2	-0/4	-0/51	-0/2	میانگین رطوبت	
0/41	0/67	0/51	0/4	0/08	0/6	0/65	میانگین ساعات آفتابی	
0/5	0/41	0/38	0/3	1	1/3	0/2	سرعت باد	

ارزیابی تغییرات کیفی سطح شاخص TCI ایستگاه خرم‌آباد (جدول ۱۰-۱) در دوره آتی در هر سناریو نشان می‌دهد که اغلب اقلیم گردشگری ایستگاه در دوره آتی بهبود پیدا خواهد کرد. در این ایستگاه در سناریوی حداقل در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر که ماه‌های سرد سال محسوب می‌شوند ارتقاء کیفی سطح شاخص مشاهده می‌شود و در ماه‌های گرم و نسبتاً گرم کاهش کیفی سطح شاخص رخ می‌دهد. در سناریوی حداکثر نیز علاوه بر ماه‌های سرد دسامبر، ژانویه و فوریه و مارس در ماه آوریل نیز بهبود کیفی اقلیمی گردشگری مشاهده می‌شود و در هیچ ماهی کیفیت اقلیم گردشگری کاهش نمی‌یابد.

جدول ۱۰. تغییر پذیری سطح کیفی شاخص TCI در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوها در ایستگاه خرم‌آباد (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Oct	Sep	Apr	Mar	Feb	Jan	ماه
قابل قبول	خوب	قابل قبول	کم	قابل قبول	خوب	خوب	پایه
خوب	قابل قبول	کم		****	خیلی خوب	خیلی خوب	RCP2/6
خوب		****	قابل قبول	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	RCP8/5

مطابق جدول ۱۱ در ایستگاه خرم‌آباد پارامترهایی که روند افزایشی فاقد معنایی داشته‌اند شامل: دما، ساعات آفتابی و سرعت باد تحت هر دو سناریو هستند که دو پارامتر دما و ساعات آفتابی اثر مثبت و سرعت باد اثر منفی بر سطح کیفی گردشگری اقلیمی این ایستگاه دارند. در این ایستگاه تغییرات و تفاوت‌های رخ داده در برآورد سطح کیفی گردشگری ایستگاه به پارامتر بارش و به تأثیر از آن رطوبت ایستگاه دانست. در سناریوی RCP8/5 بهبود کیفی سطح شاخص TCI را در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل و دسامبر را می‌توان عمدتاً به کاهش معنادار بارش که عاملی منفی در شاخص TCI محسوب می‌شود دانست. همچنین تحت همین سناریو در ماه‌های سپتامبر و اکتبر افزایش بارش در سطح فاقد معنا مشاهده شده که عاملی منفی تلفی می‌گردد ولی در ترکیب با افزایش دما و ساعات آفتابی اثر آن تعدیل می‌شود. در سناریوی RCP2.6 در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه بهبود کیفی در سطح شاخص TCI مشاهده می‌شود که علت آن‌ها نیز می‌توان ترکیب افزایش دما، کاهش بارش، افزایش ساعت آفتابی و افزایش اندک سرعت باد را دانست. در این ایستگاه در ماه‌های سپتامبر و اکتبر کاهش کیفی سطح شاخص حادث شده که علت آن نیز افزایش بارش و رطوبت هوا و افزایش اندک دمای هوا به منظور تعدیل رطوبت هوا است.

جدول ۱۱. روند تغییرات پارامترهای اقلیمی دوره آتی با استفاده از آزمون من - کندال در ایستگاه خرم‌آباد (منبع: داده های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Oct	Sep	Apr	Mar	Feb	Jan	پارامتر	Test Z
0/01	0/09	0/03	0/2	0/62	0/3	0/03	میانگین دما	RCP2/6
-0/1	2/8	1/2	-0/88	0/66	0/6	-0/9	میانگین بارش	
-0/03	0/91	0/75	-0/82	-0/33	-0/22	-0/5	میانگین رطوبت	
0/07	/01	0	0/06	0/02	0/02	0/04	میانگین ساعات آفتابی	
0/06	0/07	0/23	0/33	0/08	0/23	0/1	سرعت باد	
0/22	0/37	0/55	0/53	0/9	0/71	0/2	میانگین دما	RCP8/5
-1/92	1/7	1/8	-2/2	-1/8	-2	-1/92	میانگین بارش	
-0/25	-0/1	-0/07	-0/87	-0/75	0/54	-0/92	میانگین رطوبت	
0/65	0/43	0/64	0/7	0/62	0/55	0/2	میانگین ساعات آفتابی	
0/4	0/43	0/7	0/7	0/32	0/81	0/7	سرعت باد	

بررسی تغییرات سطح کیفی شاخص TCI در ایستگاه بروجرد نشان می‌دهد که به‌نوعی یک تضاد در نتایج هر دو سناریو نسبت به دوره پایه مشاهده می‌شود. در سناریوی RCP2/6 طی ماه‌های فوریه و آوریل بهبود کیفیت و در ماه‌های ژوئن، ژولای، آگوست و دسامبر کاهش سطح کیفی اقلیم گردشگری حادث شده است. در RCP8/5 در ماه‌های ژانویه و مارس کاهش سطح کیفی و در ماه‌های ژولای و آگوست بهبود کیفی رخ داده است. جدول ۱۲. تغییرپذیری سطح کیفی شاخص TCI در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوها در ایستگاه بروجرد (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Aug	Jul	Jun	Apr	Mar	feb	Jan	ماه
کم	کم	کم	خوب	خوب	قابل قبول	کم	کم	پایه
قابل قبول	نامطلوب	نامطلوب	کم	خیلی خوب	***	قابل قبول	***	RCP2/6
***	قابل قبول	قابل قبول	***	***	کم	***	نامطلوب	RCP8/5

در جدول ۱۳، همانند دیگر ایستگاه‌ها در پارامترهای دما، ساعات آفتابی و سرعت باد ایستگاه بروجرد جهش مثبت و اغلب فاقد معنا حادث شده است. در RCP2/6 کاهش بارش را در کنار افزایش دما و ساعات آفتابی را می‌توان علل بهبود کیفی سطح شاخص دانست. همچنین در ماه‌هایی که کاهش سطح کیفی حادث شده است افزایش بارش به‌صورت معنادار را می‌توان عامل این کاهش کیفی TCI دانست. در RCP8/5 افزایش سرعت باد در ماه‌های ژانویه عامل کاهش مقادیر TCI محسوب می‌شوند و در ژولای کاهش رطوبت، افزایش دما و ساعات آفتابی از عوامل بهبود TCI هستند. جدول ۱۳. روند تغییرات پارامترهای اقلیمی دوره آتی با استفاده از آزمون من-کندال در ایستگاه بروجرد (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Aug	Jul	Jun	Apr	Mar	feb	Jan	پارامتر	Test Z
0/08	0/01	0/33	0/06	0/03	0/2 2	0/4	0/18	میانگین دما	RCP2/6
1/6	2	2/2	2/8	-0/66	-0/9	-0/8	-0/21	میانگین بارش	
-0/9	1/3	1/4	1/7	-0/9	-0/3	-0/09	-0/11	میانگین رطوبت	
0/02	0/27	0/1	0/12	0/24	0/0 8	0/31	0/22	میانگین ساعات آفتابی	
0/44	0/4	0/05	0/09	0/2	0/4 4	0/6	0/44	سرعت باد	
0/6	0/4	0/6	0/2	0/1	0/3	0/44	0/35	میانگین دما	RCP8/5
1/9	0/62	0/7	0/9	-1/2	-1/6	-1	-1/2	میانگین بارش	
-0/66	-0/22	-0/34	-0/3	-0/33	-0/9	-0/6	-0/5	میانگین رطوبت	
0/92	0/44	0/64	0/73	0/9	0/6	0/65	0/7	میانگین ساعات آفتابی	
0/8	0/67	0/36	0/8	0/91	1	0/8	0/87	سرعت باد	

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

از موضوعات اساسی در قرن بیست یکم مسئله تغییرات اقلیمی و تبعات آن در ابعاد زندگی بشر است و گفته می‌شود که این مسئله تأثیر نامطلوبی بر صنعت گردشگری خواهد داشت چراکه اقلیم از متغیرهای اساسی گردشگری محسوب می‌شود. پیش‌بینی تغییر اقلیم از سوی هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم باعث شده تا پژوهش‌های مرتبط بین تغییر اقلیم و اثرات آن بر گردشگری صورت گیرد اما تعداد این پژوهش‌ها در کشورهای در حال توسعه بسیار محدوده است. در این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آتی گردشگری استان لرستان از سناریوهای واداشت تابشی تحت سناریوی RCP2/6 (حداقل) و سناریوی RCP8/5 (حداکثر) به همراه شاخص اقلیم گردشگری TCI استفاده گردید. بررسی‌ها در سه ایستگاه هواشناسی الیگودرز، خرم‌آباد و بروجرد نشان می‌دهد که در کیفیت اقلیم گردشگری آینده (۲۰۲۰-۲۰۵۰) سه ایستگاه تغییرات متناسبی مشاهده نمی‌شود. در پارامترهای دما، ساعات آفتابی و سرعت باد جهش تغییرات در هر دو سناریو و در تمامی ایستگاه‌ها مثبت و فاقد معناداری بوده است که افزایش دمای هوا و ساعات آفتابی از عوامل مثبت جهت ارتقاء کیفی اقلیم گردشگری در شاخص TCI محسوب می‌شوند و افزایش سرعت باد یک عامل منفی در این شاخص است. شدت تغییرات سه پارامتر دما، ساعات آفتابی و سرعت باد در هر دو سناریو مبین اختلاف تغییرات در خروجی هر سناریو خواهد بود. همچنین تغییرات بارش و ناهم‌سو بودن آن در هر سناریو باعث ناهم‌سو بودن خروجی سطح کیفی شاخص در برخی ماه‌ها بالأخص ماه‌های تابستانه می‌شود.

بر این اساس در دوره آتی تحت هر دو سناریو به طور کلی شاهد کاهش کیفی اقلیم گردشگری در ایستگاه الیگودرز، افزایش کیفی در ایستگاه بروجرد تضاد افت و بهبود TCI در هر دو سناریو به صورت ماهانه و فصلی در ایستگاه بروجرد خواهیم بود. عدم تجانس در خروجی TCI در هر دور ایستگاه به شیب تغییرات پارامترهای اقلیمی و تضاد بین وقوع و مقادیر بارش در هر دو سناریو است.

با توجه به این مسئله که شاخص TCI یک هوای معتدله را برای اقلیم گردشگری در نظر دارد این شاخص از بیان اثر تغییر اقلیم بر فعالیت‌ها گردشگری ناتوانی زیادی دارد به عنوان مثال در فصل زمستان و تابستان اهداف گردشگری متفاوت هستند و ممکن است در فصل زمستان کاهش دما و افزایش بارش یک عامل مثبت در گردشگری‌های مرتبط با برف محسوب شوند در حالی که به طور قطعی در شاخص TCI کاهش دما و افزایش بارش یک عامل منفی در کیفیت اقلیم محسوب می‌شوند. توصیه می‌شود در پژوهش‌های مشابه اهداف اقلیم گردشگری در روش و اهداف پژوهش گنجانده شود. با توجه به افزایش دما و ساعات آفتابی در دوره آتی و وفور منابع آبی استان سرمایه‌گذاری در زیرساخت تفریحات آبی و بهره‌برداری از فعالیت‌های توریستی مرتبط با آب نه تنها باعث بهره‌برداری از ظرفیت مسافران استان‌های هم‌جوار مانند خوزستان در فصول گرم می‌شود بلکه می‌تواند در ترکیب با افزایش‌های دمایی و ساعات آفتابی جذابیت سفر و بهره‌برداری در این بخش از فعالیت‌های گردشگری را افزایش دهد.

References

1. Adachi, Y (2018). "Applicability of agglomeration to tourism economics", Japan and the World Economy. (47), 58-67.
2. Adopted, I. P. C. C (2014). "Climate Change 2014 Synthesis Report", IPCC: Geneva, Switzerland.
3. Alijani, B (1997) "Climatology", Geographical Researches. (45), 40-55. (in persian)
4. Alipour, A., Hashemi, Mostafa., Caliph, I and Moradi, A (2017) "The Role of Tourism in Sustainable Social Development of Desert and Desert Areas Case Study: Kerman Province", Regional Planning. 7(27), 39-50. (in persian)
5. Amiri Yarahmadi, B., Sepahvand, N., Ghavami, M (2014). "The role of weather and climate variability in the process of tourism development in Lorestan province", International Strategic Scientific Conference on Tourism Development of the Islamic Republic of Iran Challenges and Prospects. (1), 1-10. (in persian)
6. Anderson, R (1979). "Long-Range Forecasting: From Crystal Ball to Computer". 1-475.
7. Bakhtiari, B., Bakhtiari, A., & Afzali Gorouh, Z (2018). "Investigation of climate change impacts on tourism climate comfort in Iran", Global NEST Journal. 20(2), 291-303.
8. Bujosa, A., Riera, A., and Torres, C. M (2015). "Valuing tourism demand attributes to guide climate change adaptation measures efficiently: The case of the Spanish domestic travel market", Tourism Management. (47), 233-239.
9. Farajirad, A., Aghajani, S (2009). "New analyses about tourism and the types of its classification", territory. 6(23), 61-72. (in persian)
10. Farajzadeh, H., and Matzarakis, A (2009). "Quantification of climate for tourism in the northwest of Iran", Meteorological Applications. 16(4), 545-555.
11. Hajam, S., Khoshkhou, Y., and Shamsuddin Wendy, R (2008). "Annual And Seasonal Precipitation Trend Analysis of Some Selective Meteorological Stations In Central Region of Iran Using Non-Parametric Methods", Physical Geography Research Quarterly. 63(3), 157-168. (in persian)
12. Hall, C. M., Amelung, B., Cohen, S., Eijgelaar, E., Gössling, S., Higham, J., and Weaver, D (2015). "Denying bogus skepticism in climate change and tourism research", Tourism Management. (47), 352-356.
13. Javan, K (2017). "Comparison of Holiday Climate Index (HCI) and Tourism Climate Index (TCI) in Urmia", Physical Geography Research Quarterly. 49(3), 423-439. (in persian)
14. Karimi Dastnaei, T (2016). "Economic effects of travel and tourism in Iran", Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture. 1(1), 1-31. (in persian)
15. Madhoshi, and Naserpour, N (2003). "Evaluating obstacles to tourism development in the province", Quarterly Journal of Business Research. 28(3), 25-58. (in persian)
16. Mahmoud, D., Gamal, G., & Abou El Seoud, T (2019). "The potential impact of climate change on Hurgada city, Egypt, using tourism climate index", GeoJournal of Tourism and Geosites. 25 (2), 496-508.
17. Scheyvens, R., and Hughes, E (2019). "Can tourism help to end poverty in all its forms everywhere? The challenge of tourism addressing SDG1", Journal of Sustainable Tourism. 27(7), 1061-1079.
18. Schrot, O. G., Christensen, J. H and Formayer, H (2019). "Greenland winter- tourism in a changing climate", Journal of Outdoor Recreation and Tourism. 27(100224), 10.09-2019.
19. Scott, D., Hall, C. M., and Gössling, S (2019). "Global tourism vulnerability to climate change", Annals of Tourism Research. (77), 49-61.

20. Soleimanpour, H (2007). "Nature Based Tourism—A Draft International Covenant. Section 1: What ARE human rights anyway?", Centre for Sustainable Development (CENESTA) | Tehran, Iran. (1), 1-257.
21. Weir, B (2017). "Climate change and tourism—Are we forgetting lessons from the past?", Journal of Hospitality and Tourism Management. (32),108-114.