



Online ISSN: 2821-1782

Journal of LandscapeEcology

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

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.

Keywords:

Climate change Tourism
RCP scenarios Lorestan

*Corresponding Author.

Email Adresses: Moradjani1400@yahoo.com

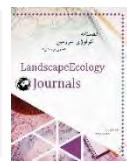
To cite this article:

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

.. *Ecology of the Landscape*, 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

دربافت مقاله:

۱۱ آذر ۱۴۰۱

پذیرش نهایی:

۱۳ دی ۱۴۰۱

واژگان کلیدی:
تغییر اقلیم گردشگری
سناریوهای واداشت
تابشی لرستان

گفته می شود که تغییر اقلیم تأثیر نامطلوبی بر صنعت گردشگری خواهد داشت چراکه اقلیم از متغیرهای اساسی گردشگری محسوب می شود. در این پژوهش به منظور برسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آینده (۲۰۵۰-۲۰۲۰) اقلیم گردشگری استان لرستان از دو سناریوی واداشت تابشی 6/RCP2 و 5/RCP8 و ESGF شاخص اقلیم گرد شگری TCI را استفاده گردید. بدین منظور داده های هر دو سناریو از درگاه LARS-WG6 دریافت گردید. پس از ریز مقیاس نمایی داده ها با استفاده از مدل ریزگردانی انتبار آن ها نسبت به ایستگاه های زمینی به صورت ماهانه در دوره پایه مورد بررسی قرار گرفت، سپس برای برسی اقلیم گرد شگری آتی در قالب ماهانه میانگین ماهانه پارامترها محا سبه و به شاخص TCI فراخوانده شدند. جهت بررسی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی پارامترهای مورداستفاده در شاخص TCI از آزمون ناپارامتریک من-کنداو 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 حداث 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، ساعت آفتابی و سرعت باد تحت هر دو سناریو شاهد جهش مشبت در این پارامترها خواهیم بود ولی این روند افزایشی فاقد معناداری است. در پارامتر بارش و رطوبت نیز اغلب شاهد کاهش بارش برای زمینستان خواهیم بود که از این منظر عاملی مشبت در اقلیم گرد شگری ایستگاه ها محسوب می شود ولی افزایش بارش و رطوبت در تابستان به خصوص در RCP2/6 عاملی منفی در اقلیم گرد شگری آتی ایستگاه ها تلقی می شود. با توجه به افزایش دما و ساعت آفتابی در دوره آتی و وفور منابع آبی استان سرما نیه گذاری در زیر ساخت تفریحات آبی و بهره برداری از فعالیت های توریستی مرتبط با آب نه تنها باعث بهره برداری از ظرفیت مسافران استان های هم جوار مانند خوزستان در فصول گرم می شود بلکه می تواند در ترکیب با افزایش های دمایی و ساعت آفتابی جذابیت سفر و بهره برداری در این بخش از فعالیت های 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.

.. *Ecology of the Landscape*, 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 نزدیک 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 گستره 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 آب‌وهواهای متنوع، ایران تعداد کمی اما طیف گستره‌ای از گردشگران را به خود اختصاص می‌دهد که از مکان‌های بسیار گستره 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 واردشده به ایران افزایش یافته است (کریمی دستتایی، ۱۳۹۵: ۷). استان لرستان یکی از استان‌های غنی در جاذبه‌های گردشگری ایران است که در بخش جاذبه‌های طبیعی دارای رودخانه‌های پرآبی چون کشکان، سیمه‌ر و سزار، دریاچه‌های چون گهر و کیو و غارها، کوه‌ها، تالاب‌ها، آثار باستانی 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، ۲۶ 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، به موازات تغییرات گستره 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 در حال توسعه بسیار محدوده است (Scheyvens & Hughes, 2019: 1063). با توجه به نوپا 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 به منظور گذران اوقات فراغت، کار و یا سایر هدف‌ها، در مدت زمانی کمتر از یک سال در مکانی غیر از محیط عادی خود می‌گذرانند گفته می‌شود (فرجی راد و آقاچانی، 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 مستقر 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 (۱۹۸۱-۲۰۱۵) و دوره آتی (۲۰۱۶-۲۰۴۵) با استفاده از ۱۵۰ ایستگاه زمینی، داده‌های سناریوی HadCM3-A1B و مدل ریزگردانی LARS موردمطالعه قراردادند. 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 (۲۰۷۰-۲۰۴۰، ۲۰۹۹-۲۰۶۹ و ۲۰۳۹-۲۰۰۹) 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 به اندازه جنوب آن و سواحل مدیترانه نیست. (Mahmoud et al,

۱ Intergovernmental Panel on Climate Change

۲ general circulation model

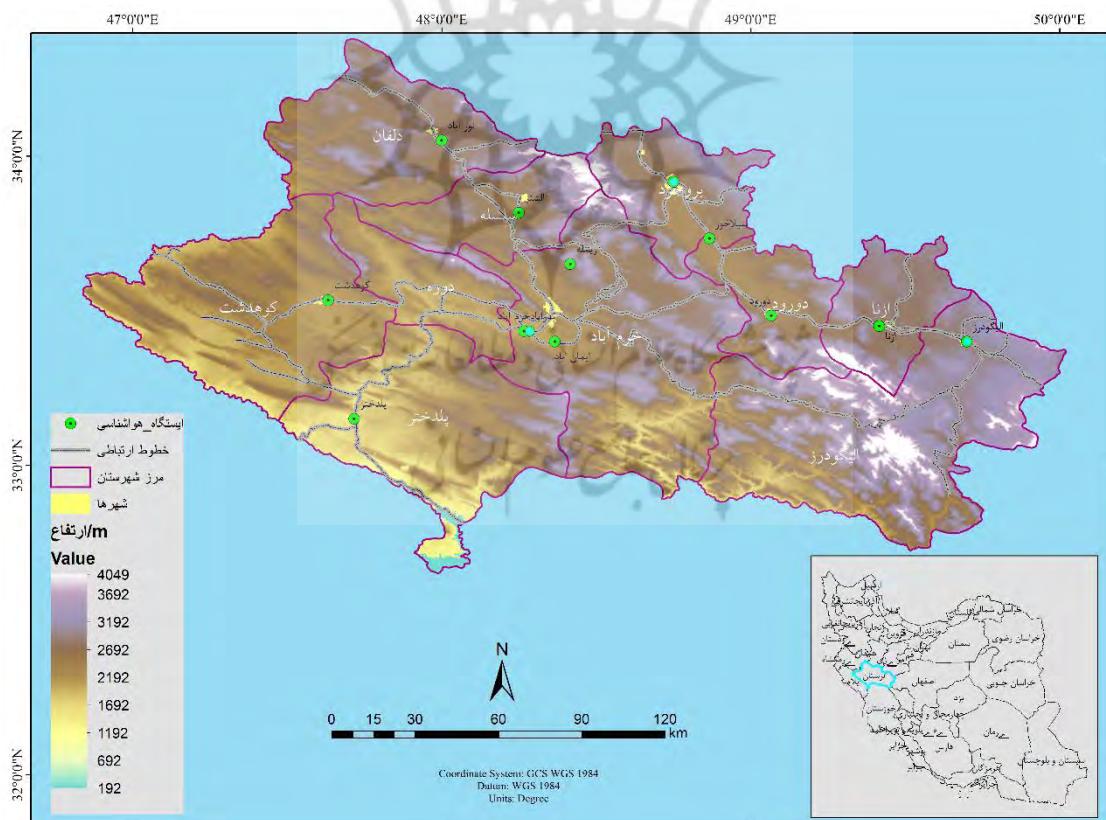
۳ Tourism Climate Index

(al) 2019 در دوره پایه (۱۹۵۲-۱۹۷۵ و ۲۰۰۵-۱۹۷۶) و از داده‌های سناریوهای واداشت تابشی تحت سناریوی RCP4/5 و RCP8/5 طی دوره آتی (۲۰۵۰-۲۰۲۱) 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 قراردادند. آن‌ها از داده‌های اقلیمی طی دوره پایه (۱۹۹۱-۲۰۱۰) و داده‌های سناریوی RCP8/5 طی دوره آتی (۲۰۳۱-۲۰۵۰ و ۲۰۸۰-۲۱۰۰) بهمنظور برآورد تغییر پارامترهای اقلیمی و متعاقباً فعالیت‌های مرتبط با برف و بیخ 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 سورتمه‌سواری و اسکی در این منطقه خواهد شد.

۲. مواد و روش تحقیق:

۱- محدوده مورد مطالعه:

استان لرستان با مساحت ۲۸۲۹۴ کیلومترمربع 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 بلוט و خصوصاً تنواع 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).

¹ Hurghada

۳. روش انجام پژوهش:

در این پژوهش به منظور بررسی وضعیت اقلیم گردشگری فعلی استان لرستان از داده‌های سه ایستگاه هواشناسی دارای 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 به‌فور در پژوهش‌های مربوط به اقلیم گردشگری مورد استفاده قرار می‌گیرد. پارامترهای این شاخص شامل: میانگین بیشینه دما، میانگین دما، میانگین کمینه رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی، مجموع بارش ماهانه، میانگین ساعت 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 شباه روزی با ترکیب دو عنصر میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی می‌باشد، p: عامل میانگین بارش، S: ساعت 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. ارزش گذاری کیفی خروجی شاخص TCI (جوان، ۱۳۹۶: ۲۴۷).

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

ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت گردشگری آتی ایستگاه‌ها مطالعاتی: در این مرحله پارامترهای اقلیمی موردنیاز برای شاخص TCI تحت ستاریوهای بیشینه RCP8/5 و متوسط RCP2/6 از وب‌سایت فدراسیون سیستم شبکه زمین (ESGF) 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)^۱ مطابق رابطه ۳، برای تمامی پارامترها استفاده گردید. بدین منظور طی دوره همپوشانی داده ایستگاه‌های زمینی و ستاریوهای واداشت تابشی (۲۰۱۰-۲۰۱۹) میانگین ماهانه آن‌ها باهم مورد ارزیابی گردید. با توجه به تعدد پارامترها، شاخص‌های ارزیابی خطأ و ماهانه موردنرسی نتایج خروجی شاخص‌های ارزیابی سه ایستگاه به صورت میانگین آورده شده است.

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

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 ریزمقیاس نمایی داده‌ها نیز کمتر است.

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

¹ Earth System Grid Federation

² Mean Absolute Percent Error

واداشت تابشی ناشی از آن است که بدون اتخاذ هیچ گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم در این سناپریو پیش خواهد رفت (سناپریو RCP2/6 در برگیرنده کمترین نرخ افزایش گازهای گلخانه‌ای واداشت تابشی ناشی از آن است و سناپریوهای 0/0 و RCP6/5 و RCP4/5 حالت‌های متوسط بین دو سناپریو دیگر را دارد. در این پژوهش از داده‌های تحت دو سناپریو: حداکثر (RCP8/5) و حداقل (RCP2.6) از مدل GISS1-E2-R که توسط مؤسسه مطالعات فضایی گودارد ناسا در تفکیک فضایی $2/5 \times 2/0$ × ۲۰ راهه شده است، استفاده شده. تحلیل روند: جهت بررسی روند تغییرات آتی پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در شاخص TCI از آزمون ناپارامتریک من-کندال استفاده شده است. این آزمون به طور گستره‌ای جهت تشخیص روند در علوم زیستی به کار می‌رود. اثربخشی 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. به طور کلی، اگر نتایج به دست آمده نشان‌دهنده روند در سری داده‌ها باشد و آماره Z به دست آمده مثبت باشد، روند صعودی و اگر Z منفی باشد روند منفی است (حجام و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۶۱).

۴. بحث و ارائه یافته‌ها

ارزیابی دقیق ریزگردانی داده‌های GCM: بر اساس جدول ۲، بررسی ضریب تبیین داده‌های ریزمقیاس نمایی شده به صورت میانگین برای تمامی ماهها نسبت به ایستگاه‌های زمینی نشان می‌دهد که ضریب تبیین این داده‌های برای ایستگاه‌های مطالعاتی بین ۰/۷۰ تا ۰/۹۴ بوده که تنها در یک مورد این ضریب برای سرعت باد ایستگاه خرم‌آباد تحت سناپریو RCP2/6 به ۰/۶۹ نزول پیدا کرده که از این منظر کیفیت ریزمقیاس نمایی داده‌های مورداستفاده برای اقلیم آتی مطلوب ارزیابی می‌شود.

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

بروجرد	خرم‌آباد	الیگودرز	RCP8/5	بروجرد	خرم‌آباد	الیگودرز	پارامتر	RCP2/6
۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۷	RCP8/5	۰/۸۸	۰/۷۴	۰/۷۴	دماهی کمینه	RCP2/6
۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۳		۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۸۱	دماهی بیشینه	
۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۸۲		۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۷۵	روطوبت کمینه	
۰/۱۹	۰/۹۱	۰/۸۰		۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۷۲	روطوبت بیشینه	
۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۹		۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۸۰	ساعات آفتابی	
۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۸۰		۰/۷۶	۰/۶۹	۰/۷۴	سرعت باد	

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 ریزمقیاس نمایی داده‌های RCP8/5 نسبت به ۶ درصد مقادیر خطای کمتری را نشان می‌دهد.

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

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

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

¹ Goddard Institute for Space Studies

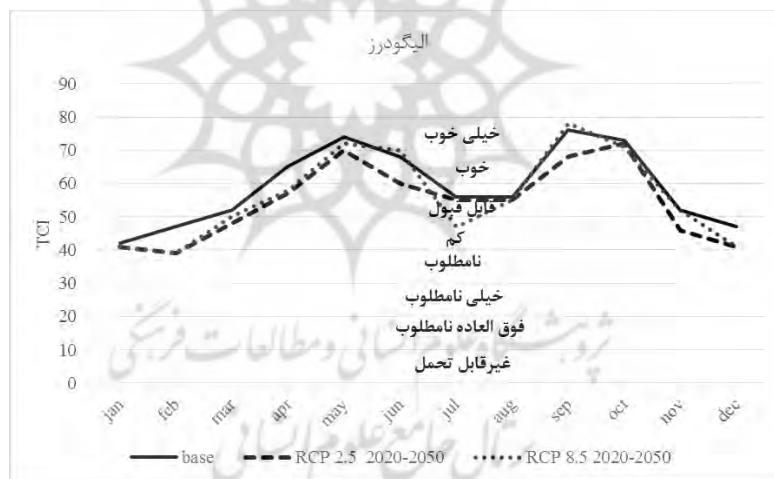
RCP2/6 بارش را یک میلی متر بیشتر و در ۵/۴۲۵ میلی متر کمتر ارزیابی کرده است. در ایستگاه‌های خرم‌آباد و بروجرد نیز بارش در RCP2/6 نسبت با ایستگاه سینوپتیک بیشتر ارزیابی شده و در سناریوی RCP8/5 کمتر ارزیابی شده است. با توجه به اینکه اختلاف بارشی در هیچ‌یک از آمارهای توصیفی بیشتر از مقدار ۶ میلی متر تجاوز نکرده است در این پارامتر هم دقت ریزگردانی خوب ارزیابی شده است.

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

پارامتر	سینوپتیک	آذر			آبان			بهمن			اسفند			پارامتر	سینوپتیک			
		میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه					
RCP2/6	۳۷.۴	۸۳.۲۱	۰.۶۱	۳۸.۴	۷۲.۹۴	۰.۱۷	۳۳	۶۷.۸	۰/۹	RCP2/6	۳۸.۱۵	۷۶.۳	۴.۸	RCP8/5	۳۴	۷۰.۷	۳	
	۳۸.۱۵	۷۶.۳	۴.۸		۴۰.۴۵	۷۵		۲۸.۷۵	۵۱			۳۲.۱	۵۸			۲۸.۷۵	۵۱	۵
	۳۳.۶	۶۸.۹	۲.۸		۳۲.۱	۵۸		۲۸.۷۵	۵۱			۳۲.۱	۵۸			۲۸.۷۵	۵۱	۵

ارزیابی روند و تغییرات کمی TCI ایستگاه‌ها طی دوره پایه و آتی: پس از بررسی دقت داده‌های مورداستفاده، 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 برآش 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 پیداکرده و مجدداً با شروع فصل سرد از ارزش آن کاسته شده است.

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



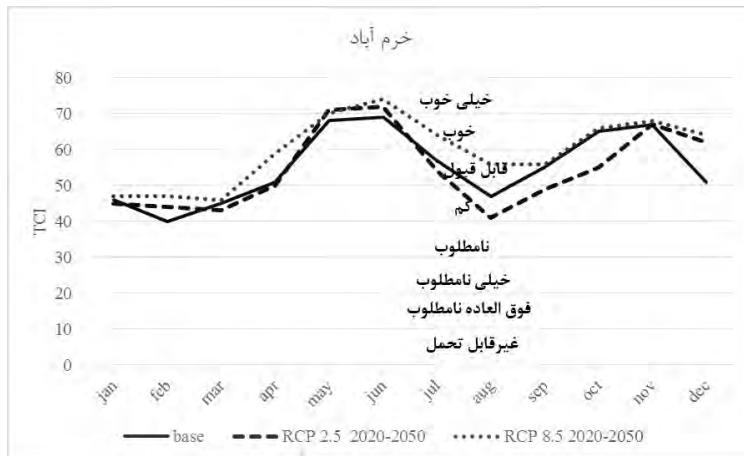
شکل ۲. روند تغییرات شاخص TCI ایستگاه الیگودرز در دوره پایه و آتی (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

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 تغییر 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 ۶ RCP2/6 و ۵ RCP8/5 از دوره پایه در ایستگاه الیگودرز (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

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

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 ارزیابی شده است. در ماه‌های تابستانه مجددًا مقادیر TCI ایستگاه به کم تا قابل قبول تنزیل پیدا کرده و در پاییز مجددًا به قابل قبول تا خوب تغییر پیدا کرده است. ارزیابی خط روند تغییرات کیفی شاخص TCI نشان می‌دهد که به طور کلی در سناریوی RCP2/6 کیفیت اقلیم به منظور گردشگری کاهش و در سناریوی RCP8/5 افزایش پیدا می‌کند و دوره پایه حالت بینایی بین این دو را خواهد داشت.



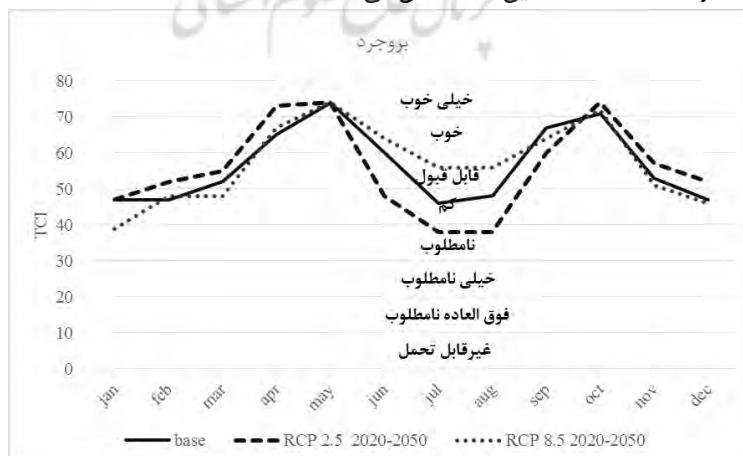
شکل ۳. روند تغییرات شاخص TCI ایستگاه خرم‌آباد در دوره پایه و آتی (منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

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

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

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

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 اکثربه محدوداً 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 بینایی TCI دو سناریو را داراست. در سناریوی 6 RCP2/6 تغییرات TCI نسبت به دوره پایه در زمستان، پاییز، آوریل و می، مقادیر افزایشی و در ماه‌های تابستانه مقادیر کاهشی را نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد که در 5/5 RCP8 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 ۶ 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 به استثنای سپتامبر، بیشترین تغییرات افزایشی رخداده است.

جدول ۷. تفاضل مقادیر TCI تحت دو سناریو ۶ RCP8/6 و ۵ RCP8/5 از دوره پایه در ایستگاه خرم‌آباد(منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan	ماه
												پارامتر
۴	۵	۳	-۷	-۱۰	-۸	-۱۲	۰	۸	۳	۵	۰	TCI ۵/۲ از دوره پایه
-۱	-۲	۱	-۳	۸	۱۰	۴	۰	۲	-۴	۱	-۸	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 به منظور تحلیل تغییرات کیفی شاخص تنها در ماههایی که تغییرات در سطح 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 به طور کلی باعث کاهش کیفیت ارزش اقلیم گردشگری ایستگاه می‌شود و تنها در ماه ژوئن تحت سناریوی ۵ 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	خوب	خیلی خوب	قابل قبول	خوب	خوب	قابل قبول	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 آن‌ها تغییرات کیفی سطح شاخص مشاهده شده است روند افزایش دما در دوره آتی تحت هر دو سناریو جهش صعودی داردست ولی این جهش در سطح معناداری قرار نگرفته است. در پارامتر بارش بین دو سناریو علی‌رغم تشابهات اختلاف‌هایی دیده می‌شود. در ماههای فوریه و مارس جهش بارش در هر سناریو منفی و فاقد معناداری است ولی در ماه آوریل در سناریو ۶ RCP2/6 افزایش بارش در سطح معناداری مشاهده شده و در سناریوی ۵ 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 به طوری که جهش‌ها در ۶ RCP2/6 مثبت فاقد معناداری و در ۵ RCP8/5 منفی فاقد معناداری است. در پارامتر ساعت‌آفتابی 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 داردست که برخلاف ساعات آفتابی از کیفیت اقلیم گردشگری در این ایستگاه می‌کاهد. در سناریوی ۶ RCP2/6 افزایش بارش در ماههای تابستانه، افزایش رطوبت هوا و افزایش سرعت باد در ایستگاه الیگودرز طی دوره آتی کاهش کیفیت اقلیمی گردشگری هستند. در سناریوی ۵ RCP8/5 کاهش کیفی اقلیم در ماههای فوریه و آوریل را می‌توان به کاهش ناچیز ساعت‌آفتابی 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 ۵ RCP8/5 در ماه ژوئن را نیز می‌توان به تغییرات کم سرعت باد و بارش که عوامل منفی در کیفیت اقلیم گردشگری محسوب می‌شوند در مقابل افزایش ساعت‌آفتابی و کاهش رطوبت دانست. با توجه به اینکه تغییرات پارامترهای اقلیمی در دوره آتی تحت هر دو سناریو در این ایستگاه غالب فاقد معناداری است تغییرات سطح کیفی شاخص تک پله‌ای بوده و این تغییرات به قرار گیری وضعیت اقلیم گردشگری هرماه در دامنه مقادیر عددی هر سطح شاخص بستگی دارد. به عنوان 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.

بررسی اثر تغییر اقلیمی بر گردشگری آینده استان لرستان با.... (مرادجاتی)

جدول ۹. روند تغییرات پارامترهای اقلیمی دوره آتی با استفاده از آزمون من-کنдал 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 ساعت 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 ساعت 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) در دوره آتی در هر سناریو نشان می‌دهد که اغلب اقلیم گردشگری ایستگاه در دوره آتی بهبود پیدا خواهد کرد. در این ایستگاه در سناریویی حداقل در ماههای زانویه، 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 حداقل نیز علاوه بر ماههای سرد دسامبر، زانویه 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. تغییرپذیری 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	
خوب		*****	قابل قبول	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	

مطابق جدول ۱۱ در ایستگاه خرمآباد پارامترهایی که روند افزایشی فاقد معنای داشته‌اند شامل: دما، ساعت آفتابی و سرعت باد تحت هر دو سناریو هستند که دو پارامتر دما و ساعت آفتابی اثر مثبت و سرعت باد اثر منفی بر سطح کیفی گردشگری اقلیمی این ایستگاه تغییرات و تفاوت‌های رخداده در برآورد سطح کیفی اقلیم گردشگری ایستگاه به پارامتر بارش و به تأثیر از آن رطوبت ایستگاه دانست. در سناریوی 5 RCP8/5 بهبود کیفی سطح شاخص TCI را در ماههای زانویه، فوریه، مارس، آوریل و دسامبر را می‌توان عمدهاً 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 ساعت آفتابی اثر آن تعديل می‌شود. در سناریوی 2.6 RCP2.6 در ماههای دسامبر، زانویه 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 اندازه 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 اندازه دمای هوا بهمنظور تعديل رطوبت هوا است.

جدول ۱۱. روند تغییرات پارامترهای اقلیمی دوره آتی با استفاده از آزمون من-کنдал 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 ساعت 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	
-1/92	1/7	1/8	-2/2	-1/8	-2	-1/92	میانگین بارش	RCP8/5
-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 ساعت 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 به نوعی یک تضاد در نتایج هر دو سناریو نسبت به دوره پایه مشاهده می‌شود. در سناریوی 6 RCP2/6 طی ماههای فوریه و آوریل بهبود کیفت و در ماههای ژوئن، ژولای، آگوست و دسامبر کاهش سطح کیفی اقلیم گردشگری حدث شده است. در 5/5 RCP8 در ماههای ژانویه و مارس کاهش سطح کیفت و در ماههای ژولای و آگوست بهبود کیفت رخداده است. جدول ۱۲. تغییرپذیری سطح کیفی شاخص TCI در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوها در ایستگاه بروجرد(منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

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

در جدول ۱۳، همانند دیگر ایستگاه‌ها در پارامترهای دما، ساعات آفتابی و سرعت باد ایستگاه بروجرد جهش مثبت و اغلب فاقد معنا حدث شده است. در 6/6 RCP2 کاهش بارش را در کنار افزایش دما و ساعات آفتابی را می‌توان علل بهبود کیفت سطح شاخص دانست. همچنین در ماههایی که کاهش سطح کیفت حدث شده است افزایش بارش به صورت معنادار را می‌توان عامل این کاهش کیفت TCI دانست. در 5/5 RCP8 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-کنдал در ایستگاه بروجرد(منبع: داده‌های پژوهش، ۱۳۹۹).

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

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 مرتبه 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 به منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آتی گردشگری استان لرستان از سناریوهای واداشت تابشی تحت سناریوی محدوده است. در این پژوهش به منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر وضعیت آتی گردشگری استان لرستان از سناریوهای واداشت تابشی تحت سناریوی RCP2/6 (حداقل) و سناریوی 5 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 متابجسی مشاهده نمی‌شود. در پارامترهای دما، ساعت 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 ساعت 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، ساعت آفتابی و سرعت باد در هر دو سناریو می‌باشد 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 بالاًخص 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 شب تغییرات پارامترهای اقلیمی و تضاد بین وقوع و مقادیر بارش در هر دو سناریو است.

با توجه به این مسئله که شاخص TCI یک هواز معتدل 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 سرمهایه‌گذاری در زیرساخت تفریحات آبی و بهره‌برداری از فعالیت‌های توریستی مرتبط با آب نه تنها باعث بهره‌برداری از ظرفیت مسافران استان‌های همچو ایلان‌خوار مانند خوزستان در فصول گرم می‌شود بلکه می‌تواند در ترکیب با افزایش‌های دمایی و ساعت‌آفتابی 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., Khoshkhoo, Y., and Shamsuddin Wendy, R (2008). "Annual And Seasonal Precipitation Trend Analysis of Some Selective Meteorological Stations In Central Region of Iran Using Non-Poarametric 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 Hurghada 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.

