

## تحلیل سه‌بعدی شاخص اقلیم گردشگری در گستره ایران

دریافت مقاله: ۹۶/۴/۱۲

پذیرش نهایی: ۹۶/۷/۲۲

DOI: 10.29252/geores.32.4.158

### چکیده

در این مطالعه مقادیر شاخص اقلیم گردشگری<sup>۱</sup>، در گستره ایران، مشتمل بر شبکه‌ای از ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک برای ماه‌های مختلف محاسبه شده است. سپس توزیع ماهانه شاخص برای هر ایستگاه بر اساس یکی از دسته‌های شش‌گانه ضعیف، بهینه، اوج تابستانی، اوج زمستانی، اوج فصل خشک و دو اوجی تعیین گردید. به‌منظور بررسی وجود قانونمندی فضایی بین شاخص اقلیم آسایش، عرض‌ها و طول‌های جغرافیایی و همچنین ارتفاعات مناطق مختلف، از مدل‌های رگرسیون خطی و غیرخطی چند متغیره برای همراه به تفکیک استفاده گردید. جهت صحت سنجی مدل‌ها از آزمون‌های تی، F و آماره‌های جذر میانگین مربعات خطا، میانگین خطا، میانگین نسبی خطای مطلق و ضریب تبیین استفاده شد. نتایج نشان داد که در ماه آوریل، سطح معنی‌داری احتمال آزمون t برای متغیر عرض جغرافیایی از ۰/۰۵ بیشتر بوده است. همچنین مشخص گردید این متغیر نمی‌تواند در سطح ۰/۰۵ سبب ایجاد معنی‌داری در مقدار آماره F شود و ضریب تبیین مدل را کاهش می‌دهد لذا ضرورتی برای وجود این متغیر در مدل سه‌بعدی برای این ماه وجود نداشته و از مدل حذف می‌شود. اما در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، می، نوامبر و دسامبر هر سه متغیر آستانه‌های ورودی به مدل را دارا بوده‌اند. در ماه‌هایی که شاخص فقط با دو متغیر رابطه رگرسیون برقرار نموده است، به‌منظور ایجاد مدلی با دقت بالاتر، مدل‌های سه متغیره غیرخطی برازش داده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر خطای استاندارد برآورد پارامترهای مدل‌های نهایی به‌جز در ماه‌های فوریه و دسامبر، بالا می‌باشد. در نهایت مدل‌های خطی و غیرخطی سه‌بعدی مناسب برای برآورد شاخص اقلیم گردشگری در ماه‌های مختلف بر گستره ایران ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: شاخص اقلیم گردشگری، همبستگی چند متغیره، مدل سه‌بعدی، TCI، ایران

### مقدمه

اقلیم و متغیرهای آب و هوایی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم گردشگری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عواملی همچون چشم‌اندازهای زیبا در مقصد را می‌توان از تأثیرات غیرمستقیم اقلیم بر گردشگری یک منطقه به شمار آورد. از این رو می‌توان گفت مقاصد موفق در گردشگری از شرایط اقلیمی مناسب به‌عنوان یک امتیاز نسبی سود جست‌ه‌اند. کاربرد شاخص‌های اقلیمی گردشگری جزو روش‌های مؤثر در زمینه شناخت هر چه بیشتر اثرات متقابل اقلیم و صنعت گردشگری به شمار می‌آید (De Freitas et al, 2008: 400). همچنین تأثیر اقلیم بر تقاضای گردشگری و رضایت گردشگران باعث گردیده تا این عامل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری‌ها جهت برنامه‌ریزی و انتخاب محل اقامت محسوب شود (Scott et al, 2004: 20). با توجه

1. Tourism Climate Index (TCI)

تحلیل سه بعدی شاخص اقلیم گردشگری در گستره ایران/ ۱۵۹

به گستردگی مطالعات انجام یافته و در راستای اهداف این پژوهش، در این بخش به برخی از مطالعاتی اشاره می شود که گردشگری در فضای باز را در رابطه با شاخص اقلیم آسایش مورد بررسی قرار داده اند. میچکوفسکی<sup>۱</sup> یک مدل مناسب کاربردی را به عنوان شاخص اقلیم گردشگری معرفی نمود که با توجه به جنبه های مختلف اقلیمی، آستانه هایی را تعیین و حدود آسایش گردشگران را مشخص می نماید. مطالعاتی نیز در مورد تأثیر و کاربرد شاخص اشعه ماورای بنفش در تعریف شاخص اقلیمی برای بخش گردشگری انجام شده است. از آن جمله می توان به تحقیقات وانیسک و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۹: ۱۱) و رپاچلی<sup>۳</sup> (۲۰۰۰: ۳۰۷) اشاره نمود. این پژوهشگران با توجه به شاخص معرفی شده، وضعیت اقلیمی مناطق را به پنج تا هفت طبقه در حیطه فعالیت های گردشگری طبقه بندی کرده اند. مورگان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۰: ۴۱) ضمن کاربرد شاخص اقلیمی ساحل<sup>۵</sup>، این شاخص را در ماه های مختلف سال و برای چند مقصد ساحلی گردشگری دنیا محاسبه و پیشنهاد نمودند که برای مناطق غیر ساحلی، از شاخص اقلیم گردشگری استفاده شود. به عقیده آن ها از مزایای این شاخص، کاربردی بودن آن در هر دو منطقه ساحلی و غیر ساحلی می باشد. اسکات و مک بویل<sup>۶</sup> (۲۰۰۱: ۷۲) شاخص اقلیم گردشگری را برای ۱۷ ایالت آمریکای شمالی در فصول مختلف به دست آورده و با توجه به آن دوره های پیک گردشگری (ماکزیمم تقاضا) را با در نظر گرفتن اقلیم آسایش پیش بینی و مشخص نمودند. جونز و اسکات<sup>۷</sup> (۲۰۰۶، ۴۲a: b، ۲۳۴) رابطه اقلیم و وضعیت آب و هوایی پارک های کانادا و همچنین پارک های استانی اونتاریو را با تعداد گردشگران آن ها مدل سازی نموده و دوران اوج و غیر اوج گردشگری این مناطق را با این روش برآورد کردند. جانستون<sup>۸</sup> (۲۰۰۷) به بررسی تأثیرات ناشی از افزایش دمای کره زمین در بازارهای گردشگری روستایی انگلستان پرداخته است. وی با معرفی شاخص اقلیم گردشگری به عنوان یکی از مناسب ترین شاخص های اقلیم آسایش گردشگری در فضای باز به بررسی تغییرات مقادیر این شاخص برای سه ماه تابستان در سطح انگلستان پرداخت. همچنین نیلسن و آلمانگ<sup>۹</sup> (۲۰۰۷)، تغییرات شاخص اقلیم گردشگری را در اروپا بررسی و با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۱۰</sup> تغییرات شاخص اقلیم گردشگری در فصول مختلف را مورد بررسی قرار دادند. ماتزاراکیس و آلکوفورادو<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۷) در زمینه اهمیت آسایش حرارتی و زیست اقلیمی بر گردشگر در فرایبورگ مطالعاتی را به انجام رسانیده اند. نامبردگان با در نظر گرفتن شاخص دمای معادل فیزیولوژیک<sup>۱۲</sup>، منطقه مطالعاتی را در ماه های مختلف سال با استفاده از داده های اقلیمی سال های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ با سامانه اطلاعات جغرافیایی طبقه بندی و نتایج حاصله را جهت برنامه ریزی های گردشگری منطقه مطالعاتی ارائه نموده اند. دی فریتاس و همکاران (۲۰۰۸: ۳۹۹) ضمن بررسی کاربرد شاخص اقلیم گردشگری در زمینه های مختلف گردشگری، رابطه ای متشکل از چهار جزء دما، میزان ابرناکی، بارندگی و سرعت باد در سطح زمین تعریف نموده اند که بر اساس آن شاخص اقلیم گردشگری در هفت طبقه از غیر قابل قبول تا ایده آل طبقه بندی گردیده است. در ایران بسیاری از تحقیقات انجام یافته در زمینه اقلیم آسایش از منظر معماری و به منظور برآورد نیاز حرارتی و برودتی ساختمان ها در مناطق مختلف اقلیمی بوده است. در این راستا می توان به مطالعات کسمایی (۱۳۷۲: ۲۰) و خلیلی (۱۳۷۸: ۸) اشاره نمود. در این تحلیل ها از روش های مبتنی بر تقسیم بندی زیست اقلیمی اولگی، گیونی و ماهونی استفاده گردیده است. همچنین در راستای موضوع گردشگری طرح اقلیم و گردشگری استان ها که توسط سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۰) به انجام رسیده، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مطالعات با استفاده از آمار و اطلاعات بلند مدت شبکه ایستگاه های مناطق و

1 Mieczkowski

2 Vanicek et al.

3 Repacholi

4 Morgan et al.

5 Beach Climate Index

6 Scott, Mc Boyle

7 Jones, Scott

8 Johnstone

9 Nielsen, Amelung

10 Geographical Information System (GIS)

11 Matzarakis and Alcoforado

12 Physiological Equivalent Temperature (PET)



نواحی مختلف کشور، شرایط جوی و اقلیمی در سطح ۲۸ استان تحلیل گردیده است. در این مطالعات شاخص تنش تجمعی که تنها دما و رطوبت را مبنای برای بررسی آسایش در نظر می‌گیرد، استفاده شده است. خلیلی (۱۳۸۲: ۶۵) جهت مطالعات اقلیم آسایش، طرح زیست‌اقلیمی اولگی را مبنا قرار داده است. وی در این مطالعات، روش اولگی اصلاح شده را با ارائه پیشنهاداتی به صورت یک مدل ریاضیاتی و در جهت کمی نمودن شاخص آسایش اقلیمی عرضه نموده است. نتایج مطالعات انجام شده در مناطق آذربایجان، زاگرس و خوزستان به صورت موردی به کار برده شده است. ذوالفقاری (۱۳۸۶) با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و روش متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده<sup>۱</sup> تقویم زمانی مناسب برای گردشگری تبریز را تعیین نموده است. بر اساس تحقیقات وی دوره آسایش اقلیمی در تبریز بسیار محدود بوده به طوری که دوره آسایش اقلیمی به مدت ۴۵ روز (از اوایل خرداد تا اواسط تیرماه) به طول می‌انجامد. این در حالی است که دوره تنش گرم‌ما ۷۲ روز از حوالی ۱۰ تیرماه تا ۲۰ شهریور و دوره تنش سرما با درجات مختلف به مدت ۲۲۵ روز (از ۱۵ مهر تا پایان اردیبهشت) طول می‌کشد. در این راستا پیشنهاد گردیده است در زمینه برنامه‌ریزی‌های گردشگری و تنظیم تورهای مسافرتی و تبلیغات بازاریابی شهر تبریز به این تغییرات توجه ویژه شود. ضیائی و بختیاری (۱۳۸۸: ۸۳) ضمن اشاره به شاخص اقلیم آسایش و اهمیت آن در گردشگری، این شاخص را در ماه‌های مختلف سال برای جزیره کیش محاسبه نموده‌اند. در مطالعه مذکور مقادیر و رتبه‌های شاخص و تفسیر هر رتبه در ماه‌های سال برای این منطقه مشخص گردیده است. بنابراین نتایج، مدل توزیع ماهانه این شاخص بر اساس مدل اسکات و مک بویل (۲۰۰۱: ۷۵) از نوع اوج زمستانی تعیین شده است. فرج زاده و ماتزاراکیس (۲۰۰۹: ۵۴۷) مقادیر شاخص اقلیم گردشگری را در چند ایستگاه از شهرهای شمال غرب ایران (ماکو، اهر، اردبیل، تکاب، خوی، ارومیه و سراب) به دست آورده و منطق را پهنه‌بندی نموده‌اند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۰: ۳) با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و داده‌های اقلیمی روزانه ایستگاه‌های مشهد، اصفهان، رشت و کیش، شرایط اقلیم آسایش را مورد بررسی قرار داده و مقایسه تطبیقی نتایج را در ماه‌های مختلف در این شهرها انجام دادند. بختیاری (۲۰۱۳: ۱۱۳) شاخص اقلیم آسایش گردشگری در ایستگاه‌های سینوپتیک استان کرمان در ماه‌ها و فصول مختلف سال را تعیین نمود و الگوی تغییرات شاخص اقلیم آسایش در ایستگاه‌های مطالعاتی را مشخص کرد. با توجه به اینکه جهت استفاده از نمایه موردنظر، از یکسو نیاز به گراف‌ها و نمودارهای تجربی بوده که معادلات آن‌ها موجود نبوده و از سوی دیگر تعداد ایستگاه‌های سینوپتیک واجد آمار در ایران زیاد می‌باشند، لذا ضروری بود تا برنامه‌ای به زبان رایانه تدوین گردد. از این رو در پژوهشی دیگر، بختیاری (۱۳۹۲) برای نخستین بار اقدام به کد نویسی نرم‌افزاری تحت عنوان اقلیم گردشگری ایران (اگا) همخوان با فرمت داده‌های سازمان هواشناسی کشور کرده و آن را به صورت موردی برای آمار ایستگاه سینوپتیک همدان نوژه مورد آزمون قرارداد. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت از بین شاخص‌های اقلیم آسایش معرفی شده برای محیط‌های باز، شاخص اقلیم آسایش گردشگری به دلیل لحاظ نمودن جنبه‌های اقلیمی مؤثر بر گردشگری از جمله ابعاد حرارتی، فیزیولوژیک و زیباشناختی حائز اهمیت است. همچنین در صورت در دست بودن اطلاعات موردنیاز که اغلب داده‌های هواشناسی می‌باشند، محاسبه آن از پیچیدگی کمتری برخوردار می‌باشد. درک آسان و کاربردی بودن آن برای کاربران بخش گردشگری که ممکن است اطلاع چندانی از علم اقلیم شناسی نداشته باشند از دیگر مزایای آن است. در این مطالعه تلاش گردیده است تا با محاسبه شاخص اقلیم گردشگری در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران در ماه‌های مختلف سال، اقدام به تحلیل همبستگی چند متغیره بین شاخص اقلیم گردشگری و مختصات جغرافیایی در شبکه ایستگاه‌های مطالعاتی گردد و در نهایت قانونمندی میدانی شاخص اقلیم گردشگری در گستره ایران ارائه شود.

به منظور بررسی قانونمندی فضایی حاکم بر شاخص اقلیم گردشگری در عرض‌ها و طول‌های جغرافیایی و همچنین ارتفاعات مناطق مختلف، داده‌های اقلیمی ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی کشور از بدو تأسیس ایستگاه‌ها تا سال ۲۰۱۰ مورد توجه قرار گرفته است. نواقص آماری ایستگاه‌ها با استفاده از روش همبستگی تکمیل گردید. پراکنش ایستگاه‌ها بر گستره ایران در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه هدف این مقاله بررسی تأثیر مشخصات جغرافیایی عرض، طول و به‌ویژه تغییرات ارتفاعی مناطق مختلف کشور بر روی یک شاخص اقلیم آسایش گردشگری بوده و شاخص اقلیم گردشگری تقریباً عمده‌ترین عوامل اقلیمی را به‌عنوان ورودی در نظر می‌گیرد لذا این شاخص جهت مدل‌سازی سه‌بعدی در نظر گرفته شد. میچکوفسکی (۱۹۸۵) این شاخص را نه تنها برای عرض‌های جغرافیایی بالا بلکه برای عرض‌های متوسط نیز پیشنهاد و به کار گرفت.



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های مطالعاتی بر گستره ایران

جهت محاسبه شاخص اقلیم گردشگری در هر یک از مناطق، اطلاعات ماهانه طولانی‌مدت از قسمت خدمات رایانه‌ای سازمان هواشناسی کشور فراهم گردیده‌اند. از آن جایی که هدف، تعیین شاخص اقلیم گردشگری برای هر یک از ماه‌های سال در هر ایستگاه و بررسی ارتباط همبستگی چند متغیره بین این نمایه و خصوصیات جغرافیایی ایستگاه می‌باشد، لذا لازم است که این داده‌ها برای ۱۲ ماه سال وارد بانک اطلاعاتی شوند. در ابتدا داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک هر یک از مناطق که به صورت فایل‌های متنی در دسترس می‌باشند به داده‌های قابل استفاده در محیط نرم‌افزاری اکسل تبدیل می‌گردند. در مرحله بعد داده‌های مورد نیاز در محاسبه شاخص اقلیم گردشگری شامل میانگین روزانه دمای خشک در هر ماه حسب درجه سانتی‌گراد (DBT)، میانگین روزانه رطوبت نسبی هوا در هر ماه حسب درصد ( $RH_{mean}$ )، میانگین روزانه حداکثر دمای خشک در هر ماه حسب درجه سانتی‌گراد ( $T_{max}$ )، میانگین روزانه حداقل رطوبت نسبی در هر ماه حسب درصد ( $RH_{min}$ )، میانگین روزانه مقدار کل بارندگی در هر ماه حسب میلی‌متر ( $R$ )، مجموع ماهانه تعداد ساعات آفتابی ( $S_{total}$ ) و میانگین روزانه سرعت باد در هر ماه حسب نات ( $W$ ) در هر ایستگاه از کل داده‌های هواشناسی جدا شده و تحت یک فایل جدید ذخیره می‌شوند. سپس با استفاده از نرم‌افزار اِگَا (اقلیم گردشگری ایران) که به زبان برنامه‌نویسی JAVA طراحی گردیده ابتدا فایل داده‌های اقلیمی مربوط به ایستگاه سینوپتیک

موردنظر فراخوانی می‌شود. پس از فراخوانی فایل داده‌های هواشناسی در فرمت متنی، این فایل تبدیل به یک فایل اکسل گردیده و به‌طور خودکار در همان درایو و مسیر ذخیره می‌شود. به‌گونه‌ای که پس از بازنمودن این فایل، نرمال‌های اقلیمی مورد استفاده در شاخص اقلیم گردشگری پس از حذف سال‌های فاقد آمار، در جدولی مرتب می‌گردند. جزئیات بیشتر مربوط به برنامه‌نویسی و چگونگی عملکرد این نرم‌افزار در مطالعه موردی که توسط بختیاری (۱۳۹۲) انجام گرفته موجود است.

### محاسبه شاخص اقلیم آسایش گردشگری

در این تحقیق ابتدا شاخص اقلیم گردشگری بر اساس روش پیشنهادی میچکوفسکی (۱۹۸۵) بر اساس معادله ۱ در ماه‌های سال محاسبه و تفسیر شده است. شاخص اقلیم گردشگری دارای پنج مؤلفه بوده که بهترین رتبه هر مؤلفه ۵ و کمترین رتبه صفر بوده که نشان‌دهنده شرایط نامطلوب برای آن مؤلفه می‌باشد. به‌منظور تعیین شاخص آسایش در بازه زمانی روز (Cid) و شاخص آسایش شبانه‌روزی (Cia)، از شاخص دمای مؤثر استفاده می‌شود (میچکوفسکی، ۱۹۸۵؛ اسکات و مک‌بویل، ۲۰۰۱). جهت یافتن دمای مؤثر استاندارد یک مکان در یک لحظه خاص، نمودار استاندارد دمای مؤثر که توسط مؤسسه آسایش طراحی گردیده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمودار توسط بختیاری (۱۳۹۲) از حالت تجربی به‌صورت کمی و معادله درآمده و مقادیر Cid و Cia در ماه‌های مختلف به‌صورت نرم‌افزاری در محیط اکسل قابل‌دستیابی است. جهت تعیین رتبه مربوط به هر کدام از مؤلفه‌های موجود در معادله شاخص اقلیم گردشگری جدولی تهیه گردیده است که توسط وی ارائه شده است (میچکوفسکی، ۱۹۸۵: ۲۲۹).

$$TCI=2(4Cid+Cia+2R+2S+W) \quad (1)$$

که در آن Cid شاخص آسایش در بازه زمانی روز و ترکیبی از میانگین حداکثر دمای هوا و میانگین حداقل رطوبت نسبی است، Cia شاخص آسایش شبانه‌روزی و دربرگیرنده میانگین دمای هوا و میانگین رطوبت نسبی می‌باشد، R میزان بارندگی، S تعداد ساعات آفتابی و W میانگین سرعت باد است. چگونگی محاسبه شاخص اقلیم گردشگری توسط نرم‌افزار اگا (اقلیم گردشگری ایران) و مراحل مختلف آن به‌صورت گام‌به‌گام در مقاله بختیاری (۱۳۹۲) ارائه شده است. این شاخص دارای مقیاس یازده رتبه‌ای بین ۲۰- و ۱۰۰+ می‌باشد. بر اساس این طبقه‌بندی، شاخص بیشتر از ۸۰ دارای وضعیت عالی، ۶۰ تا ۷۹ دارای وضعیت خوب و خیلی خوب، ۴۰ تا ۵۹ وضعیت قابل قبول و کمتر از ۴۰ به‌عنوان وضعیت ناخوشایند در نظر گرفته می‌شود (میچکوفسکی، ۱۹۸۵: ۲۳۰).

### قانونمندی سه‌بعدی شاخص اقلیم گردشگری و آزمون مدل

در این پژوهش، مدل حاکم بر مقادیر ماهانه شاخص اقلیم گردشگری حسب طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های مطالعاتی، با استفاده از روش رگرسیون خطی و غیرخطی چندمتغیره در هریک از ماه‌های سال تعیین می‌گردد. به این منظور لازم است که متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد. آماره‌های چولگی و کشیدگی<sup>۲</sup> معیاری از تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع می‌باشد. برای یک توزیع کاملاً متقارن چولگی و کشیدگی صفر است (ناظری تهرودی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۶۸). برای تأیید این امر نیز از روش آماری کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۳</sup> استفاده می‌شود (نوری و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۴۲). در اولین گام مدل‌سازی، از دو روش همزمان<sup>۴</sup> و گام‌به‌گام<sup>۵</sup> برای ورود متغیرها به مدل استفاده می‌شود. در روش اول، کلیه متغیرهای جمع‌آوری شده، بدون تقدم و تأخری به‌طور همزمان وارد مدل شده و مدل ایجاد می‌گردد و در روش دوم متغیرهای مستقل، تک‌به‌تک به معادله وارد

1 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers)

2 Kurtosis

3 Kolmogorov-Smirnov

4 Enter

5 Stepwise

تحلیل سه بعدی شاخص اقلیم گردشگری در گستره ایران ۱۶۳/

می شوند و به دنبال آن اگر نقش معناداری در رگرسیون نداشته باشند، از آن حذف می شوند (محمودی و علیجانی، ۱۳۹۲: ۹۷). مدل های رگرسیونی خطی و غیرخطی که برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده شده اند در معادلات ۲ تا ۱۵ ارائه شده است (میکائلیس و منتن<sup>۱</sup>، ۱۹۱۳: ۱۲؛ درپیر و اسمیت<sup>۲</sup>، ۱۹۸۱: ۱۸۷؛ میکاله و نلدر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹: ۱۶۹؛ کاندراشو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵: ۴۴۲۶).

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_kx_k+e \quad (۲) \quad \text{رگرسیون خطی}$$

$$y=(b_1)x/(x+b_2) \quad (۳) \quad \text{رگرسیون غیرخطی}$$

$$y= (b_1+b_2x+b_3x^2)/(b_4x^2) \quad (۴) \quad \text{رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه دوم}$$

$$y=b_0+b_1x+b_2x^2 \quad (۵) \quad \text{رگرسیون غیرخطی - درجه دو}$$

معادله ۲ معروف به معادله میکائلیس-منتن<sup>۵</sup> می باشد. اگر بین متغیرهای مستقل در مدل رابطه خطی وجود داشته باشد، گفته می شود که بین متغیرهای مستقل (هم خطی چندگانه<sup>۶</sup>) وجود دارد (عساکره، ۱۳۸۳: ۴) که برای آزمون آن از شاخص تلرانس<sup>۷</sup> استفاده می شود. وقتی تلرانس به صفر نزدیک شود، هم خطی چندگانه بزرگی وجود دارد و خطای استاندارد ضرایب رگرسیون بزرگ خواهند شد (حسینی رامشه و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۸۶). در گام دوم برای اندازه گیری دقت مدل بایستی چهار فرضیه بنیادی در مدل های رگرسیونی مورد بحث و بررسی قرار گیرند (محمودی و علیجانی، ۱۳۹۲: ۹۸). فرضیه اول، معناداری مدل رگرسیونی بوده که با استفاده از آماره F در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفته است. اگر سطح معناداری آماره F به دست آمده کمتر از ۵ درصد باشد مدل رگرسیونی معنادار خواهد بود (همت فر و همکاران، ۱۳۹۰: ۹۸). فرضیه دوم نرمال بودن خطاها است که مهم ترین فرضیه بنیادی در رگرسیون بوده و از طریق نمودار P-P پلات آزمون می شود. در فرضیه سوم ثابت بودن واریانس خطاها از طریق رسم نمودار باقیمانده ها در برابر مقادیر پیش بینی شده متغیر وابسته آزمون می شود (محمودی و علیجانی، ۱۳۹۲: ۹۹). در فرضیه آخر برای سنجش میزان خودهمبستگی خطاها از آزمون دوربین - واتسون<sup>۸</sup> استفاده می شود. در صورتی که شاخص دوربین - واتسون بین ۱/۵ تا ۲/۵ قرار گیرد نشانه ی عدم خودهمبستگی خطاها خواهد بود (رضایی بنفشه و رجایی اصل، ۱۳۸۱: ۷۸). معیارهای ارزیابی مدل، جذر میانگین مربعات خطا<sup>۹</sup>، میانگین خطا<sup>۱۰</sup>، میانگین نسبی خطای مطلق<sup>۱۱</sup> و ضریب تبیین<sup>۱۲</sup> بوده و استفاده از معادلات ۵ تا ۸ محاسبه می شوند (نوری و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۴۳؛ بیله ور شهری و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۱۵۶).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TCI_o - TCI_p)^2}{n}} \quad (۶)$$

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (TCI_p - TCI_o)}{n} \quad (۷)$$

$$MARE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|TCI_o - TCI_p|}{TCI_o} \quad (۸)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (TCI_o - TCI_p)^2}{\sum_{i=1}^n (TCI_o - \overline{TCI_o})^2} \quad (۹)$$

1 Michaelis and Menten

2 Draper and Smith

3 McCullagh and Nelder

4 Kondrashov et al.

5 Michaelis Menten

6 Multicollinarity

7 Tolerance

8 Durbin - Watson

9 Root Mean Square Error (RMSE)

10 Mean Error (ME)

11 Mean Absolute Relative Error (MARE)

12 Determination of coefficient (R2)

که در آن‌ها  $TCl_P$ ،  $TCl_o$  و  $\overline{TCl_o}$  به ترتیب مقدار محاسبه شده توسط مدل، مقدار به دست آمده از معادله اصلی شاخص و میانگین مقدار به دست آمده از معادله اصلی شاخص و  $n$  تعداد نمونه‌ها می‌باشد.

## نتایج و بحث

با استفاده از میانگین داده‌های آماری به دست آمده از نرم‌افزار اِگا، نمودار دمای مؤثر در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی در محیط نرم‌افزاری اکسل پیاده و مقادیر رتبه‌های شاخص آسایش شبانه‌روزی (Cia) و شاخص آسایش در بازه زمانی روز (Cid)، به تفکیک هر ماه برای هر ایستگاه به دست آمده است. سپس شاخص اقلیم گردشگری در ماه‌های سال برای هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی تعیین گردیده است (جدول ۱). همچنین مدل حاکم بر تغییرات ماهانه این شاخص بر اساس مدل‌های شش‌گانه اسکات و مک‌بویل (۲۰۰۱: ۷۵) در هر ایستگاه در یکی از دسته‌های ضعیف، بهینه، اوج تابستانی، اوج زمستانی، اوج فصل خشک و دو اوجی قرار گرفته است که برای هر ایستگاه در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و مقادیر شاخص اقلیم گردشگری (TCI) در ایستگاه‌های مطالعاتی و نوع توزیع تغییرات ماهانه شاخص بر اساس مدل‌های شش‌گانه اسکات و مک‌بویل (۲۰۰۱: ۷۵)**

ایستگاه	عرض °N	طول °E	ارتفاع (متر)	ژانو به	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	نوع توزیع
آبادان	۳۰/۴	۸۲/۳	۶/۶	۷۳	۸۴	۸۹	۸۰	۵۳	۴۴	۴۳	۴۳	۴۴	۶۴	۸۷	۷۷	دواوجی
آباده	۳۱/۲	۵۲/۷	۲۰۳۰	۵۹	۶۳	۶۶	۸۴	۹۶	۹۲	۷۵	۸۸	۹۶	۹۲	۵۶	۶۱	اوج تابستانی
آبعلی	۳۵/۸	۵۱/۹	۲۴۶۵	۴۵	۴۵	۴۱	۴۲	۶۶	۹۶	۹۶	۹۶	۹۵	۶۷	۵۲	۴۵	اوج تابستانی
ابوموسی	۵۰/۴	۵۴/۸	۶/۶	۸۸	۸۸	۹۲	۸۹	۷۱	۴۹	۴۱	۴۰	۴۵	۵۴	۸۴	۹۰	اوج زمستانی
آغاچاری	۳۰/۸	۴۹/۷	۲۷	۶۳	۸۳	۸۷	۵۳	۵۲	۴۴	۴۲	۴۳	۴۶	۶۴	۸۵	۷۵	دواوجی
اهر	۳۸/۴	۴۷/۱	۱۳۹۰	۴۴	۴۵	۴۹	۶۳	۶۶	۹۰	۹۴	۹۲	۸۹	۷۵	۵۸	۴۸	اوج تابستانی
اهواز	۳۱/۳	۴۸/۷	۲۲/۵	۶۵	۷۹	۸۴	۷۸	۵۸	۴۴	۴۳	۴۴	۵۲	۶۴	۸۳	۷۳	دواوجی
انار	۳۰/۹	۵۵/۳	۱۴۰۸	۶۲	۶۶	۸۲	۹۲	۹۲	۷۲	۶۷	۶۷	۷۷	۹۲	۹۰	۶۶	دواوجی
انزلی	۳۷/۵	۴۹/۵	۲۶/۲	۲۸	۳۸	۴۶	۵۹	۸۲	۷۸	۶۷	۵۴	۶۲	۵۶	۳۵	۲۹	وج فصل خشک
اراک	۳۴/۱	۴۹/۸	۱۷	۳۷	۴۴	۵۸	۷۳	۸۹	۸۸	۷۲	۷۶	۹۱	۹۱	۶۱	۵۲	دواوجی
اردبیل	۳۸/۳	۴۸/۳	۱۳	۴۲	۴۴	۴۹	۶۲	۷۷	۸۸	۹۶	۹۲	۸۸	۶۷	۵۱	۴۷	اوج تابستانی
اردستان	۳۳/۴	۵۲/۴	۱۲	۵۸	۶۲	۷۱	۹۵	۹۶	۶۸	۶۲	۶۳	۷۸	۹۴	۷۵	۶۴	دواوجی
بابلسر	۳۶/۷	۵۲/۷	-۲۱	۴۷	۵۳	۵۲	۷۱	۸۹	۷۸	۶۲	۵۶	۶۵	۶۸	۵۶	۴۳	دواوجی
بافق	۳۱/۶	۵۵/۴	۹۹/۴	۶۶	۷۹	۷۵	۸۸	۷۱	۶۰	۶۰	۵۳	۶۷	۹۰	۹۰	۷۵	دواوجی
بافت	۲۹/۲	۵۶/۶	۲۲۸۰	۵۷	۵۰	۶۰	۸۴	۹۷	۹۴	۸۶	۹۲	۹۶	۹۲	۶۸	۶۲	اوج تابستانی
بیم	۲۹/۱	۵۸/۴	۱۰۶۷	۷۱	۷۹	۸۷	۹۰	۷۰	۵۹	۵۴	۶۰	۷۰	۹۰	۸۹	۷۹	دواوجی
بندرعباس	۲۷/۲	۵۶/۴	۹/۸	۸۵	۸۵	۸۴	۷۳	۴۹	۴۲	۳۶	۳۶	۳۹	۵۳	۸۰	۸۵	اوج زمستانی
بندر دیر	۲۷/۸	۵۱/۹	۴/۰	۷۵	۸۶	۷۸	۸۶	۵۴	۴۳	۴۳	۴۴	۴۸	۶۲	۹۰	۸۶	اوج زمستانی
بندرلنگه	۲۶/۵	۵۴/۸	۲۲/۷	۸۶	۸۷	۹۲	۷۸	۵۳	۴۲	۳۹	۳۹	۴۴	۵۶	۸۶	۸۸	اوج زمستانی
بندرماهشهر	۳۰/۶	۴۹/۲	۶/۲	۵۴	۸۰	۹۱	۶۸	۵۷	۴۴	۴۲	۴۲	۴۹	۶۲	۸۸	۶۲	دواوجی
بردسیر	۲۹/۹	۵۶/۶	۱۹۰۰	۵۶	۵۲	۶۳	۶۶	۸۵	۸۶	۹۳	۹۴	۸۸	۸۴	۶۷	۶۰	اوج تابستانی
بهبهان	۳۰/۶	۵۰/۲	۳۱۳	۶۳	۸۲	۸۰	۸۱	۶۲	۵۱	۴۵	۴۵	۵۸	۷۱	۸۳	۵۹	دواوجی
بیارجمند	۳۶/۱	۵۵/۸	۱۱۰۶	۴۶	۵۱	۶۹	۸۸	۹۸	۷۸	۶۹	۷۳	۹۴	۹۱	۷۰	۵۸	دواوجی
بیجار	۳۵/۹	۴۷/۶	۱۸/۴	۳۸	۴۴	۴۶	۶۰	۸۸	۱۰۰	۹۲	۹۲	۱۰۰	۷۷	۵۶	۴۴	اوج تابستانی
ایلام	۳۳/۶	۴۶/۴	۱۳۳۷	۴۲	۴۹	۴۸	۷۹	۹۶	۹۰	۷۰	۷۰	۹۲	۸۲	۶۱	۵۱	دواوجی
ایرانشهر	۲۷/۲	۶۰/۷	۵۹۱/۱	۸۷	۸۸	۷۴	۶۸	۵۹	۴۴	۴۱	۴۲	۵۸	۷۰	۹۳	۷۵	اوج زمستانی

ادامه جدول ۱

ایستگاه	عرض °N	طول °E	ارتفاع (متر)	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	نوع توزیع
ایذه	۳۱/۹	۴۹/۹	۷۶۷	۴۳	۵۶	۶۶	۶۷	۸۰	۵۹	۵۳	۵۳	۶۶	۸۶	۸۴	۵۲	دو اوجی
جاسک	۲۵/۶	۵۷/۸	۵/۲	۸۶	۹۴	۷۲	۸۰	۵۷	۴۰	۳۶	۴۷	۶۰	۷۲	۸۷	۷۸	دو اوجی
ژنوفیزیک	۳۵/۷	۵۱/۴	۱۴۱/۶	۵۱	۵۲	۵۵	۷۸	۹۶	۹۰	۷۳	۷۳	۹۴	۹۲	۶۱	۵۰	دو اوجی
جلفا	۳۸/۸	۴۵/۷	۷۳۶/۲	۴۹	۴۷	۵۰	۸۲	۸۷	۸۶	۶۵	۶۵	۸۸	۸۷	۶۱	۵۴	دو اوجی
کنگاور	۳۴/۵	۴۸/۰	۱۴۶۸	۴۶	۴۷	۵۰	۶۵	۸۳	۹۶	۹۲	۸۸	۹۱	۷۶	۵۹	۳۶	اوج تابستانی
کرج	۳۵/۹	۵۰/۹	۱۳۱/۵	۵۵	۵۳	۵۶	۸۳	۹۴	۸۶	۷۰	۷۱	۸۴	۹۱	۶۳	۴۳	دو اوجی
کاشان	۳۴/۰	۲۷/۹	۹۸۲/۳	۵۷	۶۴	۷۷	۸۶	۸۵	۶۴	۵۸	۵۹	۷۲	۹۰	۷۶	۶۴	دو اوجی
کاشمر	۳۵/۲	۵۸/۵	۱۱۰/۷	۵۴	۶۱	۶۴	۹۰	۹۲	۷۱	۶۵	۷۱	۸۷	۹۲	۷۶	۴۹	دو اوجی
کتارک	۲۵/۴	۶۰/۴	۱۲	۷۴	۹۲	۶۴	۵۷	۴۸	۴۳	۳۶	۴۱	۵۰	۵۹	۷۸	۸۶	اوج زمستانی
کرمان	۳۰/۳	۵۷/۰	۱۷۵/۸	۵۹	۶۰	۷۳	۹۰	۹۴	۷۴	۷۰	۷۴	۹۴	۹۱	۷۷	۶۲	دو اوجی
کرمانشاه	۳۴/۴	۴۷/۲	۱۳۱/۶	۴۷	۴۹	۵۰	۷۴	۸۶	۷۹	۶۷	۶۷	۷۶	۸۷	۶۳	۴۷	دو اوجی
خلخال	۳۷/۶	۴۸/۵	۱۷۹۶	۴۷	۳۸	۵۱	۶۰	۷۵	۹۲	۹۷	۹۷	۹۴	۶۷	۵۲	۴۷	اوج تابستانی
خاش	۲۸/۲	۶۱/۲	۱۳۹۴	۶۱	۶۹	۶۸	۹۸	۷۸	۶۹	۶۴	۶۸	۷۹	۹۴	۹۰	۷۲	دو اوجی
خداآباد	۳۶/۱	۴۸/۶	۱۸۸۷	۴۰	۴۵	۴۹	۶۱	۸۶	۱۰۰	۹۲	۹۲	۹۹	۷۷	۵۲	۳۵	اوج تابستانی
خرم‌آباد	۳۳/۴	۴۸/۳	۱۱۴/۸	۴۸	۵۷	۵۶	۸۰	۹۲	۷۲	۶۳	۶۳	۷۶	۸۷	۷۲	۵۳	دو اوجی
خور بیابانک	۳۳/۸	۵۵/۱	۸۴۵	۶۳	۶۷	۸۱	۹۲	۸۴	۶۵	۵۵	۶۱	۷۳	۹۳	۸۸	۶۵	دو اوجی
خور بیرجند	۳۲/۹	۵۸/۴	۱۱۱/۴	۶۰	۶۷	۸۴	۹۶	۷۸	۶۳	۵۸	۶۲	۷۴	۹۸	۸۷	۷۱	دو اوجی
خرمدره	۳۶/۲	۴۹/۲	۱۵۷	۴۵	۵۱	۵۶	۵۶	۸۵	۱۰۰	۹۲	۹۲	۹۷	۸۵	۴۸	۵۱	اوج تابستانی
کیش	۲۶/۵	۵۴/۰	۳۰/۰	۸۵	۸۴	۹۰	۷۸	۵۷	۴۲	۳۸	۳۸	۳۸	۶۰	۷۹	۸۸	اوج زمستانی
کوهرننگ	۳۲/۴	۵۰/۱	۲۲۵	۲۵	۲۸	۲۷	۴۶	۸۵	۹۴	۹۱	۹۱	۹۳	۷۸	۴۵	۲۳	اوج تابستانی
لاله‌زار	۲۹/۵	۵۶/۸	۲۷۷	۵۶	۵۲	۶۳	۶۶	۸۵	۸۶	۹۳	۹۴	۸۸	۸۴	۶۷	۶۰	اوج تابستانی
لردگان	۳۱/۵	۵۰/۸	۱۵۸/۰	۴۳	۵۷	۵۹	۸۵	۹۵	۷۷	۶۸	۶۸	۸۳	۹۱	۷۳	۴۸	دو اوجی
مهاباد	۳۶/۸	۴۵/۷	۱۳۸	۴۴	۵۱	۵۴	۶۹	۸۹	۹۲	۷۹	۷۹	۹۴	۸۵	۵۶	۴۹	اوج تابستانی
ماکو	۳۹/۳	۴۴/۴	۱۴۱/۳	۵۱	۵۳	۴۳	۶۴	۷۷	۸۹	۹۰	۹۲	۹۲	۷۲	۵۶	۴۱	اوج تابستانی
ملایر	۳۴/۳	۴۸/۹	۱۷۷/۸	۳۹	۳۹	۵۶	۷۲	۹۰	۹۴	۷۵	۷۵	۹۴	۸۹	۶۰	۵۳	اوج تابستانی
منجیل	۳۵/۵	۴۶/۲	۱۲۸/۸	۵۸	۵۸	۶۳	۷۹	۹۰	۸۶	۷۸	۷۳	۸۸	۹۲	۶۶	۵۸	اوج تابستانی
مراغه	۳۷/۴	۴۶/۳	۱۴۷/۷	۴۹	۵۵	۴۱	۶۳	۸۸	۹۸	۸۸	۸۸	۹۸	۸۵	۵۹	۵۲	اوج تابستانی
مرویان	۳۵/۵	۴۶/۲	۱۲۸/۸	۳۶	۳۷	۴۲	۶۵	۸۷	۸۸	۷۲	۷۲	۹۲	۸۶	۴۹	۳۸	دو اوجی
مشهد	۳۶/۳	۵۹/۶	۹۹۹/۲	۵۲	۵۳	۵۲	۷۹	۹۱	۸۶	۷۱	۷۶	۹۵	۸۷	۶۷	۵۴	دو اوجی
مسجدسلیمان	۳۱/۹	۴۹/۳	۳۰۲/۵	۵۴	۷۲	۷۷	۸۲	۶۳	۴۹	۴۴	۴۴	۵۶	۷۳	۷۹	۶۲	دو اوجی
مشکین‌شهر	۳۸/۴	۴۷/۷	۱۵۶/۵	۳۵	۴۶	۴۹	۵۴	۷۰	۹۲	۹۱	۹۱	۸۸	۷۱	۵۸	۴۹	اوج تابستانی
بیانده‌جیرفت	۲۸/۶	۵۷/۸	۶۰۱/۰	۷۵	۸۱	۸۵	۷۳	۵۷	۴۶	۴۲	۴۵	۵۰	۷۲	۹۰	۸۶	اوج زمستانی
میانه	۳۷/۵	۴۷/۷	۱۱۱/۰	۴۸	۵۶	۶۰	۶۳	۸۸	۸۶	۷۰	۷۱	۸۸	۷۳	۶۰	۵۳	دو اوجی
میناب	۲۷/۱	۲۷/۱	۲۹/۶	۸۶	۸۳	۸۱	۶۹	۵۱	۴۵	۴۱	۴۱	۴۴	۵۹	۸۱	۸۵	اوج زمستانی
مراوه‌تپه	۳۷/۹	۵۶/۰	۴۶۰	۵۶	۵۶	۵۷	۸۲	۹۲	۷۸	۶۲	۶۵	۸۴	۸۴	۶۳	۴۶	دو اوجی
ناین	۳۲/۹	۵۳/۱	۱۵۴	۵۶	۶۴	۶۷	۹۰	۹۸	۷۸	۶۸	۷۰	۹۰	۹۵	۷۰	۶۲	دو اوجی
نطنز	۳۳/۵	۵۱/۹	۱۶۸/۹	۵۶	۶۰	۴۸	۸۴	۹۴	۹۲	۷۹	۸۰	۹۵	۹۳	۶۴	۴۷	اوج تابستانی
نهندان	۳۱/۵	۶۰/۰	۱۲۱/۰	۵۱	۶۹	۷۹	۹۲	۷۹	۶۸	۶۲	۶۳	۷۵	۹۴	۹۱	۷۰	دو اوجی
نیشابور	۳۶/۳	۵۸/۸	۱۲۱/۰	۴۵	۶۰	۵۹	۸۵	۹۱	۸۴	۷۶	۷۷	۹۱	۹۴	۷۰	۵۹	اوج تابستانی
نوشهر	۳۶/۷	۵۱/۵	-۲۰/۹	۴۰	۵۰	۴۸	۶۳	۸۴	۷۴	۶۴	۵۶	۵۹	۶۱	۵۰	۴۱	اوج فصل خشک

## ادامه جدول ۱

ایستگاه	عرض °N	طول °E	ارتفاع (متر)	ژانو یه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگست	سپتام بر	اکت بر	نوامبر	دسامبر	نوع توزیع
امیدیه پایگاه	۳۰/۸	۴۹/۷	۳۴/۹	۶۱	۷۸	۸۴	۶۴	۴۶	۴۱	۴۰	۳۹	۴۲	۵۶	۸۳	۷۵	اوج زمستانی
ارومیه	۳۷/۵	۴۵/۱	۱۳۱/۹	۴۷	۵۱	۵۱	۶۳	۸۴	۹۶	۸۸	۸۸	۹۴	۸۲	۵۹	۵۴	اوج تابستانی
پارس آباد مغن	۳۹/۷	۴۷/۹	۳۱/۹	۵۳	۵۳	۵۶	۶۷	۸۵	۷۶	۶۰	۶۲	۸۲	۸۰	۵۷	۵۱	دو اوجی
پیرانشهر	۳۶/۷	۴۵/۱	۱۴۵	۳۸	۴۱	۴۰	۵۸	۸۷	۹۶	۸۴	۸۷	۹۴	۸۶	۵۰	۴۵	اوج تابستانی
رفسنجان	۳۰/۴	۵۵/۹	۱۵۸/۹	۵۸	۶۶	۸۱	۹۵	۹۲	۷۰	۶۵	۷۰	۷۸	۹۷	۸۳	۶۸	دو اوجی
رامهرمز	۳۱/۳	۴۹/۶	۱۵۰/۵	۶۲	۷۰	۸۳	۷۶	۵۳	۴۴	۴۳	۴۴	۵۱	۶۸	۸۷	۷۳	اوج تابستانی
رامسر	۳۶/۹	۵۰/۷	-۲۰	۴۹	۴۹	۴۲	۵۹	۸۰	۷۸	۶۷	۶۱	۶۳	۵۵	۴۸	۴۵	اوج فصل خشک
رشت	۳۷/۳	۴۹/۶	-۶/۹	۳۹	۴۳	۴۳	۷۰	۸۲	۷۷	۶۴	۵۴	۵۵	۶۳	۴۸	۳۷	اوج فصل خشک
روانسر	۳۴/۷	۴۶/۷	۱۳۷/۷	۴۵	۴۵	۵۰	۷۴	۹۲	۹۲	۷۰	۷۰	۹۰	۸۹	۶۰	۴۶	دو اوجی
باط پشت بادام	۳۳/۰	۵۵/۶	۱۱۸/۱	۶۰	۶۴	۷۶	۹۴	۹۴	۶۸	۶۳	۶۸	۸۶	۹۶	۷۹	۶۵	دو اوجی
سبزووار	۳۶/۲	۵۷/۷	۹۷۷/۶	۵۳	۵۸	۶۴	۸۷	۹۲	۶۹	۶۴	۶۹	۸۶	۸۶	۷۹	۶۰	دو اوجی
سد درودزن	۳۰/۲	۲۵/۵	۱۶۵	۴۳	۵۴	۶۱	۸۶	۹۶	۷۶	۶۷	۷۱	۸۴	۹۳	۷۸	۵۱	دو اوجی
صفی آباد	۳۲/۳	۴۸/۴	۸۲/۹	۶۳	۷۶	۸۴	۸۱	۶۰	۴۶	۴۶	۴۶	۵۳	۷۰	۶۸	۶۹	دو اوجی
سقز	۳۶/۳	۴۶/۳	۱۵۲/۸	۳۵	۳۶	۴۹	۶۶	۸۶	۹۲	۷۶	۷۶	۹۱	۸۷	۵۵	۴۸	اوج تابستانی
ستندج	۳۵/۳	۴۷/۰	۱۳۷/۴	۴۵	۴۶	۴۵	۶۲	۸۴	۸۷	۷۲	۷۲	۹۰	۸۴	۶۳	۵۰	اوج تابستانی
سراب	۳۶/۶	۴۷/۵	۱۶۸/۰	۵۷	۵۲	۴۱	۶۴	۸۵	۹۵	۹۴	۹۴	۹۲	۷۷	۵۹	۵۰	اوج تابستانی
سرخس	۳۶/۵	۶۱/۲	۲۳۵/۰	۵۸	۵۶	۶۷	۸۴	۸۶	۶۵	۵۹	۶۵	۸۴	۸۹	۶۶	۵۸	دو اوجی
سراوان	۲۷/۳	۶۲/۳	۱۱۹/۰	۷۶	۸۴	۹۰	۹۲	۷۱	۶۳	۵۸	۶۳	۷۵	۹۲	۹۱	۸۰	دو اوجی
سردشت	۳۶/۲	۴۵/۵	۱۶۷/۰	۳۱	۳۰	۳۶	۵۶	۸۵	۱۰۰	۹۲	۸۸	۹۸	۸۱	۵۰	۳۷	اوج تابستانی
سرپل ذهاب	۳۴/۵	۴۵/۹	۵۴۵/۰	۵۳	۶۲	۶۵	۸۲	۸۲	۶۲	۵۲	۵۷	۶۹	۸۱	۸۰	۵۵	دو اوجی
ساوه	۳۵/۱	۵۰/۳	۱۱۰	۴۵	۴۸	۶۶	۸۶	۹۶	۶۹	۵۹	۶۰	۷۶	۹۲	۶۷	۵۹	دو اوجی
سمنان	۳۵/۶	۵۳/۶	۱۱۳/۸	۵۷	۶۳	۶۸	۸۷	۹۰	۷۱	۶۱	۶۶	۸۴	۹۰	۷۴	۶۲	دو اوجی
شهداد	۳۰/۴	۵۷/۷	۴۰۰/۰	۵۷	۷۶	۹۰	۸۸	۵۶	۴۹	۴۳	۴۳	۵۰	۷۲	۹۲	۷۶	دو اوجی
شهر بابک	۳۰/۱	۵۵/۱	۱۸۳/۱	۵۳	۵۹	۶۵	۸۷	۹۸	۷۹	۷۴	۷۴	۹۴	۹۰	۷۶	۶۲	اوج تابستانی
شهر کرد	۳۲/۳	۵۰/۹	۲۰۴/۹	۴۶	۵۸	۵۸	۷۱	۹۰	۹۱	۷۷	۸۱	۹۴	۹۰	۶۳	۵۲	اوج تابستانی
شهرضا	۳۲/۰	۵۱/۸	۱۸۴/۲	۵۹	۶۴	۶۸	۸۶	۱۰۰	۸۶	۷۱	۷۶	۹۲	۹۲	۷۰	۶۱	دو اوجی
گنبد	۳۴/۴	۵۸/۷	۱۰۵	۵۶	۵۸	۵۳	۸۹	۹۴	۷۴	۶۴	۷۰	۸۸	۹۱	۷۶	۶۴	دو اوجی
گنبد کاووس	۳۷/۳	۵۵/۲	۳۷/۲	۵۵	۵۹	۶۰	۸۰	۸۵	۶۳	۵۱	۴۷	۶۳	۸۵	۷۴	۶۲	دو اوجی
گرگان	۳۶/۹	۵۴/۳	۱۳۳	۵۵	۵۵	۵۸	۷۹	۸۳	۷۱	۶۰	۶۰	۶۷	۷۸	۷۸	۵۶	دو اوجی
همدان	۳۴/۹	۴۸/۵	۱۷۴/۵	۴۷	۴۸	۵۵	۷۰	۹۰	۹۱	۷۷	۷۷	۹۴	۸۸	۵۹	۵۰	اوج تابستانی
همدان نوژه	۳۵/۲	۴۸/۷	۱۶۷/۷	۴۱	۴۳	۵۳	۶۶	۸۵	۹۰	۷۴	۷۴	۹۲	۸۵	۵۸	۵۰	اوج تابستانی
زابل	۳۱/۰	۶۱/۵	۴۸۹/۲	۶۱	۷۳	۸۴	۸۸	۶۵	۵۴	۴۸	۵۴	۶۸	۹۴	۷۴	۶۹	دو اوجی
زهک	۳۰/۹	۶۱/۷	۴۹۵/۰	۷۰	۸۲	۹۱	۷۲	۵۹	۵۳	۴۸	۵۳	۶۲	۹۰	۹۳	۷۵	دو اوجی
زاهدان	۲۹/۵	۶۰/۹	۱۳۷/۰	۶۰	۶۶	۸۵	۹۵	۸۸	۶۶	۶۳	۶۷	۸۸	۹۱	۸۹	۶۹	دو اوجی
زنجان	۳۶/۷	۴۸/۵	۱۶۶/۰	۴۸	۴۵	۵۳	۶۸	۸۶	۹۶	۸۶	۸۶	۹۴	۸۱	۵۸	۴۸	اوج تابستانی
زرنند	۳۰/۸	۵۶/۶	۱۶۷/۰	۶۱	۶۴	۷۹	۸۷	۹۴	۷۵	۶۴	۷۱	۷۵	۹۴	۹۰	۶۸	دو اوجی
زرغان	۲۹/۸	۵۲/۷	۱۵۹/۰	۵۳	۵۹	۶۹	۹۰	۹۶	۷۶	۶۷	۷۲	۸۱	۹۲	۸۲	۵۶	دو اوجی
زرنه اوباتو	۳۶/۶	۴۶/۹	۲۱۴/۶	۲۴	۳۹	۳۰	۵۶	۷۳	۹۷	۱۰۰	۱۰۰	۹۶	۶۹	۴۹	۴۳	اوج تابستانی

تحلیل سه بعدی شاخص اقلیم گردشگری در گستره ایران ۱۶۷/

پس از به دست آوردن مقادیر شاخص در هر ایستگاه، این مقدار با استفاده از روش های رگرسیون خطی و غیرخطی (معادلات ۱ تا ۴) حسب سه پارامتر طول، عرض و ارتفاع از سطح دریا در هر یک از ماه های سال مدل گردیده است. همچنین با استفاده از آزمون t مشخص گردید که آیا هر یک از ضرایب تخمین زده شده برای متغیرهای مستقل در معادله رگرسیون دارای اعتبار آماری هستند یا خیر. به طور نمونه در ماه آوریل، احتمال آزمون t در متغیر عرض جغرافیایی از ۰/۰۵ بیشتر شده و لذا ضرورتی برای وجود این متغیر در مدل وجود ندارد و در روش گام به گام، این امر تشخیص داده شده است، به این معنی که متغیر مذکور نمی تواند در سطح ۰/۰۵ سبب ایجاد معنی داری در مقدار آماره F شود و ضریب تبیین مدل را کاهش می دهد. بنابراین متغیر از مدل حذف می شود. اما در ماه های ژانویه، فوریه، مارس، می، نوامبر و دسامبر هر سه متغیر آستانه های ورودی به مدل را دارا بوده اند. یکی دیگر از فرض های رگرسیون، نرمال و مستقل بودن مقادیر باقیمانده (خطاها) می باشد که برای آزمون کردن فرض نرمال بودن باقیمانده ها از نمودار P-P استفاده شده است که نرمال بودن باقیمانده ها را اطراف خط نرمال نشان می دهد. در نهایت نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرونوف نرمال بودن باقیمانده همه مدل ها را نشان داد. نمودار پراکنش مقادیر باقیمانده ها در مقابل مقادیر پیش بینی شده نیز هیچ روند خاصی را نشان نمی دهد. لذا فرضیه ثابت بودن واریانس خطاها نیز مورد پذیرش قرار می گیرد. همچنین نتایج آزمون دوربین-واتسون مستقل بودن مقادیر باقیمانده همه مدل ها را نشان می دهد. زیرا این شاخص در فاصله ۱/۵ تا ۲۵/۵ قرار گرفته است. آزمون هم خطی بر روی متغیرهای مستقل هر مدل انجام و با استفاده از شاخص تلرانس، میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل، مشخص شد. با توجه به مقدار شاخص (عددی نزدیک به ۱)، در هیچ یک از مدل ها، متغیرهای مستقل به هم وابسته نیستند. لذا با توجه به نتایج آزمون فرضیات، می توان معادلات به دست آمده را به شرح جدول ۳ استخراج نمود. در معادلات جدول ۲، طول و عرض جغرافیایی بر حسب درجه و ارتفاع بر حسب متر بوده و ضرایب منفی متغیرها، ارتباط غیرمستقیم آن ها را با متغیر وابسته نشان می دهد. به طور مثال در ماه می، عرض جغرافیایی بیشترین تأثیر را بر تغییرات شاخص دارد و در همه معادلات متغیر ارتفاع کمترین تأثیر را بر تغییرات شاخص اقلیم گردشگری دارد. مفهوم این معادله این است که در ماه می، در هر عرض معین جغرافیایی، مقدار شاخص به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع ۱۱ واحد افزایش می یابد و در هر ارتفاع معین، مقدار شاخص به ازای هر درجه افزایش عرض جغرافیایی ۱/۵ واحد افزایش می یابد. همچنین خطای استاندارد برآورد ضرایب همه مدل ها در بازه ۰ تا ۰/۵ قرار گرفتند که دقت بالای مدل ها را در برآورد پارامترها نشان می دهد. سطح معناداری آزمون F و t، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و مقادیر احتمال آزمون F، معناداری همه مدل ها را نشان می دهد.

## جدول ۲- معادلات خطی حاکم بر شاخص اقلیم گردشگری در هر ماه (TCI<sub>month</sub>) و مختصات جغرافیایی

(TCI <sub>month</sub> = C <sub>1</sub> (Lat) + C <sub>2</sub> (Long) + C <sub>3</sub> (Elev) + C <sub>4</sub> )	:Lat: عرض جغرافیایی، :Long: طول جغرافیایی، :Elev: ارتفاع ماه
TCI <sub>Jan</sub> = - 1.336(Lat) + 0.374(Long) - 0.0083(Elev) + 88.808	ژانویه
TCI <sub>Feb</sub> = - 1.902(Lat) + 0.308(Long) - 0.011(Elev) + 119.615	فوریه
TCI <sub>Mar</sub> = - 1.907(Lat) + 0.392(Long) - 0.01(Elev) + 118.812	مارس
TCI <sub>Apr</sub> = 0.831(Long) - 0.003(Elev) + 36.907	آوریل
TCI <sub>May</sub> = 1.509(Lat) + 0.378(Long) + 0.011(Elev) - 1.272	می
TCI <sub>Jun</sub> = 2.285(Lat) + 0.017(Elev) - 21.071	ژوئن
TCI <sub>Jul</sub> = 1.876(Lat) + 0.017(Elev) - 15.267	ژوئیه
TCI <sub>Aug</sub> = 1.572(Lat) + 0.018(Elev) - 4.904	آگست
TCI <sub>Sep</sub> = 1.670(Lat) + 0.018(Elev) + 2.321	سپتامبر
TCI <sub>Oct</sub> = 0.395(Long) + 0.009(Elev) + 51.082	اکتبر
TCI <sub>Nov</sub> = - 1.892(Lat) + 0.433(Long) - 0.0061(Elev) + 118.244	نوامبر
TCI <sub>Dec</sub> = - 1.808(Lat) + 0.356(Long) - 0.0084(Elev) + 110.223	دسامبر



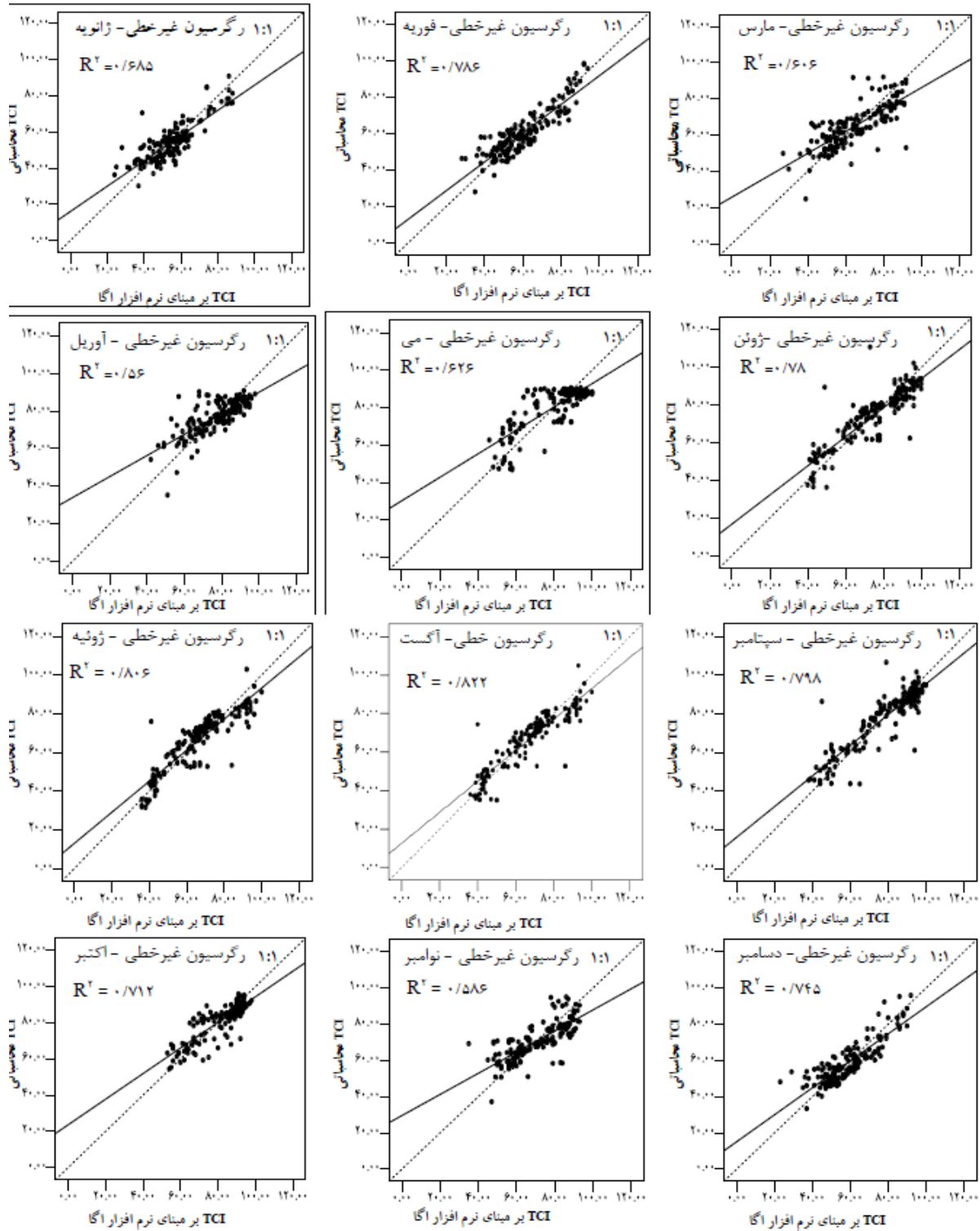
در نهایت، برای برقراری ارتباط بین سه متغیر مستقل و مقادیر شاخص، در ماه‌هایی که شاخص تنها با دو متغیر رابطه رگرسیون برقرار کرده است. همچنین ایجاد مدل رگرسیونی با دقت بالاتر در ماه‌هایی که ضریب تبیین مقدار پایینی دارد، مدل‌های رگرسیونی ۳ متغیره غیرخطی بر اساس معادلات ۲ و ۳ بر ماه‌های مختلف برازش داده شده است. نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر خطای استاندارد برآورد پارامترهای مدل‌های نهایی به جز در ماه‌های فوریه و دسامبر، در بقیه ماه‌ها بالا می‌باشد. بالا بودن خطای استاندارد پارامترها، هم خطی بودن مدل و همبستگی بین متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاصل از آماره‌های به کاررفته در ارزیابی مدل‌های مورد استفاده در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به مقدار ضریب تبیین، مثلاً در ماه ژانویه مدل خطی توانسته است ۵۰/۱ درصد از تغییرات مکانی شاخص را توجیه کند. در نهایت حدود ۵۰ درصد از تغییرپذیری شاخص تبیین نگردیده که این موضوع به دلیل وجود روابط غیرخطی بین پدیده‌ها می‌باشد که در مدل رگرسیونی در نظر گرفته نمی‌شود. مقدار میانگین خطا در همه مدل‌های غیرخطی و خطی بسیار کم و نزدیک به صفر بوده و این امر مؤید این مطلب است که برازش، توسط مدل ایجاد شده ناریب بوده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، میزان ضریب تبیین همه مدل‌های غیرخطی از ضریب تبیین مدل‌های خطی بیشتر می‌باشد و معیارهای ارزیابی خطا به جز میانگین خطا در مدل‌های غیرخطی نسبت به مدل‌های خطی کاهش یافته است. شکل ۲ مقادیر شاخص برآورد شده توسط بهترین معادلات سه‌بعدی پیشنهادی را در مقایسه با داده‌های حاصل از مدل اصلی شاخص اقلیم گردشگری (میچکوفسکی، ۱۹۸۵: ۲۲۹) برای ایستگاه‌های سینوپتیک ایران نشان می‌دهد. از نظر آماری مقادیر محاسبه شده و مشاهده شده در سطح ۰/۰۱ هم‌خوان بوده و تفاوت‌ها معنی‌دار نیستند.

جدول ۳- معادلات غیر خطی حاکم بر شاخص اقلیم گردشگری در هر ماه (TCI<sub>month</sub>)  
 (Lat: عرض جغرافیایی، Long: طول جغرافیایی، Elev: ارتفاع)

معادله	نام معادله
$TCI_{Jan} = (31.611(Lat) + 6.815(Long) - 0.321(Elev)) / (1.166(Lat) + 0.023(Long) - 0.003(Elev) - 16.643)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه اول
$TCI_{Jan} = (522989.695 - 2808.371(Long) - 0.218(Elev) - 25966.820(Lat) - 0.005(Elev)^2 + 62.312(Long)^2 + 379.553(Lat)^2) / (0.577(Lat)^2 + 0.436(Long)^2)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه دوم
$TCI_{Feb} = -13.782(Lat) - 0.730(Long) - 0.003(Elev) + 0.172(Lat)^2 + 0.01(Long)^2 - 2.776E-6(Elev)^2 + 344.240$	-
$TCI_{Mar} = (10.029(Lat) + 20.631(Long) - 0.421(Elev)) / (0.633(Lat) + 0.235(Long) - 0.005(Elev) - 13.907)$	-
$TCI_{Apr} = (683167.043 - 13087.440(Long) + 98.629(Elev) - 25697.725(Lat) - 0.055(Elev)^2 + 449.566(Long)^2 + 48.806(Lat)^2) / (-3.442(Lat)^2 + 3.462(Long)^2)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه دوم
$TCI_{May} = (-745314.203 - 4816.605(Long) + 234.750(Elev) + 28838.05(Lat) - 0.059(Elev)^2 + 85.230(Long)^2 + 479.639(Lat)^2) / (9.226(Lat)^2 + 0.183(Long)^2)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه اول
$TCI_{May} = (122.317(Lat) - 35.016(Long) + 1.728(Elev)) / (0.83(Lat) - 0.625(Long) + 0.015(Elev) + 38.001)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه دوم
$TCI_{Jun} = (20468.915(Lat) - 2652.472(Long) + 169.236(Elev)) / (Lat + Long + 9804.451)$	میکائیلیس-متن
$TCI_{Jul} = (5004.279(Lat) - 603.208(Long) + 49.822(Elev)) / (Lat + Long + 2783.549)$	میکائیلیس-متن
$TCI_{Aug} = (3.594E8(Lat) - 8587381.781(Long) + 4490069.929(Elev)) / (Lat + Long + 2.427E8)$	میکائیلیس-متن
$TCI_{Sep} = (169.686(Lat) + 12.452(Long) + 4.707(Elev)) / (-0.357(Lat) + 0.02(Long) + 0.028(Elev) + 123.983)$	-
$TCI_{Oct} = (-10153.462(Long) + 32752.823(Lat) + 84.550(Elev) - 10153.462(Elev)^2 + 137.989(Long)^2 - 305.236(Lat)^2 - 373682.715) / (2.306(Lat)^2 + 0.25(Long)^2)$	رگرسیون غیرخطی - نسبت معادلات درجه دوم
$TCI_{Nov} = (42.286(Lat) + 42.287(Long) - 1.049(Elev)) / (1.597(Lat) + 0.404(Long) - 0.012(Elev) - 26.710)$	-
$TCI_{Dec} = -14.742(Lat) - 1.708(Long) + 0.188(Lat)^2 + 0.021(Long)^2 - 2.411E-6(Elev)^2 + 375.851$	-

جدول ۴- مقادیر معیارهای ارزیابی مدل های رگرسیونی خطی و غیرخطی به کار گرفته شده در معادلات فضایی شاخص اقلیم گردشگری (جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطا (ME)، میانگین نسبی خطای مطلق (MARE) و ضریب تبیین ( $R^2$ ))

ماه	مدل	$R^2$	RMSE	ME	MARE
ژانویه	خطی	۰/۵۰۱	۹/۷۰۱	۱۱۰/۹۶×	۰/۱۳۲
	غیرخطی (۱)	۰/۵۷۱	۸/۳۶۳	۰/۰۱۵	۰/۱۲۵
	غیرخطی (۲)	۰/۶۵۸	۸/۱۲۳	۰/۰۰۲	۰/۱۱۶
فوریه	خطی	۰/۶۸۳	۸/۰۷۹	$۶/۵۴ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۱۱۴
	غیرخطی	۰/۷۸۶	۶/۶۳۸	$۶/۵۳ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۰۷
مارس	خطی	۰/۵۵۴	۱۰/۲۶۳	$۲/۶ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۵
	غیرخطی	۰/۶۰۶	۹/۶۴۴	۰/۱۴۴	۰/۰۰۶
آوریل	خطی	۰/۱۸۱	۱۱/۰۳۷	$۱/۳ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۸۳
	غیرخطی	۰/۵۶	۸/۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۲
می	خطی	۰/۴۹۸	۱۰/۲۸۸	$۳/۹ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۶۱
	غیرخطی (۱)	۰/۶۲۶	۸/۸۸۴	۰/۰۰۰۳	۰/۱۳۹
	غیرخطی (۲)	۰/۵۹۲	۹/۲۷	۰/۰۰۹	۰/۱۴۴
ژوئن	خطی	۰/۷۷۷	۸/۴۹۱	$۲/۶۱ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۱۹
	غیرخطی	۰/۷۸	۸/۳۴۵	۰/۰۰۰۵	۰/۱۱۲
ژوئیه	خطی	۰/۸۰۲	۷/۴۸۶	$۵/۲ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۱۱
	غیرخطی	۰/۸۰۶	۶/۳۱۲	۰/۰۰۲۳	۰/۱۰۶
آگست	خطی	۰/۸۲۲	۷/۰۷	۰/۰	۰/۱
	غیرخطی	۰/۸۲۱	۶/۹۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۷
سپتامبر	خطی	۰/۷۷۸	۸/۱۴۱	$۱/۹۶ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۰۶
	غیرخطی	۰/۷۹۸	۷/۷۶۶	۰/۰۲۱	۰/۱
اکتبر	خطی	۰/۳۳۸	۹/۵۵۳	$۲/۶ \times ۱۰^{-۷}$	۰/۱۵
	غیرخطی	۰/۷۱۲	۸/۱۴۷	۰/۰۰۰۳	۰/۱۱۶
نوامبر	خطی	۰/۵۲۶	۹/۳۴۹	$۶/۵۰۶ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۱۳۸
	غیرخطی	۰/۵۸۶	۸/۷۳۹	۰/۰۰۵	۰/۱۲۷
دسامبر	خطی	۰/۵۸۸	۸/۷۱	$۶/۵ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۱۱۸
	غیرخطی	۰/۷۴۵	۶/۸۶۱	$۶/۵۳ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۰۹



شکل ۲- نمودار پراکنش مقادیر TCI حاصل از مدل اصلی (میچکوفسکی، ۱۹۸۵) بر مبنای نرم افزار آگا در مقابل TCI محاسباتی حاصل از مدل های خطی و غیرخطی در ماه های مختلف سال بر گستره ایران

## نتیجه گیری

در مطالعه انجام شده، رتبه و تفسیر مقادیر شاخص اقلیم گردشگری در ماه‌های سال برای ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک ایران محاسبه گردید. همچنین بر اساس اطلاعات به دست آمده در این پژوهش، الگوی تغییرات ماهانه شاخص اقلیم آسایش گردشگری در گستره ایران تعیین گردیده است. بر این اساس، چهار مدل از شش مدل اسکات و مک‌بویل (۲۰۰۱) برای ایستگاه‌های مطالعاتی تعیین شده است. شصت و هشت شهر مدل دو اوجی، چهل و پنج شهر مدل اوج تابستانی، سی و دو شهر مدل اوج زمستانی و پنج شهر مدل اوج فصل خشک را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نتایج مذکور بیشتر مناطق مطالعاتی از مدل دو اوجی و تعداد اندکی از مناطق (انزلی، بابلسر، نوشهر، رامسر و رشت) از مدل اوج فصل خشک تبعیت می‌نمایند. از بین مدل‌های اوج تابستانه و اوج زمستانه نیز بیشتر ایستگاه‌ها مدل اوج تابستانه را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به تغییرات عرض جغرافیایی و ارتفاع، تنوع اقلیم آسایش گردشگری در هر ماه از سال در ایستگاه‌های مختلف قابل مشاهده است. از این رو بر اساس مقادیر شاخص به دست آمده در هر ماه، و با در نظر گرفتن سه مؤلفه ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی هر ایستگاه تلاش گردید تا بتوان مدل فضایی حاکم بر شاخص اقلیم گردشگری را با دقتی قابل قبول در ایران محاسبه نمود. به این منظور با استفاده از مدل‌های رگرسیون چند متغیره خطی و غیرخطی و با توجه به فرض‌های ایجاد معادلات رگرسیون، مدل‌های مناسب تعیین گردید. در مدل رگرسیون خطی از روش گام به گام و همزمان برای پیش پردازش پارامترهای ورودی و انتخاب ترکیب بهینه از آن‌ها جهت مدل‌سازی شاخص اقلیم گردشگری استفاده شد و در مدل‌های غیرخطی (به جز ماه‌های فوریه و دسامبر) شرط همبسته نبودن متغیرهای مستقل حاصل نشد. بر اساس نتایج حاصله، در رگرسیون خطی به ترتیب عامل عرض جغرافیایی (به جز در ماه‌های آوریل و اکتبر) و ارتفاع، بیشترین و کمترین همبستگی را با مقدار شاخص داشته‌اند. می‌توان چنین توجیه نمود که عرض جغرافیایی نسبت به ارتفاع، نقش مهم‌تری را در تغییرات مکانی آن دسته از عناصری که در محاسبه مؤلفه‌های شاخص آسایش در بازه زمانی روز و شاخص آسایش شبانه‌روزی و مؤلفه تعداد ساعات آفتابی در معادله ۱ دخالت دارند، ایفا می‌کند (مجرد و بساطی، ۱۳۹۳: ۱۴۶؛ اورت، ۱۹۹۶: ۳۴۵۱، مجرد و مرادی ۱۳۹۳: ۱۶۱). این در حالی است که مؤلفه‌های مذکور، وزن ۷۰ را از ۱۰۰ را در محاسبه شاخص اقلیم گردشگری به خود اختصاص می‌دهند. در مورد بارش نیز می‌توان گفت که تغییرات مکانی این متغیر در ایران با عرض جغرافیایی رابطه معناداری ندارد ولی طول جغرافیایی و ارتفاع نقش مؤثرتری را در بارش ایفا می‌کنند (عساکره، سیفی پور، ۱۳۹۱: ۱۶) و مؤلفه بارش، تنها رتبه ۲۰ از ۱۰۰ را در معادله نهایی اقلیم گردشگری دارا می‌باشد. اما در ماه‌های آوریل و اکتبر به دلیل وقوع اعتدال بهاری و پاییزی، تغییرات ساعات آفتابی و دما در عرض‌های مختلف نسبت به ماه‌های دیگر سال بسیار کم می‌شود. از آن جایی که رطوبت نسبی با دما دارای همبستگی قوی و منفی می‌باشد (پیسوتو، اورت، ۱۹۹۶: ۳۴۵۱)، این عنصر نیز در عرض‌های مختلف تغییرات چندانی ندارد. نتایج ارزیابی دو نوع مدل رگرسیون خطی و غیرخطی نشان داد که هر دو مدل از دقت قابل قبولی برای مدل‌سازی شاخص برخوردارند. در کل مدل رگرسیون غیرخطی توانست درصد بیشتری از تغییرات شاخص را (به جز ماه اوت) نسبت به مدل رگرسیون خطی توجیه نماید. انتظار می‌رود در مطالعات آتی جهت ایجاد و آزمون مدل‌های معتبر دیگری که تغییرپذیری بیشتری از مقدار شاخص اقلیم گردشگری در کشور را برآورد نماید، بررسی‌های بیشتری در این زمینه با متغیرهای مستقل دیگر و همچنین شاخص‌های اقلیم آسایش دیگر صورت پذیرد و نتایج آن با نتایج به دست آمده در این پژوهش مقایسه شود.

## منابع و مآخذ

- اسماعیلی، رضا، گندمکار، امیر و مجید حبیبی نوخندان (۱۳۹۰)، ارزیابی اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵، صص ۱۸-۱.
- بختیاری، آرشین (۱۳۹۲)، طراحی نرم‌افزار اقلیم گردشگری ایران (اگا) جهت محاسبه شاخص اقلیم گردشگری (TCI)، اولین همایش ملی گردشگری، جغرافیا و محیط زیست پایدار، ۳۰ آبان ماه، دانشکده شهید مفتاح، همدان.
- پیله‌ور شهری، احمدرضا، ایوبی، شمس‌الله و حسین خادمی (۱۳۸۹)، مقایسه مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چندمتغیره در پیش‌بینی کربن آلی خاک به کمک داده‌های آنالیز سطح زمین (مطالعه موردی: منطقه زرغام‌آباد سمیرم)، نشریه آب‌و خاک، شماره ۶، صص ۱۱۶۳-۱۱۵۱.
- حسینی رامشه، زینب، افشانی، سید علیرضا و سید مرتضی نوریان (۱۳۸۷)، فرازی بر SPSS ۱۴. تهران: نشر بیشه.
- خلیلی، علی (۱۳۸۲)، پیشنهاد یک نمایه به‌منظور کمی کردن ارزیابی آسایش اقلیمی (نتایج مطالعه موردی در استان‌های غرب ایران)، یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۱۰ تا ۱۲ آذرماه، تهران، صص ۷۰-۶۵.
- خلیلی، علی. (۱۳۷۸)، تحلیل سه‌بعدی درجه - روزهای گرمایش و سرماییش در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۴ و ۵۵، صص ۷-۱۸.
- ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶)، تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده (PMV)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، صص ۱۴۱-۱۲۹.
- رضایی بنفشه، مجید، رجایی اصل، عبدالحمید (۱۳۸۱)، تحلیل و مدل‌بندی بارش در حوزه آبریز قره‌سو، مجله مدرس، دوره ۶، شماره ۴، صص ۹۳-۷۱.
- ضیائی، محمود، بختیاری، آرشین (۱۳۸۸)، شاخص اقلیم آسایش گردشگری جزیره کیش پنجمین همایش ملی خلیج فارس، صص ۱۰۲-۸۳ دهم اردیبهشت‌ماه، جزیره کیش.
- عساکره، حسین، زهره، سیفی‌پور (۱۳۹۱)، مدل‌سازی مکانی بارش سالانه‌ی ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال دهم، شماره ۲۹، صص ۱۵-۳۰.
- عساکره، حسین (۱۳۸۳)، مدل‌سازی تغییرات مکانی عناصر اقلیمی مطالعه موردی: بارش سالانه استان اصفهان. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ششم، شماره ۷۴، صص ۲۳۱-۲۱۳.
- کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲)، پهنه بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، شماره ۱۵۱، صص ۵۰۰، تهران.
- گزارش طرح اقلیم و گردشگری (۱۳۸۰)، کمیته تخصصی مقابله با خطرات ناشی از بلایای جوی اقلیمی، سازمان هواشناسی کشور.
- مجرد، فیروز بساطی، سعید (۱۳۹۳)، واکاوی تغییرات زمانی و مکانی دماهای حداکثر در ایران. فصلنامه مدرس علوم انسانی (برنامه‌ریزی و آمایش فضا)، دوره ۱۸، شماره ۲، صص ۱۵۲-۱۲۹.
- مجرد، فیروز مرادی، کامران (۱۳۹۳)، نگرشی بر ناموزونی‌ها و روندهای ساعات آفتابی در ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال ۱۲، شماره ۳۴، صص ۱۶۵-۱۵۳.
- محمودی، پیمان، علیجانی، بهلول (۱۳۹۲)، مدل‌بندی رابطه بارش‌های سالانه و فصلی با عوامل زمین اقلیم در کردستان. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۳۱، صص ۱۱۲-۹۳.
- ناظری تهرودی، محمد، خلیلی، کیوان، عباس زاده افشار، مرضیه، ناظری تهرودی، زهرا (۱۳۹۳)، مقایسه تبدیل‌های نرمال ساز جهت نرمال کردن داده‌های بارندگی ماهانه مناطق مختلف ایران. نشریه آب‌و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۲، صص ۳۶۵-۳۷۵.
- نوری، روح‌الله، اشرفی، خسرو، ابوالفضل، اژدرپور (۱۳۸۷)، مقایسه کاربرد روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چندمتغیره بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای پیش‌بینی غلظت میانگین روزانه کربن مونوکسید بررسی موردی شهر تهران، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۴، شماره ۱، صص ۱۵۲-۱۳۵.



- همت فر، محمود، حسینی، سید علی اکبر، شاه ویسی، یوسف نجفی، فرهاد (۱۳۹۰)، روابط خطی و غیرخطی بین متغیرهای حسابداری و بازده سهام شرکت‌های صنعت خودرو و ساخت قطعات. پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، سال سوم، شماره ۱۲، صص ۱۳۷-۱۵۴.

- Bakhtiari, B., Bakhtiari, A. (2013), Determination of Tourism Climate Index in Kerman Province. *DESERT*, Vol. 18, No. 2, pp. 113-126.
- De Freitas, C. R., Scott, D., Mc Boyle, G. (2008), A Second Generation Climate Index for Tourism (CIT): Specification and Verification. *International Journal of Biometeorology*, Vol. 52, pp.399-407.
- Draper, N., Smith, H. (1981). *Applied Regression Analysis*. Wiley, New York.
- Farajzadeh, H., Matzarakis, A. (2009), Quantification of Climate for Tourism in the Northwest of Iran. *Meteorological Applications*, Vol.16, No.4, pp. 545-555.
- Johnstone, K. (2007), *Climate Change Impacts and Tourism*. UK Climate Impact Programmer, 24th April, London.
- Jones, B., Scott, D. (2006a), Climate Change, Seasonality and Visitation to Canada's National Parks. *Journal of Park and Recreation Administration*, Vol. 24, No. 2, pp. 42-62.
- Jones, B., Scott, D. (2006b), Implications of Climate Change for Visitation to Ontario's Provincial Parks. *Leisure*, Vol. 30, No. 1, pp, 233-261.
- Kondrashov, D., Kravtsov, S., Robertson, A. W., Ghil, M. (2005), A Hierarchy of Data-Based ENSO Models. *Journal of Climate*, Vol. 18, No. 21, pp, 4425-4444.
- Matzarakis, A., Alcoforado, M.J. (2007), Importance of Thermal Comfort and Bioclimate for Tourism. *Climate Change and Tourism*, 7-8th September, Freiburg.
- Mc Cullagh, P., Nelder, J. A. (1989), *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London, p.511
- Michaelis, L., Menten, M. L. (1913), Die Kinetik Der Invertinwirkung. *Biochemische Zeitschrift*, Vol. 49, No. 2, pp. 333-369.
- Mieczkowski, Z. (1985), The Tourism Climatic Index: A Method of Evaluating World Climates for Tourism. *The Canadian Geographer*, Vol. 29, No. 3, pp. 220-233.
- Morgan, R., Gatell, E., Junyent, R., Micallef, A., Özhan, E. and Williams, A. (2000), An Improved User-based Beach Climate Index. *Journal of Coast Conservation*, No. 6, pp. 41-50.
- Nielsen, S., Amelung, B. (2007), An Application of the Tourism Climatic Index on a Daily Basis. CLITOP Conference, 8th September, Zurich.
- Peixoto, J. P., Oourt, A. H. (1996), The Climatology of Relative Humidity in the Atmosphere. *Journal of Climate*, Vol. 9, No, 12, pp. 3443-3463.
- Repacholi, M. H. (2000), Global Solar UV Index. *Radiation Protection Dosimeter*, No. 91, pp. 307-311.
- Scott, D., Jones, B., Mc Boyle, G. (2004), *Climate, Tourism and Recreation: A Bibliography*. University of Waterloo, pp. 1-27.
- Scott, D., Mc Boyle, G. (2001), Using a Tourism Climate Index to Examine the Implication of Climate Change for Climate as a Tourism Resource. *Adaptation and Impacts Research Group, Environment, Canada, Ontario*, pp. 69-88.
- Scott, D., Mc Boyle, G., Schwartzentrube, M. (2004), *Climate Change and the Distribution of Climatic Resources for Tourism in North America*. Department of Geography, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.
- Vanicek, K. Frei, T., Litynska, Z., Schmalwieser, A. (1999), UV-Index for the Public. A Guide for Publication and Interpretation of Solar UV Index Forecasts for the Public Prepared by the Working Group 4 of the Cooperation in Science and Technology, (COST), COST-713 Action "UVB Forecasting" COST-713 Action Brussels, of the European Commission.