

تعیین تقویم مناسب طبیعت گردی در غرب کشور با استفاده از شاخص PET

علی حنفی*

دانشیار اقلیم شناسی گروه جغرافیا، دانشگاه امام علی(ع)، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰

چکیده

آب و هوا یکی از مهم ترین عوامل شکل دهنده گردشگری قلمداد می شود و مراکز گردشگری، موجودیت و ارزش های خود را مدیون عوامل متعدد به ویژه شرایط آب و هوایی مناسب می دانند. کشور ایران و مناطق غربی کشور من جمله استان های کردستان، کرمانشاه و همدان به لحاظ قدمت تاریخی و دارا بودن جاذبه های توریستی و اکوتوریستی و همچنین شرایط آب و هوایی مناسب پتانسیل بسیار بالایی در زمینه جذب توریست دارد. در این پژوهش به منظور تعیین تقویم اکوتوریسم در استان های کردستان، کرمانشاه و همدان از مدل ریمن و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) استفاده شده است. بدین منظور از بین ایستگاه های سینوپتیک موجود در منطقه، ۱۹ ایستگاه که دارای طول دوره آماری بالای ۳۰ سال (۲۰۲۰-۱۹۹۰) بودند، انتخاب شد. سپس داده های مربوط به پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوای خشک، رطوبت نسبی، سرعت باد، ابرناکی و فشار بخار اشباع در دوره روزانه و ساعتی از سازمان هواشناسی دریافت گردید. شرایط آسایش اقلیم گردشگری و تنش های گرمایی و سرمایی در روزها و ماه های مختلف سال با استفاده از شاخص PET ارزیابی ادا و سپس در محیط GIS با لحاظ کردن ارتفاع، پهنه بندی شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در بیشتر بخش های منطقه غرب کشور مانند شهرهای سنندج، همدان و کرمانشاه، زمان آسایش اقلیمی برای فعالیت های گردشگری در دو دوره مجزا به وقوع می پیوندد. دوره اول آسایش اقلیمی در این مناطق، از اوایل اردیبهشت تا اواخر خرداد به مدت ۶۰ روز و دوره دوم آسایش اقلیمی گردشگری از اواسط شهریور تا اوایل آبان به مدت حدود ۴۵ روز اتفاق می افتد. از اوایل تیر تا اواسط شهریور به مدت حدود ۷۵ روز تنش های گرمایی و از اوایل آبان ماه تا اواخر فروردین تنش های سرمایی مشاهده می گردد. اما در مناطق مرزی استان کرمانشاه مانند سرپل ذهاب و قصرشیرین، زمان آسایش اقلیمی برای فعالیت های گردشگری، از اوایل فروردین تا اواخر اردیبهشت و از اواسط مهر تا اواخر آبان به مدت ۱۰۵ روز است. از اواخر اردیبهشت تا اواسط مهر تنش های گرمایی و از اوایل آذر ماه تا اواخر اسفند تنش های سرمایی در مناطق مرزی کرمانشاه مشاهده می شود. در نهایت نقشه های اقلیم گردشگری منطقه غرب کشور براساس تغییرات ارتفاعی و با لحاظ کردن ارتباط بین شاخص دمای فیزیولوژیک و ارتفاع تهیه گردید که با تحلیل این نقشه ها زمان های مناسب برای فعالیت هایی مانند کوهنوردی در ارتفاعات مهم منطقه مانند الوند، چهل چشمه، پرو و شاهو را شناسایی شد.

واژگان کلیدی: اقلیم گردشگری، فعالیت‌های توریستی، شاخص PET، اکوتوریسم، غرب کشور.

مقدمه

امروزه توریسم، بخش بزرگی از اقتصاد جهانی را تشکیل می‌دهد و در حال تبدیل شدن به بزرگترین و سودآورترین صنعت جهان است. در واقع این صنعت نقش بسیار قدرتمندی در روند توسعه کشورها بر عهده دارد و به‌عنوان منبع اصلی درآمد، اشتغال، رشد بخش خصوصی و توسعه ساختار زیربنایی محسوب می‌شود. توسعه این صنعت به‌ویژه در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، عامل مؤثری برای مقابله با فقر است و موجب افزایش درآمد، رونق اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی مردم و در نتیجه افزایش رفاه اجتماعی می‌شود. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ گردشگران بین‌المللی به ۱/۸ میلیارد نفر برسد و گردش مالی ناشی از آن سالانه ۳/۳ درصد رشد خواهد داشت (خوارزمی و همکاران، ۱۳۹۸). اقلیم و گردشگری وابستگی زیادی به یکدیگر دارند، به‌گونه‌ای که دارا بودن شرایط مطلوب اقلیمی جزو مزیت‌ها و توان‌های بالقوه برای گردشگری محسوب می‌شود و اغلب مسافران در انتخاب مکان و زمان سفر به شرایط آب و هوایی توجه می‌کنند؛ حتی افرادی هم که به‌منظور استفاده از آب‌وهوای مناسب اقدام به سفر نمی‌کنند مانند گردشگران فرهنگی یا تحصیلی، سعی می‌کنند زمان‌هایی را برای سفر خود انتخاب کنند که مکان موردنظرشان بهترین شرایط آب و هوایی را داشته باشد. منظور از شرایط مساعد اقلیمی، مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی دست‌کم برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد. به‌عبارتی‌دیگر، انسان در آن شرایط نه احساس سرما کند و نه احساس گرما. بعضی از پژوهشگران در اصطلاح خنثی بودن حرارتی را تعبیر دقیق‌تری می‌دانند چرا که انسان سرما و گرما و ناراحتی موضعی ناشی از مسائل اقلیمی را احساس نمی‌کند (قبادیان و فیض مهدوی، ۱۳۸۰). بهترین شرایط اقلیمی برای زندگی آن است که فرد بدون کوشش و تلاش زیاد بتواند توازنی منطقی بین گرمای حاصل‌شده در بدن و گرمای ازدست‌داده برقرار کند. یعنی نه حرارتی از محیط پیرامون دریافت کند و نه حرارتی به محیط پس دهد. بنابراین آب‌وهوای بسیار سرد و بسیار گرم مناسب نیست. کمترین سوخت‌وساز در ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس انجام می‌شود و کمتر یا بیشتر از آن موجب افزایش سوخت‌وساز خواهد شد (هوشور، ۱۳۸۱). اطلاعات واقعی و صحیح شرایط جوی و اقلیم برای گردشگران، سازمان دهندگان، برنامه ریزان و سرمایه‌گذاران گردشگری به‌ویژه قبل و در ایام تعطیلات بسیار مفید و حیاتی است و این اطلاعات را می‌توان از کتب راهنمای گردشگری، اینترنت و غیره به دست آورد (فرج زاده و ماتزاراکیس، ۲۰۰۹).

منظور از اکوتوریسم نوعی توریسم طبیعی است که با محیط‌های طبیعی و دست‌نخورده و هم‌چنین نواحی حفاظت شده ارتباط دارد. اکوتوریسم عبارت است از مسافرت مسئولانه و مبتنی بر اصول پایدرای به نواحی طبیعی به منظور بهره‌گیری معنوی و ارضای نیازهای روحی و روانی توأم باشد و به محافظت از نواحی طبیعی و ارتقاء رفاه جامعه میزبان کمک کند (زاهدی، ۱۳۸۵). فعالیت‌های اکوتوریستی عبارت است از پیاده رویهای برنامه‌ریزی شده ایستگاهی و همچنین دامنه

¹. Matzarakis

نوردی، عبور از رودخانه‌های خروشان با قایق‌های بادی، سفر به مناطق بیلاقی و میهمان عشایر و ساکنان بومی این مناطق شدن، سفر به روستاها و مزارع اطراف روستاها به منظور لذت بردن از طبیعت و آشنایی با فرهنگها، کوهپیمایی، سفر به مناطق صعب‌العبور طبیعی، بازدید از غارهای طبیعی، مطالعه طبیعی گیاهی و جانوری، تماشای حیوانات و پرندگان، آشنایی با محیط زیست طبیعی در قالب دیگری به نام سافاری و با استفاده از خودروهای روباز برای تماشای حیوانات و پرندگان.

آب‌وهوا معیار مهمی در استقرار مراکز اکوتوریستی به شمار می‌رود، به طوری که مطالعه ویژگی‌های اقلیمی هر مکان می‌تواند در تعیین مناطق مورد نیاز برای گونه‌های خاصی از فعالیت‌های توریستی کمک‌های شایان توجهی به گردشگران بنماید. روابط بین محیط جوی و آسایش انسان را می‌توان با استفاده از شاخص‌های زیست‌هواشناسی مورد تحلیل و بررسی قرار داد. این شاخص‌ها اثر عوامل و عناصر مختلف اقلیمی و تفسیر تأثیرات پیچیده بر همدیگر و بدن انسان را به صورتی ساده و در قالب طبقه‌بندی عددی بیان می‌کنند (دی فرتیاس، ۲۰۰۱). روند رو به رشد در عمر چند دهه‌ای علم زیست‌اقلیم‌شناسی انسانی تا به امروز سه نسل از شاخص‌ها را به وجود آورده است. دسته اول، شاخص‌های اولیه تجربی مثل شاخص عدم آسایش، سوزباد و دمای محسوس و ... می‌باشد. در دسته دوم شاخص‌ها ترکیبی مثل شاخص اولگی^۱ (۱۹۷۳)، ترجونگ^۲ (۱۹۶۸) و شاخص TCI^۳ (۱۹۸۵) جای می‌گیرد. در نهایت نسل سوم تحت عنوان شاخص‌های دما-فیزیولوژیک شناخته می‌شوند، حاصل همکاری بین علوم اقلیم‌شناسی کاربردی و زیست‌هواشناسی انسانی است. از جمله معروف‌ترین این شاخص‌ها می‌توان به SET^۴، PMV^۵ و PET اشاره کرد. شاخص‌های دما-فیزیولوژیک، از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق می‌گردند که اولین بار توسط فانگر ابداع و تشریح شدند. در سال ۲۰۰۱ پرفسور ماتزارکیس از دانشگاه فرایبورگ آلمان مدل نرم‌افزاری ریمن^۶ را جهت محاسبه شاخص PET طراحی و عرضه کرد. مطالعات بسیار متعددی در مقیاس‌های متفاوت توسط (اندلر^۷ و ماتزاراکیس، ۲۰۰۷)، (امیراناشویلی^۸ و همکاران، ۲۰۰۸)، (لین^۹ و ماتزاراکیس، ۲۰۰۸) با استفاده از این شاخص صورت گرفته است. در داخل کشور نیز ذوالفقاری (۱۳۸۶) برای تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده (PMV) استفاده کرده است. رضانی و کاظم نژاد (۱۳۹۰) شرایط اقلیم آسایش در جهت توسعه گردشگری ساحل شهر انزلی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. فرج زاده و احمدآبادی (۱۳۸۹) در پژوهشی به ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیم گردشگری ایران با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری (TCI) پرداخته و مناطق مناسب برای گردشگری را در ماه‌های

1. Olgay

2. Terjung

3. Tourism Climate Index

4. Standard Effect Temperature

5. Predict Mean Vote

6. Rayman

7. Endler

8. Amiranashvili

9. lin and Matzarakis

مختلف به دست آوردند. شایان و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهش به بررسی شاخص اقلیم آسایش گردشگری در کیش پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر و دسامبر بهترین شرایط را برای جذب گردشگر دارند و ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر بدترین شرایط محیطی را دارند و ماه‌های آوریل و می نیز شرایط متوسطی دارا هستند. خوشحال دستجردی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از چهار روش طبقه‌بندی زیست اقلیم انسانی ماهوتی، ترجونگ، اولگی و گیونی زیست اقلیم انسانی استان اصفهان را پهنه‌بندی نموده و به پنج منطقه زیست‌بوم اقلیم انسانی مجزا طبقه‌بندی کردند. میری (۱۳۹۸) در پژوهشی به ارزیابی پتانسیل گردشگری ساحلی شمال ایران با استفاده از شاخص‌های نسل دوم و سوم زیست‌اقلیمی پرداخته و ماه‌های مناسب را از لحاظ شرایط اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری مشخص کرده است. برقی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به ارزیابی اقلیم آسایش گردشگری مسیر رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص CTIS پرداخته و به این نتیجه رسیده است که طول دوره آسایش اقلیمی در مسیر رودخانه زاینده‌رود از سد تا باتلاق گاوخونی بسیار متفاوت و در هر ایستگاهی، کوتاه است و بیشترین مقادیر را عمدتاً در فصل‌های بهار و پاییز دارد. کاظمی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تقویم آب و هوایی گردشگری با استفاده از شاخص CTIS در استان کرمان پرداخته است. بامری نژاد و همکاران (۱۳۹۸) با به‌کارگیری شاخص‌های اقلیمی مناطق مستعد گردشگری در استان کرمان را شناسایی کرده است. حاجری و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به تهیه تقویم اکوتوریسم حوزه خلیج‌فارس بر اساس شاخص‌های زیست‌اقلیمی مدل MEMI در منطقه بوشهر پرداختند و تقویم زمانی مناسب را برای فعالیت‌های پیک‌نیک، شنا و قایق‌رانی شناسایی کردند. با توجه به موقعیت جغرافیایی منحصر به فرد منطقه غرب کشور به لحاظ برخورداری از جاذبه‌های اکوتوریستی و همچنین حاکم بودن شرایط آب و هوایی متفاوت در فصول مختلف سال در سطح منطقه، در برنامه ریزی ایجاد و توسعه صنعت گردشگری، لزوم توجه به شرایط اقلیمی بسیار مهم است و با در نظر گرفتن مناطق مطلوب اقلیمی در فصول مختلف سال، لزوم توجه به ایجاد زیرساخت‌های گردشگری ویژه فصل‌های گرم و سرد در جهت افزایش میزان مطلوبیت شرایط محیطی برای گردشگری در مناطق مختلف ضروری به نظر می‌رسد. به‌طور کلی منطقه غرب کشور دارای جاذبه‌های فرهنگی، تاریخی و اکوتوریستی فراوانی برای توسعه فعالیت‌های گردشگری می‌باشد. با وجود اینکه این منطقه با دارا بودن قابلیت‌های فراوان و چشم اندازهای جغرافیایی متنوع دارای ظرفیت مناسبی برای جذب گردشگر است، اما متأسفانه از یک طرف بسیاری از این توانایی‌ها به فعل درنیامده و مورد استفاده صحیح و اصولی قرار نگرفته و از طرفی تعیین اقلیم آسایش گردشگرها جهت برنامه ریزی دقیق برای جذب گردشگران و طبیعت گردها و مدیریت آنها انجام نگرفته است. بنابراین با توجه به تأثیر فراوان اقلیم بر آسایش انسان و صنعت توریسم و پتانسیل‌های اکوتوریستی فراوان استان‌های واقع در غرب کشور و تنوع فراوان اقلیمی این منطقه، هدف این پژوهش تعیین تقویم برای فعالیت‌های طبیعت گردی مانند سفر به مناطق صعب‌العبور طبیعی، بازدید از غارهای طبیعی، مطالعه طبیعی گیاهی و جانوری، تماشای حیوانات، پیک‌نیک، کوهنوردی و ... در استان‌های کردستان، کرمانشاه و همدان در جهت تعیین مناسب‌ترین زمان برای گردشگری می‌باشد. از مهم‌ترین جاذبه‌های

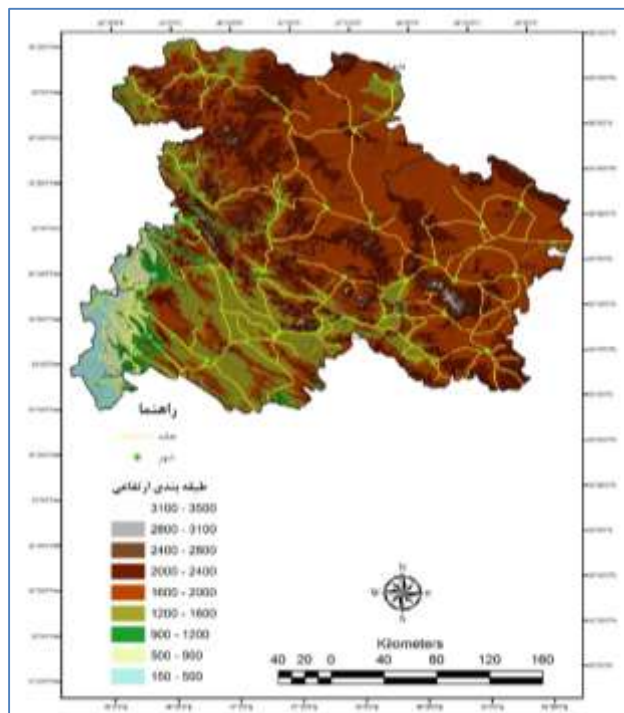
توریستی در این ناحیه می توان به دریاچه زریوار، ارتفاعات اورامانات، ارتفاعات چهل چشمه، رودخانه سیروان و جنگل های مریوان در استان کردستان، کوه بیستون، پارک کوهستان، تالاب هشیلان، روستای پلکانی پالنگان، طاق بستان، سراب نیلوفر و غار قوری قلعه در استان کرمانشاه، تپه های عباس آباد، غار علی صدر، دشت میشان الوند، کوه الوند، گنجنامه در استان همدان اشاره کرد. بخشی از جاذبه های گردشگری استان های کردستان، کرمانشاه و همدان در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: جاذبه های اکوتوریستی مهم منطقه غرب کشور

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شامل استان های کردستان، کرمانشاه و همدان هست که در سمت غرب کشور واقع شده اند. این منطقه از لحاظ موقعیت ریاضی بین عرض های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار مبدأ گسترده شده است. از لحاظ موقعیت نسبی نیز این منطقه با استان های زنجان، قزوین و مرکزی از سمت شرق و شمال شرق، با استان آذربایجان غربی از سمت شمال، با استان های لرستان و ایلام از سمت جنوب و با کشور عراق از سمت غرب همجوار است. مساحت منطقه غرب در استان همدان حدود ۱۹۴۹۳ کیلومترمربع، در استان کرمانشاه ۲۴۶۴۰ کیلومترمربع و در استان کردستان حدود ۲۸۲۳۵ کیلومترمربع می باشد که در مجموع با وسعتی در برابر با ۷۲۳۶۸ کیلومترمربع در حدود ۴/۴ درصد کل مساحت کشور را تشکیل می دهد. بلندترین ارتفاعات این منطقه ارتفاعات الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر در استان همدان، ارتفاعات چهل چشمه با ارتفاع ۳۱۶۳ متر در استان کردستان و ارتفاعات شاهو با ارتفاع ۳۳۹۰ متر در استان کرمانشاه می باشد (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی و طبقه بندی ارتفاعی منطقه غرب کشور

داده‌ها و روش‌ها

در انجام این پژوهش به منظور ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط آسایش اقلیمی در منطقه غرب کشور از بین ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در منطقه، ۱۳ ایستگاه که دارای آمار و اطلاعات در طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۰-۲۰۲۰) بودند، انتخاب شد. سپس داده‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی شامل دمای هوای خشک، رطوبت نسبی، سرعت باد، ابرناکی و فشار بخار اشباع در دوره روزانه و ساعتی از سازمان هواشناسی دریافت گردید. سپس اقدام به تجزیه و تحلیل و پردازش آن‌ها و رفع کمبودهای آماری شد. یکی از مباحثی که در آب و هواشناسی کاربردی مورد مطالعه قرار می‌گیرد، آب و هواشناسی توریسم است. برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های گردشگری در دوره زمانی کوتاه مدت از اطلاعات هواشناسی استفاده می‌کنند، اما برای برنامه‌های بلندمدت نیازمند اطلاعات و داده‌های اقلیمی هستند. گردشگران و مجریان تورهای گردشگری در صورتی که از شرایط آسایش اقلیمی محیط‌های مختلف جغرافیایی در طی روزهای مختلف سال آگاهی بیابند، می‌توانند مناسب‌ترین برنامه‌ریزی زمانی و مکانی را برای طرح‌ریزی فعالیت‌های گردشگری داشته باشند. بدین منظور می‌توان با استفاده از شاخص‌های مختلف، تقویم زمانی مناسب از لحاظ آسایش اقلیمی تدوین کرد. در میان شاخص‌های آسایش اقلیمی، مدل MEMI جزو مدل‌های موازنه حرارتی ترمو-فیزیولوژیک است که امروزه در مطالعات زیست اقلیم انسانی جایگاه ویژه‌ای دارند. این مدل از طریق نرم‌افزار ریمن قابل محاسبه است و خروجی آن سه شاخص زیر می‌باشد که عبارت‌اند از: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده و شاخص دمای مؤثر استاندارد می‌باشد که به ترتیب به شاخص‌های (PET)، (PMV) و (SET) معروف هستند. این شاخص‌ها جزء خروجی

مدل MEMI هستند. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌ها، جهت ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی محسوب می‌شود (ماتزاراکیس، ۲۰۰۷). مزیت اصلی این شاخص، ارائه نتایج برحسب واحد سلسیوس است که نتایج حاصل را برای استفاده‌کنندگان و برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف که ممکن است آشنایی با اصطلاحات زیست‌اقلیمی نداشته باشند، قابل‌درک می‌کند. علاوه بر این قابلیت ارزیابی در مقیاس زمانی روزانه و حتی ساعتی را نیز برای محققان به وجود می‌آورد. جزئیات مدل MEMI بر مبنای معادله بیلان انرژی بدن انسان استوار است و معادله آن به صورت زیر است:

$$M + W + R + C + E_D + E_{Re} + E_{Sw} + S = 0 \quad \text{معادله این در}$$

M: میزان یا درصد سوخت‌وساز بدن؛

W: خروجی کار فیزیکی؛

R: تابش خالص بدن؛

C: جریان حرارت همرفتی؛

E_D : جریان حرارت نهان تبخیری آب از پوست؛

E_{Re} : مجموع جریان‌های حرارتی مؤثر در گرمایش و تبخیر و تعرق؛

E_{Sw} : جریان هوای مؤثر در تبخیر و تعرق بدن.

در این معادله همه عبارت‌ها برحسب وات است. اگر بدن انسان در حال کسب انرژی باشد معادله تماماً مثبت است و اگر در حال از دست دادن انرژی باشد عبارت‌های معادله منفی خواهد بود. شاخص PET را می‌توان دمایی در نظر گرفت که طی آن بیلان حرارتی بدن انسان در یک محیط بسته و در حالت نشسته (بدون باد و تابش خورشیدی) با نرخ سوخت‌وساز با کار سبک (۸۰ وات) و مقاومت حرارتی لباس حدود ۰/۹ کلو، با دمای پوست و دمای مرکز بدن، در تعادل باشد (ماتزاراکیس و مایر، ۱۹۹۶). واحد نارسایی لباس را کلو گویند. مقاومت گرمایی یک کلو معادل ۰/۱۵۵ وات بر درجه سانتی‌گراد در مترمربع است. برای یک شخص در حالت ایستاده و لباس معمولی منزل، آسایش حرارتی مطلوب در یک دمای معادل فیزیولوژیک حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. در مقادیر شاخص PET، تنش گرما و در مقادیر پایین آن تنش سرما وجود خواهد داشت. برای فعالیت‌های مختلف و پوشش‌های لباس متفاوت، مقادیر دمای معادل فیزیولوژی نیز تغییر خواهد کرد. در شرایط کار سبک و پوشش لباس نازک‌تر، مقادیر PET افزایش یافته و در شرایط کار سنگین‌تر و پوشش لباس ضخیم‌تر، مقادیر این شاخص کاهش می‌یابد. در تبادل حرارت انسان با محیط اطراف، لباس عامل مؤثری به شمار می‌رود چرا که لباس مثل لفافی نارسا قسمتی از بدن را می‌پوشاند و از تماس با محیط اطراف می‌کاهد. داده‌های موردنیاز جهت محاسبه شاخص PET را می‌توان در چهار دسته از متغیرها به شکل زیر ارائه کرد:

۱- دسته اول شامل متغیرهای موقعیتی شامل، طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. این دسته از اطلاعات برای هر ایستگاه یک‌بار به مدل وارد می‌شود (شکل ۳)؛

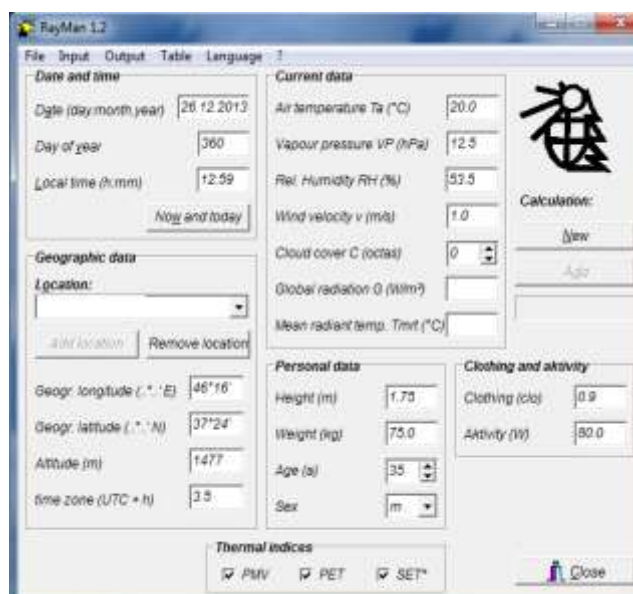
۲- دسته دوم متغیرهای هواشناسی به شرح جدول (۱) می‌باشند. این داده‌ها در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۵-۲۰۲۰) از سازمان هواشناسی دریافت گردیده و بعد از تبدیل به تاریخ شمسی و میانگین‌گیری روزانه مورد استفاده قرار گرفته است؛

جدول ۱: داده‌های هواشناسی مورد نیاز برای محاسبه شاخص PET

ردیف	داده هواشناسی	واحد
۱	دمای هوای خشک	ساتی‌گراد
۲	فشار بخار آب	هکتوپاسکال
۳	رطوبت نسبی	درصد
۴	سرعت باد	متر بر ثانیه
۵	میزان ابرناکی	اکتا

۳- دسته سوم متغیرهای فردی شامل ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر شامل: قد، وزن، سن و جنسیت می‌باشد (به‌طور پیش فرض قد ۱۷۵ سانتی‌متر، وزن ۷۵ کیلوگرم و نوع جنسیت مرد به مدل وارد شده است)؛

۴- دسته چهارم، متغیرهای مربوط به نوع پوشش و فعالیت می‌باشد (به‌طور پیش فرض ارزش نارسایی لباس ۰/۹ کلو و میزان فعالیت ۴ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است).



شکل ۳: نحوه وارد کردن اطلاعات اقلیمی به مدل ریمن

بعد از تعریف متغیرها و وارد کردن آن‌ها به مدل، خروجی مدل به صورت مقادیر محاسبه شده برای هر کدام از شاخص‌های دما- فیزیولوژیک به دست آمد. نتایج محاسبات و خروجی مدل منجر به تشکیل ماتریسی از ارزش عددی

شاخص PET به ابعاد ۳۶۵ (روز) × ۱۳ (ایستگاه) گردید. در ادامه با استفاده از جدول (۲) وضعیت توصیفی شرایط فیزیولوژیکی و حساسیت گرمایی در روزهای مختلف سال به دست می‌آید. همچنین به منظور ترسیم نقشه‌های شاخص PET در مقیاس ماهانه، میانگین ماهانه بر اساس مقادیر روزانه محاسبه و نقشه‌های ماهانه به وسیله نرم‌افزار GIS ترسیم شد.

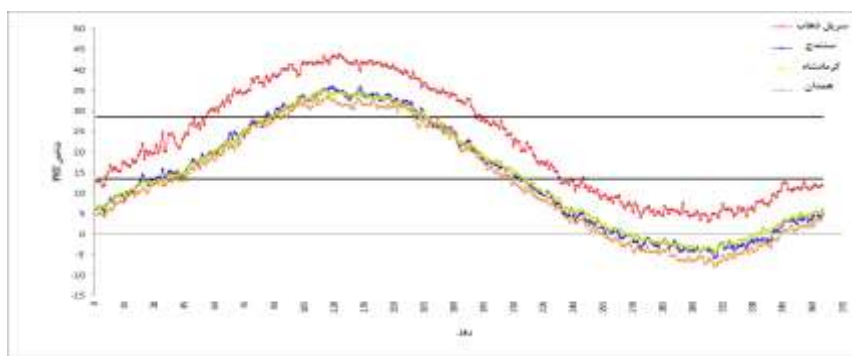
جدول ۲: مقادیر آستانه‌ای شاخص PET در درجات مختلف حساسیت انسان (ماتزارکیس و همکاران، ۱۹۹۹)

درجه تنش فیزیولوژیکی	حساسیت گرمایی	PET برحسب درجه سلسیوس
تنش سرمایی بسیار زیاد	بسیار سرد	کمتر از ۴
تنش سرمایی زیاد	سرد	۴
تنش سرمایی متوسط	خنک	۸
تنش سرمایی اندک	کمی خنک	۱۳
بدون تنش	آسایش	۱۸
تنش گرمایی اندک	کمی گرم	۲۳
تنش گرمایی متوسط	گرم	۲۹
تنش گرمایی زیاد	داغ	۳۵
تنش گرمایی بسیار زیاد	بسیار داغ	۴۱

بحث و یافته‌ها

برحسب طبقات شاخص PET که در جدول (۲) ارائه شده است، ارزش عددی ۱۸ تا ۲۳ محدوده آسایش را از دیدگاه فیزیولوژیکی شرایط بدون تنش را نشان می‌دهد که بهترین و مطلوب‌ترین شرایط اقلیم آسایشی می‌باشد. در این طبقه‌بندی مقادیر عددی ۲۳ تا ۲۹ تنش‌های گرمایی اندک و مقادیر ۱۳ تا ۱۸ بیانگر تنش‌های سرمایی اندک است که با در نظر گرفتن تمهیداتی (مثل پوشیدن لباس مناسب) می‌توان شرایط را به محدوده آسایش رساند. در مقادیر کمتر از ۱۳ درجه سلسیوس، گردشگران با تنش‌های سرمایی و در مقادیر بالاتر از ۲۹ درجه سلسیوس با تنش‌های گرمایی مواجه می‌شوند. به منظور ارزیابی روند تغییرات روزانه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه غرب کشور ایستگاه‌های سنندج، کرمانشاه، همدان و سرپل ذهاب به طور منتخب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ایستگاه‌های همدان و سنندج تقریباً از الگوی تغییرات مشابهی در دمای معادل فیزیولوژیک پیروی می‌کنند. زمان آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری در این ایستگاه‌ها در دو دوره مجزا به وقوع می‌پیوندد. دوره اول آسایش اقلیمی در این ایستگاه‌ها از اوایل اردیبهشت آغاز گردیده و در اواخر خرداد به پایان می‌رسد و حدود ۶۰ روز می‌باشد. از اوایل تیر تا اواسط شهریور به مدت حدود ۷۵ روز تنش‌های گرمایی با شدت اندک تا متوسط دیده می‌شود. دوره دوم آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری از اواسط

شهریور تا اوایل آبان به مدت حدود ۴۵ روز مشاهده می‌گردد. از اوایل آبان ماه به تدریج تنش‌های سرمایی شروع شده و تا اوایل اردیبهشت با شدت‌های مختلف ادامه می‌یابد. در طول ماه‌های آذر، دی و بهمن دمای معادل فیزیولوژیک به زیر صفر رسیده و تنش‌های سرمایی با شدت خیلی زیاد مشاهده می‌گردد. به‌طور کلی طول دوره تنش‌های سرمایی در این ایستگاه‌ها به‌طور متوسط ۱۸۵ روز، طول دوره آسایش اقلیمی ۱۰۵ روز و طول تنش‌های گرمایی ۷۵ روز می‌باشد (شکل ۴). روند تغییرات روزانه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در ایستگاه کرمانشاه تا حدود زیادی مشابه ایستگاه‌های همدان و سنندج می‌باشد. در ایستگاه کرمانشاه از اوایل اردیبهشت تا اواسط خرداد و از اواسط شهریور تا اواسط آبان به مدت حدود ۱۰۵ روز شرایط آسایش اقلیمی، از اواسط خرداد تا اواسط شهریور به مدت حدود ۹۰ روز تنش‌های گرمایی و از اواسط آبان تا اواخر فروردین به مدت حدود ۱۷۰ روز تنش‌های سرمایی با شدت‌های متفاوت وجود دارد. با توجه به وجود شرایط متفاوت اقلیمی در مناطق مرزی استان کرمانشاه، ایستگاه سرپل ذهاب نیز به‌عنوان یکی از ایستگاه‌های استان کرمانشاه مورد مطالعه قرار گرفته است. زمان آسایش اقلیمی فعالیت‌های گردشگری در سرپل ذهاب و مناطق مرزی استان کرمانشاه، از اوایل فروردین تا اواخر اردیبهشت و از اواسط مهر تا اواخر آبان به مدت ۱۰۵ روز می‌باشد. از اواخر اردیبهشت تنش‌های گرمایی در سرپل ذهاب آغاز گردیده و تا اواسط مهر به مدت ۱۴۰ روز با شدت‌های مختلف تداوم می‌یابد. تنش‌های سرمایی در سرپل ذهاب نسبت به بقیه مناطق در منطقه مورد مطالعه کوتاه بوده و از اوایل آذر تا اواخر اسفند به مدت ۱۲۰ روز را شامل می‌گردد (شکل ۴).

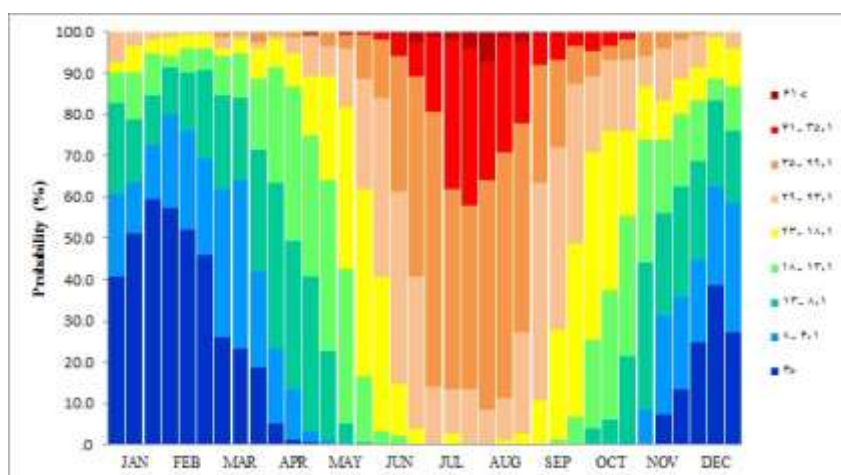


شکل ۴: تغییرات روزانه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در چهار ایستگاه منطقه غرب کشور

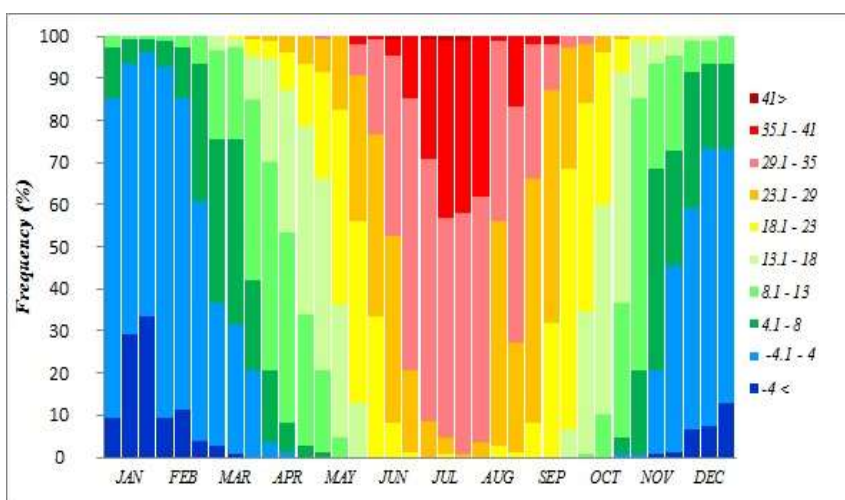
احتمالات وقوع تنش‌های سرمایی و گرمایی و نیز آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های اکوتوریستی برای ایستگاه‌های سنندج و کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفت. در ایستگاه سنندج، احتمال وقوع آسایش حرارتی برای فعالیت‌های گردشگری در بین ماه‌های اردیبهشت تا مهر وجود دارد. بیشترین احتمال وقوع آسایش حرارتی با مقادیر بیشتر از ۳۰ درصد، از ۲۰ اردیبهشت تا ۲۰ خرداد و ۲۰ شهریور تا ۳۰ مهر و کمترین احتمال وقوع آسایش حرارتی با احتمال نزدیک صفر درصد مربوط به اواسط آبان ماه تا اوایل ماه فروردین است. احتمال وقوع تنش‌های سرمایی در ایستگاه سنندج در بین ماه‌های مهر تا اوایل اردیبهشت وجود دارد که این احتمال در ماه‌های آذر، دی و بهمن به بیش از ۹۰ درصد

می‌رسد. در مقابل احتمال وقوع تنش‌های گرمایی در سنج با شدت کم تا زیاد از ۱۰ خرداد تا ۳۰ شهریور وجود دارد که بیشترین احتمال وقوع در بین ۱۰ تیر تا ۱۰ مردادماه اتفاق می‌افتد (شکل ۵).

احتمالات وقوع تنش‌های سرمایی و گرمایی و نیز آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های اکوتوریستی در ایستگاه کرمانشاه نیز در شکل (۶) نشان داده شده است. در ایستگاه کرمانشاه نیز احتمال وقوع آسایش حرارتی برای فعالیت‌های گردشگری در بین ماه‌های اردیبهشت تا مهر وجود دارد. بیشترین احتمال وقوع آسایش حرارتی با مقادیر بیشتر از ۳۰ درصد در بین روزهای از ۲۰ اردیبهشت تا ۲۰ خرداد و ۲۰ شهریور تا ۳۰ مهر وجود دارد. در صورتی که در بین ماه‌های اواسط آبان تا اواخر اسفند احتمال وقوع آسایش حرارتی نزدیک صفر درصد است. احتمال وقوع تنش‌های سرمایی در کرمانشاه در بین ماه‌های آبان تا فروردین وجود دارد که در ماه‌های آذر، دی و بهمن احتمال وقوع این تنش‌ها بیش از ۸۰ درصد روزهای ماه را شامل می‌شود. احتمال وقوع روزهای با تنش‌های گرمایی در کرمانشاه با شدت کم تا خیلی زیاد از ۱۰ خرداد تا ۱۰ مهر وجود دارد که بیشترین احتمال وقوع در بین ۱۰ تیر تا ۱۰ مردادماه اتفاق می‌افتد.

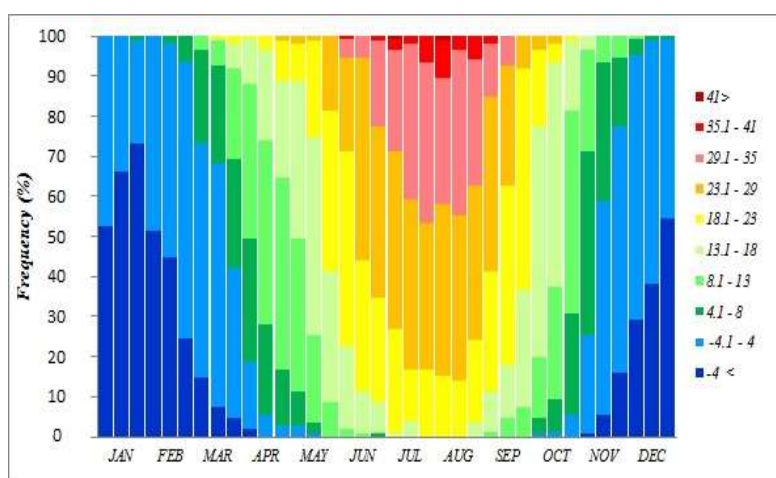


شکل ۵: احتمال وقوع آسایش حرارتی و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی در سنج



شکل ۶: احتمال وقوع آسایش حرارتی و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی در کرمانشاه

احتمالات وقوع تنش‌های سرمایی و گرمایی و نیز آسایش اقلیمی برای فعالیتهای اکوتوریستی در ایستگاه همدان نیز در شکل (۷) نشان داده شده است. در ایستگاه همدان احتمال وقوع آسایش حرارتی برای فعالیتهای گردشگری در بین ماه‌های اردیبهشت تا مهر وجود دارد. بیشترین احتمال وقوع آسایش حرارتی با مقادیر بیشتر از ۳۰ درصد در بین روزهای از ۲۰ اردیبهشت تا ۲۰ خرداد و ۱ شهریور تا ۱۰ مهر وجود دارد. احتمال وقوع تنش‌های سرمایی در همدان در بین ماه‌های مهر تا اردیبهشت وجود دارد که در ماه‌های آذر، دی و بهمن احتمال وقوع این تنش‌ها بیش از ۹۰ درصد روزهای ماه را شامل می‌شود. احتمال وقوع روزهای با تنش‌های گرمایی در همدان با شدت کم تا خیلی زیاد از ۱ تیر تا ۱۰ شهریور وجود دارد که بیشترین احتمال وقوع در بین ۲۰ تیر تا ۱۰ مردادماه اتفاق می‌افتد.



شکل ۷: احتمال وقوع آسایش حرارتی و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی در همدان

در ادامه تغییرات زمانی - مکانی اقلیم آسایشی گردشگری، با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی ماهانه مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به تغییر شرایط آسایش اقلیمی با افزایش یا کاهش ارتفاع و نیز محدود بودن تعداد ایستگاه‌های هواشناسی، نقشه‌هایی که بدون توجه به عامل ارتفاع تهیه می‌شوند شرایط یکسانی را از بعد آسایش اقلیمی برای مناطق کوهستانی و دشتی نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از جاذبه‌های اکوتوریستی و فعالیتهای مرتبط با آن مربوط به مناطق کوهستانی و مرتفع می‌شوند، نقشه‌های اقلیم گردشگری که تنها متکی به نقاط شهری و ایستگاه‌های هواشناسی باشند نمی‌توانند شرایط اقلیم گردشگری را به درستی ارزیابی کنند، بنابراین برای رفع این مشکل، با برقراری رابطه رگرسیونی بین مقادیر PET در هر ماه و ارتفاع ایستگاه‌های مختلف در محیط نرم‌افزار اکسل معادله رگرسیونی بین دو پارامتر موردنظر مثلاً ستون PET مربوط به ماه فروردین و ارتفاع ایستگاه‌ها را با الگوی خطی محاسبه کرده و با وارد کردن معادله بدست آمده در محیط نرم افزار ArcGIS، نقشه‌های مربوط به وضعیت آسایش اقلیمی برای فعالیتهای توریستی در هر ماه به دست آمد. همبستگی بین شاخص دمای معادل فیزیولوژیک با ارتفاع در تمام ماه‌های

سال دارای روند معکوس و معنی دار (در سطح ۵ درصد) می باشد، یعنی با افزایش ارتفاع دمای معادل فیزیولوژیک در تمام ماه های سال کاهش می یابد (جدول ۳).

در فروردین ماه دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه بین ۶- تا ۲۰ درجه سلسیوس متغیر است. در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متری منطقه مانند ارتفاعات شاهو، الوند و چهل چشمه تنش های سرمایی زیاد و در مناطق نسبتاً مرتفع منطقه تنش سرمایی متوسط دیده می شود. همچنین در مناطق کم ارتفاع و دشت ها تنش سرمایی اندک و در نوار مرزی استان کرمانشاه از قصرشیرین تا سومار شرایط آسایش حرارتی برای فعالیت های اکوتوریستی وجود دارد (شکل ۸). در ماه اردیبهشت دمای معادل فیزیولوژیک نسبت به فروردین افزایش می یابد و بین ۱- تا ۲۷ درجه سانتی گراد متغیر است. در این ماه در بیشتر مناطق کم ارتفاع و دشت های منطقه که بیشتر در استان کرمانشاه واقع شده اند، شرایط آسایش اقلیمی برای فعالیت های اکوتوریستی حاکم است اما در مناطق نسبتاً کوهستانی، تنش های سرمایی با شدت اندک و در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متر (الوند، شاهو، چهل چشمه و...) تنش های سرمایی با شدت متوسط تا زیاد دیده می شود (شکل ۹).

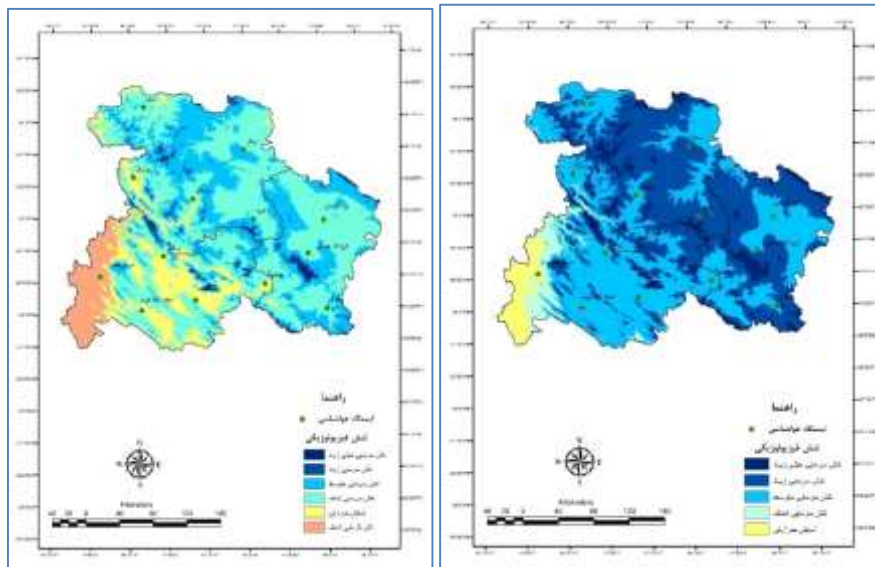
جدول ۳: معادله و ضریب همبستگی بین شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و ارتفاع در ماه های مختلف سال

ماه	ضریب همبستگی	معادله همبستگی
فروردین	۰/۹۵	$Y = -0/0106x + 24$
اردیبهشت	۰/۹۵	$Y = -0/0126x + 33/5$
خرداد	۰/۹۳	$Y = -0/0136x + 43/7$
تیر	۰/۸۸	$Y = -0/0121x + 47$
مرداد	۰/۹۰	$Y = -0/0117x + 47/1$
شهریور	۰/۹۲	$Y = -0/0119x + 41/7$
مهر	۰/۹۴	$Y = -0/0118x + 33/1$
آبان	۰/۹۴	$Y = -0/0095x + 20/5$
آذر	۰/۹۴	$Y = -0/0092x + 12/7$
دی	۰/۹۱	$Y = -0/0097x + 9/9$
بهمن	۰/۹۳	$Y = -0/0106x + 11/2$
اسفند	۰/۹۴	$Y = -0/0101x + 17/1$

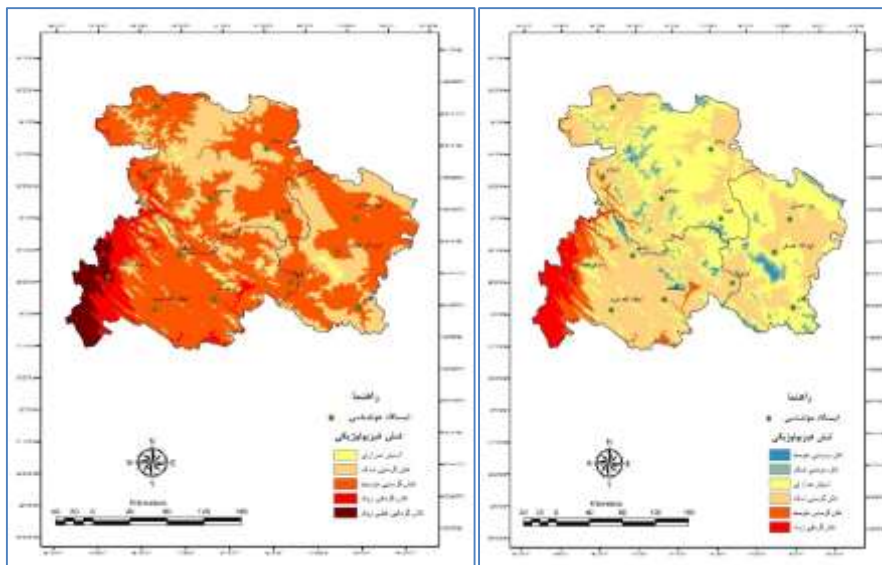
در ماه خرداد نیز دمای معادل فیزیولوژیک نسبت به ماه های قبل افزایش یافته و بین ۶ تا ۳۸ درجه سانتی گراد متغیر است. در بیشتر قسمت های منطقه غرب کشور (بالای ۹۰ درصد وسعت منطقه) شرایط بسیار مناسبی از لحاظ آسایش اقلیمی برای فعالیت های اکوتوریستی حاکم است و تنها در مناطق مرزی استان کرمانشاه مخصوصاً از قصرشیرین تا

سومار تنش‌های گرمایی با شدت اندک تا متوسط دیده می‌شود (شکل ۱۰). در ماه تیر دمای معادل فیزیولوژیک بین ۱۲ تا ۴۴ درجه سلسیوس متغیر است. در این ماه در مناطق مرتفع و کوهستانی غرب کشور شرایط آسایش اقلیمی برای فعالیت اکوتوریستی حاکم است. اما در بیشتر بخش‌های منطقه مورد مطالعه (حدود ۷۰ درصد وسعت منطقه) تنش گرمایی اندک دیده می‌شود و در نوار مرزی واقع در غرب استان کرمانشاه که همجوار با کشور عراق می‌باشد تنش گرمایی با شدت متوسط تا زیاد برای فعالیت‌های گردشگری وجود دارد (شکل ۱۱). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در مردادماه نیز مشابه تیرماه می‌باشد، به گونه‌ای که مقادیر شاخص بین ۱۳ تا ۴۴ درجه سلسیوس بوده و در بیشتر قسمت‌های منطقه تنش گرمایی اندک و در مناطق مرزی استان کرمانشاه تنش گرمایی متوسط تا زیاد برای فعالیت‌های اکوتوریستی وجود دارد اما در مناطق مرتفع و کوهستانی مانند الوند، شاهو و چهل چشمه و ... شرایط آسایش حرارتی حاکم است. (شکل ۱۲). در ماه شهریور به دلیل کاهش دمای هوا نسبت به ماه‌های تیر و مرداد، مقادیر شاخص PET نیز نسبت به ماه‌های قبل کاهش می‌یابد به گونه‌ای که مقادیر شاخص بین ۹ تا ۳۷/۵ درجه سلسیوس متغیر می‌باشد. در مناطق مرزی همجوار با کشور عراق تنش گرمایی با شدت متوسط تا اندک و در بقیه مناطق غرب کشور (حدود ۹۵ درصد از وسعت منطقه) شرایط آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های اکوتوریستی حاکم است. در ارتفاعات بسیار مرتفع مانند الوند در همدان تنش سرمایی با شدت ضعیف دیده می‌شود (شکل ۱۳). در ماه مهر تنش سرمایی به تدریج در منطقه کوهستانی غرب کشور آغاز می‌گردد. در این ماه دمای معادل فیزیولوژیک بین ۰ تا ۲۸ درجه سلسیوس متغیر است. در بیشتر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه شرایط آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری وجود دارد اما در قسمت‌های مرتفع منطقه مورد مطالعه، عمدتاً تنش‌های سرمایی با شدت اندک تا متوسط حاکم می‌باشد. در محدوده بسیار باریکی از منطقه سومار نیز تنش‌های گرمایی با شدت اندک همچنان دیده می‌شود (شکل ۱۴). شاخص دمای فیزیولوژیک منطقه غرب کشور در ماه آبان بین ۶- تا ۱۷ متغیر می‌باشد. به غیر از نوار مرزی استان کرمانشاه که شرایط آسایش حرارتی در آن حاکم است در بقیه مناطق تنش‌های سرمایی با شدت‌های ضعیف (مناطق کم ارتفاع) تا زیاد و خیلی زیاد (مناطق مرتفع مانند ارتفاعات الوند، شاهو و ...) برای فعالیت‌های اکوتوریستی دیده می‌شود (شکل ۱۵). در ماه آذر بر شدت تنش‌های سرمایی در منطقه مورد مطالعه افزوده شده است، به گونه‌ای که دمای معادل فیزیولوژیک در این ماه بین ۱۳- تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده و در تمام قسمت‌های غرب کشور تنش‌های سرمایی دیده می‌شود. در مناطق کم ارتفاع مرزی همجوار با کشور عراق در استان کرمانشاه تنش‌های سرمایی اندک تا متوسط و در بقیه مناطق تنش‌های سرمایی زیاد و خیلی زیاد برای فعالیت‌های گردشگری وجود دارد (شکل ۱۶). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در دی‌ماه در منطقه غرب کشور بین ۲۰- تا ۸/۵ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد و تنش‌های سرمایی با شدت اندک تا خیلی زیاد در منطقه حاکم است. در این ماه در مناطق مرزی استان کرمانشاه تنش سرمایی اندک تا متوسط و در بقیه مناطق تنش‌های سرمایی زیاد تا خیلی زیاد دیده می‌شود که می‌تواند فعالیت‌های اکوتوریستی را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (شکل ۱۷). در ماه بهمن شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در منطقه بین ۲۰- تا ۹ درجه سانتی‌گراد قرار دارد و شرایطی مشابه با دی‌ماه را نشان می‌دهد و

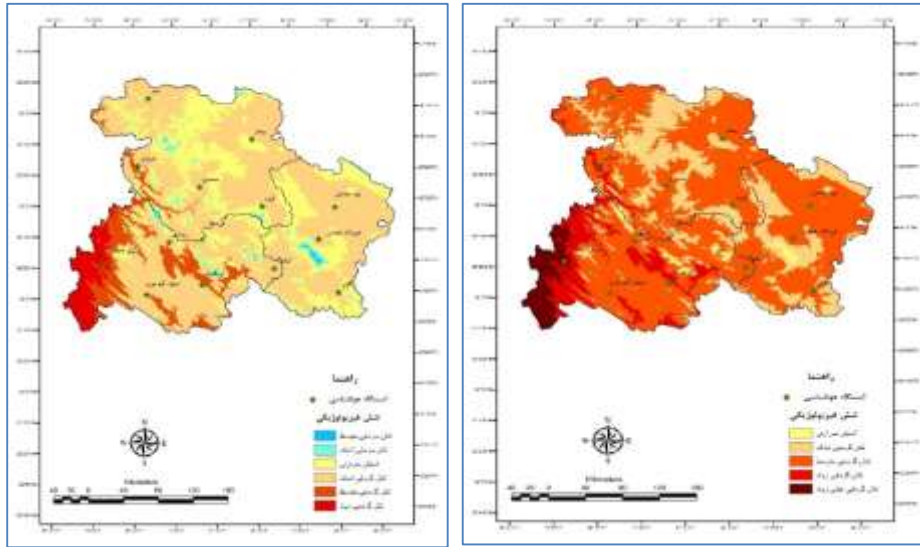
به‌غیر از مناطق مرزی استان کرمانشاه در بقیه مناطق تنش‌های سرمایی زیاد تا خیلی زیاد دیده می‌شود (شکل ۱۸). در ماه اسفند از شدت تنش سرمایی در منطقه مورد مطالعه نسبت به ماه‌های دی و بهمن کاسته شده است و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک بین ۱۳- تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. در تمام بخش‌های منطقه مورد مطالعه تنش‌های سرمایی با شدت‌های مختلف وجود دارد که در ناحیه سومار میزان تنش‌های سرمایی خیلی پایین است (شکل ۱۹)



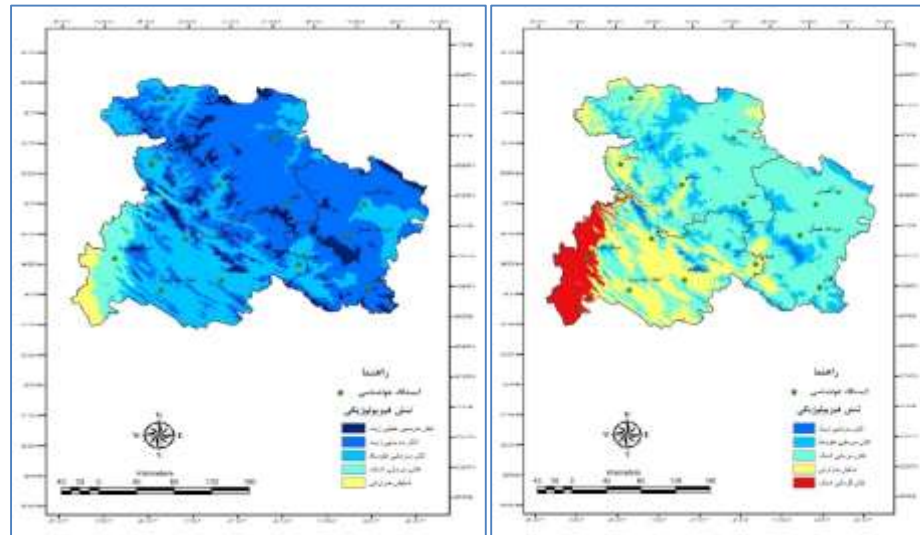
شکل ۸: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه فروردین شکل ۹: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه اردیبهشت



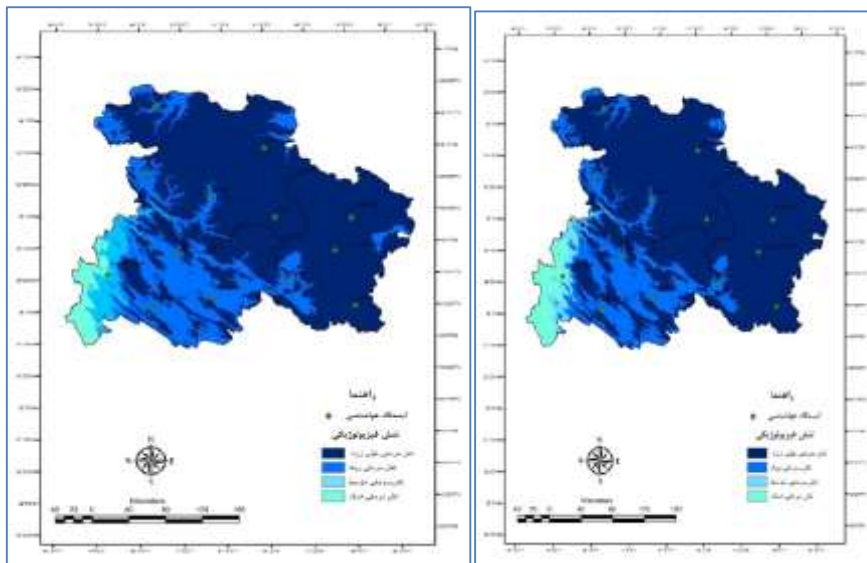
شکل ۱۰: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه خرداد شکل ۱۱: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه تیر



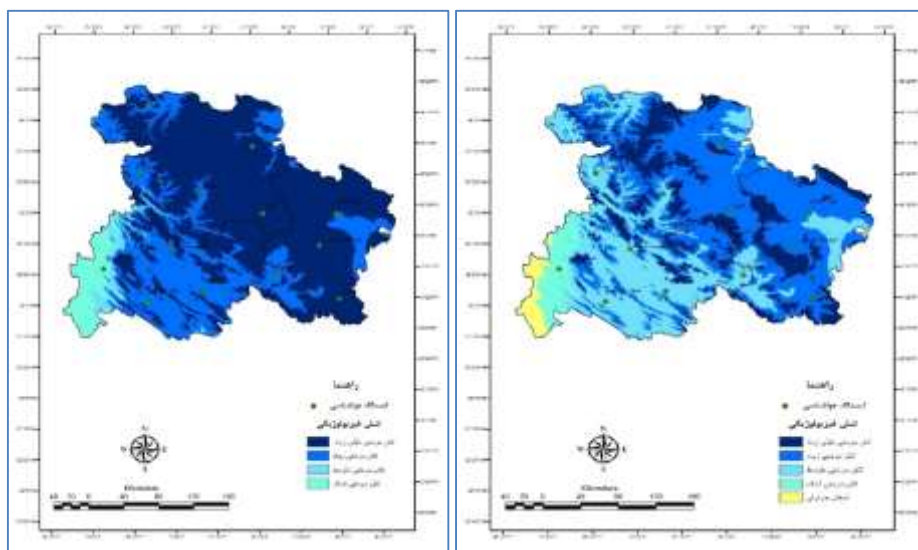
شکل ۱۲: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه مرداد شکل ۱۳: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه شهریور



شکل ۱۴: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه مهر شکل ۱۵: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه آبان



شکل ۱۶: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه آذر شکل ۱۷: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه دی



شکل ۱۸: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه بهمن شکل ۱۹: شاخص دمای معادل فیزیولوژیک ماه اسفند

نتیجه گیری

گردشگری یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی جهان به شمار می‌رود که حساسیت خارق العاده ای نسبت به هوا و آب و هوا نشان می‌دهد. با توجه به اینکه فعالیت‌های اکوتوریستی در بستر محیط طبیعی و عمدتاً در فضاهای خارج از شهرها صورت می‌گیرد، کاملاً وابسته به شرایط آب و هوایی می‌باشد. به طوری که در برخی از مناطق جهان، پیش بینی وضعیت گردشگری براساس آب و هوا صورت می‌گیرد. در این پژوهش تقویم آسایش حرارتی و نیز تنش‌های سرمایی و گرمایی در استان‌های کردستان، کرمانشاه و همدان براساس شاخص دمای معادل فیزیولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در بیشتر بخش‌های منطقه غرب کشور مانند شهرهای سنندج، همدان و کرمانشاه تقریباً روند مشابهی از لحاظ تغییرات شاخص دمای معادل فیزیولوژیک دیده می‌شود. زمان آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری در این مناطق در دو دوره مجزا به وقوع می‌پیوندد. دوره اول آسایش اقلیمی در این بیشتر ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه، از اوایل اردیبهشت آغاز گردیده و در اواخر خرداد به پایان می‌رسد و حدود ۶۰ روز می‌باشد. از اوایل تیر تا اواسط شهریور به مدت حدود ۷۵ روز تنش‌های گرمایی با شدت اندک تا متوسط دیده می‌شود. دوره دوم آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری از اواسط شهریور تا اوایل آبان به مدت حدود ۴۵ روز مشاهده می‌گردد. از اوایل آبان ماه به تدریج تنش‌های سرمایی شروع شده و تا اوایل اردیبهشت با شدت‌های مختلف ادامه می‌یابد. در طول ماه‌های آذر، دی و بهمن دمای معادل فیزیولوژیک به زیر صفر رسیده و تنش‌های سرمایی با شدت خیلی زیاد مشاهده می‌گردد. به طور کلی طول دوره تنش‌های سرمایی در این ایستگاه‌ها به طور متوسط ۱۸۵ روز، طول دوره آسایش اقلیمی ۱۰۵ روز و طول تنش‌های گرمایی ۷۵ روز می‌باشد. در مناطق مرزی استان کرمانشاه مانند سرپل ذهاب و قصرشیرین، زمان آسایش اقلیمی برای فعالیت‌های گردشگری، از اوایل فروردین تا اواخر اردیبهشت و از اواسط مهر تا اواخر آبان به مدت ۱۰۵ روز می‌باشد. از اوایل اردیبهشت تنش‌های گرمایی در سرپل ذهاب و قصرشیرین آغاز گردیده و تا اواسط مهر به مدت ۱۴۰

روز با شدت‌های مختلف تداوم می‌یابد. تنش‌های سرمایی در مناطق مرزی استان کرمانشاه نسبت به بقیه مناطق در منطقه مورد مطالعه کوتاه بوده و از اوایل آذر تا اواخر اسفند به مدت ۱۲۰ روز را شامل می‌گردد. یکی از جنبه‌های مهم این پژوهش نوآوری در تهیه نقشه‌های اقلیم گردشگری براساس تغییرات ارتفاعی می‌باشد که کمتر در پژوهش‌های دیگر به آن پرداخته شده است. به عنوان نمونه نتایج حاصل از بررسی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و اقلیم آسایش گردشگری (TCI) نشان داد که وضعیت اقلیم گردشگری استان بیش از هر چیزی؛ متأثر از شرایط توپوگرافی زمین می‌باشد. به گونه‌ای که مناطق غربی و مرکزی با ارتفاع زیاد در سطح استان (شهرستان‌های سنقر، کنگاور، هرسین، صحنه، کرمانشاه، جوانرود و اسلام آباد غرب) در طی سال شرایط متفاوتی در مقایسه با مناطق غربی و کم ارتفاع‌تر استان (سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصرشیرین)، به لحاظ آسایش اقلیمی و درجه فیزیولوژیک دارند. به لحاظ پراکنش زمانی، اردیبهشت خرداد و مهر مناسب‌ترین زمان برای انجام فعالیت گردشگری در استان کرمانشاه می‌باشد (منوچهری و پروین، ۱۳۹۸). همچنین نتایج حاصل از بررسی تأثیر تغییرات روزانه آب و هوا بر گردشگری استان کردستان با استفاده از روش PET نشان داد که از نظر اقلیمی عمده‌ترین محدودیت گردشگری در ایستگاه‌های مورد مطالعه کردستان، وجود تنش سرمایی در اکثر روزهای سال بوده و دوره مطلوب اقلیمی تنها دوره کوتاهی از سال را پوشش داده، به گونه‌ای که تعداد روزهای مطبوع اقلیمی در زرینه اوباتو ۶۵ روز، سقز ۴۶ روز، بیجار ۴۳ روز، قروه ۴۰ روز و در نهایت سنندج ۳۳ روز می‌باشد (عطایی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه با اینکه هدف این پژوهش ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری برای فعالیت‌های اکوتوریستی مانند سفر به مناطق صعب‌العبور طبیعی، بازدید از غارهای طبیعی، مطالعه طبیعی گیاهی و جانوری، تماشای حیوانات، پیک‌نیک، کوهنوردی و ... بود، در این پژوهش نقشه‌های اقلیم گردشگری منطقه غرب کشور براساس تغییرات ارتفاعی و با لحاظ کردن ارتباط بین شاخص دمای فیزیولوژیک و ارتفاع تهیه گردید که می‌توان با تحلیل این نقشه‌ها زمان‌های مناسب برای فعالیت‌هایی مانند کوهنوردی در ارتفاعات مهم منطقه مانند الوند، چهل چشمه، پرو و شاهو را شناسایی و در برنامه ریزی فعالیت‌های کوهنوردی مورد استفاده قرار داد.

منابع

- ۱- اسماعیلی، رضا؛ صابر حقیقت، اکرم؛ ملبوسی، شهرام (۱۳۸۹): ارزیابی شرایط اقلیم آسایش بندر چابهار در جهت توسعه گردشگری، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان.
- ۲- بامری نژاد، فریده، کشتکار، امیر رضا، کریم پورریحان، مجید، افضل، علی (۱۳۹۸): به‌کارگیری شاخص‌های اقلیمی در تعیین مناطق مستعد گردشگری استان کرمان. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۹-۷۸، (۳) ۳۰.
- ۳- برقی، حمید، یزدانپناه، حجت ا... . اسماعیلی، آرزو. (۱۳۹۶): ارزیابی اقلیم آسایش گردشگری مسیر رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص CTIS. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی ۹۶-۸۱، (۳) ۲۸.

- ۴- جهانیان، منوچهر، زندی، ابتهال (۱۳۹۱): اکوتوریسم، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- ۵- حاجری، زینب، ناصرزاده، محمدحسین، تقوی گودرزی، سعید. (۱۳۹۸): تهیه تقویم اکو توریسم حوزه خلیج فارس بر اساس شاخص های زیست اقلیمی MEMI (مطالعه موردی: بوشهر)، فصل نامه مطالعات مدیریت گردشگری، (۱۴(۴۶)، ۲۴۵-۲۸۲.
- ۶- خوشحال دستجردی، جواد؛ غازی، ایران و آروین، عباسعلی (۱۳۸۵): استفاده از گروه بندی خوشه ای در پهنه بندی زیست اقلیم انسانی (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، دوره ۲۰، شماره ۱.
- ۷- خوارزمی، امید علی؛ قهرمان، آرش؛ بستان، زهرا (۱۳۹۸): تحلیلی بر پیشران های گردشگری شهر مشهد، نهمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت شهری توسعه پایدار و شهرهای آینده، مشهد، ایران.
- ۸- رضائی، بهمن، کاظم نژاد، زهرا (۱۳۹۰): ارزیابی شرایط اقلیم آسایش در جهت توسعه گردشگری ساحلی شهر انزلی، نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، صص ۳۳-۴۱.
- ۹- ذولفقاری، حسن (۱۳۸۶): تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده (PMV)، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۲، صص ۱۴۱-۱۲۹.
- ۱۰- زاهدی، شمس السادات (۱۳۸۵): مبانی توریسم و اکوتوریسم با تاکید بر محیط زیست، انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
- ۱۱- قبادیان، وحید؛ فیض مهدوی، محمد (۱۳۸۰): طراحی اقلیمی - اصول نظری و اجرای کاربرد انرژی در ساختمان، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۲- فرج زاده، منوچهر؛ احمدآبادی، علی (۱۳۸۹): ارزیابی و پهنه بندی اقلیم گردشگری ایران با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری TCI، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۱، بهار ۱۳۸۹.
- ۱۳- عطایی، هوشمند؛ هاشمی نسب، سادات؛ زارعان، مرضیه؛ حیدری، ریحانه (۱۳۹۳): ارزیابی تأثیر تغییرات روزانه آب و هوا بر گردشگری استان کردستان با استفاده از روش PET، فصلنامه سپهر، دوره ۲۳، شماره ۹۰، صص ۳۲-۴۰.
- ۱۴- کاظمی، زهرا، کریمی، صادق، محمدی سلیمانی، مهرداد. (۱۳۹۴): بررسی تقویم آب و هوایی گردشگری با استفاده از شاخص CTIS در شهر کرمان، جغرافیای اجتماعی شهری، ۱۰۱-۸۳، (۲۳).
- ۱۵- منوچهری، فاطمه؛ پروین، منصور (۱۳۹۸): بررسی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از شاخص های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و اقلیم آسایش گردشگری (TCI)، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۴، صص ۱۳۸-۱۱۹.
- ۱۶- میری، آریتا. (۱۳۹۸): ارزیابی پتانسیل گردشگری ساحلی شمال ایران با استفاده از شاخص های نسل دوم و سوم زیست اقلیمی برنامه ریزی و توسعه گردشگری ۲۲۶-۲۱۳، (۳۰).

- 17- Amiranashvili, A. Matzarakis, A., Kartvelishvili, L., (2008): Tourism Climate Index In Tbilisi. Transactions Of The Georgian Institute Of Hydrometeorology 115, 1-4.
- 18- De Freitas, C. R. (2001): Theory, Concepts And Methods In Climate Tourism Research. Proceedings Of The First International Workshop On Climate, Tourism And Recreation. (Ed.) A. Matzarakis And C.R. De Freitas. International Society Of Biometeorology, Commission On Climate Tourism And Recreation. 3-20.
- 19- Endler, C., Matzarakis, A., (2007): Climate Change And Climate-Tourism Relationships In Germany. In: A. Matzarakis, C. R. De Freitas, D. Scott (Eds.), Developments In Tourism Climatology, 260-266.
- 20- Hoppe P (1999): The Physiological Equivalent Temperature-A Universal Index For Thebiometeorological Assessment Of The Thermal Environment. Int. J.Biometeorology.
- 21- Lin, T. P., Andrade, H., Hwang, R. L., Oliveira, S., Matzarakis, A. (2008): The Comparison Of Thermal Sensation And Acceptable Range For Outdoor Occupants Between Mediterranean And Subtropical Climates. Proceedings 18th Internationalcongress On Biometeorology, Tokio 22-26 September 2008, 1-4.

- 22- Matzarakis, A. (2007): Climate Thermal Comfort And Tourism, Proceedings Of The 2st International Workshop On Climate Change Andtourism Assessment And Coping Strategies (Ed.) A. Matzarakis And C. Bas Amelung- Krzysztof Blazejczyk - Andreas Matzarakis.
- 23- Olgay, V, (1973): Design With Climate,Princeton University Press., P.185.
- 24- Terjung, W.H. (1968): World Patterns Of The Monthly Comfort Index. International Journal Of Biometeorology Vol., 12, N. 2, Pp.119 123, 141.
- 25- Thomson, Madeleine C. Garcia –Herrera Ricardo, Beniston Martin (2008):Seasonal Forecasts, Climatic Change And Human Health:Health And Climate, Springer Science +Business Media B. V, 232 Pages.
- 26- Steadman RG (1979): The Assessment Of Sultriness. Part I. A Temperature-Humidity Index Based On Human Physiology And Clothingscience. J Appl Meteorol 18:861 873.