

## تحلیل شاخص اقلیم گردشگری دمای معادل فیزیولوژی (pet) در شهر اهواز بازه زمانی (۲۰۱۰-۱۹۸۰)

سعید گواهی<sup>۱</sup> کبری شجاعی زاده<sup>۲\*</sup> ایوب کریمی جشنی<sup>۳</sup>

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بهبهان، گروه عمران، بهبهان، ایران

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بهبهان، گروه معماری، بهبهان، ایران

۳. گروه عمران، بخش محیط زیست، دانشگاه شیراز، فارس، شیراز

### چکیده

اقلیم به عنوان پدیده‌ای جغرافیایی، رابطه‌ای تنگاتنگ و انکار ناپذیر با گردشگری و توسعه مقاصد گردشگری دارد. به طوری که بسیاری از مقاصد مطرح گردشگری جهان، موفقیت خود را مرهون برخورداری از اقلیمی مطلوب هستند. در این تحقیق شرایط اقلیم گردشگری اهواز به وسیله شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (pet) در بازه زمانی سی ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۰) در مقیاس ماهانه با استفاده از داده‌های اقلیمی دما، رطوبت نسبی، ابرناکی، سرعت باد و فشار هوا مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که محدودیت عمده اقلیم گردشگری اهواز مربوط به تنش‌های گرمایی آن از آوریل تا اکتبر است. افزایش تدریجی دما و رطوبت در این ماه‌ها برقراری شرایط شرحی را سبب می‌شود. شرایط شرحی ایجاد شده باعث کاهش ایام آسایش در اهواز شده است. از اواخر فصل پاییز تا پایان زمستان با متعادل شدن نسبی دما، کاهش رطوبت نسبی، افزایش نسبی روزهای ابرناکی شرایط مناسبی از نظر اقلیمی در اهواز برقرار شده است. طبیعتاً چنین زمانی بهترین مقصد برای گردشگران زمستانی است. از نظر فصلی، فصل زمستان، دوره سوم، شاهد افزایش شرایط مطبوع و ایده‌آل در منطقه هستیم. دوره‌های اول و دوم با داشتن شرایط آسایشی کمی خنک در وضعیت نسبتاً مطلوبی به سر می‌برند. در فصل بهار و تابستان در تمامی دوره‌ها شرایط مطلوب به واسطه حاکمیت توده هوای قاره‌ای حاره‌ای کاهش یافته و تنش‌های گرمایی شدید، اهواز را در بدترین شرایط اقلیمی برای انجام فعالیت‌های گردشگری قرار داده است. در فصل پاییز با متعادل شدن نسبی دما و کاهش ساعات آفتابی از شدت تنش‌های گرمایی به‌ویژه در دوره اول کاسته شده است.

**واژه های کلیدی:** آب و هوا، گردشگری، شاخص دمای معادل فیزیولوژی، آسایش، اهواز

## ۱- مقدمه

## ۱-۱- طرح مسئله

سیر و سیاحت در سرزمین‌های مختلف همواره جزئی از نیازهای زندگی انسان و یکی از روش‌های پر رونق گذران اوقات فراغت به شمار می‌رود. در قرن حاضر امکانات بسیار گسترده حمل و نقل، محدودیت ارتباطات انسانی بین جوامع مختلف را از بین برده و به همین دلیل صنعت گردشگری به عنوان مقوله‌ای اساسی و مهم در زندگی بشر مطرح شده است. این صنعت موجب توسعه اقتصادی- اجتماعی و سیاسی ملت‌ها شده، مشاغل بی‌شماری را ایجاد کرده و دوستی و صلح بین کشورها را فراهم ساخته و موجب ارتقای سطح دانش و آگاهی انسان‌ها شده است و به همین دلیل گسترش این صنعت به عنوان پدیده‌ای مهم در جهت امر توسعه به حساب می‌آید.

به طور قطع گردشگری به عنوان یک نیرو محرکه در توسعه جهانی است. پیش‌بینی می‌شود گردشگری در دهه‌های آینده به پر درآمدترین صنعت دنیا تبدیل شود به گونه‌ای که سازمان جهانی توریسم پیش‌بینی کرده است تا سال ۲۰۲۰ میلادی جمعیت گردشگران جهان به یک میلیارد و درآمد حاصل از آن به ۱۶ میلیارد دلار برسد (w.t.o:2006). عوامل زیادی بر صنعت توریسم تأثیر می‌گذارند که یکی از آنها آب و هواست. مطمئناً اقلیم و آب و هوا و اعتدال آن، میزان پذیرش و جذب مسافر و گردشگر را افزایش می‌دهد. اقلیم عامل مهمی در توسعه بخش گردشگری می‌باشد. در واقع یک اقلیم مناسب می‌تواند پاسخ‌های مثبت گردشگران را در پی داشته باشد، و گردشگران نیز برنامه سفر خود را با توجه به شرایط اقلیمی و جوی مقصد مورد نظر طرح ریزی می‌کنند. اقلیم یک عامل جغرافیایی است که فضای جغرافیایی ایجاد می‌کند، و شرایط محیطی را برای اقامت گردشگران در مقصد گردشگری ایجاد می‌کند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). اگرچه عوامل زیادی از جمله فاصله تا مقصد و دسترسی هوایی، تقاضای گردشگری را تحت تأثیر قرار داده ولی اقلیم و آب و هوای مقصد نیز از جمله عوامل کلیدی در تعیین میزان گردشگران ورودی بوده و با تغییرات جوی، تقاضای گردشگری منطقه تغییر می‌یابد. از طرفی همان گونه که سن و درآمد گردشگران نوع فعالیت‌های گردشگران تأثیرگذار است، تحلیل‌های رگرسیونی و پارامتری نشان دهنده تأثیر قابل توجه اقلیم در این مورد می‌باشد (دی فریتاس، ۲۰۰۳). بنابراین تعیین گزینه‌های مناسب تفریحی در مقصد با توجه به وضعیت آب و هوایی آن در برنامه‌ریزی‌های گردشگری حایز اهمیت است. از طرفی با توجه به روند سریع تغییرات در دنیای امروز و پیشرفت ابزارهای تفریحی، وجود افراد ماهر و حرفه‌ای در زمینه کاربرد وسایل جدید گردشگری در موقعیت‌های اقلیمی مختلف حایز اهمیت می‌باشد.

بسیاری از محققان مولفه‌های دما و رطوبت را مهمتر از سایر عوامل می‌دانند و براساس آن شاخص‌هایی را طراحی نموده‌اند که در مطالعات به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها معمولاً تأثیر عوامل جغرافیایی منطقه، اقلیم و فیزیولوژی انسان را در بر می‌گیرد (ماتزارکیس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱).

<sup>1</sup> -Matzarakis

در حقیقت آب و هوا و تنوعات آن به عنوان یک منبع گردشگری مطرح است و اغلب گردشگران در انتخاب محل و مدت اقامت به آن توجه دارند. به علاوه در انتخاب مقصد سفر تجربه به دست آورده شده از آن را مد نظر قرار می دهند. اما بیان شرایط کیفیت اقلیمی با توجه به برخورداری آن از عناصر متعدد ممکن است کمی مشکل به نظر برسد. از این رو باید داده‌های اقلیمی به شکلی ارائه شوند که واکنش افراد را به شرایط آب و هوایی یا اقلیمی نشان دهند و در یک طبقه‌بندی کمی درجاتی از عالی تا غیر قابل قبول را در برگیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده‌ی عناصر جوی و گوناگون را آسانتر می‌کنند و امکان مقایسه مکانهای مختلف از این دیدگاه را فراهم می‌آورند (دی فریتاس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

شرایط اقلیمی در موفقیت و توسعه بلند مدت صنعت نقش مهمی ایفا می‌کند. تنوع اقلیمی، طول و کیفیت فصول گردشگری و سودآوری صنعت را متأثر می‌کند. مثلاً در کانادا برآورد شده است که ۱ درجه افزایش دما در تابستان باعث ۴ درصد افزایش در هزینه صرف شده توسط گردشگران می‌شود. به طور کلی اقلیم تأثیر زیادی بر گردشگری و خصوصاً تفرج دارد و در بعضی مناطق سبب جایگزینی جاذبه‌های گردشگری منطقه می‌شود. اقتصاددانان معتقدند که گردشگری یکی از امید بخش‌ترین صنایعی است که جهان سوم می‌تواند از قابلیت‌های آن برای جانشینی دیگر صنایع و توسعه استفاده کند. اما در حالی که ایران جزء ده کشور نخست جهان از لحاظ جاذبه‌های گردشگری و جزء پنج کشور نخست از نظر تنوع گردشگری است، متأسفانه طبق آمار سازمان جهانی گردشگری فقط ۲۴ درصد از تعداد و ۱۶ درصد از میزان درآمدهای گردشگری دنیا به ایران اختصاص دارد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۹).

## ۲-۱- پیشینه تحقیق

با توجه به اهمیت شرایط اقلیمی در چگونگی روند انتخاب مقصد از سوی گردشگران مطالعات زیادی در ایران و دیگر نقاط جهان درباره ارتباط اقلیمی و گردشگری با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (pet) صورت گرفته است.

ماتزاراکیس و زانیوویک<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) براساس موازنه انرژی بدن انسان بر پایه دو شاخص PET و PMV شرایط زیست اقلیمی آدریاتیک را بررسی کردند و میزان PET و PMV را برای فصول متفاوت سال به دست آوردند. آنها همچنین نقشه زیست اقلیم این منطقه را برای استفاده در صنعت توریسم ارائه دادند. تورسون<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از شاخص PET و PMV، اثر محیط حرارتی بر میزان استفاده مردم از فضای پارک شهری گاتبرگ سوئد را مورد مطالعه قرار دادند. آنها با استفاده از شاخص دما- فیزیولوژیک، روابط بین محیط حرارتی و الگوی رفتاری مراجعین به پارک را تحلیل نمودند. ماتزاراکیس (۲۰۰۴) اطلاعات اقلیمی و زیست اقلیمی را برای گردشگری یونان مورد ارزیابی قرار داده و اطلاعاتی را که اغلب بر روی

<sup>1</sup> -Defreitas

<sup>2</sup> - Zaninovic

<sup>3</sup> - Thorsson

گردشگری قابل مؤثرند، بارش، تابش روزانه خورشید، دمای هوا و رطوبت نسبی که به صورت ماهانه استفاده می‌شوند، می‌داند. بلین گومز<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) به بررسی اقلیم و گردشگری از دیدگاه جغرافیایی و اقلیم شناسی پرداخته است. تحقیق او چگونگی کاربرد و اثر هوا و اقلیم را برای فضای جغرافیایی، نیازها و نمایندگان بازار سیستم توریسم توضیح می‌دهد. همچنین این تحقیق اهمیت این ارتباط را در زمینه تغییر اقلیم نشان می‌دهد. ماتزاراکیس (۲۰۰۷) در مناطق جنوب شرق آلمان در مناطقی که تراکم ایستگاه‌های هواشناسی در آنها کم است، اطلاعات زیست اقلیمی را برای گردشگری مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است که نتیجه این تجزیه و تحلیل‌ها به صورت نقشه‌های زیست اقلیمی ارائه شده است. این نقشه‌ها برای پارامترهای اقلیمی همچون دمای هوا، رطوبت نسبی، تابش خورشید، سرعت وزش باد، بارش و دمای معادل فیزیولوژیکی تولید شده است. در واقع این نقشه‌ها برای مناطقی که تراکم ایستگاه‌های هواشناسی در آنها کم است تهیه شده است. زنگین و همکاران<sup>۲</sup> (2009) در مقاله‌ای با عنوان تعیین آسایش زیست اقلیم در مسیر ارض روم ترکیه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از آمار هواشناسی ۹ ایستگاه در فصل تابستان به این نتیجه دست یافتند که عامل توپوگرافی در این منطقه یکی از عوامل مؤثر بوده و منطقه جنوب کوه در این فصل خارج از محدوده آسایش است.

دب و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان ((آسایش حرارتی در محل پایانه راه آهن در هند)) بیان نمودند. که یکی از جنبه‌های مهم در خصوص رضایت مسافر در این مکان‌ها وجود یک محیط قابل قبول گرمایی است، بنابراین با بکارگیری شاخص PET به ارزیابی رضایت مسافران در ایستگاه جنوب هند در ماه ژوئن پرداخته‌اند که در نهایت به ارائه پیشنهادهایی در خصوص افزایش آسایش مسافران در مورد ارتفاع سقفها و درهای پایانه نمودند.

پینگ لاین و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با عنوان گردشگری اطلاعات آب و هوایی بر اساس ادراک حرارتی بشر مطالعه موردی: تایوان و شرق چین با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) طبقه بندی آسایش حرارتی (TPCS) به بررسی منطقه اقدام نموده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که تایوان و شرق چین برای مردمی که در مناطق معتدل سکونت دارند در فصول بهار و پاییز و برای مردمی که در مناطق جنب حاره سکونت دارند، منطقه جنوب در بهار و شمال در تابستان دارای شرایط مطلوب می‌باشد. وانگ و همکارانش (2012) تأثیر تغییرات آب و هوا در گردشگری در جنوب اقیانوس آرام را با توجه به سهم بالقوه مشارک تهای دولتی و خصوصی، بررسی کردند.

ساری صراف و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان ((تعیین مناسب ترین شاخص Ray Man برای مطالعه اقلیم آسایش در شمال استان آذربایجان غربی)) با استفاده از متغیرهای هواشناسی (دما، رطوبت،

<sup>1</sup> - gomez

<sup>2</sup> - Zengin at all

<sup>3</sup> - deb at all

<sup>4</sup> -ping lin

میزان ابرناکی و...)، متغیرهای فردی (وزن، قد، سن و جنسیت)، متغیرهای موقعیتی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)، میزان پوشش لباس (بر حسب کلو) و نیز میزان انرژی فعالیت‌های انسانی (بر حسب وات) در قالب شاخص‌های آسایشی *PMV*، *PET* و *Set* به مطالعه اقلیم آسایش منطقه پرداختند. نهایتاً به این نتیجه رسیدند که شاخص *PET* نتایج بهتر و قابل قبولی از اقلیم آسایش شمال استان آذربایجان غربی ارائه می‌دهد. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با عنوان (( ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص *pet*)) با استفاده از داده‌های روزانه دوره آماری (۱۳۴۰-۱۳۸۵) شرایط اقلیم آسایشی شهرهای مذکور را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که دوره آسایش اقلیمی در شهرهای مورد مطالعه کوتاه بوده و به صورت دو دوره مجزا در ابتدای فصل پاییز و بهار واقع شده است. طول این دوره که بهترین زمان برای امور گردشگری توصیه می‌شود در مشهد و اصفهان ۳۵، رشت ۳۷ و کیش ۸۵ روز در سال است.

زینالی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای تحت عنوان ((بررسی و پهنه بندی اقلیم توریستی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص *PET*)) به مطالعه و بررسی اقلیم توریستی استان آذربایجان شرقی و ارائه راهکارهایی برای استفاده بهینه از پتانسیل‌های توریستی آن در فصول بهار و تابستان، با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (*PET*) پرداخته‌اند. نتیجه مطالعه که از طریق مدل *Ray Man* انجام گرفته نشان دهنده این است که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه، ماه‌های ژوئن و سپتامبر از اقلیم بسیار مناسبی برای توریسم برخوردارند و ماه ژوئیه و اوت به غیر از شهرستان‌های اهر و سراب در بقیه قسمت‌های استان درجاتی متفاوتی از تنش گرمایی از متوسط تا ضعیف حاکم می‌باشد.

عطایی و هاشمی نسب (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و پهنه بندی اقلیم گردشگری استان اصفهان با استفاده از شاخص *PET* و سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی جغرافیایی و ارزیابی اقلیم آسایش استان اقدام نموده‌اند. نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که مناطق شمالی و شرقی استان در ماه‌های آوریل و اکتبر و مناطق حاشیه غربی داران در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت و دیگر مناطق در ماه‌های مه و سپتامبر دارای شرایط اقلیمی مناسب گردشگری هستند.

دریجانی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان ((بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی بر روند گردشگری با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (*pet*)) (مطالعه موردی: شهرهای تبریز و آبادان) در بازه زمانی (۱۹۸۶-۲۰۰۵) به بررسی شرایط اقلیم گردشگری شهرهای آبادان و تبریز پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که دوره آسایش اقلیمی در هر دو منطقه مورد مطالعه کوتاه و مجزا به دوره تابستانه و زمستانه است. در شهر آبادان ماه‌های فصل زمستان از آسایش اقلیمی برخوردار است و برای مسافرت‌های زمستانه بسیار مناسب می‌باشد. تنش‌های گرمایی با درجات متفاوت مهم‌ترین عامل محدودیت گردشگری این شهر از فصل بهار تا اوایل پاییز می‌باشد. شهر تبریز بهترین مکان برای مقصد گزینی تابستانه می‌باشد. به دلیل تنش‌های سرمایی شدید در ۷ ماه از سال به ویژه فصل زمستان برای گردشگری توصیه نمی‌شود.

آروین و شجاعی زاده (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان ((ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر شیراز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (pet) و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده (pmv)) طی دوره ۱۶ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۰) به این نتیجه رسیدند، که ماه‌های فصل تابستان با تنش گرمایی، و فصل زمستان با تنش سرمایی دارای شرایط نامطلوب اقلیمی هستند و از این نظر برای گردشگری دارای محدودیت هستند. دوره آسایش اقلیمی در این شهر به صورت دو دوره مجزا در اواسط فصل بهار و ابتدای فصل پاییز واقع شده است. سایر ماه‌ها دارای تنش گرمایی یا سرمایی اندک می‌باشند.

### ۳-۱- فرضیه تحقیق

- ۱- بهترین شرایط مطلوب از نظر اقلیم آسایشی، اواخر پاییز تا اواخر زمستان در شهر اهواز برقرار است.
- ۲- مهمترین عامل محدودیت اقلیم گردشگری در اهواز تنش‌های گرمایی است.

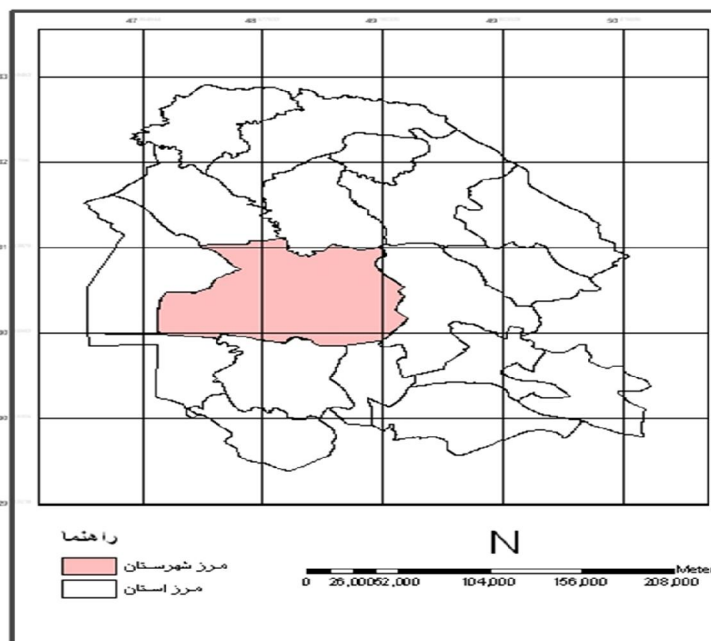
### ۴-۱- اهداف تحقیق

هدف این پژوهش بررسی تأثیر عناصر آب و هوایی بر آسایش حرارتی انسان و تعیین مقاطع زمانی مختلف برای برنامه‌ریزی‌های فصلی جهت بازدید از جاذبه‌های گردشگری شهر اهواز و تهیه جدول زمانی برای این نوع بازدیدها می‌باشد.

### ۲- داده‌ها و روش‌ها

#### ۱-۲- منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز مرکز و بزرگترین شهر استان خوزستان است. در ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. براساس طبقه بندی دمارتن در گروه اقلیم خشک قرار دارد. متوسط درجه حرارت در تابستان ۳۲ درجه و در زمستان ۱۶ درجه است. میزان بارندگی سالانه اهواز به طور متوسط ۲۱۳ میلیمتر است و بیشترین میزان بارندگی در ماه ژانویه روی می‌دهد. شکل (۱).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر اهواز

## ۲-۲- معرفی روش تحقیق

شاخص‌های مرتبط با فیزیولوژی انسان که از معادله بیلان بدن انسان مشتق شده‌اند، امروزه در مطالعات زیست اقلیم انسانی جایگاه ویژه‌ای دارند. شاخص‌های معروفی در این زمینه پیشنهاد شده است که شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) اهمیت بیشتری یافته‌اند. بیان شرایط اقلیم آسایشی معمولاً با شاخص‌هایی بیان می‌گردد که در آن مجموعه‌ای از عناصر هواشناختی، انسانی و محیطی دخالت داده می‌شود. این شاخص‌ها داده‌های اقلیمی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان دهنده واکنش افراد به شرایط آب و هوایی است و در طبقه‌بندی عددی، درجاتی را از بسیار مناسب تا نامناسب در بر می‌گیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف را از دیدگاه اقلیم آسایشی فراهم می‌آورند (دی فریتاس، ۲۰۰۱).

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک یا PET، از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق شده است. در تعریف این شاخص برای موقعیت بیرون از منزل می‌توان گفت دمایی است که طی آن در یک اتاق نمونه بیلان حرارتی بدن انسان (نرخ سوخت و ساز با کار سبک ۸۰ وات بر نرخ سوخت و ساز پایه اضافه می‌شود، ارزش نارسانایی لباس در حد ۰/۹ کلو) با دمای پوست و دمای مرکزی بدن انسان در شرایط بیرون از منزل، در تعادل می‌باشد. در جدول (۱) ارزش نارسانایی پوشاک مختلف آمده است. در این مطالعه برای بررسی دمای معادل فیزیولوژیک از مدل MEMI استفاده شده است. این مدل که مخفف

مدل بیلان انرژی برای افراد می‌باشد اتلاف حرارت محسوس از پوست را که برابر با حرارت تولید شده توسط خون و حرارت منتقل شده از مرکز به سطح پوست می‌باشد را حل نموده است. این مدل از طریق روابط زیر به دست می‌آید (جدول ۲)

جدول (۱): ارزش نارسایی پوشاک مختلف.

۰	برهنه	۱
۰/۱	شلوار کوتاه	۲
۰/۳۵	لباس زیر نازک پنبه‌ای و آستین کوتاه، شلوار بلند نازک و جوراب پنبه‌ای	۳
۰/۵	مثل ردیف ۳ + پیراهن آستین کوتاه یقه باز	۴
۱	شلوار سبک، جلیقه، پیراهن آستین بلند و کت	۵
۱/۵	مثل ردیف ۵ + پالتوی پنبه‌ای	۶
۳/۵	لباس مخصوص مناطق قطبی	۷

منبع: (رازجویان، ۱۳۶۷).

جدول ۲: مدل MEMI براساس معادله بیلان انرژی بدن انسان.

$= H + C + R + E_p + E_{sr} + E_{lr} + E_{sw} + E_f$	رابطه (۱) نرخ جریان خون
$Q_b + 75(T_c - 36/6) / (1 + 0/5(34 - t_{sk}))$	رابطه (۲) نرخ تعرق
$710^{-5} ((1 t_{sk} + 0/9 t_c) - 35/6) kg / sm^2$	رابطه (۳) تولید حرارت
$H = M(1 - h)$	رابطه (۴) جریان حرارت همرفتی
$C = A_{sk} f_{cl} (T_a - T_{sk})$	رابطه (۵) جریان حرارتی تابش
$R = A_{sk} f_{cl} f_{cfl}^{es} (t_r^4 - T_{sk}^4)$	رابطه (۶) انتشار بخار آب
$E_D = m r (P_a - P_{vsk})$	رابطه (۷) اتلاف حرارت پنهانی به وسیله تعرق
$E_{sr} = r_{tm} C_p (T_a - T_r)$	رابطه (۸) اتلاف حرارت به وسیله تبخیر
$E_{sr} = S_w r$	رابطه (۹) برای زن
$E_{sw} = A_{sk} r_{hc} 0/622 / (P_a - P_{vsk})$	رابطه (۱۰) حرارت افزوده یا تلف شده از طریق خوردن
$E_f = m f_{cf} (T_f - T_c)$	رابطه (۱۱) حرارت منتقل شده از مرکز به پوست
$Q_b = P_b C_b (T_{sk} - T_c)$	رابطه (۱۲) حرارت منتقل شده از پوست به محیط



$$\begin{aligned}
 C_{rec} &= \text{تبادل همرفتی تعرق } (W/M^2) \\
 E_{rec} &= \text{تبادل حرارتی تبخیری تعرق } (W/M^2) \\
 E_c &= \text{تبادل حرارتی تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارت خنثی قرار دارد } (W/M^2) \\
 E_{sw} &= \text{تلفات حرارتی تبخیری تعرق } (W/M^2) \\
 I_{cl} &= \text{تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن } (W/M^2) \\
 M &= \text{نرخ سوخت و ساز بدن } (W/M^2) \\
 T_{cl} &= \text{دمای سطح لباس } (C) \\
 T_{sk} &= \text{دمای متوسط پوست } (C) \\
 W &= \text{نیروی مکانیکی موثر } (W/M^2) \\
 E &= \text{تبادل حرارتی تبخیری در سطح پوست } (W/M^2) \\
 H &= \text{تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت، تابش } (W/M^2) \\
 P_a &= \text{رطوبت، فشار بخار جزئی هوا } (hp) \\
 T_a &= \text{دمای هوا } (C)
 \end{aligned}$$

مدل MEMI مبنای مناسبی برای ارزیابی شرایط حرارتی اقلیم یک محیط به شمار می‌رود. برای محاسبه PET، تمام عناصر هواشناسی مؤثر در بیلان انرژی انسان در یک ارتفاع مناسب زیست اقلیم شناسی مثل ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود. پارامترهای مؤثر مثل دمای هوا، فشار بخار، سرعت باد و دمای تابش متوسط محیط اطراف، بسته به موضوع مورد مطالعه اندازه‌گیری و یا از طریق مدل‌های رقومی محاسبه می‌شوند. همانطوری که اشاره شد شاخص‌های PET از طریق روش‌ها و معادلات گوناگونی قابل محاسبه و بررسی می‌باشد. به لحاظ پیچیدگی و گستردگی معادلات مربوطه، محققان در تخصص‌های مختلف، مدل‌ها و نرم افزارهای مناسب رایانه‌ای برای محاسبه این شاخص‌های کاربردی طراحی و ارائه نمودند. یکی از مهمترین این مدل‌های محاسباتی، مدل Ray Man است که در این مطالعه نیز مورد استفاده قرار گرفته است. متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه شاخص PET شامل متغیرهای موقعیتی، متغیرهای هواشناسی، متغیرهای فردی و نوع پوشش و فعالیت می‌باشد. بعد از تعریف متغیرها و وارد نمودن آنها به مدل، خروجی مدل به صورت محاسبه شده برای شاخص‌های فیزیولوژیک PET به دست می‌آید.

### ۳- یافته‌های تحقیق

#### ۳-۱- دوره اول (۱۹۹۰-۱۹۸۰)

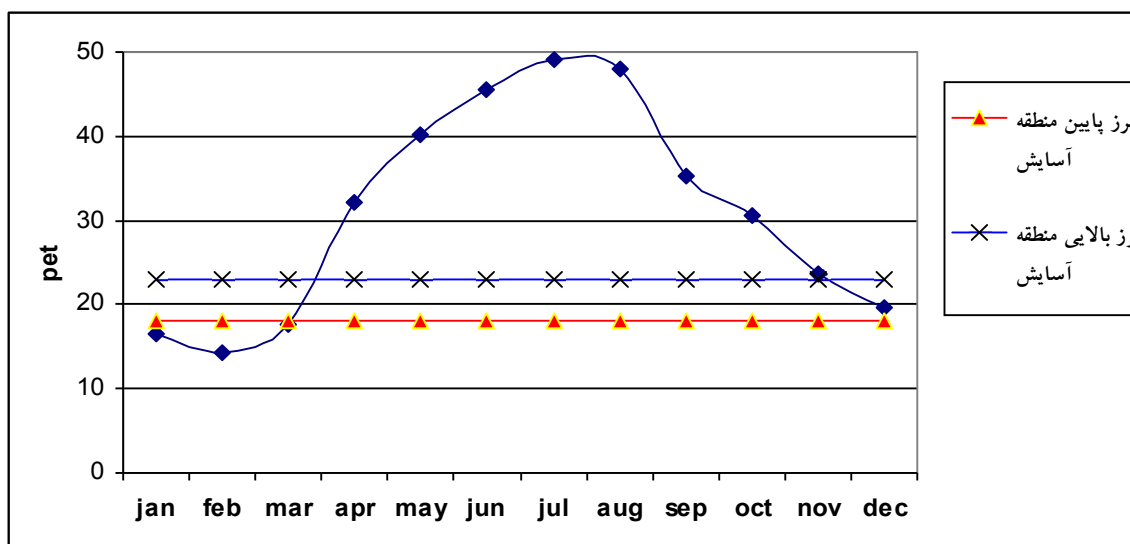
محدوده آسایش اقلیمی بر اساس شاخص pet بین مقادیر عددی ۱۸ تا ۲۳ قرار گرفته است، بر این اساس چنانچه مقدار عددی شاخص دمای معادل فیزیولوژیک بیشتر از ۲۳ و یا کمتر از ۱۸ باشد، فشار بیوکلیمایی وجود خواهد داشت. پیشروی بادهای غربی در ایران از اوایل پاییز شروع و تا اواسط زمستان بر همه جای ایران مستقر می‌شوند. با توجه به ورود این سامانه از قسمتهای شمالی کشور اثرات آن در

قسمتهای جنوبی کشور تا حدودی ضعیف می‌باشد. در دوره اول شرایط اقلیم گردشگری اهواز حاکی از آن است که ماههای ژانویه، فوریه و مارس از لحاظ درجه تنش فیزیولوژیک دارای تنش سرمایی اندک و از نظر حرارتی کمی خنک می‌باشد که با مختصر تمهیداتی مانند پوشیدن لباس مناسب شرایط آسایش شکل می‌گیرد. شرایط آسایشی طی این ماهها در منطقه تقریباً آسایش قرار گرفته است. چنین شرایطی می‌تواند به عنوان زمان مناسبی برای بازدید گردشگران قلمداد گردد. با شروع فصل بهار و افزایش میانگین دمای هوا تا ۳۲ درجه، آسایش حرارتی به تدریج کاهش یافته و شرایط تنش گرمایی در منطقه برقرار می‌گردد. تنش گرما با درجات مختلف از متوسط تا اندک تا اواخر نوامبر تداوم می‌یابد در فصل تابستان به دلیل افزایش دمای محیط و گرمای شدید، شرایط اقلیمی و آسایش گرمایی در این شهر با رکود مواجه می‌گردد و با توجه به این شرایط، اکثر افرادی که در این شهر در محیط‌های باز بیرون از ساختمان‌ها قرار می‌گیرند از گرمای هوا رنج می‌برند و حتی امکان گرمزدگی افراد غیر بومی در این شرایط بالا می‌باشد. اوج تنش‌های گرمایی با حساسیت حرارتی خیلی گرم و داغ را در ماههای می، ژوئن، جولای، اوت و سپتامبر می‌توان مشاهده کرد. که همزمان با ورود سامانه پرفشار آזור به منطقه می‌باشد که باعث ورود هوای گرم و خشک عربستان و بالا رفتن دمای شهرهای جلگه‌ای خوزستان می‌شود. با شروع فصل پاییز از شدت تنش‌های گرمایی کاسته می‌شود. تنها در ماه اکتبر سالهای ۱۹۸۲ و ۱۹۸۷ با داشتن تنش‌های گرمایی اندک و حساسیت حرارتی کمی گرم شرایط نسبتاً مناسبی از نظر محیطی و اقلیمی برای گردشگری دارا می‌باشد. بقیه سالها از ماه آوریل تا اکتبر در این دوره با حساسیت حرارتی گرم دارای محدودیت‌های برای گردشگری هستند. ماه نوامبر و دسامبر با داشتن حساسیت حرارتی کمی گرم، کمی خنک و مطبوع شرایط مطلوبی برای فعالیت‌های گردشگری دارا هستند. جدول ۳ بیانگر آن است، که در این دوره ماه‌های نوامبر و دسامبر با عدم تنش محیطی و فیزیولوژیکی شرایط کاملاً مطلوبی برای انجام فعالیت‌های گردشگری دارا است. ماههای ژانویه، فوریه و مارس با شرایط حرارتی کمی خنک و با مختصر تمهیداتی در پوشش از شرایط نسبتاً مناسب برای گردشگری برخوردار هستند. حدود ۷ ماه از سال (آوریل تا اکتبر) شرایط اقلیمی و آسایش گرمایی در این شهر فعالیت‌های گردشگری را با رکود مواجه کرده است. همانطور که شکل (۲) نشان می‌دهد شهر اهواز در بسیاری از ماهها خارج از منطقه آسایش اقلیمی قرار گرفته است.

جدول ۳: طبقه‌بندی شاخص اقلیم گردشگری دمای معادل فیزیولوژیک به تفکیک ماهانه.

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
1980	Blue	Blue	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Green
1981	Blue	Blue	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Yellow
1982	Blue	Cyan	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Green	Yellow	Green
1983	Blue	Blue	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Green
1984	Blue	Blue	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
1985	Blue	Blue	Blue	Blue	Orange	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Blue
1986	Blue	Blue	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
1987	Blue	Blue	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Orange	Green	Green	Green
1988	Blue	Blue	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Green	Green
1989	Blue	Blue	Blue	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Blue
1990	Blue	Blue	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green

بسیار سرد	سرد	خنک	خیلی خنک	مطبوع	کمی گرم	گرم	خیلی گرم	داغ
Dark Blue	Light Blue	Cyan	Blue	Green	Light Green	Yellow	Orange	Red

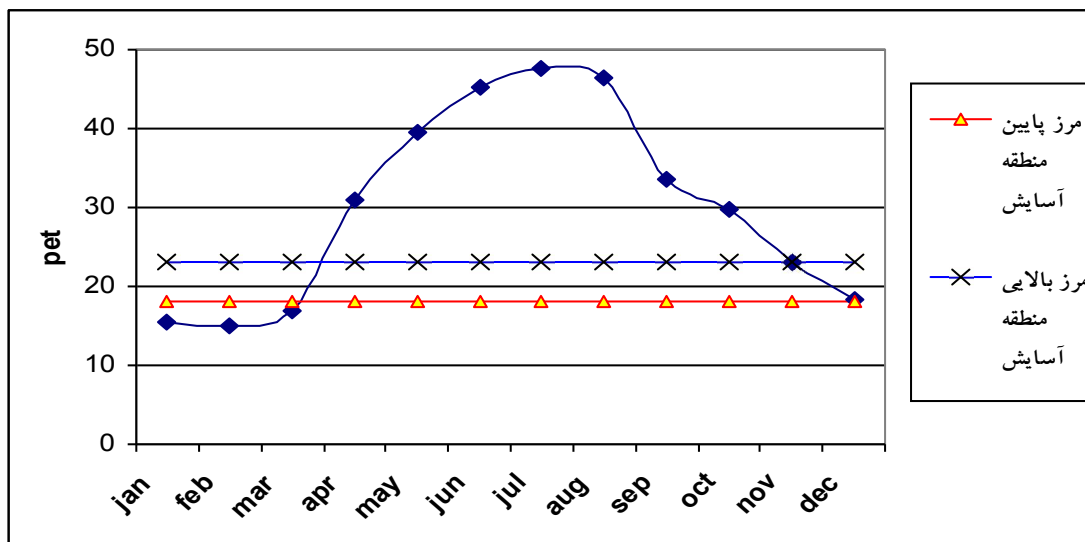


شکل ۲: روند تغییرات ماهانه اقلیم گردشگری اهواز طی دوره ۱۹۹۰-۱۹۸۰.

### ۳-۲- دوره دوم (۱۹۹۰-۲۰۰۰)

شرایط اقلیم گردشگری دوره دوم طی فصول زمستان، بهار و تابستان بدون تغییر قابل توجه و همانند دوره اول است. در فصل پاییز شاهد افزایش ماههای همراه با آسایش اقلیمی می‌باشیم. به گونه‌ای که ماههای نوامبر و دسامبر از نظر گردشگری و محیطی در بهترین وضعیت قرار دارند. ماههای ژانویه، فوریه و مارس به صورت میانگین با داشتن مقدار عددی ۱۵ pet، از لحاظ درجه تنش فیزیولوژیک دارای تنش سرمایی اندک بوده و از حساسیت حرارتی کمی خنک برخوردار است. هر چه از ماههای سرد سال به طرف ماههای





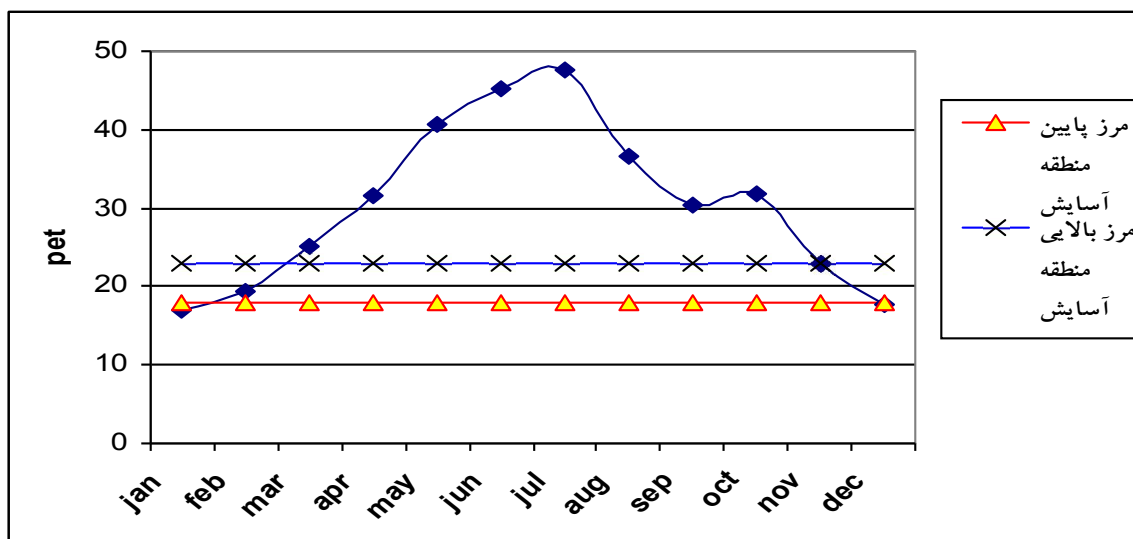
شکل ۳: روند تغییرات ماهانه اقلیم گردشگری اهواز طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۱.

### ۳-۳- دوره سوم (۲۰۱۰-۲۰۰۱)

در دوره سوم افزایش یک درجه‌ای دمای هوا در فصل زمستان نسبت به دوره‌های قبل سبب شده تا شرایط آسایشی به سمت مطلوب پیش رود. شرایط کاملاً مطلوب طی ماههای نوامبر، اکتبر، ژانویه، فوریه و مارس مشاهده می‌شود. میانگین دمای ۳۲ درجه در فصل بهار و افزایش تدریجی آن تا ۴۰ درجه در فصل تابستان باعث برقراری شرایط محیطی گرم، خیلی گرم، داغ، شرجی و نامطبوع شده است که در حالت بحرانی آسایش بیوکلیمایی برای گردشگری قرار دارد. افزایش دما و رطوبت در این ماهها برقراری شرایط شرجی را سبب می‌شود. شرایط شرجی شدید باعث کاهش ایام آسایش در اهواز گردیده است. براساس جدول (۵) در این دوره از اواسط پاییز تا پایان زمستان با کاهش دمای هوا و آسایش گرمایی مطلوب شرایط محیطی و اقلیمی برای گردشگری مناسب می‌باشد. ولی به مانند دوره‌های قبل فصول بهار و تابستان به واسطه تنش‌های گرمایی موجود دچار محدودیت‌های اقلیمی برای گردشگری هستند. شکل (۴) بیانگر آن است که نسبت به دوره‌های قبل ماه‌های فوریه و نوامبر و دسامبر دقیقاً در منطقه آسایش قرار گرفته است.

جدول ۵: طبقه بندی شاخص اقلیم گردشگری دمای معادل فیزیولوژیک به تفکیک ماهانه .

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2001	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green
2002	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Blue
2003	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Blue
2004	Green	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Blue
2005	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green
2006	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Blue
2007	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Blue
2008	Blue	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green
2009	Blue	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green
2010	Green	Green	Green	Yellow	Orange	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Green	Green



شکل ۴: روند تغییرات ماهانه اقلیم گردشگری اهواز طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۱

#### ۴- نتیجه‌گیری

شهر اهواز در جنوب غرب کشور با داشتن اقلیم مطبوع و دلپذیر در فصل زمستان، بهترین مکان مقصدگزینی زمستانه می‌باشد. طبق نتایج به دست آمده طول دوره آسایش اقلیمی در اهواز کوتاه است و به چهار ماه آخر سال محدود می‌شود. در واقع بهترین شرایط بیوکلیمایی برای گردشگری در این شهر از اواخر فصل پاییز تا پایان زمستان قرار دارد. با توجه به اینکه در فصل سرد سال اغلب نواحی کشور در شرایط نامطلوب اقلیم آسایشی می‌باشند، این مساله می‌تواند به عنوان یک پتانسیل در جهت جذب سفرهای زمستانه و توسعه گردشگری منطقه مد نظر قرار گیرد. عمده‌ترین عامل محدودیت گردشگری در منطقه وجود تنش‌های گرمایی در بیش از نیمی از سال است. از ماه آوریل تا اکتبر به واسطه حاکمیت حرارتی گرم، خیلی گرم و داغ در هیچ کدام از سالهای مورد مطالعه شرایط برای گردشگری مناسب و ایده‌آل نمی‌باشد. طی این ماه‌ها منطقه تحت استیلای پرفشار جنب حاره‌ای است که باعث استقرار توده هوای گرم و خشک در منطقه می‌شود که به تبع آن آسمان صاف، افزایش دمای هوا و ساعات آفتابی را به همراه دارد. به صورت کلی تغییرات اقلیم گردشگری طی دوره مورد بررسی به گونه‌ای است که شرایط به سمت و سوی شرایط بهتر در فصل زمستان و اواخر پاییز گرایش دارد.

**منابع و مآخذ:**

۱- آروین، ع، شجاعی زاده، ک، ۱۳۹۳، ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر شیراز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (pet) و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده (pmv)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۲۶:۹۸-۸۷.

۲- اسماعیلی، ر، صابر حقیقت، ا، ملبوسی، ش، ۱۳۸۹، ارزیابی شرایط اقلیم آسایش بندر چابهار در جهت توسعه گردشگری، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ۲۷-۲۵ فروردین: ۱۰-۱.

۳- دریجانی، ر. شجاعی زاده، ک. محسنی، ح. حیدری، ف.، (۱۳۹۲). بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی بر روند گردشگری با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (pet) (مطالعه موردی: شهرهای تبریز و آبادان)، همایش بین المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی، تبریز محیطی، قم، ۱۹ شهریور: ۱۴-۱.

۴- زینالی، ب. جلالی، ط. ایاسه، ف. صیاد اصغری، ا.، (۱۳۸۹). بررسی و پهنه بندی اقلیم توریستی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص PET، همایش منطقه‌ای کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد واحد خرم آباد، ۶-۵ خرداد: ۱۰-۱.

۵- ساری صراف، ب.، محمدی، غ.، حسنی صدر، ع، ۱۳۸۹، تعیین مناسب ترین شاخص RAY MAN برای مطالعه اقلیم آسایش در شمال استان آذربایجان غربی، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۳-۲۱ اردیبهشت: ۱۰۵-۱۰۰.

۶- عطایی، ه، هاشمی نسب، س، ۱۳۹۰، ارزیابی و پهنه بندی اقلیم گردشگری استان اصفهان با استفاده از شاخص PET و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجموعه مقالات اولین همایش مدیریت گردشگری و توسعه پایدار با محوریت گردشگری ارتباط دهنده (TMSD) فرهنگ‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت: ۲۷.

۷- محمدی، ح، رنجبر، ف، مقبل زاده، م، (۱۳۸۸)، ارزیابی و مقایسه پتانسیل‌های اقلیمی چابهار و شیراز جهت توسعه فعالیت‌های گردشگری، فصلنامه مطالعات جهانگردی، شماره ۱۱ و ۵۸: ۱۲-۴۱.

8- Defreitas, C.R. (2002). theory, concepts and Methods in Tourism climate Research. School Geography and Environmental science, the university of Auckland.

9- Deb, Ch. Ramachandraiah, A. (2010), Evaluation of thermal comfort in a rail terminal location in India, Building and Environment, volume 45, pp 2571-2580.

10- Matzarakis. A. (2007). Assessment Method for Climate and Tourism Based on Daily Data. Development in Tourism Climatology. Pp 52-58.

11- M. Blen Gomez Martin. (2005). Weather, Climate and Tourism a Geography Perspective, Annals of Tourism Research. Vol. 32, NO3, Pp 571- 591.

12- Ping Lin, T. Matzarakis, A, 2011, Tourism climate information based on human thermal perception in Taiwan and Eastern China, Tourism Management, volume 32, pp 492-500. Thorsson, S. Lindavist, M and Lindavist, S. (2004). Thermal bioclimatic conditions and patterns of behavior in an urban park in Goteborg Swedwn. Int.J.Biomteor. 48:149-156.

- 
- 13- Zaninovic•K. Matzarakis,A.(2004).Variation and trends of Thermal Comfort at the Adriatic coast.Ber.meteorol.Inst.Univ.Freiburg Nr.12:74-81
  - 14- Zengin Murat, Kopar Ibrahim, Karhan faris, (2009), Determination of bioclimatic comfort in Erzurum- Rize expressway corridor using GIS, Building and Enviroment, Volume45, Lssuse1, pp158-
  - 15- Wang.P.Y.,Terry.L.,Jiang.M.2012.Climate change adaptation in tourism in the South Pacific—Potential contribution of public–private rtnerships,Touris Management Perspectives,(4) :136-144.
  - 16- World Tourist Organization (2006) Tourism 2020 Vision. WTO Publication Unit,World Tourism Organization. Madrid, Spain.