

## ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر شیراز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده (PMV)

عباسعلی آروین

استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور اصفهان

کبری شجاعی زاده\*

کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور اصفهان

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۰ تاییدیه نهایی: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳

### چکیده

آب و هوا به عنوان یکی از عوامل محیط طبیعی نقش مهمی را در فعالیت‌های انسان به ویژه گردشگری ایفا می‌کند. در این پژوهش به منظور ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر شیراز از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شیراز در یک دوره آماری ۱۶ ساله (۲۰۰۵ - ۱۹۹۰) استفاده شده است. روش مورد استفاده برای ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی، شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بالاترین شرایط اقلیمی برای گذران اوقات فراغت و فعالیت‌های گردشگری در این شهر به صورت دو دوره مجزا در اواسط فصل بهار (ماه می) و ابتدای فصل پاییز (ماه اکتبر) واقع شده است. تداوم تنش گرمایی متوسط از ماه ژوئن تا اوت و تنش سرمایی با درجه‌های مختلف از ماه نوامبر تا پایان فصل زمستان عاملی برای محدودیت گردشگری طی این ماه‌ها می‌باشد. سایر ماه‌ها با شرایط حرارتی کمی گرم و کمی خنک از نظر دمایی و رطوبتی شرایط نسبتاً مناسبی برای گردشگری دارا هستند. بنابراین در شهر شیراز حدود ۵ ماه از سال برای گردشگری و بازدید شرایط مطلوبی برقرار می‌باشد.

واژگان کلیدی: اقلیم آسایشی، شاخص PET، شاخص PMV، گردشگری، شهر شیراز.

### مقدمه

آب و هوا و توریسم به عنوان اجزای اصلی یک سیستم به طرق مختلف بر یکدیگر تأثیر گذاشته و در تعامل با یکدیگر بحث جدیدی به عنوان اقلیم شناسی توریسم مطرح می‌نماید (lecha & shachlefors, ۴۶, ۱۹۹۷-۴۷). اقلیم از دیدگاه برنامه ریزی گردشگری بسیار اهمیت دارد و گردشگران معمولاً در جستجوی اقلیم مطلوب یا اقلیم آسایش هستند که در آن فرد هیچ گونه احساس ناراضایتی و عدم آسایش حرارتی و اقلیمی ندارد (Matzarakis, ۲۰۰۱, ۳۴-۳۹). بر این اساس

\* E-mail: shojaeizadeh.1996@yahoo.com

اقلیم به عنوان یک مأخذ مهم برای توریسم به شمار می‌آید. مراکز تفریحی موجود چه در گذشته و چه در حال حاضر موجودیت و ارزش‌های خود را مدیون عوامل متعدد به ویژه شرایط آب و هوایی مناسب و ملایم می‌دانند. از سوی دیگر شرایط آب و هوایی نامناسب از جنبه‌ها و جاذبه‌های مثبت یک منطقه توریستی می‌کاهد و تأثیرات نامطلوبی را بر گردشگری برجای می‌گذارد. نکته مهم برای گردشگران علاوه بر مسایل و عناصر دیگر نظیر میراث فرهنگی و امنیت ملی، مکان یابی نقاط و محله‌ای گردشگری با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی به لحاظ ریزش‌های جوی، ویژگی‌های دمایی، احتمال رخداد طوفان‌ها، سرما و گرمای شدید، کولاک برف و یخبندان و نظایر آن است که با آگاهی از آنها نقاط مورد نظر خود را از لحاظ اقلیم آسایش در فصل‌های مشخص سال انتخاب و مورد برنامه‌ریزی قرار می‌دهند (کهنمویی، ۱۳۸۲، ۱۲۲). لذا آب و هوا یکی از مهمترین عوامل شکل دهنده گردشگری قلمداد می‌گردد، به گونه‌ای 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 (Gomez, ۵۷۲, ۲۰۰۵). با توجه به تأثیر و اهمیت اقلیم بر تقاضای گردشگری و نیز تعیین شرایط مناسب اقلیمی بر جذب گردشگران پژوهش‌های متنوعی در سطح جهان و ایران صورت گرفته است. بلین گومز (۲۰۰۵) به بررسی اقلیم و گردشگری از دیدگاه جغرافیایی و اقلیم شناسی پرداخته است. پژوهش او چگونگی کاربرد و اثر هوا و اقلیم را برای فضای جغرافیایی، نیازها و نمایندگان بازار سیستم توریسم توضیح می‌دهد. همچنین این پژوهش اهمیت این ارتباط را در زمینه تغییر اقلیم نشان می‌دهد. ماتزاراکیس (۲۰۰۷) در مناطق جنوب شرق آلمان در مناطقی که تراکم ایستگاه‌های هواشناسی در آن کم است، اطلاعات زیست اقلیمی را برای گردشگری مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است که نتیجه این تجزیه و تحلیل به صورت نقشه‌های زیست اقلیمی ارایه شده است. مطالعات دیگر در این زمینه شامل مطالعات (دی فریتاس، ۱۹۰)، (اسمیت<sup>۱</sup>، ۱۹۹۳)، (پری<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷)، (مورابیتو و همکاران، ۲۰۰۴)، (هارتز<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶) صورت گرفته است. در داخل کشور، ابوالحسنی (۱۳۸۲)، در پایان‌نامه خود تحت عنوان (قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی صنعت گردشگری در شهرستان رامسر و تنکابن)، قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی صنعت گردشگری را برای شهرستان رامسر و تنکابن بررسی کرده است و فصل بهار را بهترین زمان گردشگری در این مناطق می‌داند و ریزش‌های جوی ملایم را عاملی در جذب گردشگران، به ویژه گردشگران کشورهای حوضه خلیج فارس می‌داند.

ابراهیمی (۱۳۸۳) در پایان‌نامه خود تحت عنوان (ارزیابی اقلیم برای توریست سردشت) شرایط اقلیمی شهرستان سردشت را برای گردشگری با استفاده از شاخص اقلیم توریست (TCI) مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج پژوهش او نشان داد، ماه‌های ژوئن و سپتامبر با کسب نمره ۱۰۰ در طبقه اقلیم ایده آل قرار می‌گیرند و بهترین شرایط اقلیمی را دارا

1- defeats  
2- smith  
3-perry  
4- hartz

هستند. ماه‌های ژوئیه و اوت با دماهای بیشتر نمره کمتری کسب می‌کنند و ماه دسامبر در گروه خیلی ناخوشایند قرار دارد و دارای بدترین شرایط اقلیمی است.

محمدیان (۱۳۸۳)، در پایان‌نامه خود تحت عنوان (تأثیر اقلیم بر صنعت گردشگری شهرستان کرمانشاه) با استفاده از آمار ماهانه هواشناسی در یک دوره آماری ۳۱ ساله و همچنین آمار روزانه ۱۱ ساله، با استفاده از روش‌های آماری و اقلیمی و بهره‌گیری از شاخص‌های تعیین آسایش و راحتی انسان به مطالعه اثر شرایط اقلیمی بر تعداد گردشگران در کرمانشاه پرداخته 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 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 درجه‌های متفاوتی از تنش گرمایی از متوسط تا ضعیف حاکم می‌باشد.

دهقانی (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان (اقلیم آسایش گردشگری در جزیره قشم به روش TCI)، به بررسی و مطالعه اقلیم آسایش جزیره قشم پرداخته است. نتایج این پژوهش بیان‌گر آن است که مناسب‌ترین ماه‌ها از لحاظ آسایش انسانی ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر می‌باشد. گندمکار و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از داده‌های روزانه دوره آماری بلند مدت (۱۳۸۵-۱۳۴۰) شرایط اقلیم آسایش چهار شهر اصلی گردشگری مشهد، اصفهان، رشت و کیش به وسیله شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) 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.

### اهمیت و ضرورت انجام پژوهش

صنعت گردشگری امروزه به قدری در توسعه اقتصادی، اجتماعی کشورها اهمیت دارد که اقتصاددانان آن را صادرات نامرئی نام نهادند. به طور قطع گردشگری به عنوان یک نیروی محرکه در توسعه جهانی است. رشد این بخش، از پیشرفت تجارت جهانی که به نوبه خود سریع‌تر از ایجاد ثروت، به ویژه در کشورهای درحال توسعه بوده، فراتر رفته است. با توجه به این که بهره‌برداری از توان‌های محیطی هر منطقه می‌تواند زمینه ساز توسعه آن مکان باشد و خصوصاً " که اقلیم یکی از عوامل اساسی در توسعه مناطق محسوب می‌شود و این که شهر شیراز با داشتن توان‌ها و جاذبه‌های ویژه و غنی، در صورت برنامه‌ریزی عملی و هدفمند می‌تواند در تمام بخش‌های مختلف روبنایی و زیربنایی ایفای نقش نماید. بنابراین تعیین آسایش اقلیمی و مشخص کردن وضعیت اقلیمی و توان زیست اقلیمی منطقه می‌تواند نقش بسزایی در

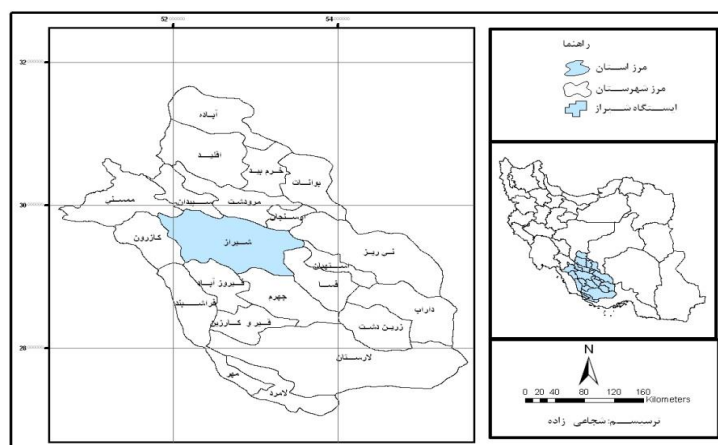
مدیریت و توسعه گردشگری داشته باشد. لذا داشتن دیدی روشن از توان اقلیمی و آسایش بیوکلیماتیک در پهنه‌های گردشگر پذیر جغرافیایی نقش بسزایی در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های توریستی و نیز افزایش تقاضای گردشگران منطقه خواهد داشت. بدیهی است سفر و عزیمت به مناطق و مقاصد گردشگری با شرایط نامناسب اقلیمی و یا بدون شناخت کامل از شرایط اقلیمی و آسایشی، مشکلات و تهدیدات عدیده‌ای را می‌تواند برای گردشگران به باور آورد (استرس‌های حرارتی، آلودگی هوا، تأثیر اشعه ماورای بفش و...). در این خصوص اطلاع رسانی از شرایط جوی و برخورداری از آسایش اقلیمی مقاصد گردشگری از اهداف مهم راهنمایان تور و برنامه‌ریزان گردشگری به حساب می‌آید تا گردشگران و به ویژه افراد آسیب پذیر مانند افراد سال‌خوردگان، بیماران و کودکان را از خطرهای ناشی از مسایل ذکر شده محافظت نماید.

### اهداف پژوهش

در این مقاله سعی گردیده به بررسی آسایش حرارتی در ماه‌های مختلف در شهر شیراز پرداخته شود و توان‌های اقلیمی این شهر را به منظور آسایش حرارتی و اقلیمی برای گردشگران مورد ارزیابی قرار دهیم و با ارایه تقویم زمانی مناسب گردشگری در جهت بالا بردن کیفیت و توسعه گردشگری این شهر گامی مؤثر برداشته شود. از این رو هدف این پژوهش شناسایی پتانسیل‌های اقلیمی و گردشگری، شناخت پارامترهای اقلیمی مؤثر بر آسایش انسان و ارایه تقویم اقلیم گردشگری در شهر شیراز است.

### منطقه مورد مطالعه

شهر شیراز در مرکز استان فارس و در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی واقع شده است. این منطقه در ارتفاع ۱۴۸۸ متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای آب و هوای معتدل در زمستان و آب و هوای گرم و خشک در تابستان می‌باشد. میانگین دمای سالانه منطقه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و باد غالب از سمت شمال غرب می‌باشد.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی شهر شیراز در استان فارس

## داده‌ها و روش‌ها

شرایط اقلیم آسایشی معمولاً با شاخص‌هایی بیان می‌گردد که در آن مجموعه‌ای از عناصر هوا شناختی، انسانی و محیطی دخالت داده می‌شود. این شاخص‌ها داده‌های اقلیمی را به شکلی آرایه می‌کنند که نشان دهنده واکنش افراد به شرایط آب و هوایی است و در طبقه بندی عددی، درجه‌هایی را از بسیار مناسب تا نامناسب در بر می‌گیرند. این شاخص-ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف را از دیدگاه اقلیم آسایشی فراهم می‌آورند. یک شاخص ایده‌آل می‌بایست از سه جنبه فیزیکی (مثل باران و برف و ..)، فیزیولوژیکی (مثل دمای هوا) و جنبه روانشناختی (صاف بودن آسمان) ترکیب شده باشد. به علاوه در آن تعادل انرژی بین بدن و جو نیز لحاظ شده باشد (de ferits، ۲۰۰۲). شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص متوسط نظر سنجی پیش بینی شده از جمله مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژی-دما محسوب می‌شوند که هر سه جنبه ذکر شده در آنها لحاظ شده است و علاوه بر مطالعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به ویژه در تعیین مولفه حرارتی میکروکلیمای شهری، در مطالعات مربوط به آب و هواشناسی توریسم نیز جهت بررسی محیط‌های آسایش اقلیمی برای گردشگران کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند. شاخص pmv از طریق معادله زیر قابل محاسبه است.

جدول ۱: مدل‌های بیلان انرژی برای افراد بر اساس روش PMV

$P MV = (0.303 e^{-0.036 M} + 0.028)[(M - W) - H - E_c - C_{rec} - E_{rec}]$	(۲)
$E = 3.05 \times 10^{-3} (256 t_{sk} - 3373 - P_a) + E_{sw}$	(۳)
$E_c = 3.05 \times 10^{-3} [5733 - 6.99 \times (M - W) - P_a] + 0.42 (M - W - 58 - 15)$	(۴)
$C_{rec} = 0.0014 M (34 - T_a)$	(۵)
$E_{rec} = 1.72 \times 10^{-5} M (5867 - P_a)$	(۶)

H مستقیماً قابل اندازه گیری بوده و از طریق معادله زیر نیز قابل محاسبه است، در معادله‌های فوق :

$$C_{rec} = \text{تبادل حرارت همرفتی تعرق } (w/m^2) \quad E_{rec} = \text{تبادل حرارت تبخیری تعرق } (w/m^2)$$

$$E_{sw} = \text{تلفات حرارت تبخیری تعرق } (w/m^2) \quad I_{cl} = \text{تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن } (w/m^2)$$

$$E_c = \text{تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارتی خنثی قرار دارد } (w/m^2)$$

$$M = \text{نرخ سوخت و ساز بدن } (w/m^2) \quad T_{cl} = \text{دمای سطح لباس (درجه سانتی‌گراد)}$$

$$T_{sk} = \text{دمای متوسط پوست (درجه سانتی‌گراد)} \quad W = \text{نیروی مکانیکی موثر } (w/m^2)$$

$$H = \text{تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت و تابش } (w/m^2) \quad T_a = \text{دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)}$$

$$P_a = \text{رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)}$$

شاخص pmv نوعی تقسیم‌بندی احساس حرارتی ۷ درجه‌ای است که دامنه آن از ۳/۵- (سرد) تا ۳/۵+ (گرم) تغییر

می‌کند. صفر در این مقیاس نشان‌گر احساس حرارتی خنثی است (جدول ۲).

جدول ۲: مقادیر آستانه شاخص pmv و pet

pet	pmv	حساسیت حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
-	-	خیلی سرد	تنش سرمای بسیار شدید
۴	-۳/۵	سرد	تنش سرمای شدید
۸	-۲/۵	خنک	تنش سرمای متوسط
۱۳	-۱/۵	کمی خنک	تنش سرمای اندک
۱۸	-۰/۵	راحت	بدون تنش سرما
۲۳	۰/۵	کمی گرم	تنش گرمای اندک
۲۹	۱/۵	گرم	تنش گرمای متوسط
۳۵	۲/۵	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
۴۱	۳/۵	داغ	تنش گرمای بسیار شدید

ماخذ: ماتزاراکیس و همکاران (۱۹۹۹)

شاخص pet یکی از پرکاربردترین شاخص‌های دما- فیزیولوژیک می‌باشد که از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق شده است. مزیت اصلی این شاخص ارزیابی بر حسب واحد سلسیوس است که نتایج به دست آمده را برای گردشگران و برنامه‌ریزان بخش گردشگری که ممکن است با اصطلاح‌های زیست هوا شناختی اطلاعی نداشته باشند، قابل درک می‌کند. در تعریف این روش برای نرخ سوخت و ساز با کار سبک و میزان نارسانایی لباس به ترتیب اعداد ۸۰ وات و ۰/۹ (clo) به طور میانگین در نظر گرفته شده است. در جدول (۳) ارزش نارسانایی پوشاک مختلف و در جدول (۱) مدل‌های بیلان انرژی برای افراد بر اساس روش PMV آمده است. در این مطالعه برای بررسی دمای معادل فیزیولوژیک و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده 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 کرده است. این مدل از طریق روابط زیر به دست می‌آید (جدول ۴).

جدول ۳: 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

ماخذ: (رازجویان، ۱۳۶۷)

## جدول ۴: مدل MEMI براساس معادله بیلان انرژی بدن انسان

$S = H + C + R + E_p + E_{sr} + E_{lr} + E_{sw} + E_f$	رابطه (۳) نرخ جریان خون
$Q_b = (6/3 + 75(T_c - 36/6)) / (1 + 0/5(34 - t_{SK}))$	رابطه (۴) نرخ تعرق
$S_w = 8/4710^{-5} ((1 t_{SK} + 0/9 t_c) - 35/6) kg / sm^2$	رابطه (۵) تولید حرارت
$H = M(1 - h)$	رابطه (۶) جریان حرارت همرفتی
$C = A_{sk} f_{cl} (T_a - T_{SK})$	رابطه (۷) جریان حرارتی تابش
$R = A_{sk} f_{cl} f_{cfl}^{es} (t_r^4 - T_{sk}^4)$	رابطه (۸) انتشار بخار آب
$E_D = mr (P_a - P_{vsk})$	رابطه (۹) اتلاف حرارت پنهانی به وسیله تعرق
$E_{sr} = r_{tm} C_p (T_a - T_r)$	رابطه (۱۰) اتلاف حرارت به وسیله تبخیر
$E_{sr} = S_w r$	رابطه (۱۱) برای زن
$E_{sw} = A_{sk} r_{hc} 0/622 / (P_a - P_{vsk})$	رابطه (۱۲) حرارت افزوده یا تلف شده از طریق خوردن
$E_f = mf cf (T_f - T_c)$	رابطه (۱۳) حرارت منتقل شده از مرکز به پوست
$Q_b = P_b C_b (T_{sk} - T_c)$	رابطه (۱۴) حرارت منتقل شده از پوست به محیط

$$C_{rec} = \text{تبادل همرفتی تعرق } (W/M^2) \quad E_{rec} = \text{تبادل حرارتی تبخیری تعرق } (W/M^2)$$

$$E_c = \text{تبادل حرارتی تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارت خنثی قرار دارد } (W/M^2)$$

$$E_{sw} = \text{تلفات حرارتی تبخیری تعرق } (W/M^2) \quad I_{cl} = \text{تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن } (W/M^2)$$

$$M = \text{نرخ سوخت و ساز بدن } (W/M^2) \quad T_{cl} = \text{دمای سطح لباس } (C) \quad T_{SK} = \text{دمای متوسط پوست } (C)$$

$$W = \text{نیروی مکانیکی موثر } (W/M^2) \quad E = \text{تبادل حرارتی تبخیری در سطح پوست } (W/M^2)$$

$$H = \text{تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت، تابش } (W/M^2) \quad P_a = \text{رطوبت، فشار بخار جزیی هوا (hp)}$$

$$T_a = \text{دمای هوا } (C)$$

مدل MEMI مبنای مناسبی برای ارزیابی شرایط حرارتی اقلیم یک محیط به شمار می‌رود. جدول ۵ با در نظر گرفتن پارامترهای مورد نظر در این مدل برای شرایط گرم و آفتابی ارائه شده است.

## جدول ۵: بیلان حرارتی MEMI برای شرایط گرم و آفتاب

پارامترهای بدن	پارامترهای فیزیولوژیکی	پارامترهای هواشناسی
قد. ۱۸۰ سانتی‌متر	تولید حرارت داخلی. ۲۵۸ وات	Ta=30(oC)
وزن. ۷۵ کیلوگرم	دمای متوسط پوست. ۳۶ سانتی‌گراد	Tmrt=60(oC)
سن. ۳۵	دمای هسته ای بدن. ۳۷ سانتی‌گراد	RH=50%
لباس. ۰/۹ کلو	رطوبت بدن ۵۳ درصد	V=1m/s
فعالیت. ۴ کیلومتر در ساعت	تلفات آب. ۵۲۵ گرم در ساعت	PET=43 (oC)
	تلفات حرارتی تعرق. ۲۷ وات	
	تعرق نامحسوس. ۱۱ وات	
	همرفت. ۱۴۳ وات	
	تابش خالص. ۲۴۰ وات	

داده‌های مورد نیاز برای محاسبه شاخص pmv و pet به شرح زیر است:

۱- متغیرهای موقعیتی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع منطقه مورد مطالعه می‌باشد. شهر شیراز در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۸ متری از سطح دریا قرار گرفته است؛

۲- متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوای خشک بر حسب درجه سانتی‌گراد، فشار بخار آب بر حسب هکتوپاسکال، رطوبت نسبی بر حسب درصد، سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه و میزان ابرناکی بر حسب اکتا می‌باشد این داده‌ها در ایستگاه سینوپتیک شیراز طی دوره آماری (۱۹۹۰-۲۰۰۵) از سایت سازمان هواشناسی کشور در مقیاس ماهانه اخذ و مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۶)؛

۳- متغیرهای فردی شامل ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر که شامل، قد، وزن، سن و جنسیت می‌باشد؛

۴- دسته چهارم شامل متغیرهای مربوط به نوع پوشش و فعالیت است.

همان‌طوری که اشاره شد شاخص‌های دما- فیزیولوژیک PMV و PET از طریق روش‌ها و معادله‌های گوناگونی قابل محاسبه و بررسی می‌باشند. به لحاظ پیچیدگی و گستردگی معادله‌های مربوطه، پژوهشگران در تخصص‌های مختلف، مدل‌ها و نرم افزارهای مناسب رایانه‌ای برای محاسبه این شاخص‌های کاربردی طراحی و ارائه کردند. یکی از مهم‌ترین این مدل‌های محاسباتی، مدل Ray Man است که در این مطالعه نیز مورد استفاده قرار گرفته است (ذوالفقاری، ۱۳۸۵: ۱۳۱). در این مدل بعد از وارد کردن مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (متغیرهای موقعیتی) و پارامترهای اقلیمی (متغیرهای هواشناسی)، داده‌های فیزیولوژیکی مؤثر شامل قد، وزن، سن و همچنین متغیرهای مربوط به نوع پوشش و میزان فعالیت که به صورت پیش فرض در جدول ۵ ارائه شده است، را به مدل وارد و شاخص‌های مدنظر محاسبه می‌شود. متغیرهای دسته سوم و چهارم را با توجه به این که بسیار متفاوت و متغیر هستند، طبق توصیه مدل می‌توان میانگین متعارف آنها را در جامعه در نظر گرفت. به طور مثال در مورد پوشش می‌توان رقم ۰/۹ کلو و فعالیت متوسط مثل رانندگی را ۸۰ وات در نظر گرفت. قابل ذکر است که در این میان بین جنس زن و مرد تفاوت ناچیزی درباره این متغیرها وجود دارد.

جدول ۶: مقادیر ماهانه پارامترهای اقلیمی شهر شیراز طی دوره آماری (۱۹۹۰-۲۰۰۵).

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
دمای هوا	۶.۱۶	۸.۵۱	۱۲	۱۷.۷۳	۲۳.۶۶	۲۸.۵۷	۳۰.۸۷	۳۰	۲۵.۹۰	۱۹.۹۲	۱۲.۹۷	۸.۶
رطوبت نسبی	۶۲	۵۳	۴۹	۴۱	۲۸	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶	۳۲	۴۶	۵۹
فشاربخار آب	۵.۶۵	۵.۷۵	۶.۶۴	۷.۶۴	۷.۵۹	۷.۷۵	۹.۸۳	۹.۸۲	۷.۹۲	۷	۶.۳۱	۶.۳۴
ابرناکی	۶	۶	۷	۶	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۵
سرعت باد	۱.۴	۲	۲.۴	۲.۵	۲.۷	۲.۴	۲.۲	۱.۹	۱.۷	۱.۵	۱.۲	۱.۲



## یافته‌های پژوهش

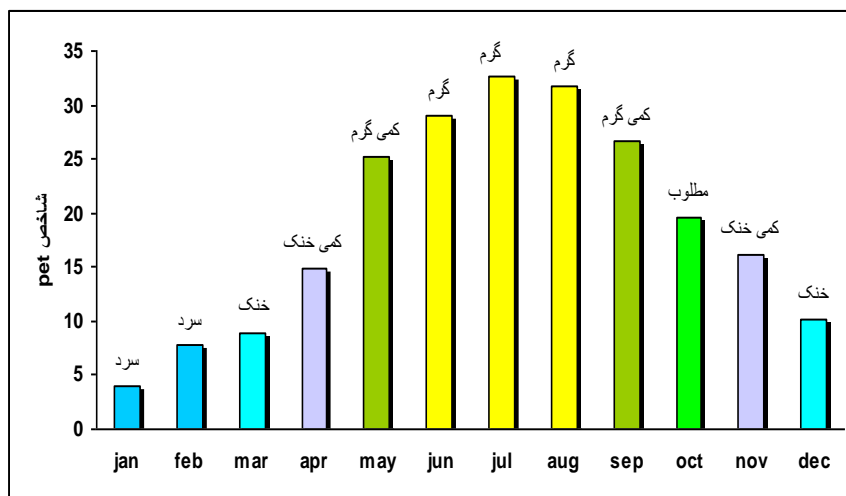
شهر شیراز به لحاظ داشتن تنوع و تعدد جاذبه‌های تاریخی، طبیعی، فرهنگی و مذهبی، توانمندی‌های متعددی در جذب گردشگر دارد. شناسایی دوره‌های مناسب و نامناسب اقلیمی می‌تواند منجر به ارائه تقویم زمانی گردشگری گردد. نتایج تحلیل ماهانه شاخص pet در شکل (۲) ارائه شده است. این نتایج نشان‌گر آن است که براساس مقادیر عددی شاخص pet، در شهر شیراز حساسیت حرارتی از سرد تا گرم متغیر است. ماه ژانویه و فوریه به ترتیب با  $۴/۱$  pet و  $۷/۲$  از شرایط حرارتی سرد برخوردار می‌باشند. ماه مارس و دسامبر به ترتیب با مقدار عددی  $۹/۲$  و  $۱۱/۱$  از شرایط حرارتی خنک برخوردارند. ماه آوریل و نوامبر با  $۱۶/۵$  pet و  $۱۷/۱$  دارای شرایط حرارتی کمی خنک می‌باشند. ماه می و سپتامبر به ترتیب با مقدار عددی  $۲۵/۲$  و  $۲۶/۳$  شرایط حرارتی کمی گرم را دارا می‌باشند. ماه ژوئن، ژوئیه و اوت با  $۲۹/۹$  pet و  $۳۳/۴$  و  $۳۲/۸$  دارای شرایط حرارتی گرم می‌باشند. ماه اکتبر با مقدار عددی  $۲۱/۵$  شرایط کاملاً مطلوب اقلیمی و آسایشی را دارد. در واقع از اواخر فصل پاییز (ماه دسامبر) تا پایان فصل زمستان به دلیل حاکمیت توده هوای سیبری و مدیترانه‌ای بر منطقه شرایط بیوکلیمایی دارای تنش سرمایی با درجه‌های متفاوت از شدید تا متوسط می‌باشد. تنش سرمایی حاکم باعث رکود آسایش اقلیمی می‌شود و عاملی برای محدودیت گردشگری زمستانه در شهر شیراز می‌باشد. در اوایل فصل بهار (ماه آوریل)، تنش سرمایی کمی بر منطقه حاکمیت دارد. این تنش سرمایی با مختصر تمهیداتی درباره نحوه لباس پوشیدن از نظر آسایشی مناسب می‌گردد. چنین شرایطی در ماه می، با تنش گرمایی اندک نیز برقرار می‌باشد. از ماه می به تدریج تنش گرمایی ایجاد می‌شود. این شرایط ابتدا با تنش گرمایی اندک آغاز گردیده و سپس تنش گرمایی متوسط از ژوئن تا اوت تداوم دارد. در ماه سپتامبر به تدریج شرایط گرما کاهش یافته و مجدداً شرایط حرارتی کمی گرم تا پایان این ماه به طول می‌انجامد. در فصل پاییز با متعادل‌تر شدن دمای هوا، شرایط آسایشی شکل دیگری به خود می‌گیرد. در این فصل ماه اکتبر دارای بالاترین کیفیت اقلیم آسایشی از نظر دمایی و رطوبتی می‌باشد. با پایان ماه اکتبر به تدریج شرایط سرما در این شهر حاکم می‌شود به طوری که ماه نوامبر با تنش سرمایی اندک شرایط نسبتاً مناسب اقلیمی را دارد. بنابراین می‌توان گفت براساس شاخص pet حدود ۵ ماه از سال در شهر شیراز شرایط مناسبی برای گردشگری دارند (جدول ۷).

نتایج ماهانه شاخص Pmv در شکل (۳) ارائه شده است. بر اساس مقادیر عددی شاخص Pmv، ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر به ترتیب با مقدار عددی  $-۳/۴$ ،  $-۳/۳$  و  $-۳/۲$  از شرایط حرارتی سرد برخوردار می‌باشند. ماه مارس و نوامبر با  $۲/۴$  Pmv و  $-۱/۹$  شرایط خنکی دارند. ماه آوریل و سپتامبر به ترتیب با  $۱/۲$  Pmv و  $۱$  شرایط حرارتی کمی خنک و کمی گرم را دارا می‌باشند. ماه‌های می و اکتبر به ترتیب با مقدار عددی  $۰/۲$  و  $-۰/۳$  بالاترین کیفیت آسایشی را دارند. ماه ژوئن، ژوئیه و اوت به ترتیب با  $۱/۶$  pmv،  $۲/۲$  و  $۲$  دارای شرایط حرارتی گرم می‌باشند. به صورت کلی در شهر شیراز محدودیت سرمایی از ماه نوامبر شروع می‌شود و تا آخر زمستان ادامه دارد. این تنش‌های سرمایی که به مدت ۵ ماه به طول می‌انجامد، جاذبه‌های این شهر را برای اهداف توریستی کاهش می‌دهد. در ماه آوریل شرایط حرارتی کمی

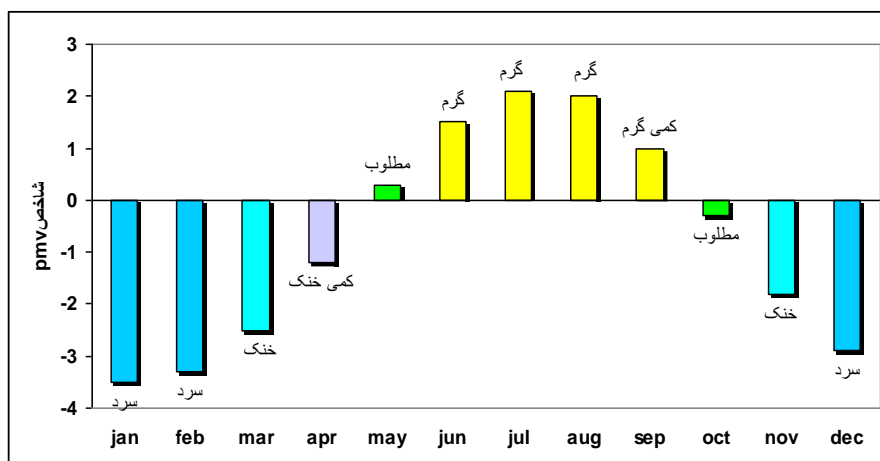
خنک، از نظر آسایشی نسبتاً مناسب می‌باشد. در چنین وضعیتی با مختصر تغییری در نوع پوشش شرایط مناسب به وجود می‌آید. در ماه می شرایط نسبتاً مناسب اقلیمی به بالاترین کیفیت اقلیم آسایشی از نظر دمایی و رطوبتی تبدیل می‌شود. بنابراین اوایل و اواسط فصل بهار در این شهر شرایط مناسبی برای گردشگری می‌باشد البته این شرایط در ماه می به بالاترین کیفیت خود می‌رسد. با شروع ماه ژوئن شرایط مطلوب اقلیمی به دلیل ورود توده‌های گرم عربستان به منطقه و افزایش دمایی محیطی به سمت بحرانی سوق پیدا می‌کند و این شرایط تا ماه اوت تداوم دارد. چنین فشار بیوکلیمایی اساساً شرایط نامناسبی برای مسافرت‌های تابستانه به وجود آورده است. با توجه به این که شهر شیراز مقصد بسیاری از گردشگران در فصل تابستان می‌باشد نتایج حاصل از شاخص Pmv نشان می‌دهد که این شهر در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت دچار فشار بیوکلیمایی و فاقد شرایط آسایشی مناسب می‌باشد. در ماه سپتامبر مطابق با آخرین ماه از فصل تابستان با توجه به کاهش گرمای هوا شرایط حرارتی کمی گرم بر این شهر حاکمیت می‌یابد که از نظر آسایشی شرایط نسبتاً مناسبی را دارد. با شروع فصل پاییز و پایان گرمای تابستان، تنش گرمایی به صورت کامل از بین می‌رود و شرایط بیوکلیمایی تاحدودی متعادل‌تر می‌شود. شرایط عدم فیزیولوژیکی را در ماه اکتبر مشاهده می‌کنیم. بنابراین ماه اکتبر نیز به مانند ماه می شرایط کاملاً مطلوبی از نظر آسایشی و اقلیمی دارد (جدول ۷).

جدول ۷: شرایط اقلیم گردشگری ماهانه ایستگاه شیراز براساس روش PMV و PET

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
PMV	-۳/۴	-۳/۳	-۲/۴	-۱/۲	۰/۲	۱/۶	۲/۲	۲	۱	-۰/۳	-۱/۹	-۳/۲
PET	۴/۱	۷/۲	۹/۲	۱۶/۵	۲۵/۲	۲۹/۹	۳۳/۴	۳۲/۸	۲۶/۳	۱۹/۵	۱۷/۱	۱۱/۱



شکل ۲: طبقه بندی ماهانه شاخص pet بر حسب حساسیت گرمایی



شکل ۳: طبقه‌بندی ماهانه شاخص pmv بر حسب حساسیت گرمایی

### نتیجه گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده، مشخص شد که شهر شیراز بر اساس روش PET در ماه اکتبر و با توجه به مقادیر عددی بر حسب روش PMV در ماه می و اکتبر دارای شرایط مطلوب اقلیمی می‌باشد، بنابراین دوره آسایش اقلیمی این شهر به صورت دو دوره مجزا در اواسط فصل بهار و ابتدای فصل پاییز واقع شده است. عمده‌ترین عامل محدودیت گردشگری در این شهر مربوط به تنش‌ها سرمایه‌ی (اواخر پاییز تا پایان فصل زمستان) و تنش‌های گرمایی (اواخر فصل بهار تا اواسط فصل تابستان) می‌باشد. تنش‌های سرمایه‌ی به دلیل استیلای شرایط سرد و گسترش سیستم‌های غربی و تنش‌های گرمایی به دلیل استیلای پرفشار جنب حاره می‌باشد که شرایط بیوکلیمایی را دچار بحران کرده است بنابراین در طی این دوره شهر شیراز نمی‌تواند مقصد مناسبی برای گردشگری باشد. با توجه به این‌که شناسایی پتانسیل‌های اقلیمی و ارزیابی تقویم زمانی مناسب گامی مؤثر در جهت بالا بردن کیفیت و توسعه گردشگری می‌باشد لذا پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن دوره‌های آسایش اقلیمی در شهر شیراز سعی شود زمان برگزاری تورها، همایش‌ها و مسابقات ورزشی در طی این دوره باشد تا بر کیفیت و رضایتمندی از سفر افزوده گردد. همچنین با توجه به این‌که تنش‌های سرمایه‌ی و گرمایی باعث کاهش جاذبه‌های توریستی شیراز در فصل زمستان و تابستان می‌باشد، پیشنهاد می‌شود که سازمان ایرانگردی و جهانگردی و دیگر نهادها و ارگان‌های ذیربط به ویژه مجریان تورهای گردشگری از داخل و خارج، دقت و حساسیت بیشتری روی زمان برگزاری تورها و جذب گردشگر کرده و در تبلیغات خود به عنوان یک مؤلفه بسیار مهم جایگاه ویژه‌ای به این امر اختصاص دهند تا گردشگران داخلی و خارجی در یک محیط همراه با آسایش اقلیمی در این منطقه از جاذبه‌های تاریخی، طبیعی، و فرهنگی آن دیدن نمایند.

## منابع

- ۱- ابوالحسنی، بیژن (۱۳۸۲): قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی صنعت گردشگری در ایستگاه‌ستان رامسر و تنکابن، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی.
- ۲- ابراهیمی، ناصر (۱۳۸۳): ارزیابی اقلیم برای توریست سردشت، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی.
- ۳- دهقانی، آ. (۱۳۸۹): اقلیم آسایش گردشگری در جزیره قشم (به روش TCI)، همایش منطقه‌ای کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، خرم‌آباد.
- ۴- ذوالفقاری، حسن، (۱۳۸۶): تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردشگری در تبریز با استفاده از شاخص‌های pet و pmv، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، ص ۱۲۹-۱۴۱.
- ۵- زینالی، بتول. جلالی، طاهره. ایاسه، فهیمه. صیاد اصغری، ا.، (۱۳۸۹): بررسی و پهنه‌بندی اقلیم توریستی استان آذربایجان- شرقی با استفاده از شاخص PET، همایش منطقه‌ای کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه آزاد واحد خرم‌آباد.
- ۶- کهنمویی، جواد (۱۳۸۳): بررسی راهکارهای توسعه توریسم در آذربایجان شرقی، دانشگاه تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی.
- ۷- گندمکار، امیر، اسماعیلی، رضا، (۱۳۹۰): ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵.
- ۸- محمدیان، نوشین، (۱۳۸۳): تأثیر اقلیم بر صنعت گردشگری کرمانشاه، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی.

- 7- De Freitas C. (1990): Recreation Climate Assesment. *Int J Climatol* 10: 89 -103.
- 8- Defeats, C. (2002): *Theory, Concepts and Methods in Tourism Climate Research*. School of Geography and Environmental Science, The University of Auckland.
- 9- Hamilton. M: *The Impact of Climate Change on Tourism in Germany*, 2007.
- 10- Hartz, D. A., Brazel, A. J., A. J., Heisler, G.M., (2006): A Case Studies in Resort Climatology of Phone Nix, Arizona, USA. *Int J Biometeorol* 51(1):pp73-83.
- 11- Lecha L., Shachleford P., (1997): Climate Services for Tourism and Recreation, *WMO Bulletin* 46, 46-47.
- 12- M. Blen Gomez Martin. (2005). *Weather, Climate and Tourism a Geography Perspective*, *Annals of Tourism Research*. Vol. 32, NO3, Pp 571- 591.
- 13- Matzarakis A., (2001): Heat stress in Greece, *International Journal of Biometeorology*; 41: 34- 39
- 14- Matzarakis A., (2007): *Climate Change and Tourism- Assesment and Coping Strategies*, Meteorological Institute, University of germane.
- 15- Morobito, M., Cecchi, L., Modesti, P.A, Crisci, A., Orlandini, S., Maracchi, G., Gensin, G.F., (2004): *The Impact of Hot Weather Conditions on Tourism in Florence, Italy: The Summer 2002-2003 Experience* In In.
- 16- Perry A., (1997): *Recreation and Tourism*, In: Thompson RD, Perry AH (eds) *Applied climatology*. Routledge, London, P 240 – 248.
- 17- Smith K., (1993): *The Influence of Weather and Climate on Recreation and Tourism*, *Weather* 48: 398 – 404
- 18- Scott D., (2004): *Climate Change and Sustainable Tourism in The 21<sup>st</sup> Century*, In: Cukier J (Ed) *Tourism Research: Policy, Planning and Prospects*. Department of Geography Publication Series, University of Waterloo, Ontario.
- 19- Zaninovic, K., Matzarakis, A. (2004): *Variation and Trends of Thermal Comfort at The Adriatic coast*. *Ber. Motorola. Inst. Univ. Freiburg* Nr.12:74-81.