

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵، بهار ۱۳۹۰  
صص.

## ارزیابی اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)

رضا اسماعیلی - دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد<sup>۱</sup>  
امیر گندمکار - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد  
مجید حبیبی نوخندان - عضو هیئت علمی پژوهشکده اقلیم‌شناسی و رئیس مرکز ملی اقلیم و پژوهشکده اقلیم‌شناسی

پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۸ تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۹/۲۹

### چکیده

در این تحقیق با استفاده از داده‌های روزانه دوره آماری بلندمدت (سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۰) شرایط اقلیم آسایشی چهار شهر اصلی گردشگری مشهد، اصفهان، رشت و کیش به وسیله شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) مورد ارزیابی قرار گرفته است. 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 از سال است. از نظر اقلیمی عمده‌ترین محدودیت گردشگری شهرهای مشهد و اصفهان و رشت، دارا بودن شرایط تنش سرمایی زیاد طی ماه‌های آذر و دی و بهمن است. محدودیت عمده اقلیم گردشگری در کیش مربوط به تنش گرمایی بسیار زیاد آن در فصل گرم سال است. شهر اصفهان نیز طی تیر و مرداد ماه دارای محدودیت تنش گرمایی است. مقایسه تطبیقی نتایج بین شهرهای مورد مطالعه نشان داد که بهترین مقصد برای گذراندن سفرهای نوروزی جزیره کیش است. اولویت دوم مسافرت‌های نوروزی، از آن رشت است. شهرهای مشهد و اصفهان در هنگام تعطیلات نوروزی دارای محدودیت تنش سرمایی هستند. برای مسافرت‌های تابستانه شهرهای مشهد و رشت تنها نیمه دوم شهریور ماه شرایط نسبتاً مناسب دارند. جزیره کیش و اصفهان در طی این زمان به دلیل دارا بودن تنش‌های گرمایی توصیه نمی‌گردند. جزیره کیش طی فصل سرد سال در شرایط کاملاً آسایشی و مناسبی قرار دارد و بهترین مقصد برای گردشگران زمستانی است.

کلیدواژه‌ها: اقلیم گردشگری، اقلیم آسایشی، شاخص دمای معادل فیزیولوژیک، سفرهای نوروزی.

### مقدمه

صنعت گردشگری در حال تبدیل شدن به بزرگ‌ترین و پردرآمدترین صنعت دنیاست، به طوری که ۱۰ درصد تولید ناخالص و ۱۰ درصد از اشتغال جهان را به خود اختصاص داده است (UNWTO<sup>۲</sup>, 2008). از سال ۱۹۵۰ تا سال ۲۰۰۷

\* E-mail: esmaili\_1384@yahoo.com

تعداد جهانگردان بین‌المللی از ۲۵ میلیون به ۹۰۳ میلیون نفر افزایش یافته است و درآمد ناشی از این فعالیت به ۸۶۵ میلیارد دلار رسیده است (Moreno & Amelung, 2009, 550) و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ این تعداد به ۱/۶ میلیارد نفر برسد (UNWTO, 2001). اقتصاددانان معتقدند که گردشگری یکی از امیدبخش‌ترین صنایع 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 الف: ۱۳۸۹، ۱۵۶).

اقلیم و گردشگری وابستگی زیادی به یکدیگر دارند، 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. بیان شرایط اقلیم آسایشی معمولاً با شاخص‌هایی بیان می‌گردد که در آن مجموعه‌ای از عناصر هواشناختی و انسانی و محیطی دخالت داده می‌شود. این شاخص‌ها داده‌های اقلیمی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان‌دهنده واکنش افراد به شرایط آب‌وهوایی است و در طبقه‌بندی عددی، درجاتی را - از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب - در برمی‌گیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوئی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف را از دیدگاه اقلیم آسایشی فراهم می‌آورند (De Freitas, 2001, 4).

در این زمینه می‌بج کوفسکی<sup>۱</sup> (۱۹۸۵، ۲۳۰) شاخص اقلیم آسایش گردشگری (TCI<sup>۲</sup>) را با دخالت دادن هفت عنصر اقلیمی به منظور ارزیابی تناسب اقلیمی برای گردشگران طراحی کرد. محققان زیادی همچون اسکات<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۴، ۱۱۰) مورگان<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۴، ۲۰۲)، املانگ<sup>۵</sup> و واینر (۲۰۰۶، ۳۵۴) و دیگران از طریق این شاخص، مطالعاتی را در زمینه اقلیم گردشگری صورت داده‌اند. اما امروزه به کارگیری شاخص‌های ترکیبی دما - فیزیولوژیک<sup>۶</sup>، که مبتنی بر بیان بدن انسان است، در ارزیابی‌های اقلیم آسایشی و آب و هواشناسی گردشگری بسیار متداول شده است. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک<sup>۷</sup> (PET) یکی از پُرکاربردترین شاخص‌های از این دست است، که مطالعات متعددی در سراسر دنیا از جمله برای آلمان (Ender & Matzarakis, 2007, 291)، یونان (Matzarakis, 2001, 171)، گرجستان (Amiranashvili et al. 2008, 115) تایوان (Lin & Matzarakis, 2008, 281)، شرق روسیه (Grigorieva Thomson et al. 2008, 160) و استرالیا (Rudel et al. 2007, 1935) و کل کره زمین (Matzarakis, 2010, 386) از طریق آن صورت گرفته است.

در داخل کشور ما نیز کاویانی (۱۳۷۱، ۶۰) با استفاده از شاخص ترجونگ، به تهیه نقشه زیست اقلیمی و بررسی

1. Mieczkowski
2. Tourism Climate Index
3. Scott
4. Morgan
5. Amelung
6. Thermo-Physiologic
7. Physiological Equivalent Temperature

اقلیم حیاتی کشور پرداخت. پاینده و زکی (۱۳۸۵، ۷۳) و کاویانی و همکاران (۱۳۸۷، ۱۲) اقدام به محاسبه و ارزیابی شاخص دمای موثر برای سطح کشور کردند. در زمینه فعالیت‌های گردشگری فرج‌زاده (۱۳۸۸، ۳۱) با استفاده از شاخص TCI به ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیم گردشگری ایران پرداخته است. اگرچه مطالعات متعددی در زمینه‌های مرتبط با آسایش اقلیمی در داخل کشور صورت گرفته، ولی اینها اغلب در مقیاس زمانی ماهانه بوده‌اند و تنها جنبه زیست‌اقلیمی را مد نظر قرار داده‌اند؛ و در نتیجه به جنبه کاربردی پیامدها و تبعات، به خصوص در بخش گردشگری، چندان توجه نشده است. در تحقیقات محدودی که در مقیاس روزانه و با هدف توسعه گردشگری صورت گرفته، می‌توان به تحقیقاتی اشاره کرد که با استفاده از شاخص PET برای شهر تبریز (ذوالفقاری، ۱۳۸۶، ۱۴۱)، چابهار (اسماعیلی و همکاران الف: ۱۳۸۹، ۱۵۶) و سبزوار (اسماعیلی و همکاران ب: ۱۳۸۹، ۴)، انجام شده است.

در تحقیق حاضر با استفاده از شاخص PET شرایط اقلیم آسایشی چند شهر عمده توریستی که از نواحی مختلف جغرافیایی و اقلیمی کشور برگزیده شده‌اند، در مقیاس زمانی روزانه مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. همچنین مقایسه‌ای تطبیقی بین شرایط اقلیم آسایشی این شهرها در دوره‌های تعطیلات و اوج گردشگری (تعطیلات نوروزی و تابستانه) انجام شده است. نتایج به دست آمده می‌تواند منجر به ارائه تقویم زمانی اقلیم آسایشی برای اهداف گردشگری شود و در عین حال ابزاری کمکی در انتخاب زمان و مکان مناسب سفرها برای دست‌اندرکاران بخش گردشگری و برگزارکنندگان تورهای ایرانگردی، مسابقات ورزشی، همایش‌ها به شمار آید.

## داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق شهرهای توریستی مشهد به عنوان قطب گردشگری مذهبی، شهر اصفهان به عنوان قطب میراث فرهنگی کشور و پایتخت فرهنگی جهان اسلام، شهر رشت به عنوان مقصد طبیعت‌گردی و جزیره کیش به عنوان مقصد گردشگری ساحلی و دریایی انتخاب شده‌اند. البته شهرهای توریستی دیگری نیز هستند که به دلیل مجاورت یا هم‌اقلیمی با یکی از شهرهای انتخابی مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند. در جدول ۱ موقعیت جغرافیایی شهرهای مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی و نوع اقلیم شهرهای مورد مطالعه

نام شهر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	نوع اقلیم بر حسب طبقه‌بندی کوپن
مشهد	۵۹ ۳۸	۳۶ ۱۶	۹۹۲	نیمه خشک سرد
اصفهان	۵۱ ۴۰	۳۲ ۳۷	۱۵۵۰	خشک و سرد
رشت	۴۹ ۳۹	۳۷ ۱۲	۳۶	مرطوب
کیش	۵۳ ۵۹	۲۶ ۳۰	۳۰	گرم و خشک

برای ارزیابی تأثیر آب و هوا بر انسان و مطالعات اقلیم آسایشی، مدل‌ها و شاخص‌های زیادی در نیمه دوم قرن بیستم ابداع و توسعه داده شده‌اند (Grigorieva & Matzarakis, 2010, 389). از این میان مدل‌هایی که مشتق از

معادله بیلان انرژی بدن انسان‌اند، بیشتر مورد توجه و قبول واقع شده‌اند. اولین مدل موازنه گرمایی را فانگر<sup>۱</sup> در سال ۱۹۷۲ ابداع و تشریح کرد که هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. وی شاخص‌های حرارتی متوسط آرای پیش‌بینی شده<sup>۲</sup> (pmv) و پیش‌بینی درصد افراد ناراضی<sup>۳</sup> (ppd) را برای کمک به مهندسان تهویه در شرایط آب و هوای داخل اتاق (محیط بسته) ارائه کرد. دو دهه بعد جندرتزکی<sup>۴</sup> و همکارانش (۱۹۹۰) موفق شدند که روش پیچیده فانگر را با اختصاص متغیرهای مناسب برای شرایط بیرون نیز تنظیم کنند، که امروزه به مدل MEMI<sup>۵</sup> شناخته می‌شود (Thomson et al., 2008, 164). مدل MEMI مخفف مدل بیلان انرژی برای افراد است. این مدل برای تعیین مقادیر واقعی شارهای حرارتی و دماهای بدن انسان در محیط معین، با فرض اینکه اتلاف حرارتی پوست برابر با حرارت تولید شده به وسیله خون و حرارت منتقل شده از مرکز بدن به سطح پوست باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل MEMI جزء مدل‌های موازنه حرارتی ترمو-فیزیولوژیک است که به عنوان اساسی برای به دست آوردن شاخص‌های PMV و PET محسوب می‌گردد. جزئیات مدل MEMI بر مبنای معادله بیلان انرژی بدن انسان استوار است و معادله آن بدین شرح است (Hoppe; 1999, 72):

$$M + W + R + C + E_D + E_{RE} + E_{SW} + S = 0 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این معادله:

M = میزان یا درصد سوخت و ساز بدن، W = خروجی کار فیزیکی، R = تابش خالص بدن، C = جریان حرارت همرفتی، E<sub>D</sub> = جریان حرارت نهان تبخیری آب از پوست، E<sub>RE</sub> = مجموع جریان‌های حرارتی مؤثر در گرمایش و تبخیر و تعرق، و E<sub>SW</sub> = جریان هوای مؤثر در تبخیر و تعرق بدن. در این معادله واحد همه عبارت‌ها بر حسب وات است و معمولاً M مثبت است و E<sub>D</sub>، W و E<sub>RE</sub> اغلب منفی 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. معادله مذکور به وسیله متغیرهای آب و هواشناسی - که در ادامه ذکر می‌گردند - کنترل می‌شود (VID, 1998, 18) (HOPPE, 1999, 74).

- درجه حرارت هوا: C, E<sub>RE</sub>

- رطوبت هوا: E<sub>D</sub>, E<sub>RE</sub>, E<sub>SW</sub>

- سرعت باد: C, E<sub>SW</sub>

- متوسط دمای تابشی: R

دسترسی به متغیرهای درجه حرارت هوا، رطوبت هوا و سرعت باد به آسانی میسر است، اما میانگین دمای تابشی<sup>۶</sup> (T<sub>mrt</sub>) که یکی از مهم‌ترین متغیرهای ورودی در محاسبه بیلان انرژی بدن انسان است، در ایستگاه‌های هواشناسی ثبت نمی‌شود. بدین ترتیب برای به دست آوردن آن می‌بایست طی محاسباتی خصوصیات مربوط به سطوح تابشی،

1. Fanger

2. Predict Mean Vote

3. Predict Percentage Dissatisfied

4. Jendritzky

5. Munich Energy Balance Model for Individuals

6. Mean Radiant Temperature

عامل منظر و شرایط بدن انسان (نشسته یا ایستاده) مد نظر قرار گیرد. برای محاسبه ( $T_{mrt}$ ) کل محیط بدن انسان به  $n$  سطح هم‌دما ( $T_i = i = 1:n$ ) و ضریب انتشار ( $\epsilon_i$ ) تقسیم می‌گردد که برای هر نسبت زاویه‌ای جسم (فاکتورهای زاویه‌ای)، ( $F_i$ ) به عنوان فاکتور وزنی استفاده می‌شود. تابش موج بلند ( $E_i = \epsilon_i * \sigma * T_i^4$ ) و تابش موج کوتاه پراکنده ( $D_i$ ) از هر یک از  $n$  سطح ساطع می‌شود (Fanger, 1972,122; Jendritzky et al. 1990,315). نتایج به دست آمده در داخل معادله‌ای به شکل زیر برای محاسبه ( $T_{mrt}$ ) ارائه می‌گردد:

$$T_{mrt} = \left[ \frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \left( E_i + a_k \frac{D_i}{\epsilon_p} \right) F_i \right]^{0.25} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این معادله:

$E_i$  = تابش طول موج بلند؛

$\epsilon_p$  = ضریب استفان بولتزمن برابر با  $5.67 * 10^{-10} \text{ W/M}^2/\text{K}^4$ ؛

$\epsilon_p$  = ضریب انتشار بدن انسان (مقدار استاندارد برابر ۰/۹۷ است)؛

$D_i$  = مجموع تابش خورشیدی پخش شده و تابش جهانی انعکاسی؛ و

$a_k$  = ضریب جذب امواج کوتاه تابیده شده به سطح بدن انسان (مقدار استاندارد برابر ۰/۷ است).

در صورتی که تابش مستقیم وجود داشته باشد، معادله  $T_{mrt}$  به  $T *_{mrt}$  (رابطه ۳) تبدیل می‌شود:

$$T *_{mrt} = \left[ T_{mrt}^4 + \frac{f_p a_k I^*}{\epsilon_{pg}} \right]^{0.25} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در معادله مذکور،

$I^*$  = شدت تابش خورشیدی در سطح عمود بر جهت تابش دریافتی؛ و

$f_p$  = تابعی از جهت تابش دریافتی و وضع بدن انسان.

دامنه  $f_p$  از ۰/۳۰۸ برای زاویه صفر تا ۰/۰۸۲ برای ۹۰ درجه ارتفاع خورشیدی تغییر می‌کند (برای اطلاعات بیشتر،

ن.ک. (Matzarakis at al., 2007,331 و VDI, 1998).

### شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)

شاخص‌های حرارتی متوسط آرای پیش‌بینی شده (pmv)، دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و دمای مؤثر استاندارد<sup>۱</sup> (SET) جزء خروجی‌های مدل MEMI هستند. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌ها، برای ارزیابی شرایط زیست‌هواشناختی و شناسایی منابع اقلیم گردشگری محسوب می‌شود (Matzarakis:2007,146). مزیت اصلی این شاخص، ارائه برحسب واحد سلسیوس است که نتایج به دست آمده را برای گردشگران و برنامه‌ریزان بخش گردشگری که ممکن است با اصطلاحات زیست‌هواشناسی نداشته باشند، قابل درک می‌کند. علاوه بر این، قابلیت ارزیابی در مقیاس زمانی روزانه و حتی ساعتی را نیز برای محققان به وجود می‌آورد.

1. Standard Effective Temperature

شاخص PET را می‌توان دمایی در نظر گرفت که طی آن بیلان حرارتی بدن انسانی در 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 دمایی پوست و دمایی مرکز بدن، در تعادل باشد (Matzarakis and HOPPE, 1999, 72; VDI, 1998, 160; Mayer, 1996, 8). در جدول ۲ آستانه‌های عددی طبقه‌بندی این شاخص همراه با وضعیت توصیفی شرایط فیزیولوژیکی و حساسیت گرمایی آورده شده است.

جدول ۲. مقادیر آستانه شاخص PET در درجات مختلف حساسیت انسان (Matzarakis et al., 1999, 78)

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

جدول ۳ به طور نمونه با استفاده از مدل موازنه گرمایی MEMI در شرایط اقلیم گرم و آفتابی و با در نظر گرفتن سه دسته از داده‌های اقلیمی، فیزیولوژیکی و اطلاعات فردی دمایی معادل فیزیولوژیکی را ۴۳ درجه سلسیوس به دست آورده است که بر حسب طبقه‌بندی توصیفی ارائه شده در جدول ۲ بیانگر حساسیت گرمایی بسیار داغ یا تنش گرمایی بسیار زیاد است.

جدول ۳. بیلان حرارتی MEMI در شرایط گرم و آفتاب (HOPPE, 1999, 76)

پارامترهای هواشناسی	پارامترهای فیزیولوژیکی	پارامترهای بدن
Ta=30(oC)	تولید حرارت داخلی -۲۵۸ وات	قد -۱۸۰ سانتی متر
Tmrt=60(oC)	دمای متوسط پوست -۳۶/۱ سانتی گراد	وزن - ۷۵ کیلو گرم
RH=50%	دمای هسته ای بدن -۳۷/۵ سانتی گراد	سن - ۳۵ سال
V=1m/s	رطوبت بدن -۵۳ درصد	لباس - ۰/۹ کلو
PET=43 (oC)	تلفات آب -۵۲۵ گرم در ساعت تلفات حرارتی تعرق -۲۷ وات عرق نامحسوس -۱۱ وات همرفت -۱۴۳ وات تابش خالص -۲۴۰ وات	فعالیت -۴ کیلومتر بر ساعت

- داده‌های مورد نیاز برای محاسبه شاخص PET را می‌توان در چهار دسته از متغیرها بدین شرح ارائه کرد:
- دسته نخست شامل متغیرهای موقعیتی است، همچون: طول و عرض و ارتفاع، که در جدول ۱ اطلاعات مربوط به چهار شهر مورد بررسی آورده شده است.
  - دسته دوم عناصر اقلیمی به شرح جدول ۴ مورد نیاز است:

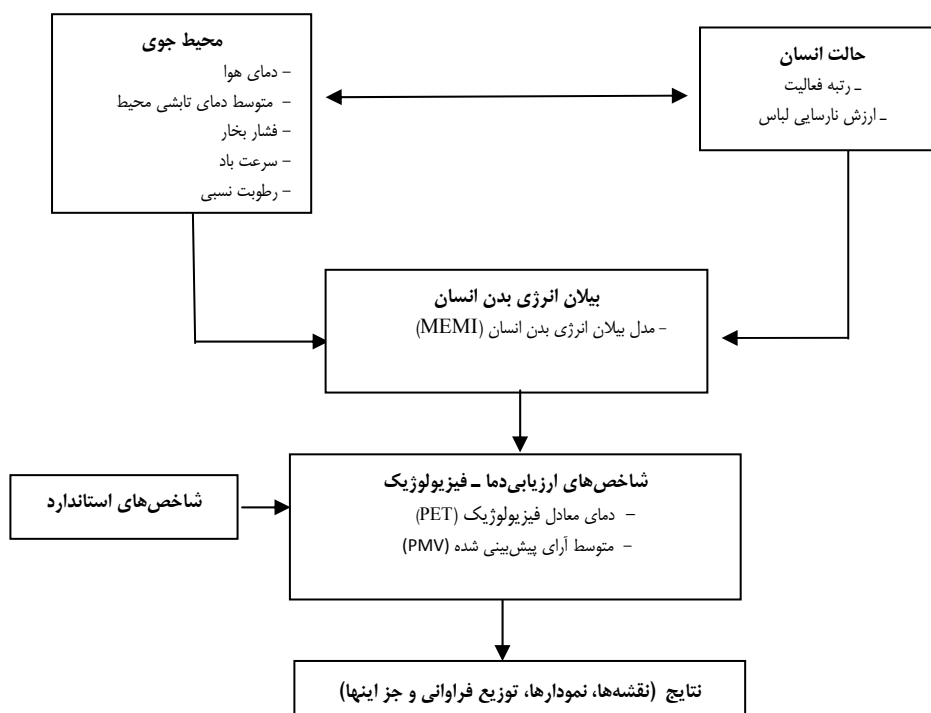
جدول ۴. داده‌های هواشناسی مورد نیاز برای محاسبه شاخص PET

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

داده‌های ذکر شده (جدول ۴) در دوره دراز مدت ۴۴ ساله (۱۳۸۵-۱۳۴۰) برگرفته از سازمان هواشناسی کشور است و بعد از تبدیل به تاریخ شمسی و میانگین‌گیری روزانه مورد استفاده قرار گرفته است.

- دسته سوم متغیرهای فردی شامل ویژگی‌های فیزیولوژیک مؤثر همچون قد، وزن سن و جنسیت است.
- دسته چهارم، متغیرهای مربوط به نوع پوشش و فعالیت است.

در تحقیق حاضر از مدل نرم‌افزاری ریمن<sup>۱</sup> که پروفیسور ماتزاراکیس<sup>۲</sup> (۲۰۰۱، ۱۰۸) طراحی و ارائه کرده، برای حل معادلات و محاسبات مربوط استفاده شده است. این مدل قابلیت محاسبه متوسط دمای تابشی و در نهایت به دست آوردن شاخص PET را دارد. در این مدل بعد از وارد کردن مختصات محل و عناصر اقلیمی (دسته اول و دوم داده‌ها)، داده‌های مربوط به مشخصات فردی، نوع پوشش و میزان فعالیت (دسته سوم و چهارم داده‌ها) را که به طور پیش فرض در جدول ۳ ارائه شده است، می‌توان به طور دلخواه و با توجه به هدف تحقیق به مدل وارد کرد. به طور مثال، در مورد قد و وزن و سن می‌توان میانگین متعارف این متغیرها را در جامعه در نظر گرفت. در مورد پوشش رقم ۰/۹ کلو و فعالیت متوسط مثل رانندگی با ۸۰ وات را می‌توان برای یکی از جنس‌های مرد یا زن که تفاوتی ناچیز بین این دو وجود دارد در نظر گرفت (ذوالفقاری، ۱۳۸۶، ۱۳۸). در شکل ۱ مراحل محاسبه شاخص نشان داده شده است.

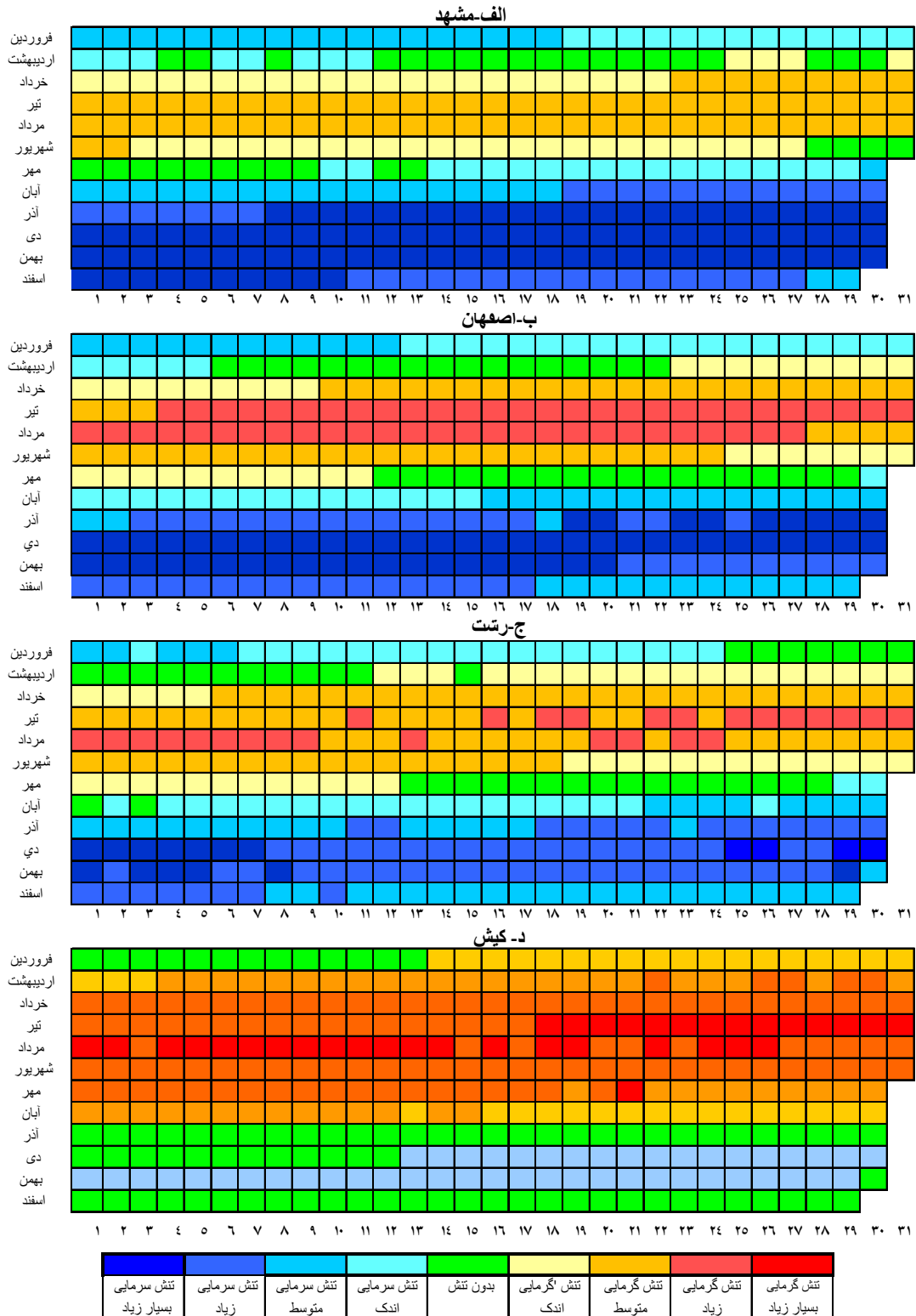


شکل ۱. مراحل ارزیابی زیست‌هواشناسی انسانی و محاسبه شاخص PET (Matzarakis, 2007, 144)

## یافته‌های تحقیق

شهرهای مورد بررسی هر یک به دلیل دارا بودن جاذبه (های) گردشگری (مذهبی، فرهنگی، تاریخی و طبیعی) از قطب‌های عمده گردشگری محسوب می‌شوند که مسافرت و بازدید از این جاذبه‌ها در بهترین و مناسب‌ترین شرایط اقلیمی می‌تواند بر رضایتمندی بیشتر و همچنین میل و رغبت برای مسافرت‌های بعدی تأثیر مثبت داشته باشد. شناسایی دوره‌های مناسب و نامناسب که براساس داده‌های روزانه صورت می‌گیرد، می‌تواند منجر به ارائه تقویم زمانی گردشگری برای هر یک از شهرها گردد. با استفاده از مدل ریمن، میانگین روزانه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) برای چهار شهر اصفهان، مشهد، رشت و کیش محاسبه شده و بر حسب میزان حساسیت گرمایی طبقه‌بندی گردیده که نتایج آن در شکل ۲ ارائه شده است. این شکل شرایط اقلیم آسایشی را برای ۳۶۵ روز سال نشان می‌دهد که محور عمودی ماه‌های سال و محور افقی روزهای هر ماه را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل (۲-الف) شهر مشهد که احتمالاً سالانه بین ۲۰ الی ۳۰ میلیون زائر و مسافر را جذب می‌کند، فقط ۳۵ روز از سال در دو دوره مجزا، از تاریخ ۱۲ تا ۳۰ اردیبهشت ماه و ۲۸ شهریور تا ۱۳ مهر ماه در شرایط آسایشی قرار دارد. بنابراین طول این دوره می‌تواند به عنوان مناسب‌ترین دوره بازدید و گردشگری شهر مشهد مد نظر قرار بگیرد. این دوره (دوره بدون تنش و آسایش اقلیمی) را به همراه دوره‌های وجود تنش گرمایی و گرمایی اندک که با مختصر تمهیداتی مانند پوشیدن لباس مناسب شرایط آسایشی شکل می‌گیرد، می‌توان به عنوان پتانسیل‌های اقلیم آسایشی در نظر گرفت. از طرفی قرارگیری در شرایط تنش گرمایی و سرمای زیاد نیز می‌تواند به عنوان محدودیت معرفی گردد. طبق این تعریف، پتانسیل‌های اقلیم آسایشی شهر مشهد از ۱۹ فروردین تا ۲۲ خرداد و همچنین ۳ شهریور تا ۲۹ مهر ماه شناسایی می‌شود و محدودیت‌های این شهر از ۲۰ آبان تا ۲۷ اسفند ماه - که منطبق بر ماه‌های سرد سال است - رخ می‌دهد.





شکل ۲. طبقه‌بندی روزانه شاخص PET برحسب درجه تنش فیزیولوژیک برای شهرهای: (الف) مشهد؛ (ب) اصفهان؛ (ج) رشت؛ و (د) کیش.

در شهر اصفهان دوره مطلوبیت و آسایش اقلیمی از ۶ تا ۲۳ اردیبهشت ماه و دوره دوم آن از ۱۲ تا ۲۹ مهر ماه جمعاً به مدت ۳۵ روز به وقوع می‌پیوندد. دوره محدودیت گرمایی این شهر از ۴ تیر تا ۲۸ مرداد به مدت ۵۵ روز است و

محدودیت سرمایه آن از ۳ آذر شروع می‌شود و تا ۱۷ اسفند به طول می‌انجامد. پتانسیل‌های اقلیم آسایشی این شهر توریستی شامل دو دوره مجزاست، که دوره اول از ۱۳ فروردین تا ۹ خرداد است، و دوره دوم از ۲۵ شهریور تا ۱۵ آبان ماه. اما در شهر رشت دوره مطلوب و آسایش اقلیمی از ۲۵ فروردین آغاز می‌گردد و تا ۱۲ اردیبهشت طول می‌کشد؛ و دوره دوم آسایش اقلیمی این شهر در اوایل دوره سرد واقع شده است که از ۱۳ تا ۲۹ مهر ماه برقرار است. دوره نسبتاً مناسب که تحت عنوان پتانسیل اقلیم آسایشی مطرح است از ۸ فروردین تا ۶ خرداد ماه، و از ۱۹ شهریور تا ۲۱ آبان ماه برقرار است. محدودیت گرمایی این شهر نیز به صورت پراکنده به مدت ۲۷ روز، طی ماه‌های تیر و مرداد اتفاق می‌افتد و محدودیت‌های سرمایه آن از ۱۸ آذر شروع می‌شود و تا ۷ اسفند ادامه دارد.

بررسی نتایج پتانسیل و قابلیت‌های عمده ای را در زمینه اقلیم گردشگری برای جزیره کیش نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۲-۳ دیده می‌شود، دوره بدون تنش یا آسایش اقلیمی کیش در قیاس با دیگر شهرهای مطالعه شده طولانی‌تر است و منطبق بر ماه‌های سرد سال. آسایش اقلیمی این جزیره در دو دوره زمانی مجزا توزیع شده است. دوره اول از اوایل آذر شروع می‌شود و تا ۱۲ دی ماه به طول می‌انجامد. دوره دوم آن در اواخر دوره سرد قرار گرفته و از اوایل اسفند تا ۱۳ فروردین ماه برقرار است. جمعاً ۸۵ روز از سال این جزیره در شرایط اقلیم آسایشی قرار دارد. محدودیت عمده اقلیم گردشگری این جزیره، وجود تنش‌های گرمایی بسیار زیاد (به مدت ۳۵ روز) و زیاد (به مدت ۱۱۴ روز) در طی ماه‌های گرم سال است که شرایط را برای امور گردشگری کاملاً نامناسب می‌کند.

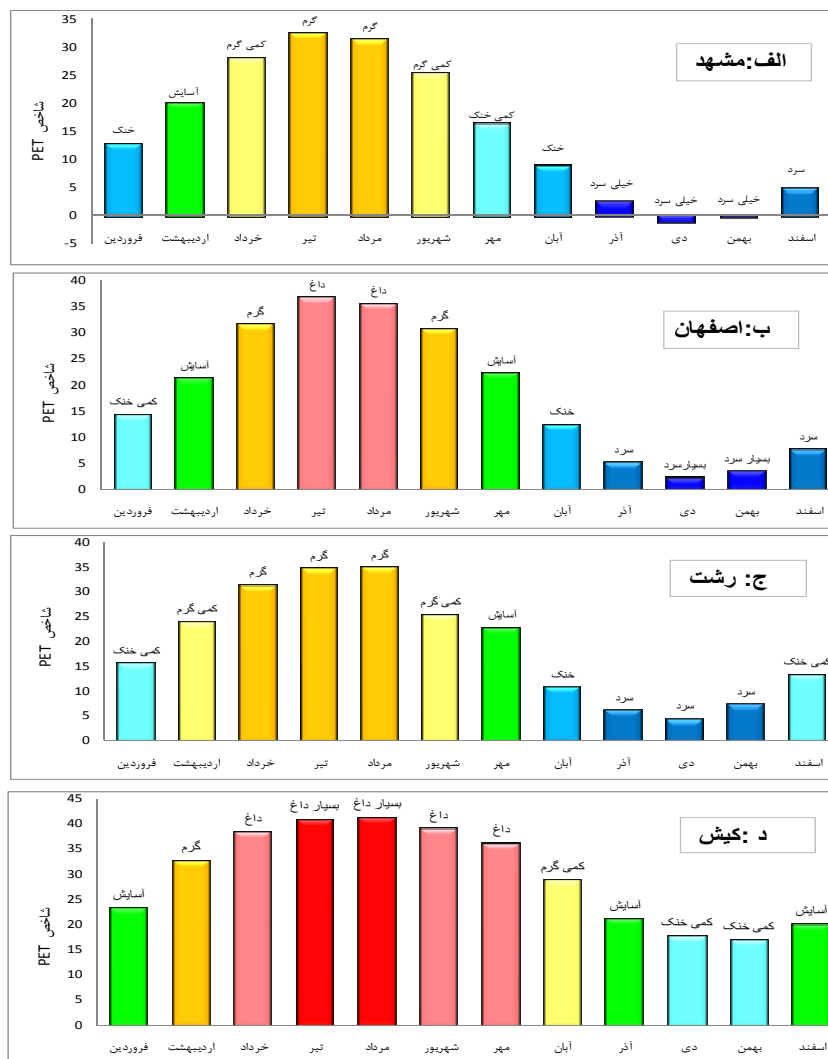
براساس نتایج روزانه شاخص PET، میانگین ماهانه آن محاسبه شد و وضعیت حساسیت گرمایی هر ماه برای چهار شهر مورد مطالعه مشخص گردید (شکل ۳). با مبنا قرار دادن مقادیر ماهانه شاخص PET مقایسه ای بین شهرهای مورد مطالعه در دوره‌های پرتراکم مسافرت‌های نوروزی و تابستانی و زمستانی صورت گرفته و برای هر دوره، با توجه به شرایط اقلیم آسایشی، یک یا چند شهر برای مسافرت پیشنهاد شده است.

با توجه به محدودیت زمانی و میل به سفر می‌توان ایام نوروز را در کشور، پرتراکم‌ترین و پرتقاضاترین دوره مسافرت دانست. نتایج مقایسه شرایط اقلیم آسایشی بین چهار شهر مشهد، اصفهان، رشت و کیش در ۱۳ روز اول فروردین حاکی از آن است که جزیره کیش به دلیل دارا بودن شرایط کاملاً مطلوب اقلیم آسایشی می‌تواند بهترین مقصد برای مسافران نوروزی باشد. در همین دوره شهرهای مشهد و اصفهان تنش سرمایی متوسطی دارند. اگرچه در هفته اول تعطیلات نوروزی رشت دارای تنش سرمایی متوسط است، اما در هفته دوم با استقرار تنش سرمایی اندک وضعیت کمی تعدیل می‌شود و حالتی نسبتاً مناسب می‌یابد. باید توجه داشت که در محاسبه شاخص ارزش نارسایی لباس ۰/۹ در نظر گرفته شده است (جدول ۳) که این مقدار تقریباً معادل پوشش کت و شلوار است. بنابراین در زمان قرارگیری در شرایط تنش گرمایی یا سرمایی اندک می‌توان با مختصر تغییری در نوع پوشش، شرایط مناسب را به وجود آورد.

نتایج تحلیل ماهانه بیانگر شرایط مطلوب اقلیم آسایشی کیش طی فروردین ماه است. در همین ماه، شهرهای رشت و اصفهان؛ شرایط حرارتی کمی خنک، و مشهد با وضعیت حرارتی خنک مواجه‌اند (شکل ۳). طبق نتایج به دست آمده، هیچ کدام از چهار شهر مورد بررسی در ماه‌های گرم برای گردشگری و مسافرت تابستانی چندان مناسب نیستند. فقط شهرهای رشت و مشهد در شهریور ماه با وجود شرایط حرارتی کمی گرم نسبتاً مناسب است؛ و شهرهای اصفهان و کیش به دلیل

شرایط حرارتی گرم و داغ در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور اساساً شرایط نامناسبی برای مسافرت‌های تابستانه دارند. با توجه به اینکه اکثر مسافرت‌های تابستانه به مقاصد مشهد و اصفهان صورت می‌گیرد، نتایج به دست آمده حاکی از آن‌اند این دو شهر - به خصوص اصفهان - در ماه‌های تیر و مرداد، فاقد شرایط اقلیم آسایشی مناسبی هستند.

اغلب مسافران داخلی و گردشگران خارجی تمایل دارند در فصل سرد سال به مناطق دارای آب و هوای گرم و متعادل سفر کنند. طبق نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد جزیره کیش - که به نمایندگی از مناطق ساحلی و جنوبی کشور مورد ارزیابی قرار گرفته است - بهترین مقصد به شمار می‌آید؛ چراکه شرایط اقلیم آسایشی این جزیره در دی و بهمن ماه در وضعیت حرارتی کمی سرد (نسبتاً مناسب) و اسفند ماه در وضعیت حرارتی آسایش (کاملاً مناسب) قرار دارد. این در حالی است که در همین زمان (ماه‌های دی و بهمن و اسفند) شهرهای مشهد و اصفهان در وضعیت خیلی سرد (نامناسب) قرار دارند و رشت نیز فقط در اسفند ماه شرایط نسبتاً مناسبی دارد. چنین تضادی در وضعیت آسایش حرارتی بین کیش و شهرهای مشهد و اصفهان و رشت می‌بایست به عنوان عاملی مهم در جذب سفرهای زمستانه و توسعه گردشگری این منطقه مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۳. طبقه‌بندی ماهانه شاخص PET بر حسب حساسیت گرمایی برای شهرهای:

(الف) مشهد؛ (ب) اصفهان؛ (ج) رشت؛ و (د) کیش

با در نظر گرفتن شرایط اقلیم آسایشی، به مقصدگزینی چهار شهر مورد بررسی برای هر یک از ماه‌ها اقدام شد، که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است. در این تحلیل تقدم و تأخر (اعداد ۱-۲-۳) شهرهای توصیه شده بر حسب دارا بودن کیفیت بهتر اقلیم آسایشی است. طبق این نتایج هیچ کدام از شهرها در ماه‌های تیر و مرداد به دلیل محدودیت‌های تنش گرمایی برای امور گردشگری مناسب تشخیص داده نشده است. در ماه‌های سرد سال تنها جزیره کیش توصیه شده است.

جدول ۵. توصیه مقصدگزینی چهار شهر مورد بررسی برای هر یک از ماه‌ها برحسب کیفیت اقلیم آسایشی

ماه	شهر مناسب	ماه	شهر مناسب
فروردین	۱ کیش، ۲ رشت	مهر	۱ رشت، ۲ اصفهان، ۳ مشهد
اردیبهشت	۱ اصفهان، ۲ مشهد	آبان	کیش
خرداد	مشهد	آذر	کیش
تیر	-	دی	کیش
مرداد	-	بهمن	کیش
شهریور	۱ مشهد، ۲ رشت	اسفند	۱ کیش، ۲ رشت

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که طول دوره آسایش اقلیمی در شهرهای مورد بررسی کوتاه است و به صورت دو دوره زمانی در آغاز فصل پاییز و بهار واقع شده است. طبق محاسبات روزانه صورت گرفته شده و با توجه به شرایط اقلیم آسایشی، مناسب‌ترین زمان گردشگری در مشهد از ۱۳ تا ۳۱ اردیبهشت ماه و دوره دوم آن از اول تا ۱۳ مهر ماه است، که در مجموع ۳۵ روز از سال در شرایط آسایش اقلیمی قرار می‌گیرد. این شرایط برای اصفهان از ۶ تا ۲۳ اردیبهشت و ۱۲ تا ۳۰ مهر ماه به مدت ۳۵ روز است. با توجه به اینکه این شهر یکی از مقاصد گردشگران خارجی است، توصیه می‌گردد که زمان برگزاری این گونه تورها در صورت امکان در طی این دوره یا در ماه‌های اردیبهشت و مهر ماه باشد تا بر کیفیت و رضایتمندی از سفر افزوده شود. دوره آسایش اقلیمی در شهر رشت کمی زودتر آغاز می‌شود و از ۲۵ فروردین تا ۱۳ اردیبهشت و دوره دوم آن از ۱۳ تا ۲۸ مهر ماه در مجموع ۳۷ روز از سال به طول می‌انجامد. طبق تحلیل ماهانه، اردیبهشت و مهر ماه جزء توان‌های بالقوه اقلیم گردشگری در شهرهای مشهد، اصفهان و رشت محسوب می‌شود. عمده‌ترین محدودیت اقلیم گردشگری در شهرهای مشهد و اصفهان و رشت وجود تنش سرمایی طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است که شرایط را برای مسافرت در فصل سرد سال نامناسب می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که شهر اصفهان علاوه بر محدودیت‌های سرمایی، دارای محدودیت‌های گرمایی در ماه‌های تیر و مرداد نیز هست، که در قیاس با دو شهر مشهد و رشت دارای محدودیت‌های بیشتری است. طولانی‌ترین دوره آسایش اقلیمی در بین شهرهای مورد مطالعه با ۸۵ روز متعلق به جزیره کیش است. در این جزیره ۱۳ روز اول فروردین همراه با ۷۳ روز که در ماه‌های آذر و دی و اسفند به وقوع می‌پیوندد، شرایط کاملاً مطلوب اقلیم آسایش حاکم است. عمده محدودیت گردشگری این جزیره مربوط به تنش‌های گرمایی بسیار زیاد است که در فصل گرم سال - به خصوص ماه‌های تیر و مرداد - شرایط را برای

گردشگری کاملاً نامناسب می کند.

طبق مقایسه تطبیقی که بین چهار شهر مورد بررسی از لحاظ شرایط اقلیم آسایشی صورت گرفته است، بهترین مقصد برای مسافرت‌های نوروزی جزیره کیش است که در این دوره در شرایط کاملاً مطلوب قرار دارد. نتایج تحقیقات فرج‌زاده (۳۷،۱۳۸۸) و وضیائی و همکاران (۸۳،۱۳۸۸) که با استفاده از شاخص TCI صورت گرفته است، نیز حاکی از وضعیت عالی اقلیم آسایشی این جزیره در ماه مارس (۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین) است که منطبق بر نتایج به دست آمده است. اولویت دوم مسافرت‌های نوروزی از آن رشت است که در هفته دوم در شرایط نسبتاً مناسب (کمی سرد) قرار دارد. شهرهای مشهد و اصفهان در تعطیلات نوروزی دارای محدودیت تنش سرمایی هستند. به نظر می‌رسد که برای سفرهای تابستانه فقط شهر مشهد و رشت - آن هم در شهریور ماه - شرایط نسبتاً مناسب (کمی گرم) دارند و شهرهای کیش و اصفهان با توجه به تنش‌های گرمایی زیاد و بسیار زیاد برای مقصدگزینی این دوره توصیه نمی‌شوند. ذوالفقاری (۱۳۸۷) در تحقیقی که بر روی شهر تبریز انجام داد، بهترین دوره اقلیم آسایش این شهر را اوایل خرداد تا ۱۰ تیر ماه و ۲۰ شهریور تا ۱۵ مهر ماه معرفی کرد که می‌تواند برای سفرها در اوایل فصل گرم (خرداد و تیر ماه) مناسب باشد. مقایسه شرایط در فصل سرد سال حاکی از آن است که جزیره کیش دارای بهترین شرایط برای مقصدگزینی گردشگری زمستانه است. در حالی که سه شهر مشهد و اصفهان و رشت در زمستان دارای محدودیت‌های سرمایی‌اند، این جزیره در شرایط مطلوب قرار دارد، به گونه‌ای که ماه‌های آذر و اسفند دوره آسایش اقلیمی‌اند و ماه‌های دی و بهمن با دارا بودن حساسیت گرمایی کمی خنک شرایط نسبتاً مناسب است که می‌توان به عنوان توان بالقوه در جذب گردشگران زمستانه مد نظر قرار گیرد. نتایج مشابهی را اسماعیلی و همکارانش (الف: ۱۳۸۹، ۱۵۶) برای چابهار ارائه کردند که حاکی از شرایط مناسب سواحل جنوبی کشور برای مسافرت‌های زمستانه است.

## منابع

- Amelung, B., and D. Viner, 2006, Mediterranean tourism: Exploring the Future with the TourismClimate Index, *Journal of Sustainable Tourism* 14:349-366.
- Amiranashvili, A. Matzarakis, A., Kartvelishvili, L., 2008, Tourism Climate Index in Tbilisi, *Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology* 115, 1-4.
- 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.
- Esmaili, R., saber haghightat, A., malbosi, Sh., 2010 (a), Assessment of Chabahar Port Climate Relaxing Conditions for Tourism Development ,4 the international congress of the Islamic world geographers (ICIWG), 14-16 april, Zahedan, iran.
- Esmaili, R., saberhagheghat, A., safaie, M.J., malbosi, Sh., 2010 (b), Applied climatology and tourism, case study: Sabzevar city. Health city congress, 25-26 May ,Sabzevar.
- 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.

- Fanger, P. O., 1972, Thermal Comfort, McGraw-Hill, New York.
- Farajzadeh, M., 2010, Assessment and Mapping of Iranian Tourism Climate Using Tourism Climate Index (TCI), Journal of geographical research, issue 71, PP.31-42.
- Grigorieva, E. A., Matzarakis, A., 2010, Physiologically Equivalent Temperature in Extreme Climate Regions in the Russian Far East, In: Matzarakis, A., Mayer, H., Chmielewski, F.-M. (Eds.), Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg No. 20, 386-391.
- Hoppe P., 1999, The Physiological Equivalent Temperature-a Universal Index for the Biometeorological Assessment of the Thermal Environment, Int. J. Biometeorology. 43:71-75.
- Jendritzky, G., Menz, G., Schmidt-Kessen, W., Schirmer, H., 1990, Methodik Zur Räumlichen Bewertung der Thermischen Komponente im Bioklima des Menschen, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover.
- Kaviani, M. R., 1993. The Study and Zonation Map of Human Bioclimatic of Iran, Geographical research quarterly., No. 48, 47-65.
- Kaviani, M. R., Ghayour H., payandeh N., 2007, Assessment of Effective Temperature in Iran, Geography Research Journal, No. 80, 11-29.
- 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 International Congress on Biometeorology, Tokio 22-26 September 2008, 1-4.
- Matzarakis, A., 2001, Assessing Climate for Tourism Purposes Existing Methods and Tools for the Thermal Complex, Proceedings of the 1st International workshop on climate, tourism and recreation, International society of biometeorology, commission on climate, tourism and recreation. Greece.101-113.
- Matzarakis, A., 2007, Climate, Thermal Comfort and Tourism, Proceedings of the 2nd International workshop on Climate Change and Tourism Assessment and Coping Strategies (Ed.) A. Matzarakis and C. Bas Amelung - Krzysztof Blazejczyk - Andreas Matzarakis.
- Matzarakis, A., Mayer, H., 1996, Another Kind of Environmental Stress: Thermal Stress, WHO collaborating centre for Air Quality Management and Air pollution Control. NEWSLETTERS 18, 7-10.
- Matzarakis A, Mayer H and Iziomon M G, 1999, Applications of a Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature, Int. J. Biometeorology.43:78-84.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007, Modelling Radiation Fluxes in Simple and complex Environments-application of the RayMan Model, International Journal of Biometeorology 51, 323-334.
- Mieczkowski, Z., 1985, The Tourism Climate Index: A Method for Evaluating World Climates for Tourism, The Canadian Geographer 29: 220-235.
- Moreno, Alvaro and Amelung, Bas, 2009, Climate Change and Tourist Comfort on Europe's Beaches in Summer: A Reassessment, Coastal Management, 37: 6, 550 — 568, First published on: 01 November 2009 (iFirst).

- Morgan, R, Gatell, E., junyet, R., Micallet, A., ozhanScott D, Johnes B and Mac Boyle G, 2004, Climate, Tourism and Recreation: bibliography. University of Waterloo Canada. World Tourist, 183-208.
- Payandeh, N., zeki, Gh., 2007, Calculation of Effective Standard Temperature by Designing Salamat Software (Case study: Calculation of Effective Temperature at 130 Synoptical Stations in Iran), Journal of geographical research, issue 57, PP.91.
- Rudel, E., Matzarakis, A., Koch, E., 2007, Summer Tourism in Austria and Climate Change, In: Oxley, L. and Kulasiri, D. (eds) MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2007, pp. 1934-1939. ISBN : 978-0-9758400-4-7.
- Scott, D., G. McBoyle, and M. Schwartzentruber, 2004, Climate Change and the Distribution of Climatic Resources for Tourism in North America, Climate Research 7:105-117.
- 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.
- UNWTO, 2008, World Tourism Barometer, Volume 6, Number 2. Madrid: United Nations World Tourism Organization World Tourism Organization. Madrid, Spain.
- UNWTO, 2001, Tourism 2020 Vision-Global Forecast and Profiles of Market Segments, Madrid: United Nations World Tourism Organization.
- Verein Deutscher Ingenieure, 1998, VDI 3787, Part I: environmental meteorology, methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: climate. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf, 29 pp.
- Ziaee; M., Bakhtiari; A., 2009, Tourism Climate Index, Selected articles of 5<sup>th</sup> conference of Persian Gulf. 83-102.
- Zou alfaghari, H., 2008, Determination of Suitable Calendar for Tourism in Tabriz with Using the Thermo-physiological Indices (PET and PMV), Geographical research quarterly, 39 (62). 129-141.

## Assessment of Comfortable Climate in Several Main Iranian Tourism Cities Using Physiologic Equivalence Temperature Index

**Esmaili R.\***

Ph.D. Candidate of Climatology, Islamic Azad University Najafabad Branch

**Gandomkar A.**

Assistant prof. in Dep. of Geography, Islamic Azad University ,Najafabad Branch

**Habibi Nokhandan M.**

Assistant prof. in Climatologically Research Institute (CRI) and Director of National Center for Climatology(NCC) and Climatologically Research Institute (CRI), Mashad, Iran

Received: 28/04/2010

Accepted: 20/12/2010

### Extended Abstract

#### Introduction

Since 1960s, heat balance models of the human body have become more and more accepted in the assessment of thermal comfort. The basis for these models is the human energy balance equation. One of the first as well as still among the most popular heat balance models is the comfort equation defined by Fanger (1972).

Climate and tourism have a great dependence to each other, so that existence of a desirable weather condition is an advantage and potential for tourism, and most of the travellers notice to weather conditions in selecting their travel place and time. Climatic comforting conditions usually are expressed by indexes which a series of meteorological, human and environmental factors have been played important roles in, and the possibility of comparison among different places is provided by.

Comfortable climate condition generally state by indexes that involve the sets of meteorology, humanities and environmental elements. Several thermal indices such as Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET) and Standard Effective Temperature (SET\*) may be calculated for the assessment of human bioclimate in a physiologically relevant manner as shown in several applications (Matzarakis et al., 1999; Blazejczyk, Matzarakis, 2007; etc). All indices have the known grades of thermal perception for human beings and physiological stress (Höppe, 1999). PET is defined as a certain air temperature related to fixed standard indoor conditions at which the heat balance of the human body is maintained with core and skin temperature equal to those under the conditions being assessed. In this research, PET index has been used for several cities in different locations in Iran.

\* E-Mail: Esmaili\_1384@yahoo.com



## Material and Methods

In this research, touristy cities including Mashad, Rasht, Isfahan and Kish Island have been selected for comparative of comfortable climatic condition. In this research, the authors have used the PET index.

The Munich energy balance model for individuals" (MEMI) (Höppe 1993) is one of the thermo-physiological heat balance models. It is the basis for the calculation of the physiologically equivalent temperature (PET).

In detail the MEMI model is based on the energy balance equation (9.1) for the human body:

$$M + W + R + C + E_D + E_{Re} + E_{Sw} + S = 0$$

The individual heat flows in Eq. 9.1, are controlled by the following meteorological parameters (Verein Deutscher Ingenieure 1998; Höppe 1999):

- Air temperature:  $C$ , Air humidity:  $E_D$ ,  $E_{Re}$ ,  $E_{Sw}$  – Wind velocity:  $C$ ,  $E_{Sw}$  – Mean radiant temperature:  $R$

Thermo-physiological parameters are required in addition:

- Heat resistance of clothing (clo units) – Activity of humans (in Watt)

The following assumptions are made for the indoor reference climate:

1– Mean radiant temperature equals air temperature ( $T_{mrt} = T_a$ ). 2– Air velocity (wind speed) is fixed at  $v = 0.1$  m/s. 3– Water vapor pressure is set to 12 hPa (approximately equivalent to a relative humidity of 50% at  $T_a = 20^\circ\text{C}$ ).

The calculation of PET includes the following steps:

Calculation of the thermal conditions of the body with MEMI for a given combination of meteorological parameters.

And then Insertion of the calculated values for mean skin temperature and core temperature into the model MEMI and solving the energy balance equation system for the air temperature  $T_a$  (with  $v = 0.1$  m/s,  $VP = 12$  hPa and  $T_{mrt} = T_a$ ).

In this research, the requirement data have been used in the long-term period on the daily scale. The calculations of PET index have been done using Reymen 2.1 software.

## Results and Discussion

The length of Climatic comfort period which is recommended to be the best time for tourism affairs is 35 days of a year in Mashhad and Esfahan, 37 days in Rasht and 85 days in Kish. The most important tourism limitation for Mashhad, Esfahan and Rasht cities is the existence of excessive cold stress during months Azar (November 22 until December 21), Day (22 December until 21 January) and Bahman January 22 until February 21). The results of this research show that duration of climatic comfortable period in the selected cities is short and is located in the separated period on the early spring and autumn. Between of selected cities, Kish island in the cold months of the year and spring season has been the best comfortable climatic condition. The cold stress in the duration of cold season has been main limitation for Mashad, Isfahan and Rasht. Among the selected cities, Kish island has been the best comfortable climatic condition that can recommend for the entire travellers in the early spring. Isfahan town that is one of the most Famous Iranian touristy cities only during the months Ordibehesh (April 22 until May 21) and Mehr (September 22 until October 21) have suitable condition for traveling.

### **Conclusion**

According to the results of this research, comfortable climatic period in the studied cities is short and is located in the second separated periods in the early of autumn and spring. The length of this period, in Isfahan, Mashhad, Rasht and Kish is 35, 35, 37 and 85 days of years respectively. Result comparatives of this research show that the best destination for spending of Novrooz holidays as well as winter travelling is Kish Island. For summer travelling, only Mashhad and Rasht cities have nearly suitable conditions on the second half of September.

**Keyword:** *Physiologic equivalent Temperature, Climate tourism, Climatic comfort, Noroz travel.*