تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۸/۳۰
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۶/۲/۱۲

ملاحظاتی پیرامون شاخص ها و مدل های موجود جهت تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردشگری در تبریز

دکتر حسن ذوالفقاری*

چکیده

در این مطالعه به منظور تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز از شاخص های دما-فیزیولوژیک PET و PMV استفاده شده است. نتیجه این بررسی که از طریق نر افزار RayMan انجام گرفته، نشان می دهد که زمان مناسب برای گردش در تبریز محدودیت زیادی دارد، چرا که روزهای محدودی از سال آسایش حرارتی در این شهر وجود دارد. بر اساس نتایج حاصل از کاربرد شاخص های مذکور، دوره آسایش حرارتی در تبریز بیش از ٤٥ روز نیست و این در حالی است که دوره تنش سرما در این شهر بیش از ٢٤٠ روز ودوره تنش گرما حدود ۸۰ روز تداوم دارد بنابراین مشکل اصلی در رابطه آب وهواشناسی توریسم در تبریز مشکل سرماست و لازم است که مسوولان ذیربط مجریان تورهای گردشگری و گردشگران توجه لازم به این مساله داشته باشند.

واژگان کلیدی: شاخص دما- فیزیولوژی، آسایش حرارتی، مدل بیلان انرژی انسان، آب وهواشناسی توریسم، تبریز.

---

* استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه.

مقدمه

صنعت توریسم یکی ازمهم ترین بخش های اقتصادی جهان است که در سال های اخیر رشد فزاینده ای یافته است. این صنعت با بیش از ۷۶۰ میلیون گردشگر وحدود ۶۲۲ میلیارد دلار درآمد درسال ۲۰۰٤، بیش از ۱۰ درصد تولید ناخالص جهان را به خود اختصاص داده است (حسین زاده و حیدری، ۱۳۸۲). عوامل زیادی برصنعت توریسم تاثیر می گذارند که یکی از مهم ترین آنها آب وهواست. آب وهوا همراه با موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، چشم انداز، پوشش گیاهی وجانوران، به عنوان یکی از مهم ترین منابع پایه محلی در توسعه صنعت گردشگری نقش ایفا می کند. بدین ترتیب می توان گفت که آب وهوا دارای خصیصه یک ثروت عظیم طبیعی است که با تاثیر گذاری بر منابع محیطی، طول مدت و کیفیت توریسم، سلامتی گردشگران و حتی تجارب شخصی گردشگران را نیز کنترل می کند (اسکات و همکاران، ۲۰۰٤).

برای پیشبرد این شاخه علمی، تلاش های زیادی از طرف محققان به عمل آمده است. تعیین شاخص های رقومی مناسب برای ارزیابی اثرات مرکب عناصر اقلیمی برگردشگران وتعیین محیط آسایش از جمله این موارد می باشد. بسیاری از محققان در ارزیابی محیط آسایش، مولفه حرارتی را مهمتر از بقیه مولفه ها می دانند. آنها بر این اساس شاخص های متعددی را طراحی و ارائه نموده اند که امروزه در مطالعات مربوط به زیست هواشناسی انسانی و زیست اقلیم انسانی به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند. شاخص آسایش حرارتی استیدمن، استیدمن- تام، شاخص دمای موثر، دمای موثر نوین، شاخص دمای مرطوب کروی از جمله این شاخص های کمی می باشند (اسکینر و دودیر، ۲۰۰۱).

شاخص های مرتبط با فیزیولوژی انسان که از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق گردیده اند، امروزه در مطالعات زیست اقلیم انسانی جایگاه ویژه ای دارند. شاخص های معروفی در این زمینه پیشنهاد شده است که شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (Physiological Equivalent Temperature) و شاخص میانگین نظرسنجی پیش بینی شده (Predicted Mean Vote) که به ترتیب به شاخص هایPET وPMV معروف هستند، اهمیت بیشتری یافته اند. اگرچه این شاخص ها اساسا" برای اهداف گردشگری طراحی نشده اند، ولی با بعضی تغییرات و تعدیل ها امروزه مهم ترین شاخص ها در

مطالعات آب وهواشناسی توریسم به شمار می روند (ماتزاراکیس، ۲۰۰۱). البته هنو مشکلاتی در زمینه کاربرد این شاخص ها وجود دارد که عدم امکان دسترسی سریع و آسان به داده های مورد نیاز یکی از مهم ترین این مشکلات می باشد زیرا اصولا" داد های اقلیمی موجود سالنامه ها و گزارش های هواشناسی کاربرد زیادی در این زمین ندارند. بعضی از داده های مورد نیاز در این مطالعات صرفا" از طریق تکنیک های مخصوص به دست می آیند.

این نوشته شامل دو قسمت است که در بخش اول مبانی نظری و پیشینه بعضی از مدل ه و شاخص های رقومی بررسی میشود. در بخش دوم که یک مطالعه موردی است زما مناسب گردشگری در تبریز که یکی از شهرهای مهم تاریخی – فرهنگی و طبیع کشورمان است با استفاده از نرم افزار RayMan که یکی از مدل های مناسب در ای زمینه می باشد شناسایی وتعیین می گردد.

مبانی نظری و پیشینه موضوع

اوایل سال ۱۹۳۸ میلادی باتنر(Buttner) در ارزیابی تاثیر حرارتی محیط بر روی بد انسان ، اثرات مرکب تمام پارامترهای حرارتی را مورد توجه قرار داد. او اعتقاد داشت اگ کسی بخواهد تاثیر آب وهوا را بر روی ارگانیسم انسان مطالعه نماید، باید تمام اجز حرارتی محیط را مورد ارزیابی قرار دهد. این دیدگاه منجر به مدل سازی بیلان حرارت انسان گردید که در قالب معادله زیر قابل ارائه شده است:

$$M + W + R + C + E_D + E_{RE} + E_{SW} + S = \cdot \quad (1)$$

در معادله فوق که واحد همه عبارت ها وات بر متر مربع (w/m^2) می باشد:

M= نرخ سوخت و ساز بدن

W= خروجی کار فیزیکی

R = تابش خالص بدن

C= جریان حرارت همرفتی

E_D= جریان حرارت نهان تبخیری آب در پوست

E_{RE} مجموع جریان های حرارتی موثر در گرمایش و تبخیر و تعرق

E_{SW}=جریان هوای موثر در تبخیر و تعرق بدن

S= جریان حرارت ذخیره شده جهت سرمایش و گرمایش توده بدن

بدیهی است اگر بدن در حال کسب انرژی باشد عبارت های معادله تماما" مثبت و اگر در حال از دست دادن انرژی باشد عبارت های معادله منفی خواهد بود. M معمولا" مثبت بوده ولی W، E_D و E_{SW} در اغلب مواردمنفی هستند.

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (Physiological Equivalent Temperature) و شاخص نظر متوسط پیش بینی شده (Predicted Mean Vote) که به ترتیب به شاخص های PET و PMV معروف هستند از جمله مهم ترین شاخص های فیزیولوژی_ دما محسوب می شوند که علاوه بر مطالعات مربوط به برنامه ریزی شهری و منطقه ای بویژه در تعیین مولفه حرارتی میکروکلیماهای شهری، در مطالعات مربوط به آب وهواشناسی توریسم نیز جهت بررسی محیط های آسایش اقلیمی برای گردشگران کاربرد وسیعی پیدا کرده اند. شاخص PMV از طریق معادله زیر قابل محاسبه است:

$$C_{rec}\ E_c - -H\ PMV = (0.303\ e^{-0.036M} + 0.028)[(M-W) - E_{rec}] \quad (2)$$

$$3373 - P_a) + E_{sw} - t_{sk}\ 10^{-3}\ (256 \times E = 3.05 \quad (3)$$

$$E_c = 3.05 \times 10^{-3}\ [5733 - 6.99 \times (M-W) - P_a] + 0.42\ (M-W-58.15) \quad (4)$$

$$C_{rec} = 0.0014\ M\ (34-ta) \quad (5)$$

$$E_{rec} = 1.72 \times 10^{-5}\ M\ (5867 - P_a) \quad (6)$$

H مستقیما" قابل اندازه گیری بوده و از طریق معادله زیر نیز قابل محاسبه است:

$$t_{sk} - t_{cl} / I_{cl} = H = K_{cl} \quad (7)$$

در معادلات فوق:

C_{rec}=تبادل حرارت همرفتی تعرق (w/m^2)

E_{rec}=تبادل حرارت تبخیری تعرق (w/m^2)

E_{sw}=تلفات حرارت تبخیری تعرق (w/m^2)

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

I_{cl}=تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن (w/m^2)

M=نرخ سوخت و ساز بدن (w/m^2)

t_{cl}=دمای سطح لباس(درجه سانتی گراد)

$\bar{t}_{sk}$=دمای متوسط پوست (درجه سانتی گراد)

W=نیروی مکانیکی موثر (w/m^2)

e=تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست (w/m^2)

H=تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت وتابش (w/m^2)

P_a=رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)

Ta=دمای هوا (درجه سانتی گراد)

مقیاس PMV نوعی تقسیم بندی احساس حرارتی ۷ درجه ای است که دامنه آن از ۳/۵- (سرد) تا ۳/۵+ (گرم) تغییر می کند. صفر در این مقیاس نشانگر احساس حرارتی خنثی است(جدول شماره ۱). برای محاسبه راحت تر و سریع تر این شاخص، نرم افزارهایی هم طراحی شده است که نرم افزار RayMan یکی از آنهاست. در ادامه همین نوشته در باره نرم افزار مذکور توضیح داده خواهد شد.

جدول شماره۱: مقادیر آستانه شاخص های PET و PMV در درجات مختلف حساسیت انسان

درجه تنش فیز یولوژیک	حساسیت حرارتی	PET(°C)	PMV
تنش سرمای بسیار شدید	خیلی سرد		
تنش سرمای شدید	سرد	٤	-۳/۵
تنش سرمای متوسط	خنک	۸	-۲/۵
تنش سرمای اندک	کمی خنک	۱۳	-۱/۵
بدون تنش سرما	راحت	۱۸	-۰/۵
تنش گرمای اندک	کمی گرم	۲۳	۰/۵
تنش گرمای متوسط	گرم	۲۹	۱/۵
تنش گرمای شدید	خیلی گرم	۳۵	۲/۵
تنش گرمای بسیار شدید	داغ	٤۱	۳/۵

منبع:(ماتزاراکیس و همکاران، ۱۹۹۹)

شاخص PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) نیز برای پیش بینی در صد افراد ناراضی از محیط حرارتی تعیین شده بر مبنای شاخص PMV شکل گرفته است. در شاخص مذکور درصد افرادی که بر اساس شاخص PMV نظر ۲- ، ۳- یا کمتر ، ۲+

و۳+ یا بیشتر را داده اند به صورت درصد بیان می شود. شاخص PPD از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$PPD=100-95e^{-(0.03353PMV^4+0.2179PMV^2)} \quad (8)$$

PET یا شاخص دمای معادل فیزیولوژیک نیز یکی از شاخص های معروف فیزیولوژی-دماست که از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق شده است. در تعریف این شاخص برای موقعیت بیرون از منزل می توان 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 وساز پایه اضافه می شود، ارزش نارسانایی لباس در حد ۰/۹ کلو) با دمای پوست و دمای مرکزی بدن انسان در شرایط بیرون از منزل در تعادل می باشد. واحد نارسانایی لباس را کلو می گویند. مقاومت گرمایی یک کلو معادل ۰/۱۵۵ وات بر درجه سانتی گراد در مترمربع است (رازجویان، ۱۳٦۷). برای یک شخص در حالت ایستاده و لباس معمولی منزل، آسایش حرارتی مطلوب در یک دمای معادل فیزیولوژیک حدود ۲۰ درجه سانتی گراد حاصل می شود. در مقادیر بالای این شاخص، تنش گرما و در مقادیر پایین آن تنش سرما وجود خواهد داشت.

جدول شماره ۲: ارزش نارسانایی پوشاک مختلف

ردیف	مجموعه پوشاک	ارزش نارسانایی به کلو
۱	برهنه	۰
۲	شلوار کوتاه	۰/۱
۳	لباس زیر نازک پنبه ای و آستین کوتاه، شلوار بلند، نازک و جوراب پنبه ای	۰/۳۵
٤	مثل بالا+پیراهن آستین کوتاه یقه باز	۰/۵
۵	شلوار سبک، جلیقه، پیراهن آستین بلند و کت	۱
٦	مثل بالا+پالتوی پنبه ای	۱/۵
۷	لباس مخصوص مناطق قطبی	۳/۵

منبع: (رازجویان، ۱۳٦۷)

برای فعالیت های مختلف و پوشش های لباس متفاوت، مقادیر دمای معادل فیزیولوژی نیز تغییر خواهد کرد. در شرایط کار سبک تر و پوشش لباس نازک تر، مقادیرPET افزایش

یافته و در شرایط کار سنگین تر و پوشش لباس ضخیم تر، مقادیر این شاخص کاهش می یابد. در تبادل حرارت بدن انسان با محیط اطراف، لباس عامل موثری به شمار می رود چرا که لباس مثل لفافی نارسانا قسمتی از بدن را می پوشاند واز تماس سطح بدن با محیط اطراف می کاهد. در جدول شماره ۲ ارزش نارسانایی لباس های مختلف ارائه شده است.

تورسون و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از شاخص PMV ، اثر محیط حرارتی برمیزان استفاده مردم از فضای پارک شهری گوتبرگ سوئد را مورد مطالعه قرار دادند. آنها با استفاده از این شاخص دما-فیزیولوژیک، روابط بین محیط حرارتی و الگوی رفتاری مراجعان به پارک را تحلیل نمودند. میر و همکاران(۱۹۹۷) از شاخص PET برای ارزیابی تنش های حرارتی در سطوح متفاوت چمنزار و جنگل های اطراف شهر فریبورگ آلمان، استفاده نمودند. آنها دریافتند که در اوایل بعد از ظهر، اختلاف دمای تابش متوسط (T_{mrt}) بین ناحیه چمنزار وناحیه جنگلی زیاد است. تنش های حرارتی در سطح چمنزار مشاهده می شود در حالی که در بخش های جنگلی هیچگونه تنش حرارتی مشاهده نمی شود. این مطالعه که از نوع مطالعات آب وهواشناسی توریسم می باشد به خوبی اهمیت این شاخص را در کمک به اهداف گردشگری شهری نشان می دهد.

در گزارش انجمن مهندسان آلمان در سال ۱۹۹۸، به برنامه ریزان شهری و منطقه ای توصیه شده که از دمای معادل فیزیولوژیک برای ارزیابی جزء حرارتی اقلیم های مختلف استفاده نمایند (ماتزاراکیس، ۱۹۹۹). برای محاسبه PET، تمام اجزاء هواشناسی موثر در بیلان انرژی در یک ارتفاع مهم زیست اقلیم شناسی مثلا" ۱/۱ متری از سطح زمین باید اندازه گیری شود. پارامترهای مهمی که بر بیلان حرارتی بدن انسان تاثیر می گذارند شامل دمای هوا، فشار بخار، سرعت باد و دمای تابش متوسط محیط اطراف می باشند که بسته به موضوع ارزیابی یا اندازه گیری شده و یا از طریق مدل های رقومی محاسبه می شوند.

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک را نمی توان به عنوان یک معیار مطلق از آسایش حرارتی در نظر گرفت چرا که اگر یک فرد در حال شنا باشد در دمای معادل فیزیولوژی ۲۰ درجه سانتی گراد احساس سرما خواهد کرد ولی اگر همان شخص کت پوشیده باشد از شدت گرما عرق خواهد کرد یا اگر کار سنگینی انجام دهد مقادیر دمای معادل فیزیولوژی را گرم احساس خواهد کرد ولی ممکن است بقیه مردم آنرا سرد احساس نمایند. بنا براین PET

فقط می تواند مبنایی برای ارزیابی محیط حرارتی به شمار آید که بر اساس نوع و میزان پوشش لباس و نوع فعالیت فیزیکی تنظیم و تعدیل می شود. شاخص دمای معادل فیزیولوژی قابل استفاده در هر نوع آب وهوا اعم از سرد و گرم بوده و از این رو قابل استفاده برای تمام شرایط حرارتی سال نیز می باشد (Hoppe,1999). درجدول شماره ۱ مقادیر زیست اقلیم انسانی بر اساس شاخص های دما- فیزیولوژیک مورد بحث و احساس انسان بر مبنای آنها، ارائه شده است. در باره نحوه محاسبه دمای معادل فیزیولوژیک در بخش بعدی این نوشته توضیح داده خواهد شد.

مدل MEMI

مدل بیلان انرژی مونیخ برای افراد که به اختصار MEMI (Munich Energy Balance for Individuals) نامیده می شود بر پایه معادله بیلان انرژی بدن انسان (معادله شماره ۱) بنیان نهاده شده است. در معادله شماره ۱ بعضی از عبارت ها به دمای متوسط سطح لباس، متوسط دمای پوست یا نرخ تعرق بستگی دارند به عبارتی تمامی آنها تحت شرایط محیط حرارتی قرار دارند. نرخ تعریق فیز یولوژیک (که مبنای محاسبه E_{sw} می باشد) نیز تابعی از دمای مرکزی بدن انسان است که به شرایط محیط حرارتی و نوع فعالیت انسان بستگی دارد. بنا براین برای حل معادله شماره ۱ ابتدا باید ۳ کمیت نامعلوم، مشخص گردد یعنی دمای متوسط سطح لباس (T_{cl})، دمای متوسط پوست (T_{sk}) و دمای مرکزی بدن انسان(T_c). برای کمی سازی این مقادیر مجهول، دو معادله دیگر نیز لازم است. این معادله ها جریان حرارت از مرکز بدن به طرف سطح پوست (معادله شماره ۹) وجریان حرارت از سطح پوست به لایه لباس و سطح لباس(معادله ۱۰)می باشند.

$$F_{cs} = (T_c - T_{sk})\, V_b \times P_b \times C_b \times \qquad (9)$$

$$F_{sc} = -T_{cl}) \quad (1/I_{cl}) \times (T_{sk} \qquad (10)$$

در معادله های فوق:

V_b= جریان خون از مرکز به سطح پوست که بستگی به دمای سطح پوست و دمای هسته ای بدن دارد (s^{-1}, m^{-2}).

P_b=چگالی خون ($kg/1$)

C_b=گرمای ویژه ($wsK^{-1}kg^{-1}$)

I_{cl}=نارسانایی پوشش لباس ($k_m^2w^{-1}$)

با حل معادلاتی از این قبیل امکان محاسبه و ارزیابی هر نوع ترکیبی از پارامترهای اقلیمی، فعالیت فیزیکی و نوع پوشش لباس وجود دارد به طوری که وضعیت حرارتی بدن به وسیله جریان های حرارتی، دمای بدن و نرخ تعرق توصیف می شود. از این رو می توان گفت که مدل MEMI مبنای مناسبی برای ارزیابی جزء حرارتی اقلیم یک مکان به شمار می رود. مثالی از محاسبه و کمی سازی پارامترهای مورد استفاده در این مدل برای شرایط اقلیمی گرم و آفتابی تابستان در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول شماره ۳: بیلان حرارتی MEMI برای شرایط گرم و آفتابی

پارامترهای بدن	*پارامترهای فیزیولوژیک*	*پارامترهای هواشناسی*
قد=۱/۸۰ متر	تولید حرارت داخلی=۲۵۸ وات	Ta=30(oC)
وزن=۷۵ کیلوگرم	دمای متوسط پوست=۳۶/۱ (oC)	Tmrt=60(oC)
سن=۳۵ سال	دمای هسته ای بدن=۳۷/۵ (oC)	RH=50%
لباس=۰/۹ کلو	رطوبت بدن=۵۳٪	V=1m/s
فعالیت=٤کیلومتر درساعت	تلفات آب=۵۲۵ گرم در ساعت	PET=43 (oC)
	تلفات حرارتی تعرق=۲۷ وات	
	تعرق نامحسوس=۱۱ وات	
	همرفت=۱٤۳ وات	
	تابش خالص=۲٤۰وات	

برای محاسبه PET از طریق مدل MEMI مراحل زیر باید طی شود:

الف) محاسبه شرایط حرارتی بدن با مدل مذکور برای مجموعه ای از پارامترهای هواشناسی

ب) وارد کردن مقادیر دمای پوست و دمای هسته ای بدن در مدل و حل سیستم معادلات شماره ۱ تا ۳

ج) بدین ترتیب دمای به دست آمده مساوی با دمای معادل فیزیولوژیک خواهد بود.

نرم افزار RayMan

این نرم افزار که توسط ماتزاراکیس (Matzarakis) در سال ۲۰۰۲ اساسا" برای مطالعات میکروکلیمای شهری و محاسبه شارهای تابشی بویژه در بین ساختمان های شهری طراحی شده است بنا بر قابلیت های فراوانی که دارد جهت بررسی آسایش اقلیمی محیط های مختلف نیزمورد استفاده قرار می گیرد. برای استفاده از این نرم افزار در بخش روش تحقیق توضیحات لازم ارائه شده است.

تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردشگری در تبریز

تبریز تقریبا" یکی از بزرگ ترین وپرجمعیت ترین شهرهای ایران است که گاهی به عنوان یکی از قطب های تجاری و اقتصادی نیز مطرح می باشد. بدیهی است که گردشگری نیز به عنوان یکی از مهم ترین فعالیت های اقتصادی، می بایستی مد نظر مسوولان و برنامه ریزان شهری باشد. با توجه به شرایط اقلیمی شمال غرب کشور و از جمله شهر تبریز، به طور سنتی معمولا" دوره گرم سال برای گردشگری در این شهر انتخاب می شود. برف، یخبندان، سوز و سرمای دوره سرد سال معمولا" مانع اصلی برای گردش در این شهر به شمار می رود. در این مطالعه سعی بر این است که با استفاده از دوشاخص مبتنی بر بیلان انرژی انسانی، شرایط محیط حرارتی این شهر در طول سال مورد بررسی قرار گیرد. نتایج این مطالعه می تواند در تنظیم برنامه های زمانی برای اجرای تورهای گردشگری و همچنین برنامه ریزی های لازم برای بالا بردن کمیت و کیفیت گردشگری توسط سازمان ها و نهادهای ذیربط مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

همانطور که در مقدمه نیز اشاره شد، به منظور بررسی آسایش حرارتی در تبریز و تعیین زمان مناسب برای گردش در این شهر از شاخص های دما- فیزیولوژیک استفاده شده

است. بنابراین نرم افزار RayMan از دکتر آندریاس ماتزاراکیس که از اساتید مطرح دانشگاه فریبورگ آلمان وطراح نرم افزار مذکورمی باشد درخواست گردید. پس از دریافت ومطالعه بر روی روش کار ونحوه عمل آن، مناسب برای این بررسی تشخیص داده شد. این نرم افزار از طریق پایگاه اینترنتی http://www.mif.uni-freiburg. de/rayman نیزدر دسترس علاقه مندان قرار دارد. متغیرهای مورد نیاز در این مدل برای تعیین شاخص های PMV و PET به چهار دسته تقسیم می شوند:

۱) متغیرهای موقعیتی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع. موقعیت و ارتفاع شهر تبریز به صورت ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض جغرافیایی، ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۱۳٦۱ متر ارتفاع از سطح دریا وارد گردید.

۲) متغیرهای هواشناسی شامل دمای هوای خشک بر حسب درجه سانتی گراد، فشار بخار بر حسب هکتوپاسکال، رطوبت نسبی برحسب درصد، سرعت باد برحسب متر برثانیه و میزان ابر ناکی آسمان برحسب اکتا مورد استفاده قرار گرفت. در همین رابطه لازم به ذکر است که میانگین های ۱۰ ساله داده های هواشناسی (۱۹۸٦-۱۹۹۵) به صورت سری های زمانی ساعت ۱۵ به وقت محلی در مدل وارد گردید. در بررسی آسایش حرارتی از میانگین های درجه حرارت روزانه، میانگین درجه حرارت کمینه مطلق روزانه و میانگین درجه حرارت بیشنه مطلق روزانه استفاده می شود. با توجه به اینکه تبریز در ناحیه سردسیری کشور واقع شده است، استفاده از میانگین کمینه مطلق درجه حرارت روزانه مناسب تشخیص داده نشد زیرا در این صورت تقریبا" تمام روزهای سال در محدوده روزهای عدم آسایش حرارتی قرار می گرفت. در همان روزهایی که با معیار کمینه دمای روزانه، وضعیت عدم آسایش حرارتی حاکم است با تغییر معیارکمینه مطلق دما به بیشینه مطلق دما حداقل طی ساعاتی از روز شرایط آسایش حرارتی حاکم می شود. پس از بررسی چندین متغیر مختلف در این رابطه، استفاده ازمعیار بیشینه مطلق دما که در ساعت ۱۵ به وقت محلی ثبت می شود، برای این مطالعه مناسب تشخیص داده شد. بدیهی است درمناطق اقلیمی دیگر محقق می تواند با بررسی وضعیت آب و هوایی حاکم بر محیط، متغیر مناسب را انتخاب و مورد استفاده

قرار دهد. به طور مثال در مناطق گرمسیری انتخاب دمای کمینه مطلق که معمولا" درساعت ٦ صبح به وقت محلی ثبت می شود مناسب تر خواهد بود.

۳) دسته سوم از متغیرها شامل متغیرهای فردی به عنوان ویژگی های فیزیولوژیک موثر در مدل می باشند. در این رابطه می بایست ویژگی های فردی مثل قد، وزن، سن و جنسیت وارد مدل شود.

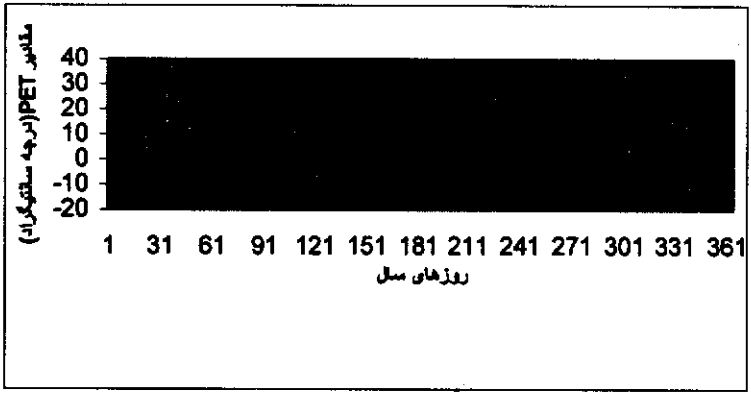
٤) متغیرهای دسته چهارم شامل نوع پوشش و فعالیت می باشند. پوشش بر حسب کلو و فعالیت بر حسب وات مشخص می گردد.

با توجه به اینکه داده های فیزیولوژیک، پوشش و نوع فعالیت بسیار متفاوت ومتغیر هستند، بنابراین طبق توصیه مدل و نظر محقق می توان مواردی را به صورت میانگین یا حالت استاندارد در نظر گرفت. به طور مثال در مورد قد، وزن وسن می توان میانگین متعارف این متغیرها را در جامعه لحاظ نمود. در مورد پوشش رقم ۹/. کلو(جدول شماره ۲) وفعالیت متوسطی مثل رانندگی با ۸۰ وات را می توان برای یکی از جنس های مرد یا زن در نظر گرفت. گفتنی است که تفاوت بسیار ناچیزی در این زمینه بین زن و مرد وجود دارد که در بسیاری از موارد قابل چشم پوشی است.

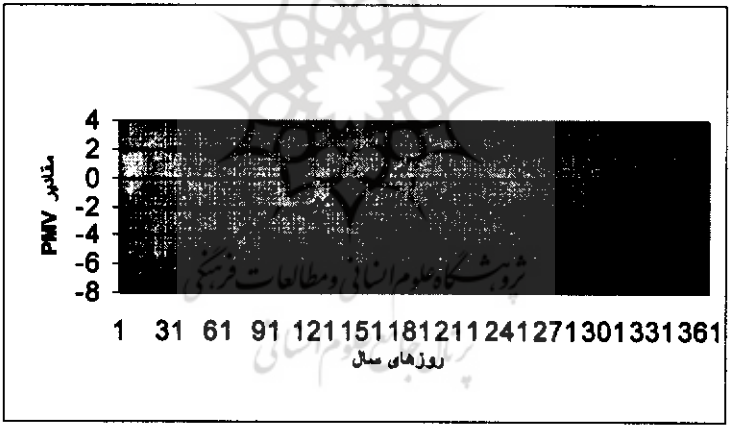
بعد از تعریف متغیرها و وارد نمودن آنها به مدل، خروجی مدل به صورت مقادیر محاسبه شده برای هر کدام از شاخص های دما- فیزیولوژیک PMV و PET به دست آمد که در قالب یک ماتریس با ۳٦٥ ستون و ۲ سطر ارائه گردید. ستون های ماتریس تعداد روزهای سال و سطرهای آنها مربوط به شاخص دمای معادل فیزیولوژیک یعنی PET و شاخص نظر پیش بینی شده یعنی PMV اختصاص یافته بود (با توجه به طولانی بودن ماتریس ها وعدم احساس ضرورت، ماتریس های مذکور در اینجا ارائه نشده اند).

تحلیل نتایج

به طوری که در بخش داده ها و روش ها اشاره شد، خروجی نهایی نرم افزار RayMan به صورت یک ماتریس با ابعاد ۳٦٥ در ۲ ارائه شده که در ترسیم نموداری تغییرات شاخص های مورد مطالعه استفاده شده اند. اشکال شماره ۱ و ۲ بر همین اساس با استفاده از قابلیت های ترسیمی نرم افزار Excel ترسیم شده است.



شکل شماره ۱: تغییرات مقادیر PET در طول سال در تبریز



شکل شماره۲: تغییرات مقادیرPMV در طول سال در تبریز

شکل شماره ۱ متوسط تغییرات PET را در طول سال در تبریز نشان می دهد. بر اساس آستانه های جدول شماره ۲، مقادیر PET کمتر از ٤ درجه سانتی گراد نشانگر تنش سرمای بسیار شدید می باشد. بر همین اساس تا روز ۸۷(تقویم میلادی) مطابق با ۱۰ فروردین ماه، در ساعت ۱۵ تنش سرمای بسیار شدید در تبریز حکمفرماست. تنش سرما با درجات مختلف از بسیار شدید تا تنش سرمای اندک تا اواخر ماه مه (مطابق با۱۰ خرداد ماه) تداوم می یابد. بدیهی است اگر ملاک بررسی ساعات قبل از ظهر و حتی ظهر قرار می

گرفت تقویم زمانی مذکور تغییر می کرد. به هر حال تنش سرما در تبریز بر اساس شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از اوایل ژوئن ، ۱۱ خرداد به بعد در ساعت ۱۵ به طور کامل حذف می شود. همانطورکه شکل شماره ۱ نیز نشان می دهد، از اول خردادماه به بعد آسایش حرارتی در تبریز حاکم می شود. بر اساس تقسیم بندی جدول شماره ۱ موقعی که دمای معادل فیزیولوژیک بین ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی گراد می باشد، وضعیت حرارتی محیط بدون تنش حرارتی است یعنی آسایش حرارتی وجود دارد. این وضعیت در تبریز تا ۱۰ تیر ماه تداوم می یابد. از این تاریخ به بعد آسایش حرارتی جای خود را به شرایط گرمتر می دهد یعنی به تدریج شرایط تنش گرما ایجاد می شود و این شرایط ابتدا با تنش گرمای اندک که تقریبا تا ۲۰ تیر ماه ادامه می یابد، آغاز گردیده و سپس تنش گرمای متوسط که تا ۱۵ مرداد ماه تداوم پیدا می کند. بعد از این تاریخ به تدریج شرایط گرما کاهش یافته ومجددا" دوره تنش حرارتی اندک تا ۲۰ شهریور طول می کشد. دوره آسایش حرارتی تا ۱۵ مهر ماه در تبریز وجود دارد. از این تاریخ به بعد نیز به تدریج شرایط سرما در این شهر حاکم می شود به طوری که تقریبا" از ۱۰ آذرماه به بعد شرایط تنش سرمای بسیار شدید در تبریز دیده می شود که به مدت ٤ ماه از اوایل آذر ماه تا آواخر اسفند ماه به طول می انجامد.

شکل شماره ۲ مقادیر متوسط PMV را برای هر کدام از روزهای سال که با استفاده از نرم افزار RayMan محاسبه شده، نشان می دهد. طبق آستانه های تعریف شده در جدول شماره ۲ اگر مقدار این شاخص بین ۰/۵- و ۰/۵ باشد، شرایط آسایش حرارتی حاکم است و اگر مقادیر شاخص بین ۳/۵- و ۳/۵ باشد، تنش سرمای شدید برای حالت منفی وتنش گرمای شدید برای حالت مثبت وجود دارد. بر اساس همین تقسیم بندی ها در طول سال شرایط متفاوتی در تبریز حاکم است به طوری که تا اوایل خرداد ماه شرایط حرارتی سرد با درجات متفاوت ازسرمای اندک تا سرمای بسیار شدید حاکمیت دارد. آسایش حرارتی بعد از ۵ خرداد تا ۱۰ تیر ماه یعنی حدود ۳۵ روز در این شهر وجود دارد. از ۱۰ تیر ماه به بعد تنش گرما به صورت تنش گرمای اندک تا متوسط مشاهده می شود. بنابراین بر اساس شاخص متوسط نظر پیش بینی شده، مشکل اصلی در تبریز از نظر مولفه حرارتی تنش

سرمای بسیار شدیدی است که از حدود ۱۰ آذر ماه تا حوالی ۱۰ فروردین ماه به مدت بیش از ۱۲۰ روز تداوم دارد.

نتیجه گیری

بررسی محیط حرارتی شهر تبریز با استفاده از شاخص های دما-فیزیولوژیک PET و PMV با هدف تعیین مناسب ترین زمان برای گردشگری در تبریز نشان می دهد که:

۱- بر اساس آستانه های تعیین شده در جدول شماره ۱، شرایط آسایش حرارتی طبق شاخص PET بین ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی گراد محقق می شود. این شرایط در تبریز از اوایل خرداد ماه تا حدود ۱۰ تیر ماه به مدت حدود ٤۰ روز تداوم می یابد. از ۱۵ مهر ماه تا پایان اردیبهشت ماه با درجات متفاوت از اندک تا بسیار شدید تنش های سرما در این شهر حاکمیت دارد. از ۱۰تیرماه تا ۲۰ شهریور ماه نیز تنش گرمای اندک تا متوسط وجود دارد. این وضعیت بر اساس شاخص PMV نیز با اختلاف بسیار ناچیزی از نظر زمانی مصداق می یابد. می توان نتیجه گرفت که یک فرد در حالت عادی با سوخت وساز ۸۰ وات (کار سبک مثل رانندگی) و۰/۹ کلو لباس (لباس سبک شامل پیراهن آستین بلند، شلوار، جوراب، زیرپوش و کفش) در تبریز حدود ۳۵ تا ٤۰ روز از نظر حرارتی احساس آسایش می کند. در بقیه ایام سال درجات متفاوتی از تنش های سرما (عمدتا") و تنش های گرما (به مقدار کمتر) را تجربه می کند. بدیهی است ایجاد محیط حرارتی راحت در فضای آزاد در تبریز در بیشتر ایام سال فقط از طریق انتخاب نوع پوشش لباس متناسب و تغییر نوع فعالیت امکان پذیر است.

۲- مشکل اصلی از نظر آب وهواشناسی توریسم در تبریز حاکمیت دوره طولانی و تنش زای سرماست به طوری که جاذبه این شهر را در این دوره طولانی برای اهداف توریستی کاهش می دهد. از این رو لازم است که سازمان ایرانگردی و جهانگردی ودیگر نهادها و ارگان های ذیربط بویژه مجریان تورهای گردشگری از داخل و خارج، دقت وحساسیت بیشتری روی زمان برگزاری تورها و جذب گردشگر نموده ودر تبلیغات خود به عنوان یک مولفه بسیار مهم جایگاه ویژه ای

به این امر اختصاص دهند تا گردشگران داخلی و خارجی در یک محیط حرارتی راحت در این شهر از جاذبه های فرهنگی و تاریخی آن دیدن نمایند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱- حسین زاده دلیر، کریم و حیدری چیانه، رحیم (۱۳۸۲)، "توریسم در ایران، چالش ها امیدها" **مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای**، شماره۱، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۲۳ ۴۹.

۲- رازجویان، محمود (۱۳۶۷) "**آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم**"، انتشارا دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۳- ذوالفقاری، حسن (۱۳۷۸)، "تحلیلی برنقش آب وهواشناسی در توسعه صنعـ توریسم"، **مجموع مقالات دهمین کنگره جغرافیدانان ایران**، دانشگاه امام حسین(ع تهران.

٤- محلاتی، صلاح الدین (۱۳۸۰)، "**درآمدی بر جهانگردی**"، انتشارات دانشگاه شهـ بهشتی، تهران.

۵- مرادی، فرشاد (۱۳۸۲)، "**تعیین درجه آسایش و ویژگی های معماری اقلیمی د استان کرمانشاه**"، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه.

٦- معاونی، آزیتا (۱۳۸۰)، "**تعیین و بررسی شاخص آسایش آب وهوایی در ۱۱ ایستگ غرب کشور**"، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه.

- Hoppe P. (1999), "The Physiological Equivalent Temperature, A niversal Index for the Biometeorological Assessment of the hermal Eenvironment", **Int. J. Biometeorology**, 43: 71-75.

- Matzarakis A. (1995), "**Human-biometeorological Assessment f the Climate in Greece**", Ph.D. Thesis, University of hessaloniki.

- Matzarakis, A. (2001), "Climate and Bioclimatic Information for e Tourism in Greece", **Proceedings of the 1st International /orkshop on Climate, Tourism and Recreation**, International ɔciety of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and ɛcreation.

)- Matzarakis A., Mayer, H. (1997), "Heat Stress in Greece", **Int. Biometeorology**, 41: 34-39.

11- Matzarakis A., Mayer H. and Iziomon, M. G. (1999), "Applications of a Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Ttemperature", **Int. J. Biometorology**, 43: 78-84.
12- Matzarakis A and Mayer H. (1996), "Another Kind of Environmental Stress: Thermal Stress", **WHO News** 18: 7-10.
13- Mayer H. and Matzarakis A. (1998), "Human-Biometeorological Assessment of Urban Microclimates Thermal Component", **Research Center for Urban Safety and Security**, Kobe University, Special Report PP: 155-168.
14-Scott D., Johnes, B. and MacBoyle, G. (2004), "**Climate, Tourism and Recreation: A Bibliography**", Univercity of Waterloo, Canada.
15- Simpson J. R. and McPherson E. G. (1998), "Simulation of the Tree Shade Impacts on Residential Energy Use of Space Conditioning in Sacremento", **Atmos. Environ.** 32: 69-74.
16- Skinner, C. J. and De Dear, R. (2001), "Climate and Tourism. An Australian Prespective", **Proceedings of the 1st International Workshop on Climate, Tourism and Recreation**, International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation.
17- Thorsson S., Lindquist, M. and Lindquist, S. (2003), "Thermal Bioclimatic Conditions and Patterns of Beheviour in an Urban Park in Goteborg Sweden", **Int. J. Biometorol.**, 48: 149-156.

پرتال جامع علوم انسانی