

جغرافیا و توسعه شماره ۳۳ زمستان ۱۳۹۲

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۷/۱۹

تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۹/۱۴

صفحات: ۱۸۲ - ۱۷۳

برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز

دکتر یوسف قویدل رحیمی^۱، دکتر محمود احمدی^۲

چکیده

در این مطالعه شرایط آسایش اقلیمی کلان شهر تبریز در ارتباط با احساس گرمایی مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی شرایط حرارتی بر اساس محاسباتی که بر مبنای تعادل انرژی انسان استوار است و برای شناخت عدم آسایش در برابر گرما و سرما برای افرادی که با پوشش مناسب لباس در هوای آزاد قدم می‌زنند، انجام گرفته است. ساعات گرم و سرد با توجه به دامنه و تداوم عدم راحتی در برابر گرما و سرما تعریف می‌شوند. روش مورد استفاده در این مطالعه ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی تبریز با استفاده از روش ASHRAE Standard 55-2004 که مدل تغییر یافته‌ی روش میانگین رأی پیش‌بینی شده (PVM) و انتقال آن بر روی نمودار سایکومتریک گیونی بوده و بر مبنای داده‌های ساعتی برای تحلیل‌های ماهانه، فصلی و کل دوره ۴۴ ساله (۲۰۰۴-۱۹۶۱) انجام شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بیشترین میزان ساعات آسایش اقلیمی در ماه‌های آگوست، جولای و سپتامبر بوده و کمترین مقدار آن در ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس متمرکز هستند. از نظر توزیع متوالی ماه‌های دارای بیشترین ساعات آسایش اقلیمی، دوره‌ی گرمایی آوریل تا اکتبر بالاترین میزان ساعات آسایش اقلیمی را به خود اختصاص داده‌اند و این در حالی است که دوره‌ی نوامبر تا مارس فاقد ساعت آسایش اقلیمی می‌باشد. از نظر توزیع فصلی ساعات آسایش اقلیمی، تابستان با مجموع متوسط ۹۸۹ ساعت و با ۶۴ درصد از توزیع بیشترین ساعات آسایش اقلیمی تبریز را به خود اختصاص داده و بعد از آن فصل بهار با متوسط بلندمدت ۴۳۷ ساعت و با ۲۸ درصد توزیع فصلی ساعات آسایش اقلیمی را دارا می‌باشد. در رده‌ی بعدی فصل پاییز با ۱۲۳ ساعت و جمع فصلی ۸ درصد از فصول ۴ گانه قرار دارد و زمستان هیچ نقشی در توزیع ساعات آسایش اقلیمی ندارد و کل ساعات آن ساعات عدم ساعات آسایش اقلیمی محسوب می‌شوند. میانگین کل ساعات آسایش اقلیمی تبریز در طول دوره‌ی آماری نشان‌دهنده‌ی عدد ۱۵۴۹ ساعت از کل ۸۷۶۰ ساعت است که نشان می‌دهد نسبت ساعات آسایش اقلیمی تبریز به ساعات عدم آسایش اقلیمی عددی بالغ بر ۱۷/۷ درصد است و این یعنی این که در ۸۲/۳ مواقع برای ایجاد اقلیمی متعادل با شرایط فیزیولوژیک انسان بایستی انرژی مصرف شود که خود علاوه بر هزینه‌های گزاف بحث‌های تخصصی دیگری می‌طلبد. کلیدواژه‌ها: زیست اقلیم‌شناسی، آسایش اقلیمی، میانگین رأی پیش‌بینی شده، نمودار سایکومتریک، تبریز.

مقدمه

دمای داخلی بدن انسان در حالت عادی در حدود ۳۷ درجه سلسیوس است که این دما در سطح پوست به ۳۲ درجه (دمای پوست) کاهش می‌یابد. در صورتی که دمای داخلی بدن در اثر عوامل خارجی مثل تغییر دمای هوا، فعالیت‌های بدنی زیاد و غیره از این میزان بالاتر رود، احساس گرما به بدن دست داده و بدن انرژی اضافی خود را به محیط منتقل می‌کند. در صورتی که دمای داخلی از ۳۷ درجه کمتر شود، بدن احساس سرما نموده و انرژی مورد نیاز خود را از محیط جذب می‌کند. بر این اساس همواره بین بدن و محیط اطراف تبادل حرارتی برقرار است. حال اگر این تبادل حرارت به حالت تعادل درآید، یعنی بدن در دم قادر به انتقال انرژی اضافی خود به محیط باشد یا بتواند انرژی مورد نیازش را از محیط جذب کند، آسایش حرارتی برقرار شده است. در این حالت شخص با لباس سبک نه احساس سرما و نه احساس گرما می‌کند. به شرایطی که در آن مجموع عناصر دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای آسایش فراهم باشد، نقطه‌ی آسایش گویند. با تغییر هر یک از عناصر بالا شرایط آسایش از بین رفته و برای جبران آن باید عنصر دیگری تغییر داده شود. مثلاً در صورت افزایش دما می‌توان پوشش را کم کرد، یا با افزایش جریان هوا مجدداً به یک نقطه‌ی آسایش جدید رسید. مجموعه‌ی کل این نقاط آسایش محدوده‌ی آسایش نامیده می‌شود که بحثی بسیار مهم و اساسی در زیست اقلیم‌شناسی، اقلیم‌شناسی پزشکی و سلامت، اقلیم‌شناسی گردشگری، اقلیم‌شناسی شهری و اقلیم معماری محسوب می‌شود.

ادبیات تحقیق در خصوص اثر اقلیم بر انسان و محیط زیست انسانی تقریباً غنی بوده و حاوی مطالعات زیاد و جالبی است. اثر اوضاع اقلیمی در احساس راحتی افراد تحت عناوین گوناگون، موضوع مطالعاتی

بسیاری از علوم و دانشمندان بوده است. مؤلفین گوناگون احساس حرارتی و یا در معرض استرس قرار گرفتن مردم را با عوامل اقلیمی در ارتباط قرار داده‌اند (Thom, 1959: 57). رابطه‌ی تجربی ساده‌ی رابطه احساس حرارتی با دماهای ثبت شده (دماسنج خشک و دماسنج مرطوب) و سرعت باد، وضع شده و محققینی مثل فانگر (1972)، گیوونی (1976)، دوفریتز (1985)، بیکر (2000)، آثار پیچیده‌ی عوامل متعددی را که در دستگاه تنظیم حرارتی بدن انسان دخالت دارند، یادآوری کرده و مدل‌هایی را جهت تشریح بیان انرژی بدن انسان تهیه کرده‌اند. چنان که ورودی داده‌های آب و هوایی مورد نیاز چنین مطالعاتی در دسترس باشد، به‌کارگیری چنین مدل‌هایی برای تشریح بیان انرژی، ما را به محاسبه حد متوسط احساس گرمایی جمعی از مردم در حال فعالیت در نواحی معین قادر خواهد ساخت. ویشمن و همکارانش و بوشر ارتباط موجود بین شرایط زیست اقلیمی و ریسک‌های بهداشتی و مرگ و میر را یادآوری کرده‌اند (Beacker, 2000:1417).

تریونگ (1966) و آلیسمیس و کالما (1979) ارزیابی‌ها و درجه‌بندی‌هایی از استرس حرارتی برای ساکنان امریکا و استرالیا، انجام داده‌اند. طی یک سری تحقیقات انجام گرفته از سال ۱۹۷۹ تا سال ۱۹۹۰، شاخصی ۶ طبقه‌ای برای ارزیابی شرایط زیست اقلیمی شهرها و فراوانی سوانح ناشی از استرس حرارتی یا ناراحتی‌های ناشی از سرما، تهیه شده است (Beacker, 2000: 1418). سیدل نیز بر مبنای میزان استرس گرمایی و سرمایی یک ارزیابی زیست اقلیمی از تفرجگاه‌های با اقلیم مدیترانه‌ای، انجام داده است (Beacker, 2000:1404). احساس راحتی مردم در شهرها با توجه به ویژگی‌های آب‌وهوایی و کیفیت زندگی شهری و بر اساس ضوابطی که در برگزیده‌ی ابعادی مثل: جمعیت، استاندارد و هزینه‌های زندگی، قدرت اقتصادی و غیره است، درجه‌بندی می‌شوند (Beacker, 2000:1405).

اسمعیل‌نژاد (۱۳۹۰) در خصوص شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر فصول گردشگری نواحی جنوبی ایران، اشاره نمود.

گیونی بر اساس دما و رطوبت محدوده‌ی آسایش انسان را در نمودار فضای داخلی با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ترسیم نموده است که در ایران تحت نام نمودار آسایش اقلیمی نامیده می‌شود. نمودار مذکور کامل‌ترین مرجع تعریف آسایش اقلیمی است. هدف این تحقیق ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی تبریز با استفاده از روش میانگین رأی پیش‌بینی شده بر اساس استاندارد شماره ۵۵ سال ۲۰۰۴ انجمن مهندسين گرمایش، سرمايش و تهويه‌ی مطبوع آمریکا^۱ و انتقال آن بر روی نمودار سایکومتریک گیونی بر مبنای داده‌های ساعتی برای تحلیل‌های ماهانه، فصلی و کل دوره است.

داده‌ها و روش‌شناسی

ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تبریز در شمال غرب ایران در موقع جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمال و طول شرقی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶ متر می‌باشد که بین‌المللی ایستگاه تبریز ۴۰۷۰۶۰ WMO بوده و نوع اقلیم ایستگاه سرد و خشک است.

محاسبه‌ی بیان انرژی بدن انسان بر اساس مدل PMV با استفاده از داده‌های ۳ ساعته عناصر جوی دمای هوا، رطوبت، سرعت باد، تابش مستقیم خورشید، تابش پراکنده و تابش برگشتی جو در طول موج بلند و داده‌های پوشش ابر (ابرناکی) انجام شده است. مدت زمان فاصله بین دفعات اندازه‌گیری نباید از ۳ ساعت تجاوز نماید (حداقل ۸ بار اندازه‌گیری در روز) تا کنترل جریان روزانه داده‌ها و محاسبه‌ی مستمر ویژگی اصلی روزانه، امکان‌پذیر باشد. بازه‌ی زمانی داده‌های مورد استفاده در این تحقیق یک دوره‌ی آماری ۴۴ ساله از

مطالعات انجام شده در ایران بیشتر توسط معماران منظر انجام شده و به این خاطر گاهی بُعد طراحی اقلیمی مطالعات بر بُعد زیست‌اقلیم‌شناختی محدوده‌ی آسایش حرارتی چربش محسوسی دارد. از جمله کارهای انجام شده در ایران می‌توان به کارهای: قیابکلو (۱۳۸۰) تحت‌عنوان روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی، مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار که توسط سلیقه (۱۳۸۳) انجام شده، تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده که توسط ذوالفقاری (۱۳۸۶) انجام شده، بررسی انطباق معماری ساختمان‌های شهر سنندج با شرایط زیست‌اقلیمی آن به روش ماهانی که توسط فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) انجام گرفته، تحقیق حیدری (۱۳۸۸) در مورد دمای آسایش حرارتی تهران، ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۸) در رابطه با نیازهای سرمایه‌ی و گرمایشی در شمال غرب ایران، شناخت آسایش بیوکلیماتیک انسانی در حوضه‌ی شهرک ماسوله گیلان که توسط رضانی و کیانپور (۱۳۸۸) انجام شده، تعیین محدوده‌ی آسایش حرارتی در شرایط آب و هوای خشک که به وسیله‌ی صادقی روش و طباطبایی (۱۳۸۸) انجام شده، تحقیق محمودی و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی فاز سه مجتمع اکباتان، مطالعه امیدوار و همکاران (۱۳۸۹) در ارتباط با تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی بندرعباس، مطالعه صادقی روش (۱۳۸۹) درباره‌ی ارزیابی ضرایب زیست‌اقلیمی مؤثر در آسایش انسانی شهر یزد، تحقیق حیدری و غفاری‌جباری (۱۳۸۹) در مورد تعیین محدوده‌ی زمانی آسایش حرارتی شهر تبریز، بررسی نقش و تأثیر تغییر اقلیم بر روی آسایش حرارتی یزد با استفاده از مدل اوانز که توسط خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۸۹) به انجام رسیده و نهایتاً در همین اواخر تحقیق بریمانی و

این پژوهش برای محاسبه‌ی ساعتی آسایش اقلیمی در بازه‌های ماهانه و فصلی و کل دوره است.

$$PMV = (0.0280.20 \cdot 2 * \text{Exp}(0.036 \cdot \text{Met}/A)) * ((H - E_d - E_{sw} - E_{re} - C - R)/A)$$

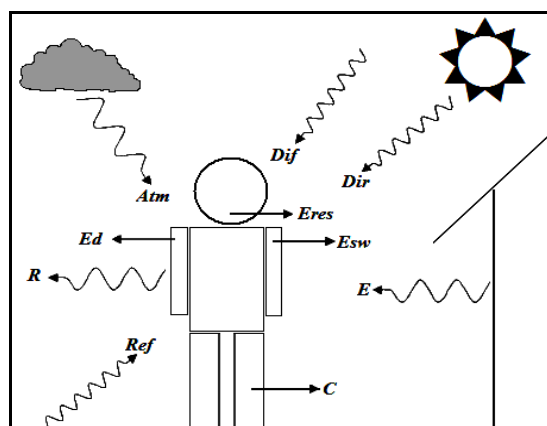
در معادله‌ی فوق: PMV متوسط آرای پیش‌بینی شده در مورد احساس حرارتی افراد (به جدول ۱ رجوع کنید)، Met سوخت و ساز (متابولیسم) بدن، A سطح (مساحت) بدن و H حرارت داخلی تولید شده در بدن

بر اثر متابولیسم هستند (Beacker, 2000:1404).

محاسبه E_d ، E_{sw} ، E_{re} ، C، R بر اساس وابستگی پارامترهای یاد شده به مقدار سوخت و ساز بدن، همچنین وابستگی آن‌ها به عناصر گوناگون هواشناسی صورت گرفته است (شکل ۱). عناصر یاد شده توسط فانگر و بیکر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

تعیین محدوده‌ی آسایش حرارتی در این پژوهش بر روی نمودار سایکومتریک یا نمودار آسایش اقلیمی گیونی انجام گرفته است. نمودار مذکور با استفاده از روش متوسط رأی پیش‌بینی شده (PMV) بر اساس استاندارد شماره ۵۵ سال ۲۰۰۴ انجمن مهندسان گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا و با تأکید بر دمای دماسنج خشک، سطح پوشش (لباس)، فعالیت متابولیک، باد، رطوبت و میانگین تشعشعات‌دمایی تهیه شده است. محدوده‌ی آسایش اقلیمی (حرارتی) در نمودار جایی است که در آنجا به اکثر مردم احساس آسایش اقلیمی دست می‌دهد و بر اساس جدول ۱ در محدوده‌ی آسایش اقلیمی یاد شده میزان افراد در معرض استرس‌های حرارتی کمتر از ۱۰ درصد است.

۱۹۶۱ تا ۲۰۰۴ می‌باشد. محاسبه‌ی شرایط گرمایی محیط انسان براساس معادله‌ی تعادل انرژی انسانی که مطابق با قانون اول ترمودینامیک است، صورت گرفته است. در این معادله کل جریان‌ات انرژی مؤثر بر تعادل انرژی حرارتی افراد مورد توجه قرار گرفته است. شکل ۱ مؤلفه‌هایی را که بر سیستم تعادل انرژی انسانی مؤثرند، نشان می‌دهد.



شکل ۱: مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی بیلان انرژی در انسان. مفهوم اختصارات شکل عبارت از: C شار گرمایی انتقالی و همگرا، E_d شار گرمای نهان حاصله از پخش بخار آب، E_{sw} شار انرژی نهانی حاصل از تعرق، E_{res} شار انرژی حاصل از تنفس، A_m تشعشع برگشتی جو در طول موج بلند، D_{if} تشعشع مستقیم خورشیدی، D_{if} تشعشع پخش شده، R_{ef} تشعشع منعکس شده در طول موج کوتاه، R تشعشع موج بلند بدن انسان، E تشعشع موج بلند محیط اطراف هستند (مأخذ: Beacker, 2000:1404).

PMV یا همان معادله آسایش حرارتی فانگر که در سال ۱۹۷۲ بر اساس این فرض که آسایش حرارتی با حداقل فعالیت‌های دستگاه تنظیم حرارتی انسان در ارتباط می‌باشد، ارایه شده، که روش مورد استفاده در

جدول ۱: رابطه بین مقدار PMW با احساس حرارتی بدن و درصد افراد در معرض استرس‌های حرارتی

درصد افراد در معرض	احساس حرارتی	PMW	ردیف
>۸۰	استرس سرمای‌ی شدید	بیشتر از ۲/۵-	۱
>۵۰	استرس سرمای‌ی متوسط	۱/۵- و ۲/۵-	۲
>۱۰	استرس سرمای‌ی ملایم	۰/۵ تا -۰/۵	۳
۱۰ <	محدوده‌ی آسایش حرارتی	۰/۵ تا -۰/۵	۴
>۱۰	استرس گرمایی ملایم	۱/۵ تا ۰/۵	۵
>۵۰	استرس گرمایی متوسط	۲/۵ تا ۱/۵	۶
>۸۰	استرس گرمایی شدید	بیش از ۲/۵	۷

مأخذ: Beacker, 2000: 1405

صورت ساعتی برای هریک از ماه‌های، فصول و کل دوره‌ی مورد محاسبه شده‌اند.

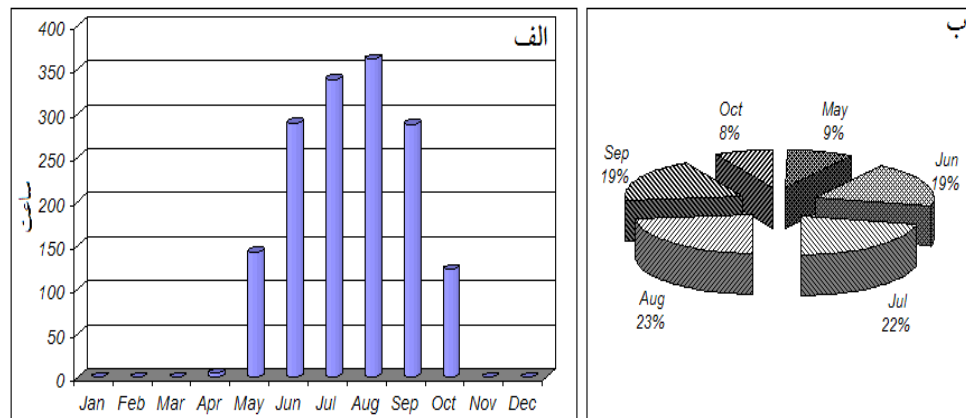
نتایج

محاسبه و توزیع ماهانه‌ی مقادیر ساعتی آسایش اقلیمی نشان داد که آسایش اقلیمی تبریز در ماه‌های گرم خصوصاً آگوست و جولای تمرکز یافته است. در شکل ۲ الف توزیع ماهانه‌ی ساعات آسایش اقلیمی تبریز و در شکل ۲ ب توزیع و نسبت ساعتی تمرکز ماهانه آسایش اقلیمی تبریز نشان داده شده‌اند.

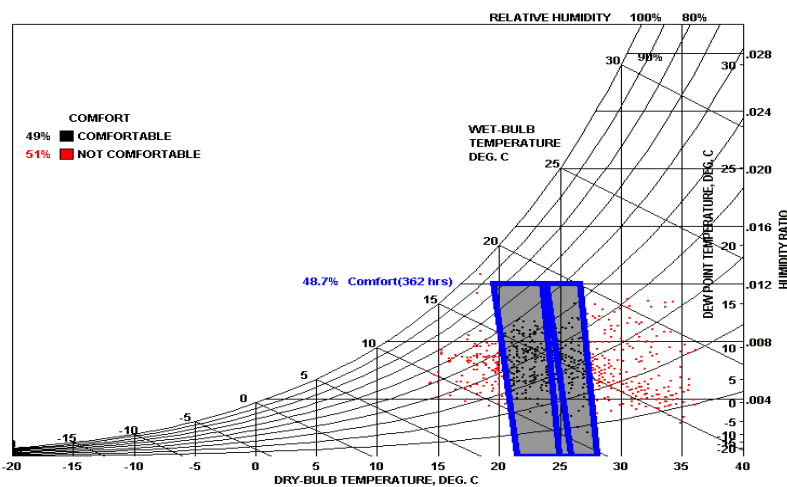
مشاهده می‌شود که از نظر توزیع ماهانه‌ی آسایش اقلیمی، ماه آگوست با ۹۸۹ ساعت آسایش اقلیمی ۲۳ درصد جمع کل توزیع ساعات آسایش اقلیمی شهر تبریز را به خود اختصاص داده است و بعد از آن به ترتیب ماه‌های جولای با ۲۲ درصد، سپتامبر و ژوئن هر دو با ۱۹ درصد، مه با ۹ و اکتبر ۸ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند.

شکل ۳ نمودار سایکومتریک توزیع ساعتی آسایش اقلیمی شهر تبریز را در ماه آگوست نشان می‌دهد.

عدم احساس راحتی گرمایی به عنوان یک انحراف کاذب از بیلان انرژی، از مبداء صفر تعیین می‌گردد. علت این که این انحراف کاذب نامیده می‌شود، در این است که دمای پوست و میزان تعریق بدن به همان صورت که در بدن تولید می‌شود در نظر گرفته می‌شود، در صورتی که در واقعیت چنین نیست. فانگر ثابت کرده است که افزایش انحراف مورد نظر با افزایش عدم احساس راحتی افراد و با درصد افرادی که در معرض ناراحتی‌های گرمایی قرار می‌گیرند، در ارتباط است. جدول ۱ ارتباط بین انحراف مورد محاسبه و گسترش استرس حرارتی را در قالب یک تقسیم‌بندی در گروه‌هایی چون: استرس‌های ملایم (آرام)، متوسط و شدید، به همراه درصد افرادی که در معرض عدم راحتی حرارتی قرار دارند، نشان داده است. در این پژوهش اصل بر مقایسه و تحلیل ساعتی نتایج ردیف ۴ که محدوده‌ی آسایش اقلیمی (حرارتی) است، با شش ردیف بعدی که مجموعاً محدوده‌ی عدم آسایش اقلیمی را به نمایش می‌گذارد، است. به عبارت بهتر ردیف‌های ۱ تا ۳ و ۵ تا ۷ بیانگر محدوده‌ی عدم آسایش اقلیمی و ردیف ۴ محدوده‌ی آسایش اقلیمی هستند که به



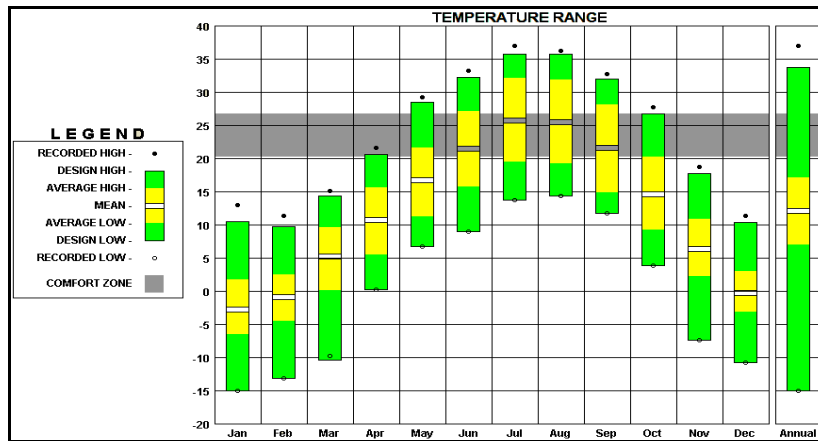
شکل ۲: الف: توزیع ماهانه ساعات ب: نسبت ماهانه توزیع ساعتی آسایش اقلیمی شهر تبریز
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲



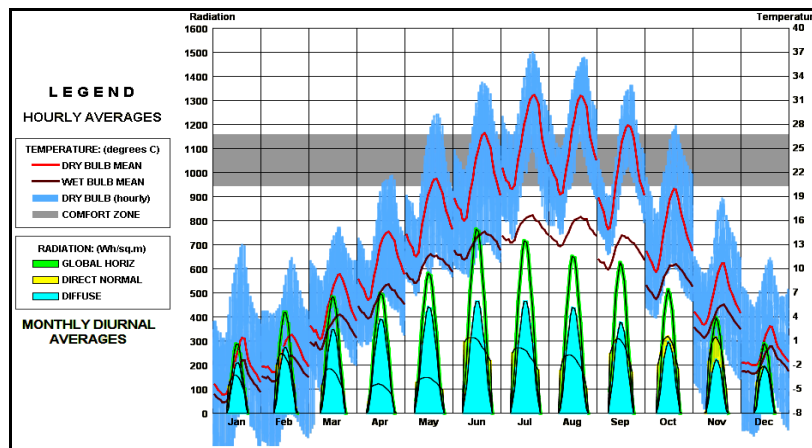
شکل ۳: نمودار سایکومتريک ایستگاه تبریز در ماه آگوست
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲

روزانه و دماسنج خشک ساعتی) و تشعشع (تشعشع افقی، تشعشع نرمال و تشعشع پخشیده) که به صورت ماهانه برای ساعات شب محاسبه شده صادق بوده و تمرکز آن در ماه‌های ژوئن (خرداد) تا سپتامبر (شهریور) نسبت به دیگر ماه‌های سال بیشتر است (شکل ۵). با توجه به تمرکز ماهانه ساعات آسایش اقلیمی در دوره‌ی گرم سال بدیهی است که از نظر فصلی نیز تمرکز ساعات آسایش اقلیمی در دو فصل تابستان و بهار باشد (شکل ۶).

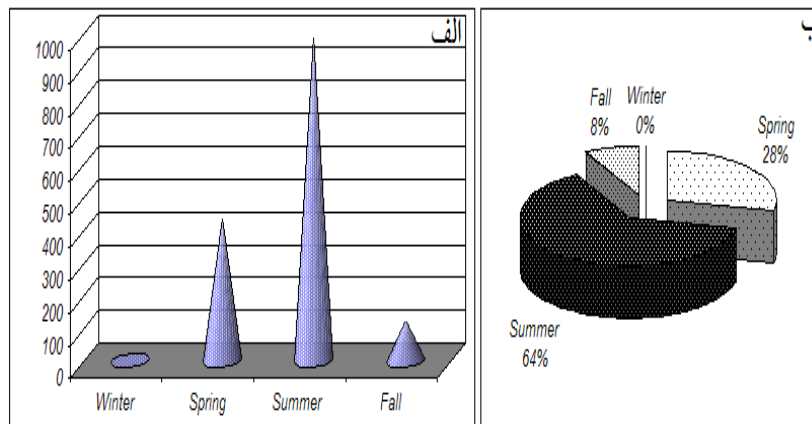
با این‌که آگوست از نظر توزیع ماهانه و نسبت تمرکز آسایش اقلیمی بیشترین مقدار ماهانه را به خود اختصاص داده اما در کل ۴۹ درصد دارای شرایط آسایش اقلیمی بوده و ۵۱ درصد ساعات آن با عدم آسایش اقلیمی برای شهروندان تبریزی همراه است. با توجه به دامنه‌ی نوسانات دمایی در بین ماه‌های ۱۲گانه، دمای ماه‌های گرم از ژوئن (خرداد) تا سپتامبر (شهریور) بیشتر شده و به محدوده‌ی آسایش اقلیمی (حرارتی) نزدیک‌تر است (شکل ۴). همین مسأله در مورد عناصر دما (دماهای دماسنج خشک و مرطوب



شکل ۴: دامنه‌ی نوسانات دمایی ماهانه و سالانه تبریز
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲



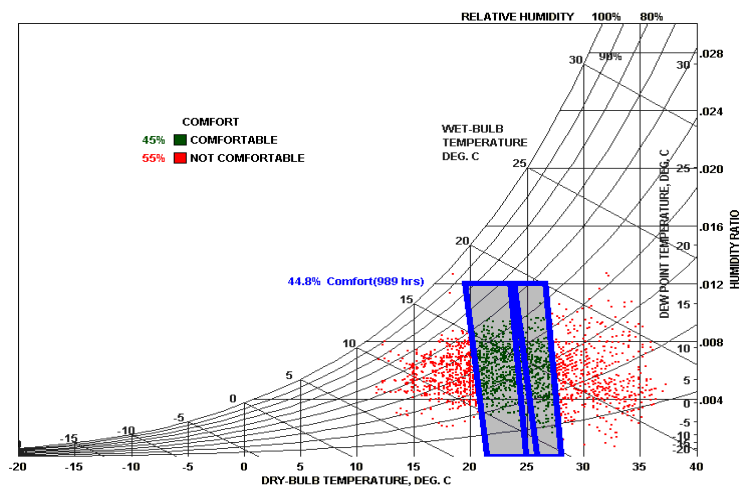
شکل ۵: دامنه‌ی ماهانه نوسانات شبانه عناصر دمایی و تشعشعی در ارتباط با آسایش اقلیمی
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲



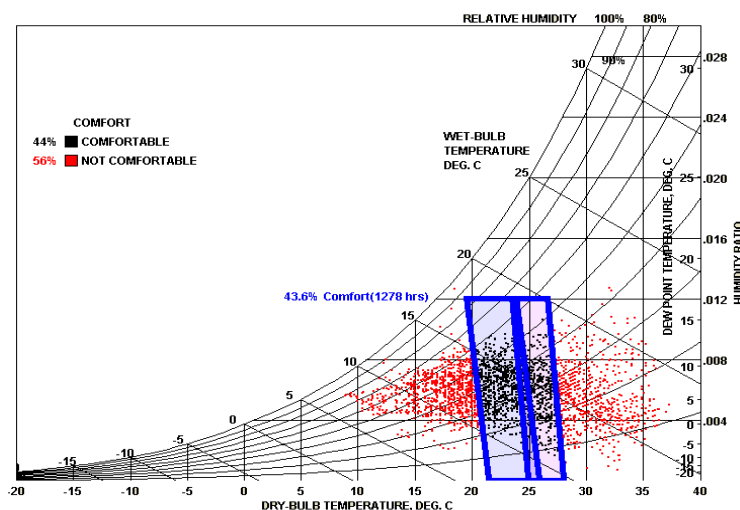
شکل ۶: الف: توزیع فصلی ساعات، ب: نسبت فصلی توزیع ساعتی آسایش اقلیمی شهر تبریز
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲

هیچ نقشی در توزیع ساعات آسایش اقلیمی نداشته و کل ساعات آن ساعات عدم آسایش اقلیمی محسوب می‌شوند. توزیع میانگین بلندمدت ساعات آسایش اقلیمی تبریز در سه ماهه تابستان (جولای تا آخر سپتامبر) در شکل ۷ و در دوره گرم (ماه‌های ژوئن تا خرداد) تا سپتامبر (شهریور) در شکل ۸ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۶ معلوم می‌شود که در طول دوره‌ی آمار، تابستان با مجموع متوسط ۹۸۹ ساعت و با ۶۴ درصد از توزیع فصلی بیشترین ساعات آسایش اقلیمی تبریز را به خود اختصاص داده و بعد از آن فصل بهار با متوسط بلندمدت ۴۳۷ ساعت و با ۲۸ درصد توزیع فصلی ساعات آسایش اقلیمی، در رده‌ی بعدی قرار دارد. در رده‌ی بعدی فصل پاییز با ۱۲۳ ساعت و جمع فصلی ۸ درصد از فصول ۴ گانه قرار داشته و زمستان



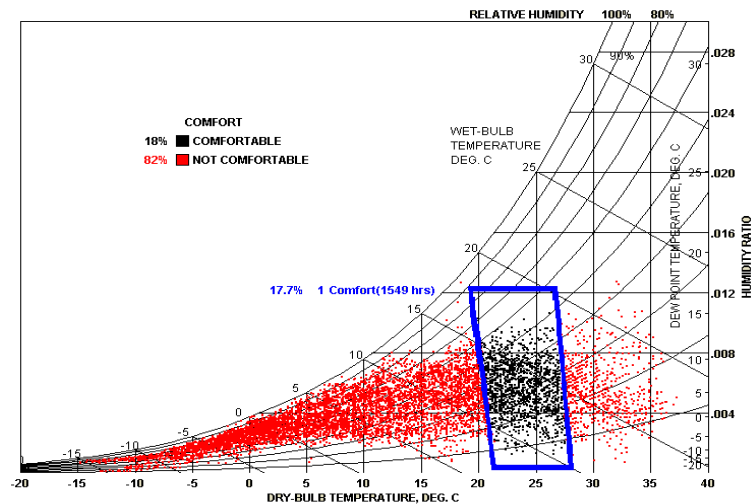
شکل ۷: نمودار سایکومتريک میانگین بلندمدت ساعات آسایش اقلیمی تبریز در سه ماهه تابستان
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲



شکل ۸: نمودار سایکومتريک میانگین بلند مدت ساعات آسایش اقلیمی تبریز در دوره‌ی گرم سال (ژوئن تا سپتامبر)
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲

نشانگر رقم متوسط بلندمدت ۴۴ ساله ۱۵۴۹ ساعت است که نسبت تقریباً ۱۸ درصدی ساعات آسایش اقلیمی به ساعات عدم آسایش اقلیمی در تبریز را نشان می‌دهد (شکل ۹).

برآورد کلی ساعات آسایش اقلیمی تبریز که با توجه به تحلیل‌های ماهانه (شکل ۲) از ماه آوریل با کمترین مدت به میزان ساعت ۵ ساعت شروع و در ماه اکتبر با داشتن ۱۲۳ ساعت آسایش اقلیمی به پایان می‌رسد،



شکل ۹: نمودار سایکومتريک میانگين بلند مدت ساعات آسایش اقلیمی کل ماه‌های تبریز
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۲

بحث و نتیجه

نمودارهای سایکومتريک نشان می‌دهند این است که در طول دوره‌ی سرد سال کل ساعات موجود و در دوره‌ی گرم سال غیر از ساعات متعلق به منطقه‌ی آسایش قسمت چپ منطقه‌ی آسایش نیاز به گرمایش و قسمت راست آن نیاز به سرمایش دارند تا اقلیم آسایشی تأمین شود و این یعنی نیازهای شدید انرژی برای متعادل کردن‌های مسکونی که خود بحث مفصلی بوده و توصیه می‌شود که در مطالعات بعدی از این منظر به مسأله نگریسته شود. همچنین این مطالعه نشان داد که از نظر وضع آب و هوایی بازه‌ی ماهانه‌ی نوامبر (آبان) تا مارس (اسفند) زمان خوبی برای گردشگری متعارف در تبریز نیست و بر عکس برای آنان که دوست دارند در وضع اقلیمی متعادل در هوای آزاد به گشت و گذار در تبریز بپردازند، بهترین زمان گشت و گذار فاصله‌ی زمانی موجود بین ماه‌های مارس (فروردین) تا اکتبر (مهر) است.

استفاده از روش میانگین رأی پیش‌بینی شده بر اساس ASHRAE Standard 55-2004 و انتقال آن بر روی نمودار سایکومتريک گیونی بر مبنای داده‌های ساعتی برای تحلیل‌های ماهانه، فصلی و کل دوره‌ی ۴۴ ساله نوآوری این پژوهش است که با توجه به پیشینه‌ی تحقیقاتی پژوهش تا به حال در ایران مورد استفاده قرار نگرفته بود. نتایج حاصل از محاسبات و نمودارهای سایکومتريک نشان داد که دوره‌ی سرمایی تبریز که از ماه نوامبر تا آخر مارس تداوم دارد، فاقد حتی یک ساعت آسایش اقلیمی است. دوره‌ی آسایش اقلیمی تبریز از ماه آوریل شروع شده و در آگوست به مقدار بیشینه‌ی خود می‌رسد، با این حال کل ساعات آسایش اقلیمی تبریز در این دوره نیز زیاد نبوده و حدود ۳۰ درصد ساعات دوره و ۱۸ درصد کل ساعات سال را به خود تخصیص می‌دهد. مسأله‌ی مهمی که

منابع

- امیدوار، کمال؛ ابراهیم رستم‌گورانی؛ مریم بیرانوندزاده؛ سمیه ابراهیمی (۱۳۸۹). بررسی تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی سواحل جنوبی: بندرعباس، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. ۲۵ الی ۲۹ فروردین ۱۳۸۹. دانشگاه سیستان و بلوچستان. زاهدان.
- بریمانی، فرامرز؛ مرتضی اسمعیل‌نژاد (۱۳۹۰). بررسی شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر تعیین فصل‌گردشگری مورد: نواحی جنوبی ایران، جغرافیا و توسعه. شماره ۲۳.
- حیدری، شاهین (۱۳۸۸). دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۳۸.
- حیدری، شاهین؛ شهلا غفاری‌جباری (۱۳۸۹). تعیین محدوده‌ی زمانی آسایش حرارتی برای شهر تبریز، مجله مهندسی مکانیک مدرس. شماره ۴.
- خوش‌اخلاق، فرامرز؛ سعید نگهبان؛ غلامرضا روشن؛ حمیدرضا باغیانی (۱۳۸۹). بررسی نقش و تأثیر تغییر اقلیم بر روی آسایش حرارتی یزد با استفاده از مدل اوانز، جغرافیا و توسعه. شماره ۲۰.
- رضانی، بهمن؛ حسن کیانپور (۱۳۸۸). شناخت آسایش بیوکلیماتیک انسانی در حوضه شهرک ماسوله گیلان، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۴.
- ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶). تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۲.
- ذوالفقاری، حسن؛ رضا هاشمی؛ پروش رادمهر (۱۳۸۸). تحلیلی بر رابطه با نیازهای سرمایشی و گرمایشی در شمال غرب ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۷۰.
- سلیقه، محمد (۱۳۸۳). مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار، جغرافیا و توسعه. شماره ۳.
- صادقی‌روش، محمدحسن؛ سیدمهدی طباطبایی (۱۳۸۸). تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوای خشک، نشریه هویت شهر. سال سوم. شماره ۴.
- صادقی‌روش، محمدحسن (۱۳۸۹). ارزیابی ضرایب زیست اقلیمی مؤثر در آسایش انسان مطالعه موردی: شهر یزد، فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال سوم. شماره ۱۰.
- فرج‌زاده، منوچهر؛ احمد قربانی؛ حسن لشکری (۱۳۸۷). بررسی انطباق معماری ساختمان‌های شهر سنندج با شرایط زیست‌اقلیمی آن به روش ماهانی، مجله مدرس علوم انسانی. دوره ۱۲. شماره ۲.
- قیابکلو، زهرا (۱۳۸۰). روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی، نشریه هنرهای زیبا. شماره ۱۰.
- محمودی، امیرسعید؛ سیده‌ندا قاضی‌زاده؛ علیرضا منعم (۱۳۸۹). تأثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی، نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی. شماره ۴۲.
- Auliciems, A., J, D, Kalma (1979). A climatic classification of human thermal stress in Australia, *Journal of Applied Meteorology*, 18.
- Beacker, S (2000). Bioclimatological Rating of Cities and Resorts in South Africa According to the Climatic Index, *International Journal of Climatology*, (20).
- De Freitas C, R (1985). Assessment of human bioclimatic based on thermal response, *International Journal of Biometeorology*, 29.
- Fanger, P, O (1972). *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*, Danish Technical Press.
- Terjung, W, H (1966). Physiologic climates of the conterminous United States: a bioclimatic classification based on man, *Annals of the Association of American Geographers* 56.
- Thom, E, C (1959). Discomfort index, *Weather-wise*, 12: 57.