مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

صفحات ۵ - ۱۴

نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی • شماره ۳۸ • تابستان ۱۳۸۸

دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران*

دکتر شاهین حیدری**

استادیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۰/۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۷/۱۲/۳)

چکیده:

مطالعات آسایش حرارتی از آن جهت اهمیت دارند که مهندس طراح را به استفاده از روش های غیر فعال و استفاده حداقلی از روش های فعال برای ایجاد سرمایش و گرمایش لازم در ساختمان راهنمایی می کند. اینکه چگونه باید حد آسایش را تخمین زد، موضوع مطالعاتی است که از یک قرن پیش آغاز و تا به امروز ادامه داشته، لیکن تکمیل نشده اند. در ایران نیز برای اولین بار شرکت ملی نفت در منطقه مسجد سلیمان اینگونه مطالعات را انجام داد ولی نتایج درستی از آن حاصل نیامد. تعیین حدود آسایش حرارتی در الگوهایی چون نمودار بیوکلیماتیک اولگی و یا گیونی تمام تلاش محققین ایرانی در این راه بوده است. امروزه صحت چنین نمودارهایی زیر سوال است و مهم تر آنکه روش پایه ای فانگر (Fanger, 1970) که اساس استاندارد "ایزو" است نیز در ابهام فرو رفته و اشری مجبور به تعریف پروژه PR-884 (De dear & Berger, 1998) گردید. مقاله حاضر، هماهنگ با اشری، دست به تخمین دمای راحتی شهر تهران می زند. با کاربست نتایج به ۲۵٪ صرفه جویی مصرف انرژی بخش ساختمان نائل می شویم. از این رهگذر وزارتخانه های مربوطه در هدفمند کردن یارانه انرژی و محدود نمودن آن با تکیه بر اصول علمی یاری و معماران به سمت طراحی منطقی هدایت می شوند.

واژه های کلیدی:

آسایش حرارتی، سیستم خود کنترلی بدن، تئوری های حرارتی، انرژی در ساختمان.

* وزارت نیرو در انجام این مطالعه حمایت مالی را به عهده داشته است.

** تلفن: ۶۶۴۰۹۶۹۶ - ۰۲۱، نمابر: ۶۶۹۷۲۰۸۳ - ۰۲۱، E-mail: shahin_heidari@yahoo.com.

www.fekrebozorg.ir

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

مقدمه

چنین بر می آید که سه مسئله ی به نظر ساده اما در واقع غامض معادلات علمی، فرهنگی، اجتماعی و سیاسی قرن بیست و یک را تحت تأثیر قرار دهند. بی قیدی نسبت به آنها، تلاش های هر ملتی در عرصه های دیگر، برای تفوق مانایی به میرائی و تفوق دانایی به نادانی را بی نتیجه خواهد گذاشت. الزام آن است که برنامه ریزی ها متوجه آنها گردند. این مشکلات عبارتند از:

- رشد جمعیت
- تولید و مصرف انرژی
- جلوگیری از اثرات مخرب و تداوم تغییرات نا خواسته آب و هوایی

در حالی که هر سه با هم و بر یک جاده ی هم سو حرکت می‌کنند، عده ای خیال می دارند که با مسائلی متفاوت و متمایز رو به رو هستند. از قضا، قول اهل خرد را نیز قبول ندارند و خود تصمیم سازی می کنند. نگاه مثبت همراه برنامه ریزی برای هرکدام - یا نگاه منفی همراه بی‌برنامه گی - بر دو مورد دیگر تأثیرگزار است.

در این مقاله از سه مورد پیش گفته، جزء کوچکی از مورد دوم را بررسی می کنیم. آسایش حرارتی مهم ترین معیار در طراحی ساختمان بر اساس صرفه جویی در مصرف انرژی است. اگر به آن توجه نداشته باشیم با افزایش مصرف مواجه می شویم. آنگاه ضرری جبران ناپذیر به اقتصاد مملکت زده و تداوم تخریب محیط زیست را زمینه ساز خواهیم بود.

نگاهی نو به آسایش حرارتی

مطابق استاندارد اشری (ASHRAE, 1995)، آسایش حرارتی هرشخص، شرایط ذهنی است که میزان رضایت مندی او از محیط دمایی را بیان می کند. استاندارد، جستجو کننده حداکثر میزان آسایش حرارتی برای افرادی است که در یک محیط واحد قرار گرفته اند. در این میانه، هنسن (Hensen, 1990, 312) معتقد است که اشری خود را به یک سلسله از عوامل محیطی محدود کرده است. عوامل تاثیر گزار دیگری هستند که به آنها توجه نشده است. مبسوط تر از هنسن، هیجز (Heijs, 1994, 47) در مقاله ارزنده خود به نکات فیزیولوژیکی، با این دید که شرایط روحی می تواند نتیجه‌ی یکی از فرایند های ادراکی، حاصل یک دانش و یا شناخت معین از یک احساس یا نگرش باشند، اشاره ای از سر دقت و تاملی بایسته داشت. اگر قول او را بپذیریم آنگاه باید اذعان کنیم که مسائل فیزیولوژیکی نمی توانند بیان کننده و تعیین کننده واقعی احساس حرارتی فردی باشند. لذا معیار بدن انسان فارغ از نوع احساس و تجربیات گذشته خود، که همیشه آنها را حمل می کند، معیار درستی برای ارزیابی نیست. او ادامه می دهد که اگر حد مطلوب دمایی به عنوان یک موقعیت فیزیولوژیکی تنها تلقی شود، فضاهای مصنوع حالتی آشفته پیدا می کنند. از سوی دیگر و قبل از هیجز، هنسل (Hensel, 1994) نیز حد مطلوب دمایی را به عنوان یک تجربه حسی مورد مداقه قرار داده بود. اما توصیف کونیزبرگر و همکارانش (Koenigsberger, 1974) که حد مطلوب شرایط آسایشی بر مبنای موقعیتی فاقد تحرک، در مسیر صحیح واکنش های محیطی را فرض نمود، به مراتب در مقایسه با تعریف هنسل عینی و مهم تر است. در کنار این مفهوم، محدوده آسایش نیز به عنوان موضوع ذهنی دیگری باید درکانون توجه قرار گیرد. ممکن است برخی افراد، در دفعات مشابه و در مکان های مشابه، از شرایط محیطی اطرافشان خشنود و راضی نباشند. دلیل آن موضوعات بیولوژیکی، احساسی و فیزیکی است. بنابراین محدوده آسایش را نمی توان به طور عینی اندازه گرفت. از منظر فیزیولوژیکی می توان خود را با شرایطی ویژه وفق داد، اما از لحاظ روانی این کار مشکل و به سختی امکان پذیر است. اگر جدل را به این پله منتهی کنیم و به سال های دهه اول قرن بیست نگاهی بیاندازیم، شاهد موفقیتی خواهیم بود که تحولات عظیم بحث آسایش حرارتی و ارائه شاخصه های مهم حرارتی پای در آن دارند. در آن زمان این موفقیت به دست آمد که چهار فاکتور محیطی - درجه حرارت، رطوبت هوا، سرعت جابه جایی هوا و شدت تشعشعات - از طریق شیوه های کمی اندازه گیری شوند. با به دست آمدن این مقادیر، ارتباط واضحی برای تشخیص تنش‌های حرارتی در انسان حاصل شد. چند دهه بعد فاکتورهای دیگری چون میزان فعالیت و میزان پوشش لباس نیز دخالت داده شدند. نتیجه آنکه فانگر (Fanger, 1970) با دقت و حوصله ای بیشتر سری معادلات آسایش حرارتی را جهت طراحی ساختمانها پیشنهاد کرد. پیشنهاد فانگر بعدها اساس استاندارد بین المللی ایزو (ISO-7730) گردید.

در بررسی چنین مدل هایی و در برخورد عمیق با تعریف آسایش حرارتی، به جریان گرمای بین بدن انسان و محیط اطراف آن و تعادل دمایی بین این دو خواهیم رسید. محقق تیزبین تعریف برای اندازه گیری های فیزیولوژیکی بدن انسان و محیط اطراف را درست فرض می نماید، اما به دلیل آنکه نظریه کلی، موضوعی پویا و ورای چنین نگرش اولیه ای است، باید به دنبال دیگر معانی نیز

www.fekrebozorg.ir

باشد. کهن الگوی آسایش حرارتی – که لفظ نظریه کلاسیک را به آن اطلاق می کنیم– به شکل معنی داری با فیزیولوژی انسانی، سیستم های تنظیم کننده بدن، تغییرات دمایی و عوامل تاثیر گذار در این حوزه ارتباط دارد. به همین جهت این نگرش منجر به تحریر معادلات آسایش حرارتی شده اند. اینکه تا چه حد باید آن را پذیرفت جای ابهام است. چالش پیش رو، ارزیابی محیط حرارتی به عنوان یکی از قدیمی ترین قضاوت های بشری مرتبط با ویژگی‌های انسانی از یک سو و انگاره های پذیرفته شده و واقعی که با سرشت معادله ای سازگار نیستند، از سوی دوم است. همه ما به صورت شفافی با این نظریه متداول روزانه – که آن را سوی دوم مطلب نام نهادیم– در ارتباط هستیم و از طریق ارزیابی نسبی در گفتگو های روزانه به آن تاکید داریم. مثلا " وقتی می گوییم هوا سرد است، معنای متبادر آن که از شرایط دمایی محیط خود اطلاع داریم، اما این اظهار به معنی عدم رضایت از شرایط نیست. سوی دوم بحث، آنجایی که سازگاری عدد و رقمی ندارد را هیمفریز با قدرت کامل بیان داشت و همه ی استاندارد ها را زیر سوال برد. او با تئوری خود محدوده آسایش حرارتی را متغیر و بازه آن را به مراتب بزرگ تر بیان کرد. نتیجه گفتار ارائه شده و قبول جدل هیمفریز آن است که با کاربست تئوری او، صرفه جویی چشمگیری در مصرف انرژی ساختمان ها به وجود می آید. هیمفریز به دفعات و با ارائه شواهد مختلف نشان داد عوامل آب وهوایی و اختصاصی به تنهایی تعیین کننده نیستند (برای مثال منبع (۸) چاپ شده سال ۱۹۹۲). عامل تعیین کننده شرایط آسایش حرارتی در واقع موارد دیگری هستند که در تئوری ها ی قبلی به آنها توجهی نشده است. از آن جمله فرهنگ. ورود مقوله جدیدی مثل تاثیر فرهنگ بر دمای آسایش، دریچه نو و بدیعی بر مقوله مصرف انرژی است. گاه آن شده است که در ایران و برای بدست آوردن شرایط آسایش حرارتی به تئوری جدید در سایه مطالعات میدانی بپردازیم.

ارتباط معماری و آسایش حرارتی

مرتبط با معماری، همه عناصر ساختمانی و انواع ساختمان ها باید به گونه ای طراحی شوند که در زمان های مختلف پاسخگوی شرایط آب وهوایی خارج باشند و شرایط آسایش حرارتی قابل قبول و حتی لذت بخشی را برای ساکنین فراهم کنند. این مسئله، بخشی از ضرورت مطالعه آسایش حرارتی است و به ارتباط بین انسان و محیط اطراف او – با همه ی عناصر فیزیکی از قبیل نور، صدا، آب، هوا وفضا – بستگی دارد. عده ای اعتقاد دارند که استفاده از توانایی های بشری زمانی به اوج خود می رسد که افراد در مطلوب ترین شرایط آسایش حرارتی قرار داشته باشند. این ظرفیت ها در فصل های خیلی گرم و یا خیلی سرد و در محیطهای نامساعد حرارتی کاهش خواهند یافت. به همین جهت فراهم کردن شرایط آسایش حرارتی در محیط ساختمان اجتناب‌ناپذیر، الزامی و بدیهی است. اگر چه مهم تر آن است که افراد متقاعد شوند که برای فراهم نمودن آسایش حرارتی و بهبود وضع محیط حرارتی فعالیت های اختصاصی آنها نیز موثر است. اگر در معماری به شرایط واقعی آسایش حرارتی توجه شود، نتایج مهمی از قبیل راهنمای طراحی ساختمان ها و محیط های بسته، کنترل محیط های بزرگ با مصرف انرژی بالا، بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان ها، کاهش خطر بیماری های ساختمانی، فراهم کردن سلامت افراد، ذخیره سازی انرژی، کاهش آسیب رسانی به محیط زیست و تاثیر بر کیفیت کار استفاده کنندگان از بنا حاصل می گردد.

مروری بر پیشینه موضوع

از دیرباز دو روش عمده در مطالعات آسایش حرارتی رایج بوده‌اند. اولین روش مطالعات آزمایشگاهی و دومین روش مطالعات میدانی است. در مطالعات آزمایشگاهی افراد در شرایط خاص و کنترل شده قرار گرفته و مورد پرسش قرار می‌گیرند، ولی در مطالعات میدانی افراد در دنیای واقعی و بدون تغییر شرایط محیطی مورد سوال هستند. در این حال و همزمان، اندازه‌گیری متغیرهای آب و هوایی صورت می‌گیرند. در مطالعات آزمایشگاهی بجای آنکه سنجش متغیرهای محیطی و اختصاصی انجام شود آنها را ثابت نگه داشته و فقط احساس خاصی را که می‌خواهند از افراد می‌پرسند. اما در مطالعات میدانی کلیه متغیرهای آب و هوایی و اختصاصی همزمان با طرح سوالات احساس حرارتی سنجیده می‌شوند. نیکل (Nicol, 1993) اختلاف در نتایج دو روش را در سال ۱۹۹۳ بصورت مبسوطی ارائه کرد. قبل از او و در یک مطالعه وسیع هیمفریز (Humphreys, 1972) و به دنبال آن هیمفریز (Humphreys, 1976) این اختلاف را گزارش کرده بود. دو نکته اساسی توسط آنان بیان شد: اول آنکه دمای خنثی واقعی افراد با آنچه که در آزمایشگاه و شرایط آزمایشگاهی بدست می‌آید، اختلاف دارد و دوم دامنه آسایش حرارتی به‌مراتب وسیع تر از دامنه‌ای است که در آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌شود. این اختلافات به جهت سه عامل مهم به وجود آمده اند:

۱ – مشکلات محاسبهٔ پارامترها در معادلهٔ فانگر که معمولاً مورد رجوع کارهای آزمایشگاهی است.

۲ – اختلافات در تغییرات کوتاه مدت پارامترها که در مطالعات میدانی عمدتاً حذف می‌گردند.

۳ – تأثیر عوامل روانی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و... که در مطالعات آزمایشگاهی مورد استناد قرار نمی گیرند.

اما هر دو روش مشکلات خاص خود را نیز بدنبال دارند. اولین مشکل در روش آزمایشگاهی استفاده از معادلاتی است که براساس شرایط ایستا قرار دادند در حالی که شرایط واقعی شرایطی پویا است. دومین مسئله استفاده از نرخ فعالیت و نرخ لباس است که باید اطلاعات دقیقی از آن موجود باشد زیرا هر دو متغیر مورد نیاز در حل معادلات حرارتی هستند. در مطالعات

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

میدانی نیز استفاده از روش های آماری برای بدست آوردن شرایط راحتی معمول است از این رو محقق دچار مشکل می‌شود. او باید در آنالیز رگرسیونی، نظرات ناشی از پرسشنامه را به عنوان متغیرهای وابسته و متغیرهای آب و هوایی را به عنوان متغیرهای غیروابسته بکار ببرد. درحالی که مردم نسبت به تغییرات آب و هوایی اقدامات فعالانه‌ای دارند. لباس خود را تغییر می‌دهند، فعالیت های خود را عوض می‌کنند، در نحوه نشستن تغییر ایجاد می‌کنند و.... پس این مسئله نمی‌تواند صحیح باشد که متغیرهای آب و هوایی متغیرهای غیروابسته‌ای هستند.

از موارد مهم دیگری که باید به آن توجه کرد خو گرفتن افراد به محیط است. فرد اهل منطقه سرد سرما را از فرد اهل منطقه گرم، راحت تر تحمل می‌کند. از طرف دیگر افراد در فصل سرد معمولاً دمای خنثی کمتری نسبت به فصل گرم دارند. این مسئله ما را به سمت پرسش های مهم هدایت می‌کند و آن اینکه: آیا شرایط خنثی وابسته به شرایط خارج بنا است؟ آیا ارتباط منطقی بین شرایط راحتی و شرایط خارج وجود دارد؟

نویس و همکارانش گزارش مبسوطی از بدست آوردن شرایط آسایش حرارتی برای ۳۶۰ نفر با نرخ لباس ۰/۲۵clo و نرخ فعالیت ۱/۱met را دادند(Nevins et al, 1966). این افراد دانشجویان دانشگاه کانزاس بودند که سن آنها بین ۱۸ تا ۲۱ سال بود. دمای خنثی (25/6 c درجه از دمای مؤثر) با شرایط رطوبی ۵۰ درصد بدست آمد. پنج سال بعد در آزمایش دیگری ۱۶۰۰ دانشجو با نرخ لباس ۰/۶ clo و نرخ فعالیتی مشابه مطالعه قبلی، مورد آزمایش قرار گرفتند (Nevins, R. G., F. H. Rohles, 1971). دمای خنثی شبیه مطالعه قبلی بود. تنها تفاوت آنکه در مطالعه نویس تفاوتی بین دمای خنثی مردان و زنان وجود نداشت، اما در مطالعهٔ روهلز زنان نسبت به دما حساس‌تر از مردان بودند. قبل از این مطالعات، فانگر ۱۲۸ دانشجوی دانمارکی و ۱۲۸ نفر میانسال را در حالیکه نرخ لباس ۰/۶clo بر تن داشتند و فعالیت آنها ۱/۱met بود مورد بررسی حرارتی قرار داد. او دریافت که حدود ۰/۷ درجه اختلاف بین دمای خنثی زنان و مردان وجود دارد. در همین زمان و در کشور انگلستان شهرداری مرکزی لندن، چند مطالعه میدانی و آزمایشگاهی آسایش حرارتی انجام داد. نتایج مطالعات آزمایشگاهی ۲۳C درجه را بعنوان دمای خنثی نشان می‌داد. انحرافی نزدیک به ۳ درجه نسبت به مطالعات امریکا و دانمارک در این مطالعه به وجود آمده بود. حدود ۲۰ سال بعد و در شرایط گرم سنگاپور ریچارد دی دیر (De dear, et al, 1991) دمای ۲۸ درجه را بعنوان دمای خنثی بدست آورد. در همان اوان عبدالشکور در مالزی به دمای ۲۸/۳ رسید (Abdolsakour, 1993). این اختلافات در دمای خنثی و بعد از بررسی شرایط آب و هوایی مناطق مختلف نشان از مسئله‌ای می‌دهند که ورای تغییرات جسمی و فیزیولوژیکی افراد است. از سویی مطالعات میدانی این نکته را کاملاً تأیید می‌کنند. اوسلند در انگلستان ۵ درجه اختلاف در دمای خنثی بین افراد مورد مطالعه بدست‌آورد (Oseland, 1993). نیکل و همکارانش (Nicol et al,1994) در پاکستان دریافتند که دمای خنثی افراد با شرایط محیطی بیرون تغییر می‌کند. در شهر پیشاور دمای راحتی ۲۶/۷ بود اما در شهر کراچی این دما ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد گزارش شد. هیمفریز (Humpherys, 1972) این ارتباط را بین دمای راحتی و دمای خارج نشان داد و آن را ثابت کرد. دو گروه بنا مورد مطالعه قرار گرفتند. بناهایی که دارای سیستم‌های تهویه‌ای بوده و بناهایی که هیچ‌گونه سیستم خاص تهویه ای، گرمایشی و یا سرمایشی در آنها نبود. ۹۴ درصد از ۲۰۰/۰۰۰ اطلاعات وارد شده، حکایت از یک ارتباط خطی بین دمای راحتی و دمای خارجی داشتند. ضریب همبستگی ۹۷ درصد بین این دو متغیر با انحراف معیار ۱ درجه و در دامنه‌ای بین ۱۰ تا ۳۳ درجه سانتیگراد، نشان از موفقیت مدل هیمفریز می‌داد.

علاوه بر دما از نقطه نظر رطوبت، هنسل نشان داد که اثر رطوبی روی آسایش حرارتی، اثری جزیی است. تعداد کمی آزمایش در مورد اثر تغییرات رطوبت وجود دارند. نتایج دو بررسی، یکی مربوط به گونزالز و گیج (Gonzalez, Gagge, 1973) و دیگری توسط دونینی و همکارانش (Donnini et al, 1997) نشان می دهند زمانی که دما در داخل یا نزدیک محدوده آسایشی افراد است، نوسان رطوبت نسبی در دامنه ۲۰٪ تا ۶۰٪ هیچ تاثیری بر آسایش حرارتی افراد ندارد. اما "دی دیر" و همکاران (De dear et al, 1989, 342) استدلال کردند که رطوبت هوا اثر قطعی بر آسایش حرارتی دارد. این مطالعه بر روی تغییر وضعیت رطوبت در محدوده ۲۰٪ تا ۸۰٪، حاکی از آن بود که استانداردها، اثر گرمایی مربوط به رطوبت زودگذر را بر انسان نادیده گرفته اند. مردم در زمان کاهش رطوبت نسبی، احساس سردی و در هنگام افزایش آن ، احساس گرمی دارند.

مطالعه میدانی در تهران

تهران از وسعت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است و تنوع آب و هوایی زیادی در خود دارد. زمانی که دامنه‌های شمالی شهر، آب و هوایی سرد دارند، مرکز شهر آب و هوای ملایمی دارد. ایستگاه‌های هواشناسی چند منطقه در تهران به خوبی نشان‌دهنده این تنوع هستند. آمار ۱۵ ساله ایستگاه سعدآباد در گرم ترین ماه سال یعنی مرداد، ۲۵/۸ درجه سانتیگراد را برای میانگین دمای هوا نشان می‌دهد. در همین حال، ایستگاه دوشان‌تپه ۳۱/۲ درجه حرارت را معین می‌کند. در ماه دی، دمای نسبی هوا پایین است. متوسط دمای ماهیانه ده ساله ایستگاه سعدآباد یک درجه کمتر از صفر را نشان می‌دهد، در حالیکه در آن زمان دمای ایستگاه نارمک نزدیک به ۵ درجه سانتیگراد بالای صفر است. بیشترین اختلاف دمایی در ماه اردیبهشت و کمترین اختلاف مربوط به ماه بهمن گزارش شده است. با توجه به چنین اختلافاتی مجبور به یک معدل‌گیری برای شهر تهران از نظر رطوبت و از نظر دما بصورت شاخص هستیم.

www.fekrebozorg.ir

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

تحلیل آب و هوای تهران بر اساس فرضیات اولیه

بر اساس طبقه بندی هفتگانه اشری (ASHRAE- 7 Point Scale)، آب و هوای تهران را بررسی می کنیم. در این مطالعه، به عنوان پیش فرض شرایط خیلی سرد را به شرایطی اطلاق می کنیم که دمای متوسط ماهیانه کمتر از ۱۵ درجه باشد. بر راست بودن این فرض اصراری نداریم، اما به عنوان معیاری اولیه آن را پذیرفته تا در پایان مطالعه به صحت و یا سقم آن پی ببریم. الگوی رطوبت نسبی تهران، منحنی درجه دومی است که نقطه تقعری و تحدبی آن بینابین ۳۰٪ و ۷۰٪ است. لذا در تفکیک اولیه شرایط محیطی به آن نیز بی اعتنا هستیم. نکته قابل ذکر دیگر آن است که نباید فراموش کنیم، اندازه متوسط ماهیانه دما - ولو تسری آن به تمام روزها موجه باشد - در طول شبانه روز معیار درستی نیست. به همین جهت باید اختلاف حداکثر و حداقلی را برای هر ماه قائل شد. با این فرض و استفاده از دمای بیست ساله تهران می توان نتیجه گرفت که: از ۱۵ دی ماه تا اول اسفند ماه شرایط خیلی سرد بر شهر حاکم است ولی شرایط از اول اسفند تا اواسط فروردین، همچنین از نیمه دوم آذر تا ۱۵ دی ماه را شرایط سرد تهران می‌نامیم. بعد از ۱۵ فروردین ماه به مدت دو هفته هوا رو به شرایط کمی سرد تمایل پیدا می کند. قبل از شروع آذرماه، حدوداً به مدت یک ماه و نیم این شرایط (کمی سرد) بر تهران نیزحاکم است. مردم در اردیبهشت و خرداد ماه از دمای هوا لذت برده و حاضر به تغییر آن به شرایطی گرمتر یا سردتر نیستند. این مورد در ماه مهر هم مصداق دارد. نیمه اول تیر شرایط کمی گرم و نیمه دوم گرم است. اما مرداد ماه شرایط خیلی گرمی حاکم می شود. به همین قیاس نیمه اول شهریور گرم و نیمه دوم کمی گرم خواهد بود. جدول ۱ وضعیت توصیف شده را نشان می دهد.

جدول ۱- تفکیک شرایط اقلیمی تهران بر اساس طبقه بندی هفتگانه اشری.

کمی سرد		خنثی		کمی گرم		گرم	
۱۵ فروردین	اول اردیبهشت	اول اردیبهشت	اول تیر	اول تیر	۱۵تیر	۱۵ تیر	۳۰ تیر
خیلی گرم		گرم		کمی گرم		خنثی	
۳۰ تیر	۳۰ مرداد	۳۰ مرداد	۱۵ شهریور	۱۵ شهریور	اول مهر	اول مهر	۳۰ مهر
کمی سرد		سرد		خیلی سرد		سرد	
اول آبان	۱۵ آذر	۱۵ آذر	۱۵ دی	۱۵ دی	اول اسفند	اول اسفند	۱۵ فروردین

(ماخذ: نگارنده)

به این ترتیب در تهران تعداد تقریبی روزها از نظر میزان گرمی و سردی به شرح جدول ۲ است. در بررسی ابتدایی جداول ۱ و ۲ متوجه می شویم که ۶۲ روز از سال شرایط گرم یا خیلی گرم، نیمی از سال شرایط متعادل و ۱۲۲ روز سرد ویا خیلی سرد است. از این رو و با فرضی ابتدایی اقلیم تهران را سرد و معتدل می خوانیم.

جدول ۲- تفکیک شرایط حرارتی مختلف بر اساس روز/سال.

شرایط	خیلی سرد	سرد	کمی سرد	خنثی	کمی گرم	گرم	خیلی گرم
کد بندی بر اساس مقیاس اشری	-۳	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳
تعداد روزها	۴۵	۷۷	۶۰	۹۱	۳۰	۳۲	۳۰

(ماخذ: نگارنده)

میدان مطالعه در تهران

ابتدا بصورت تصادفی تعدادی واحد مسکونی در سطح شهر تهران با پراکندگی مناسب انتخاب گردیدند. این واحدها از سیستم‌های غیرتهویه مطبوع استفاده می کردند. برای انجام مطالعه در ساختمان های اداری مشکل مربوط به نوع سیستم گرمایش و سرمایش بناها بود. لذا تلاش زیادی برای انتخاب ساختمان اداراتی صورت گرفت که فاقد سیستم تهویه مطبوع باشند. جدول شماره سه اطلاعات دقیقی از ساختمان ها، تاریخ و تعداد برگ سؤالاتی که افراد پاسخ داده اند را به تفکیک دو فصل گرم و سرد نشان می‌دهد.

جدول ۳- اطلاعات پرسشنامه ای به تفکیک فصل و مکان در طول دوره مطالعه.

زمستان			تابستان		
تاریخ	عدد پرسشنامه	تعداد ادارات	تعداد منازل	تاریخ	عدد پرسشنامه	تعداد ادارات	تعداد منازل
۱۸ تا ۲۳ دی	۳۳۷	۱۳	۴۵	۱۰ تا ۱۴ مرداد	۳۷۷	۱۲	۴۹

(ماخذ: نگارنده)

همزمان با پاسخگویی افراد، دو دستگاه دیتا لوگر (هوگ - ۵۵۰) به صورت اتوماتیک اطلاعات مربوط به دمای کروی هوا و رطوبت نسبی را منظم و با فاصله دو دقیقه ضبط می کردند. یک دستگاه سنجش جریان هوا از نوع (سالموت - ۱۲۰) نیز در دو جهت عمود برهم، میزان سرعت حرکت هوا را ثبت می کرد. دستگاه ها از یک فرد به فرد بعدی منتقل و از نظر تابش و فاصله از دیوار و کف کنترل می شدند. نرخ لباس بر اساس جدول استاندارد آیزو- ۳۳۷۰ و نرخ فعالیت بر اساس معیار اشری-۵۵ محاسبه می‌گردید. نتایج حاصله از اندازه متغیرهای محیطی و اختصاصی در جدول شماره چهار به تفکیک فصل و مکان آمده است. اطلاعات جدول ۴ نشان می دهد که متوسط دمای کروی داخلی سالانه در فضاهای تصرف شده، عددی مطلوب و در حدود آسایش حرارتی است. توجه به تفکیک مکان ها نشان از آن دارد که دمای کروی در فصل گرم حدود ۰/۷ درجه در منازل بیشتر از ادارات و در فصل سرد متوسط دمای داخلی ادارات ۱/۲ درجه بیشتر از منازل است. این نکته دخالت عوامل اختصاصی و نقش آنها در رسیدن به آسایش حرارتی را ثابت می کند. حرکت کشانه ای ۷/۳ درجه از متوسط فصل سرد به متوسط فصل گرم، مجددا" تاکیدی بر نقش عوامل اختصاصی است. متوسط رطوبت نسبی در فصل سرد بین مکان های مختلف تغییری را نشان نمی دهد. در حالی که در فصل گرم تفاوت هشت درصدی (که نشان از فعالیت هایی چون طبخ غذا و یا استفاده از رطوبت مطلوب حوض آب و یا وجود گل و گیاه چه در فرم باغچه ای و چه در فرم گلدانیدر منازل است) بین فضای ادارات و فضاهای مسکونی وجود دارد. زمانی که به اندازه متوسطی نگاه می کنیم، این میزان از تفاوت رطوبی اندک و قابل صرفنظر می‌باشد. از طرف دیگر حداقل رطوبت در هیچ مکانی از ۳۰ درصد

www.fekrebozorg.ir

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

جدول ۴- اطلاعات محیطی و اختصاصی به تفکیک زمان و مکان.

متغیر ها	ادارات (فصل گرم)	خانه ها (فصل گرم)	ادارات (فصل سرد)	خانه ها (فصل سرد)	کل (فصل سرد)	کل (فصل گرم)	کل سال
متوسط دمای کروی	۲۸/۴	۲۹/۱	۲۲/۱	۲۰/۹	۲۱/۵	۲۸/۸	۲۵/۴
متوسط رطوبت	۳۸	۴۶	۶۵	۶۶	۴۳	۶۶	۵۴
متوسط جریان هوا	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۰
متوسط لباس	۰/۵۷	۰/۵۲	۱/۶۳	۱/۵۴	۱/۶	۰/۵۴	۱/۰۴
متوسط فعالیت	۱/۳	۱/۵	۱/۱	۱/۳	۱/۱۹	۱/۴	۱/۳

(ماخذ: نگارنده)

و حداکثر از ۷۰ درصد تجاوز نکرده است. حد فاصل ۳۰ تا ۷۰ درصد، حد قابل قبول دو استاندارد حرارتی اشری و آیزو می‌باشند.

متوسط جریان هوا حکایت، نکته جالب کار میدانی حاضر است. این مسئله که متوسط جریان هوای داخلی در فصل گرم حدود ۰/۰۸ متر بر ثانیه از متوسط جریان هوای فصل سرد است، دلیل بسیار محکمی بر تفوق تئوری سازگاری بر سایر تئوری های آسایش حرارتی است. مسئله ای مشابه در مورد نرخ لباس نیز به چشم می خورد. حدود سه برابر اضافه در میزان لباس بین دو فصل سرد و گرم دلیل دیگری بر اثبات تئوری سازگاری هیمفریز است. تفاوت بین نرخ فعالیت بیشتر مربوط به افراد پرسش شونده در منازل است. تفاوت ۰/۲ بین نرخ فعالیت دو فصل سرد و گرم طبیعی و قابل صرفنظر کردن است.

تحلیل همبستگی

جدول ۵ همبستگی بین متغیرهای اندازه گیری شده در فصل گرم و سرد را نشان می دهد. دو متغیر دمای کروی و جریان هوا در سطر ابتدایی بررسی شده اند. به صورت طبیعی هرچقدر که دمای کروی افزایش یابد این انتظار وجود دارد که جریان هوا نیز افزونی یابد. همبستگی مثبت این دو متغیر در فصول مختلف و در مکان های مختلف نشان دهنده فعال بودن افراد در تعدیل شرایط محیطی خود است. در فصل گرم این ارتباط به عدد بسیار قابل توجه ۰/۳۲ در منازل رسیده است، که نشان می دهد چگونه مردم از جریان هوا، یا بصورت باز کردن پنجره و یا به هر صورت دیگر استفاده می کنند. در تمامی اندازه‌گیری‌ها، هنگامی که دمای کروی بالا می‌رفته افراد برای تعدیل شرایط محیطی خود از جریان هوا استفاده می‌کرده‌اند. معماری گذشتهٔ ما نشان از اهمیت جریان هوا در درون بنا برای فصل گرم و کاهش آن برای فصل سرد دارد همانگونه در بررسی حاضر نیز این مسئله اثبات شده است.

همبستگی بین دمای محیط و نرخ لباس نیز در عمدهٔ موارد منفی است و میزان آن تا حد زیادی بالا است. بالا بودن میزان ضریب همبستگی و نزدیک بودن آن به عدد منفی یک بویژه در فصل زمستان و در منازل مشهود است. اگرچه رقم این همبستگی

جدول ۵- رابطه بین متغیرهای مختلف اندازه گیری شده.

متغیرها	ادارات (فصل گرم)	ادارات (فصل سرد)	منازل (فصل گرم)	منازل (فصل سرد)
دمای کروی به جریان هوا	××	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۰۹
دمای کروی به نرخ لباس	-۰/۱۲	××	-۰/۱۱	-۰/۷۶
دمای کروی به احساس حرارتی	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۳۸
احساس حرارتی به جریان هوا	××	××	-۰/۱۲	۰/۶۷

(ماخذ: نگارنده)

در فصل تابستان نیز چشمگیر و قابل توجه است. همبستگی قابل توجه دمای محیط و نرخ لباس نشان می‌دهد که افراد در استفاده از لباس های متنوع در منازل بدور از مسائل فرهنگی و اجتماعی آزاد بوده اند، در حالی که در ادارات چنین شرایطی کمتر حاکم است.

بین دمای کروی و احساس حرارتی نیز ضریب همبستگی بالا و مثبت می‌باشد. هر چقدر دما بالا رفته احساس حرارتی نیز به همان میزان بالا می‌رود. همبستگی مثبت اگرچه خیلی غیرقابل پیش‌بینی بنظر نمی‌رسد، لیکن نشان از موفقیت کار میدانی و درست بودن موضوع می‌دهد. در نهایت بین احساس حرارتی و جریان هوا نیز همبستگی گاه مثبت و گاهی منفی و گاه نیز همبستگی غیرقابل قبول است. مواردی که مثبت بوده، نشان می‌دهند زمانی که جریان هوا بالا رفته، افراد احساس آرامش بیشتری می‌کرده اند و میزان احساس حرارتی آنها پایین می‌آمده است. اگرچه در فصل سرد خیلی نمی‌توان این همبستگی را قابل استناد دانست.

احساس حرارتی و ترجیح حرارتی

بر اساس مقیاس هفتگانه اشری، افراد مورد سؤال قرار گرفته تا در مربع لازم احساس حرارتی خود را ثبت نمایند. متذکر شدیم که صفر برابر با شرایط ایده‌آل است. آئین‌نامه اشری- ۵۵ احساس حرارتی بین منهای یک و مثبت یک شرایط قابل قبول و محدودهٔ آسایش برای لااقل ۸۰ درصد افراد می داند. از طرفی ترجیح حرارتی نیز مورد سؤال قرار گرفت. برای آن از مقیاس سه‌گانه McIntyre استفاده شد. حیدری(Heidari, Sharples, 2002) ثابت کردند برای ترجیح حرارتی مقیاس سه گانه از مقیاس پنج‌گانه و هفتگانه ساده‌تر لیکن کمتر قابل استناد است. زمانی که ما از شرایط حرارتی عدم رضایت نداریم، ممکن است حالتی را ترجیح دهیم که ممکن است آن حالت پیش نیاید. فرض کنیم در شرایطی فرد احساس آسایش حرارتی می‌کند، اما میل دارد اندکی هوا گرم تر یا سردتر باشد. اگر حالت خواسته شده را ایجاد کنیم، در واقع حالت ایده‌آل برای شخص ایجاد شده است. فاصله احساس حرارتی و ترجیح حرارتی با مقیاس های دارای طبقه‌بندی مشابه قاعدتاً نباید زیاد باشد. آنچه که مبنای آسایش حرارتی و یا ترجیح حرارتی است طبق استاندارد اشری باید

www.fekrebozorg.ir

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

جدول ۶- احساس حرارتی و ترجیح حرارتی افراد در مکان های مختلف و فصول متفاوت.

متغیر ها	منازل		ادارات		کل (گرم)	کل (سرد)	کل سال
	فصل گرم	فصل سرد	فصل گرم	فصل سرد			
احساس حرارتی	۰/۶۱	-۰/۸۱	۰/۴۲	-۰/۷۶	۰/۵۲	-۰/۷۸	-۰/۰۹
ترجیح حرارتی	-۰/۴۳	۰/۶۹	-۰/۶۸	۰/۷۸	-۰/۵۲	۰/۷۴	۰/۰۷

(ماخذ: نگارنده)

جدول ۷- متغیر های بدست آمده از نتایج کار میدانی.

	شیب منحنی	دمای خنثی	دمای حداقل کروی	دمای حداکثر کروی	دامنه تغیر
فصل سرد	۰/۲۳۵۳	۲۲/۵	۱۸/۲	۲۶/۷	۸/۵
فصل گرم	۰/۲۱	۲۷/۵	۲۲/۸	۳۲/۲	۹/٤

(ماخذ: نگارنده)

مورد تأیید ۸۰ درصد افراد جامعه باشد.

مکین تایر(McIntyre, 1982) اظهار داشت که چنانچه ۹۰ درصد افراد را قابل استناد قرار دهیم در آن صورت محدودهٔ آسایش حرارتی بین منهای نیم و مثبت نیم است. جدول ۴ نتایج مطالعات میدانی را در تهران گزارش کرده بود. همانگونه که ذکر گردید، در فصل گرم معدل دمای کروی داخلی بالا و در فصل سرد معدل دمای کروی داخلی تا حدودی مطلوب ثبت شده است. رطوبت نسبی مناسب فصول ولی جریان هوا در فصل گرم کمی کمتر از حد انتظار در ادارات است. با چنین شرایط آب و هوایی و اختصاصی، احساس حرارتی در هر دو فصل در جدول ۶ آمده است. نتایج نشان می‌دهند که افراد در محدودهٔ آسایش حرارتی بسر می برده اند و از طرفی درخواست حرارتی آنها متناسب با احساس حرارتی است. متوسط احساس حرارتی در فصل گرم حدود ۰/۵ یا اندکی گرم ثبت شده است. در این حالت ترجیح حرارتی نیز برابر ۰/۵- بوده که در مجموع ۳ درجه سانتیگراد اختلاف را نشان می دهد. در فصل زمستان نیز افراد در شرایط اندکی سرد قرار داشته، اما درخواست آنها فاصله ای به قدر سه چهارم واحد از عدم تغییر دور است. در مجموع و با توجه به مصرف انرژی وضعیت رضایت بخشی در فصول گرم و سرد حاکم است.

دمای خنثی و محدودهٔ آسایش حرارتی

براساس آنچه که ذکر شد و براساس نتایج کار میدانی محدودهٔ آسایش و دمای خنثی را می‌توان برای شهر تهران تعیین نمود. ابتدا بدون توجه به فصل اندازه‌گیری این شرایط محاسبه می شود. چنین عملی یک بینش کلی می‌دهد و نمی‌توان نتایج آن را بکار بست و آن را بسط داد. به همین جهت محاسبهٔ محدودهٔ آسایش و دمای خنثی براساس دو فصل سرد و گرم باید محاسبه گردند. روش انجام کار تأثیر دادن دو مولفه رطوبت و جریان هوا براساس تأثیرپذیری دو مولفهٔ وابسته یکی دمای خنثی و دیگری دمای هوا است. در این صورت معادلهٔ کاربردی بشرح زیر است:

(معادله یک)

$$T_n = aT_g + bP_a + \sqrt{v}\,c + d$$

در این معادله T_g دمای کروی هوا و P_a فشار بخار آب است که از طریق رطوبت نسبی و دمای کروی و با استفاده از معادلهٔ (۲) بدست می‌آید. v سرعت جریان هوا و (a, b, c , d) مقادیر ثابت ضریبی متغیرها می‌باشند. Tn همان دمای خنثی است که با استفاده از سیستم اشری در حد فاصل (T_n۱ و T_n۲) بکمک آن محدودهٔ آسایش را محاسبه می نمائیم.

(معادله دو)

$$P_a = Rh * \exp(۱۸/۹۵۶ - ۴۰۳۰/۱۸ / (T_g + ۲۳۵))\ \text{millibar}$$

معادله (۲) را مکین تایر پیشنهاد کرد (McIntyre, 1980) و خاصیت آن حذف عاملی به نام دمای هوا از رطوبت می باشد.

شیب همبستگی در نتایج مطالعه حاضر کمتر از ۲۰٪ است در حالی که شیبی که فانگر در معادلات برای چنین شرایطی قید می‌کند و اساس استاندارد آیزو ۷۷۳۰ نیز قرار گرفته است، بالاتر و یا حدود ۳۳٪ است. شیب کمتر از ۲۰٪ درصد (۱۸/۱۲٪) در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که قدرت تطبیق مردم تهران، با شرایط آب و هوایی عالی است. آنچه که بر اساس این مطالعه می توان نتیجه گرفت آنکه، دمای خنثی ۲۳/۵ درجه، در دامنه ای حدود ۱۱ درجه سانتیگراد بر اساس فرضیات استاندارد اشری نتیجه ای فوق العاده تامل برانگیز است. برای دقت بیشتر و بر اساس اطلاعات میدانی بدست آمده در دو فصل گرم و سرد مبادرت به پیدا نمودن متغیرها، در دو وضع کاملاً متمایز گرم و سرد می نماییم. نتایج کار در جدول ۷ آمده است.

در نگاهی کلی، اختلاف فاحش بین دمای خنثی و شرایط آسایش در دو فصل متمایز قابل تشخیص است. دمای خنثی در فصل سرد ۲۲/۵ و با یک جهش ۵ درجه‌ای ۲۷/۵ در فصل گرم معین شده است. این مقادیر در شرایطی بدست آمده اند که استاندارد اشری سه درجه و استاندارد آیزو دو درجه اختلاف را معین می‌کنند. متاسفانه در استاندارد ایران (مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان) نیز به ۳/۵ درجه اشاره رفته است.

www.fekrebozorg.ir

مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور www.fekrebozorg.ir

دمای خنثی و متوسط دمای ماهیانه

اصلی‌ترین یافته همفریز آن بود که ثابت کرد متوسط دمای ماهیانه با دمای خنثی در ارتباط مستقیم است. هرچه متوسط دمای ماهیانه بالا برود دمای خنثی نیز بالا می‌رود. در واقع پیش‌بینی دمای خنثی از طریق متوسط دمای ماهیانه امکان‌پذیر است. او پس از مطالعه ۲۱۰۰۰ مورد، دریافت در ساختمان های غیرمشروط به سیستم‌های گرمایشی - سرمایشی معادله زیر می‌تواند پیش‌بینی درستی برای دمای خنثی باشد.

$$T_n = ۱۱/۹ + ۰/۵۳۴\ T_o \qquad \text{(معادله ۴)}$$

در معادله ۴ مقدار دمای خنثی با T_n دمای متوسط ماهیانه را با T_o نشان داده شده است. اولیسمیز و دی‌دیر در سال ۱۹۸۶ معادله دیگری برای شرایط دمایی خاصی پیشنهاد کردند (Aulicimes, De dear, 1998)

$$T_n = ۱۷/۶ + ۰/۳۱\ T_o \qquad \text{(معادله ۵)}$$

این معادله در شرایطی صدق می‌کند که متوسط دمای ماهیانه هوا بین ۵ تا ۳۰ درجه باشد. تفاوتی که معادله (۵) با معادلهٔ (۴) دارد بدلیل آن است که اولیسمیز و دی‌دیر از اطلاعات کشورهای گرم بیشتر استفاده کردند در حالی که همفریز از تمامی اطلاعات، از مسکو گرفته تا بغداد استفاده نمود. اطلاعات بدست آمده از کار میدانی تهران نشان می دهد که اندازه های بدست آمده با معادله زیر خوانایی دارند:

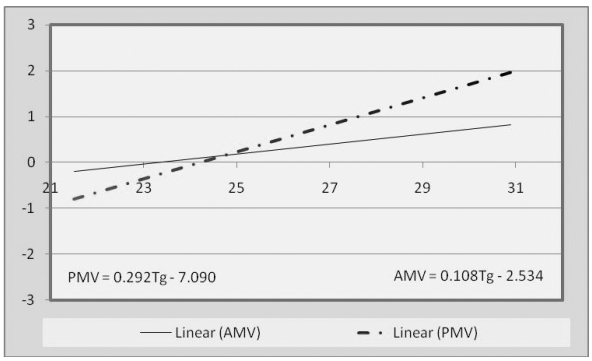
$$T_n = ۱۲/۸ + ۰/۵۵۵\ T_o \qquad \text{(معادله ۶)}$$

همانگونه که ملاحظه می‌گردد عرض از مبداء این معادله کمتر از معادله اولیسمیز اما میزان شیب بیشتر از معادله است. در مورد شیب شباهت بسیار زیادی با معادله همفریز بدست آمده است.

مقایسه نتایج با ISO-۷۷۳۰

نتایج مطالعه را با حل معادلات پرفسور فانگر مقایسه کرده ایم. داده های موجود را ابتدا بر اساس نرخ لباس و نرخ فعالیت جدا سازی نموده و لایه های ناسازگار کنار زده شدند. بر اساس شرایط ویژه در داده ها، دسته بندی بر اساس مکان، زمان، جنس و سایر مولفه های تاثیر گذار انجام گردید. بعد از چنین مرحله ای متوسط هر طبقه ای به دست آمد. در مجموع حدود ۳۰ دسته، متمایز گردید. در گام بعدی متغیرهای آب و هوایی و اختصاصی را در سری معادلات فانگر قرار داده تا متغیر (Predicted mean vote) PMV محاسبه گردد. این متغیر را با متغیر (Actual mean vote) AMV که از مطالعه میدانی بدست آمده بود را با مقیاس هفتگانه اشری تلاقی داده تا نمودار شماره (۱) بدست آید. خواننده آشنا به بحث می داند که در چنین حالت گزینشی، شیب و عرض از مبداء خط با حالت قبل متفاوت خواهد بود. خط همبستگی PMV شیب تندتری نسبت به خط همبستگی AMV (Actual mean vote) دارد. تفاوت شیب این دو خط نشان می‌دهد که مردم تهران از دامنهٔ آسایش وسیع تری نسبت به آنچه در استاندارد ISO آمده است بهره مند هستند. اختلاف دامنهٔ آسایش و اختلاف در دمای آسایش، پیش بینی غلط استاندارد را در مورد ایران نشان می دهد.

نمودار ۱- مقایسه دو شاخص پیش بینی متوسط نظرات بر اساس تئوری فانگر و اندازه های بدست آمده از مطالعات میدانی.

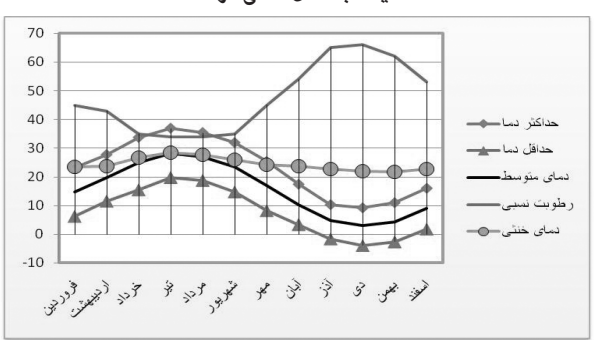


(ماخذ: نگارنده)

حدود واقعی دمای آسایش تهران

نمودار ۲ نشان دهنده شرایط آسایش حرارتی در ماه های مختلف سال در شهر تهران بر اساس مطالعه حاضر می باشد. از نمودار بخوبی این نکته استنباط می شود که دمای آسایش کاملاً متغیر بوده و از ماهی به ماه دیگر اندازه مختلفی را به خود اختصاص می دهد. از طرفی دیگر حدود آن با آنچه که در استاندارد ایران آمده است بکلی متفاوت می باشد. این نکته بیانگر آن است که باید در استاندارد تجدید نظر جدی به عمل آورد. مصرف انرژی در بخش های مختلف گرمایشی و شرمایشی وابستگی کامل به چنین عاملی دارد.

نمودار ۲- حدود تغییرات دما و متوسط رطوبت ماهیانه شهر تهران در مقایسه با دمای خنثی هر ماه



(ماخذ: نگارنده)

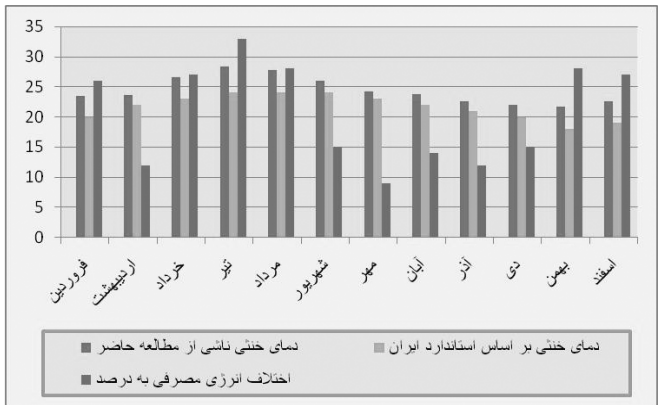
www.fekrebozorg.ir

نمودار، پنج خط مختلف را در خود دارد. رطوبت نسبی، دمای حداکثر، حداقل و متوسط ماهیانه دمای شهر تهران بر اساس آمار ۲۰ ساله و دمای آسایش حرارتی. مردم شهر تهران در ۴ ± درجه حرارت نسبت به دمای خنثی نمودار، احساس راحتی دارند. فرض استانداردهای ایران دمای راحتی بین ۱۸ تا ۲۲ درجه در فصل زمستان و ۲۲تا ۲۵ درجه در فصل تابستان است. چنانچه مقایسه‌ای بین این فرض و حدود واقعی بدست آمده از مطالعه حاضر داشته باشیم و مثلاً ماه تیر را هدف قرار دهیم، متوجه اتلاف انرژی ناشی از استاندارد ایران خواهیم شد. در حالیکه دمای خنثی تا حدودی مساوی با متوسط دمای ماهیانه است، استاندارد ایران اختلافی نزدیک به ۵/۵ درجه نسبت به آن را نشان می دهد. هر درجه اختلاف را اگر مساوی ۷٪ اتلاف در انرژی فرض نماییم در این صورت حدود ۴۰٪ مصرف انرژی در بخش سرمایش برای ساختمان ها بیشتر در نظر گرفته شده است.

اختلاف در مصرف انرژی

در نمودار ۳ اختلاف مصرف انرژی سالیانه و ماهیانه شهر تهران در دو حالت، استفاده از حدود آسایش حرارتی استاندارد ایران در طراحی ساختمان و یا حدود آسایش حرارتی به دست آمده از مطالعه حاضر را نشان داده ایم. آنگونه که ملاحظه می شود ۲۱٪ اختلاف مصرف انرژی در بکارگیری هر کدام از این حالات وجود دارد. مصرف سوخت در چنین شرایطی به همین اندازه پایین و به این قیاس میزان صدور گازهای گلخانه ای نیزکم خواهد شد.

نمودار ۳ - مقایسه دمای خنثی ناشی از استاندارد ایران و نتایج مطالعه حاضر و تاثیر آن بر مصرف انرژی ماهیانه.



(ماخذ: نگارنده)

نتیجه

بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعه میدانی نکات زیر را می‌توان پذیرفت:

۱- حد آسایش حرارتی و دمای خنثی در تهران متفاوت از تمام مطالعاتی است که در این زمینه انجام شده است.

۲- حد جدید نشان ازقابلیت صرفه جویی لاقل ۲۵٪ از انرژی مصرفی سالیانه در تهران را می دهد.

۳- دمای خنثی با متوسط دمای ماهیانه در ارتباط مستقیم است.

۴- الگو های کهن اولگی، جیونی و حدود استانداردهای آیزو- ۷۷۳۰، اشری- ۵۵ و استاندارد ایران برای شرایط تهران و مسلماً ایران پیش بینی درستی بدست نمی دهند که مهندسین معمار و مکانیک بتوانند از آن استفاده نمایند.

۵- دیدگاه جدید اشری در پروژه ۸۸۴ با نتایج این مطالعه خوانایی دارد.

فهرست منابع:

Abdulshukor, A. (1993), *Human Thermal Comfort in Tropical Climate*, Ph.D. Thesis, University College London, London.

ASHRAE Handbook (1985), *Fundamentals (S.I)*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.Fanger, P. O. (1970), Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.

Auliciems, A. and R. de Dear (1986), Air-conditioning in Australia I - human thermal factors, *Architectural Science Review.* 29 no. 3, pp. 67-75.

De Dear, R. J. and G. S. Brager (1998), Developing an adaptive model of thermal comfort and preference, Field Studies of Thermal Comfort and Adaptation, *ASHRAE Technical Data Bulletin.* 14 no. 1, pp. 27-49.

De Dear, R. J., K. G. Leow and S. C. Foo (1991), Thermal comfort in the humid tropics: field experiments in air conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore, *International Journal of Biometeorology.* 34, pp. 259-265.

www.fekrebozorg.ir مقالات شهرسازی کیمیا فکر بزرگ ، پیشرو در ارائه خدمات آموزشی شهرسازی در کشور

De Dear, R. J., H. N. Knudsen and P. O. Fanger (1989), Impact of air humidity on thermal comfort during step-changes, *ASHRAE Transactions*. 95 pt. 2, pp. 336-350.

Donnini, G., J. Molina, C. Martello, D. H. C. Lai, H. K. Lai, C. Y. Chang, M. Laflamme, V. H. Nguyen, F. Haghighat (1997), Field study of occupant comfort and office thermal environments in a cold climate, *ASHRAE Transactions*. 103 pt. 2, pp. 205-220.

Gonzalez and A. P. Gagge (1973), Magnitude estimates of thermal discomfort during transients of humidity and operative temperature, *ASHRAE Transactions*, 79 pt 1, pp 89-96

Heidari, S. , Sharples, S. (2002), *A comparative study between long term and short term comfort study*, Energy and Buildings (34).

Heijs, W. (1994), *The dependent variable in thermal comfort research: some psychological considerations,* Thermal Comfort: Past, Present and Future. Proceedings of a conference held at the Building Research Establishment, Garston, 9-10 June 1993, pp. 40-51.

Hensen, J. L. M. (1990), Literature review on thermal comfort in transient conditions, *Building and Environment*. 25 no. 4, pp. 309 - 316.

Hensel, H. (1981), *Thermoreception and Temperature Regulation*, Academic Press, London.

Humphreys, M. A. (1992), *Thermal comfort requirements, climate and energy, Renewable Energy: Technology and the Environment*, Proceedings of the 2nd World Renewable Energy Congress, Reading, 13-18 September 1992, pp. 1725-1734.

Humphreys, M. A. (1972), *Clothing and comfort of secondary school children in summertime*, Proceedings CIB Commission W45 Symposium- Thermal Comfort and Moderate Heat Stress. HMSO, London.

Humphreys, M. A. (1976), Field studies of thermal comfort: compared and applied, *Building Services Engineer,* 44, pp. 5-27.

Koenigsberger, O H, T G Ingersoll, A Mayhew, and S V Szokolay (1973), *Manual of Tropical Housing and Building*. Longman, London.

McIntyre, D. A. (1982), Chamber studies- reductio ad absurdum ?, *Energy and Buildings*. 5 no. 2, pp. 89-96.

Nicol, J. F. (1993), *Thermal Comfort- A Handbook for Field Studies toward An Adaptive Model*, School of Architecture, University of East London, London.

Nevins, R. G., F. H. Rohles, W. Springer and A. M. Feyerherm (1966), Temperature-humidity chart for thermal comfort of seated persons, *ASHRAE Transactions*. 72 pt. 1, pp. 283-291.

Nicol, J. F., G. N. Jamy, O. Sykes, M. A. Humphreys, S. Roaf and M. Hancock (1994), *A Survey of Thermal Comfort in Pakistan*, Final report, July 1994, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford.

Oseland, N. A. (1993), UK design rules OK?, *Building Services*, 15 no. 6, pp. 28-29.

Rohles, F. H. and R. G. Nevins (1971), The nature of thermal comfort for sedentary man, *ASHRAE Transactions*,77 pt. 1, pp. 239-246.

www.fekrebozorg.ir