

منطقه راحتی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران*

دکتر شاهین حیدری**^۱، مهندس شهلا غفاری جباری^۲

^۱ دانشیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۲ کارشناس ارشد معماری - انرژی، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۵/۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۹/۱۰/۱۸)

چکیده:

احساس انسان نسبت به محیط اطرافش از طریق بررسی همزمان عوامل اقلیمی چون درجه حرارت، رطوبت نسبی یا جریان هوا ممکن است. ترکیب این عوامل بر انسان تأثیر گذاشته و با آسایش فیزیکی او رابطه دارند. براساس منابع موجود در کشور، آزمایش‌ها و مطالعات بسیار اندکی که مشخص کننده شرایط مطلوب آسایش از نظر دما و رطوبت باشد انجام شده است. بدین منظور در این مقاله سعی شده تا به کمک تحلیل‌ها و داده‌های موجود، شرایط مطلوب هوای داخل ساختمان برای اقلیم سرد و خشک به دست‌آید تا شروعی برای کارهای پژوهشی مشابه در اقلیم‌های دیگر باشد. به کمک تحلیل داده‌های موجود، شرایط مطلوب هوایی برای این اقلیم به دست می‌آوردیم تا معلوم می‌شود که در چه زمانی مشکلات حرارتی وجود داشته و بر اساس آن راهکارهای طراحی چگونه باید باشند. روش پژوهش بر اساس ثبت اطلاعات اقلیمی و اختصاصی در نرم افزار "آشری کامفورت"^۱ و اصلاح اطلاعات است. نتایج نشان می‌دهند دمای حداقل میدان مطالعه، همواره زیر حد پایین آسایش قرار داشته که در ماه‌های تابستانی اصلاح آن با عوامل اختصاصی ضروری است. در اوقات زمستانی تا اواسط بهار نیز استفاده از تجهیزات فعال ضروری به نظر می‌رسد. در این شرایط معمار باید تلاش کند بار مصرفی انرژی را به حداقل ممکن برساند.

واژه‌های کلیدی:

اقلیم سرد، آنالیز حرارتی بنا، طراحی منطبق با اقلیم، محدوده آسایش، تنظیم شرایط محیطی.

* این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم است که به راهنمایی نگارنده اول در دانشکده معماری - گروه تکنولوژی پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران انجام شده است.

** نویسنده مسئول: تلفن ۰۲۱-۶۶۴۰۹۶۹۶، نماینده: ۰۲۱-۶۶۴۶۱۵۰۴، E-mail: Shahin_heidari@yahoo.com

مقدمه

در کنار چنین مسئله درخور توجهی باید راهکار تعیین دقیق شرایط آسایش را پیدا کرد تا به درستی متوجه شویم که گروه های تصرف کننده فضاهای ساخته شده در چه شرایط حرارتی راحت ترند. شرایط آسایش حرارتی از شخصی به شخص دیگر و از منطقه ای به منطقه ای دیگر متفاوت است. فردی که در اقلیم سرد و خشک زندگی می کند، نسبت به فردی که در اقلیم گرم و خشک است، تحمل سرمایی بیشتری دارد. چنین تفاوت های منطقه ای تأثیر قابل توجهی در مصرف انرژی دارند. اگر قرار است در زمستان دمای داخلی ساختمان های مناطق گرم ۲۵ درجه سانتیگراد باشد، در مناطق سردسیر ۲۰ درجه کافی است و می دانیم هر یک درجه تغییر در سیستم های گرمایشی یا سرمایشی حدود ۷ درصد امکان صرفه جویی در مصرف انرژی را مهیا می کند. با چنین توضیحاتی به اهمیت یافتن دمای راحتی بر اساس اقلیم در منطقه ای خاص پی می بریم. با یافتن دمای راحتی معماری مشروط به پذیرش واقعیتی انسانی می شود.

در ممالک توسعه نیافته، مصرف انرژی در بخش ساختمان روبه افزایش است. متأسفانه در بیشتر این کشورها هیچ گونه راهبرد مشخصی برای کاهش مصرف نیز وجود ندارد. اگر بین استفاده و رفاه رابطه ای مستقیم وجود نداشت، شاید مجال جدی تری برای صرفه جویی به وجود می آمد. اگرچه آمارهای متفاوتی از مقدار مصرف انرژی در بخش های ساختمانی ارائه می شود، همگان بر این باورند که بیش از یک سوم انرژی هر کشوری در ساختمان های مختلف مصرف می شود. آنچه برای ما حائز اهمیت و توجه است آنکه سهم مصرف انرژی در بخش ساختمان زیاد است و باید راهبردهای کاهش مصرف را با شدت و حتی به صورتی اجباری به کار گیریم. اینکه چه مواردی باید در بخش ساختمان در زمینه کاهش مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرند، مسئله حائز اهمیتی است. به نظر می آید که طراحی منطبق با اقلیم در زمره مهمترین راهکارها باشد. تفکیک اقلیم در طراحی زیر اساس هرگونه شگرد طراحی یا ممیزی انرژی است.

مبانی نظری پژوهش

۳- تأثیر عوامل روانی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و... که در مطالعات آزمایشگاهی نمی توانند مورد استناد قرار گیرند. به هر حال دو روش مشکلات خاص خود را دارند. در روش آزمایشگاهی استفاده از معادلات شرایط ایستا و ثبات نرخ فعالیت و لباس سبب بی اعتمادی به نتایج است. زیرا مردم نسبت به تغییرات آب و هوایی، اقدامات فعالانه ای دارند. لباس خود را تغییر می دهند و فعالیت های خود را عوض می کنند. در همین شرایط روش میدانی از آمار و آنالیز رگرسیونی برای بدست آوردن شرایط راحتی بهره می برد و نظرات ناشی از پرسشنامه را به عنوان متغیر وابسته در کنار متغیرهای آب و هوایی به عنوان غیروابسته قرار می دهد که در منطقی بودن نتایج تردید ایجاد کرده و جای بحث و جدل را باقی می گذارد. اگر پژوهشگر مطالعه میدانی را با مطالعه آزمایشگاهی همسو کند، اعتماد به نتایج افزون می شود. به همین لحاظ در مقاله حاضر با استفاده از نرم افزار منطبق بر معادلات فانگر و نتایج مطالعات میدانی به تجربه نتایج جدیدی در اقلیم سرد و خشک ایران اقدام می کنیم.

روش شناسی

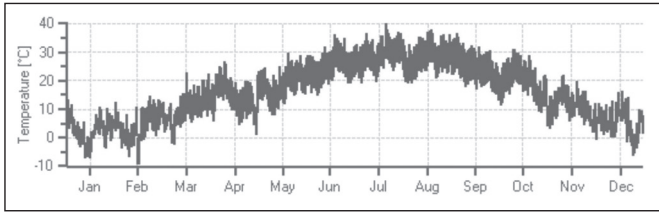
روش تحقیق بر اساس اطلاعات و آمار اقلیمی در دامنه آمار ۱۰ ساله (۱۳۷۱-۱۳۸۱) و با توجه به متغیرهایی که می تواند بر آسایش حرارتی تأثیر بگذارد، بنا گذاشته شده است. در این میان از نرم افزار "اشری کامفورت" برای اعتبارسنجی و آنالیز تطبیقی حرارتی استفاده شده است. رویکرد طراحی برای تامین آسایش حرارتی داخل ساختمان، اصل تعیین کننده مطالعه است. نرم افزار به ما کمک می کند تا بر اساس آمار هواشناسی و متغیرهایی نظیر نرخ لباس، فعالیت، سرعت باد، دمای هوا و رطوبت نسبی، مقدار PMV^۲ (پیش بینی متوسط نظر افراد بر پایه

چهار متغیر اساسی که روی پاسخ های انسان به شرایط حرارتی محیط اثر مستقیم و قطعی دارند، دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا هستند. اگر به این چهار متغیر نرخ فعالیت و نرخ لباس را اضافه کنیم آنگاه شش متغیر اساسی و مؤثر در آسایش حرارتی را برشمرده ایم. در مواقع خاصی عوامل دیگری مثل کیفیت قرارگیری فرد، رفتار، جنس، سن، فرهنگ، اقتصاد و... نیز مؤثرند. یکی از اساسی ترین گام ها شناخت درست این عوامل به همراه یادگیری فنون و ابزارهای اندازه گیری آنها است. اگرچه نباید فراموش کنیم که در کنار این موارد، مورد مهم تر توجه به روش شناسی در مطالعه است.

دو روش عمده در مطالعات آسایش حرارتی رایج است، یکم آزمایشگاهی و دوم میدانی. در مطالعات آزمایشگاهی افراد در شرایط خاص و کنترل شده مورد پرسش واقع می شوند. بجای آنکه سنجش متغیرهای محیطی و اختصاصی انجام شود آنها را ثابت نگه داشته و فقط احساس خاصی را که می خواهند از افراد می پرسند. ولی در مطالعات میدانی افراد در دنیای واقعی و بدون تغییر شرایط محیطی مورد پرسش اند. در این حال و هم زمان اندازه گیری متغیرهای آب و هوایی صورت می گیرند. کلیه متغیرهای آب و هوایی و اختصاصی همزمان با طرح پرسش های احساس حرارتی اندازه گیری می شوند.

در نتایج این دو روش اختلاف است. نیکل (نیکل، ۱۹۹۳) اختلاف را به عوامل زیر نسبت می داد:

- ۱- مشکلات محاسبه پارامترها در معادله فانگر که معمولاً مورد رجوع کارهای آزمایشگاهی است.
- ۲- اختلافات در تغییرات کوتاه مدت پارامترها که در مطالعات میدانی عمدتاً حذف می گردند.



تصویر ۳- دمای متوسط.

جدول ۱- داده های نرم افزار متونورم.

تبریز				سایت شهری	
۱۳۶۴	ارتفاع از سطح دریا	۳۸,۱۳	عرض جغرافیایی	۴۶,۲۸	طول جغرافیایی
۲۰۰۵-۱۹۹۶			دوره ۱۰ ساله		
در صفر کیلومتری تبریز					

آنالیز اطلاعات

دماهای متوسط

بر اساس اطلاعات موجود و به کمک نرم افزار "اشری کامفورت" تجزیه و تحلیل انجام شد تا به صورت نمودارهایی ارائه گردند. فروردین تا تیرماه ایام معتدل تبریز و متوسط دمای خارجی در حدود ۱۰ درجه در دو ماه اول و ۲۰ درجه در دو ماه دوم است. در همین حال دمای آسایش از ۱۶/۲ تا ۲۸/۵ در تغییر است. اگر چه در دو ماه اول سال و در ساعات شب نیاز به گرمایش داریم، لیکن در بقیه ماه ها چنین نیازی مشاهده نمی شود. جمع ساعاتی که در شرایط داخل نیاز به هیچ سیستمی نیست به حدود ۲۵۰۰ ساعت می رسد و ساعات نیاز به گرمایش در حدود ۳۸۰ ساعت یا ۱۶ شبانه روز کامل است. اگر چه در ماه های خرداد و تیر دمای خنثی بیشتر از حداقل دمای شبانه روزی است، لیکن افراد با عوامل اختصاصی می توانند خود را به حد آسایش حرارتی برسانند. مقدار رطوبت نسبی در چنین ماههایی به مراتب کمتر از حد پیش بینی است، ولی در حداقل رطوبتی (یعنی ۳۱٪) و در حداکثر رطوبتی (یعنی ۶۰٪) هیچگونه برجهنگی حرارتی ایجاد نمی شود. دلیل آن قرارگیری حد رطوبت در بازه ۳۰ تا ۷۰ درصدی است که آن را بازه خنثی رطوبتی می نامیم. اگر بتوان با طراحی مناسب دماهای حداقل را تا حد پایین دمای آسایش آورد آنگاه می توان با کمک تمهیدات ضعیف گرمایشی و بدون بهره برداری از انرژی های فسیلی محیط حرارتی مناسبی را فراهم کرد.

در چهار ماه دوم سال (مرداد، شهریور، مهر و آبان) شرایط دوگانه ای بر منطقه حاکم است. مرداد و شهریور دو ماه مناسب و بی نیاز از هرگونه سیستم گرمایشی و یا سرمایشی اند ولی در مهر و آبان به تجهیزات گرمایشی در حد ۷۲۰ ساعت نیازمندیم. عوامل اختصاصی و تغییر در جداره ها برای کاهش بار گرمایشی کمک می کنند تا افراد به راحتی دمای آسایشی را احساس کنند. در این صورت چنین کاهش می تواند به حدود ۵۰٪ نیز برسد. نتیجه آنکه در هشت ماه از سال فقط به ۴۰ روز گرمایش شبانه روزی نیازمندیم.

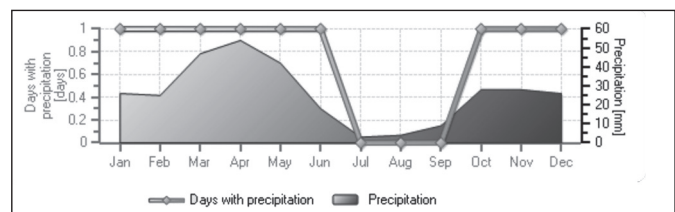
در چهار ماه سوم اوضاع اندکی متفاوت می شود و مردم بار سرمایشی شدیدی را باید تحمل کنند. تقریباً در همه شرایط روز و شب نیازمند استفاده از تجهیزات مکانیکی و یا الکتریکی هستیم.

۸۰٪ جمعیت آماری) و مقدار PPD (شاخص عدم رضایت) را بدست بیاوریم. مقدار PMV همواره بین -۳ و +۳ است. هر چه PMV به عدد صفر نزدیک و PPD درصد کمتری داشته باشد، میزان رضایت حرارتی از محیط افزایش می یابد. این نرم افزار قابلیت آن را دارد که با توجه به دما، رطوبت و متغیرهای ذکر شده وضعیت حرارتی را نشان دهد و میزان نیاز به گرمایش و سرمایش را مشخص کند.

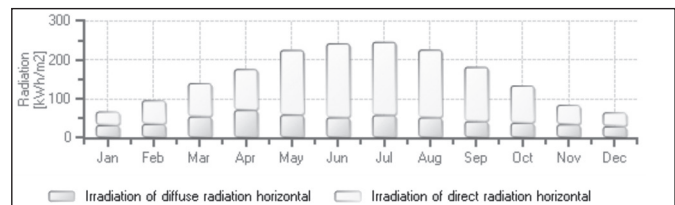
برای در دست داشتن داده های معتبرتر نسبت به شرایط و افزایش دقت اندازه گیری، اطلاعات برای ۱۰ روز از ماه های سال و به کمک نرم افزار "متونورم" به دست آمد. این نرم افزار بر اساس داده های نظیر ایستگاه و محل سایت، طول و عرض جغرافیایی و تعیین دوره آماری مورد نظر می تواند اطلاعاتی در زمینه دمای متوسط و دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، میزان تابش را به شکل نمودار و یا جدول ها در اختیار استفاده کننده قرار دهد. بر اساس چنین جدول هایی و در دوره های ۱۰ روزه هر ماه، دمای حداقل و حداکثر و متوسط به دست می آید. با در دست داشتن اطلاعاتی چون دمای حداقل، حداکثر، متوسط، رطوبت نسبی و داشتن نرخ فعالیت، میزان پوشش، سرعت باد به کمک نرم افزار "اشری کامفورت" می توان آنالیز حرارتی را انجام داد. در جمع آوری داده ها و اطمینان از صحت آنها از کتاب "بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با تکیه بر استانداردهای نوین آسایش حرارتی در ایران" استفاده شده است (حیدری، ۱۳۸۴).

داده ها و اطلاعات

در اقلیم سرد، شهر تبریز انتخاب شد. تبریز در ۶۲۰ کیلومتری شمال باختری تهران و در مرکز جغرافیایی استان، بر روی جلگه ای وسیعی در ۵۰ کیلومتری خاور دریاچه ارومیه قرار دارد. شعبه ای از تلخه رود (آبی چای) موسوم به مهران رود از وسط شهر می گذرد. بارش روزانه، تابش خورشیدی و دمای متوسط شهر با بقیه شهرهای سرد و خشک شباهت نسبی دارند. در تصاویر ۱ تا ۳ با استفاده از اطلاعات اولیه و نرم افزار نمودار بارشی، تابشی و دمایی متوسط را مشاهده می کنید.



تصویر ۱- نمودار بارش روزانه.



تصویر ۲- نمودار تابش خورشیدی.

جدول ۲- شرایط حرارتی در ماه‌های فروردین تا تیر معادل بهار ایران.

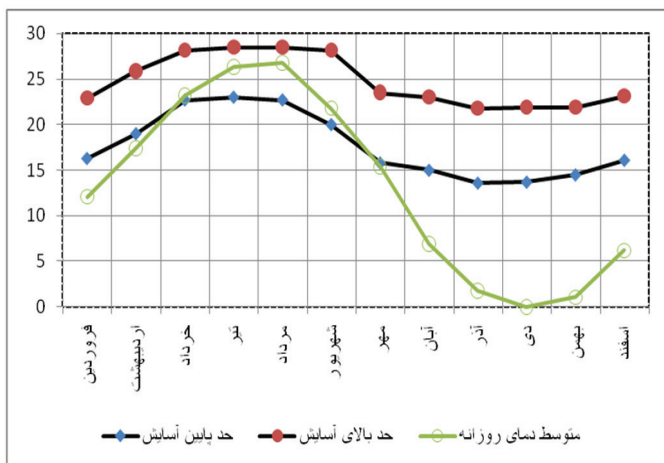
روز در ماه	فروردین			اردیبهشت			خرداد			تیر		
	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰
دمای حداقل روزانه	۷.۷	۶.۷	۷.۵	۱۴.۵	۱۲.۵	۱۰.۵	۱۷.۷	۱۷.۵	۱۷.۷	۲۴	۲۰	۲۰
دمای متوسط روزانه	۱۲.۷	۱۱.۷	۱۲	۱۷.۴	۱۷.۷	۱۷	۲۳.۵	۲۳	۲۳	۲۵.۴	۲۵.۳	۲۵.۳
دمای حداکثر روزانه	۱۷.۷	۱۶.۷	۱۵.۵	۲۲.۷	۲۱.۸	۲۲.۷	۲۷.۷	۲۷.۷	۲۸.۳	۳۱.۳	۳۰.۷	۳۰.۷
رطوبت متوسط	۴۷	۴۹	۵۱	۵۴	۵۷	۶۰	۳۶	۳۶	۳۷	۳۷	۴۱	۴۴
نرخ فعالیت	۱.۳۳											
نرخ پوشش	۰.۸۵											
حد پایین آسایش حرارتی	۱۶.۳	۱۶.۳	۱۶.۲	۱۹.۱	۱۹	۱۹	۲۲.۷	۲۲.۷	۲۲.۶	۲۳	۲۳	۲۲.۸
بهترین شرایط حرارتی	۲۰.۲	۲۰.۱	۲۰	۲۲.۲	۲۲.۱	۲۲.۱	۲۵.۵	۲۵.۵	۲۵.۵	۲۶.۱	۲۶.۱	۲۶.۱
حد بالای آسایش حرارتی	۲۲.۹	۲۲.۹	۲۲.۹	۲۵.۹	۲۵.۹	۲۵.۹	۲۸.۱	۲۸.۲	۲۸.۱	۲۸.۵	۲۸.۵	۲۸.۴
حد پایین آسایش رطوبتی	۳۲	۳۳	۳۳	۳۹	۳۹	۳۹	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶
حد بالای آسایش رطوبتی	۴۴	۴۴	۴۴	۵۷	۵۸	۵۸	۴۵	۴۵	۴۶	۴۷	۴۷	۴۷

جدول ۳- شرایط حرارتی در ماه‌های مرداد تا آبان.

روز در ماه	مرداد			شهریور			مهر			آبان		
	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰
دمای حداقل روزانه	۲۰	۲۲.۵	۲۲	۱۶	۱۵.۸	۱۶.۵	۱۲.۶	۱۱.۶	۱۰.۷	۵.۴	۳.۶	۳
دمای متوسط روزانه	۲۶	۲۷.۳	۲۷	۲۱.۸	۲۱.۵	۲۲.۰۵	۱۸	۱۶	۱۵.۱	۸.۲	۵	۷
دمای حداکثر روزانه	۳۲	۳۲.۶	۳۲	۲۷.۲	۲۶.۷	۲۷.۶	۲۳.۴	۲۱.۴	۲۰.۳	۱۳	۱۱	۱۰.۹
رطوبت متوسط	۳۳	۳۴	۳۵	۴۱	۳۸	۳۶	۴۷	۴۵	۴۳	۵۹	۵۵	۵۱
نرخ فعالیت	۱.۳											
نرخ پوشش	۰.۹۵											
حد پایین آسایش حرارتی	۱۹	۱۸.۴	۱۸.۵	۱۵.۸	۱۵.۸	۱۵.۹	۱۵.۱	۱۵.۲	۱۵.۱	۱۴.۹	۱۵	۱۵.۱
بهترین شرایط حرارتی	۲۵.۸	۲۵.۳	۲۵.۳	۲۲.۳	۲۲.۳	۲۲.۴	۲۰.۸	۲۰.۸	۲۰.۸	۱۸	۱۸.۱	۱۸.۳
حد بالای آسایش حرارتی	۲۸.۱	۲۸.۲	۲۸.۲	۲۶.۱	۲۶.۱	۲۶.۱	۲۴.۳	۲۴.۳	۲۴.۴	۲۲.۸	۲۳	۲۳
حد پایین آسایش رطوبتی	۴۰	۴۰	۴۰	۴۱	۴۲	۴۲	۳۶	۳۸	۳۷	۲۷	۲۷	۲۷
حد بالای آسایش رطوبتی	۵۱	۵۰	۵۰	۶۱	۵۵	۵۵	۵۲	۵۱	۵۱	۴۷	۴۷	۴۷

جدول ۴- شرایط حرارتی در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه معادل با زمستان ایران.

روز در ماه	آذر			دی			بهمن			اسفند		
	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۱	۱۵	۳۰	۳۰	۱۵	۱
دمای حداقل روزانه	۱	-۳	-۷	-۱.۷	-۴.۲	-۵	-۳.۵	-۲	۱	۴	۱.۳	۱
دمای متوسط روزانه	۴	۱.۲	-۲	۰.۸	۱.۶	-۴	-۰.۷۵	۲	۴.۳	۸	۵.۵	۵
دمای حداکثر روزانه	۸	۶	۲.۵	۵	۵	۲	۲	۷	۹.۱	۱۲.۳	۱۰.۵	۹.۵
رطوبت متوسط	۶۴	۶۴	۷۰	۶۹	۶۸	۶۸	۶۷	۶۵	۶۲	۶۴	۶۳	۶۲
نرخ فعالیت	۱.۳											
نرخ پوشش	۱.۱											
حد پایین آسایش حرارتی	۱۴.۶	۱۴.۵	۱۴.۴	۱۳.۷	۱۳.۷	۱۳.۷	۱۳.۵	۱۳.۶	۱۳.۶	۱۶.۲	۱۶.۱	۱۶.۱
بهترین شرایط حرارتی	۱۷.۱	۱۷.۱	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷.۱	۱۷.۲	۱۸	۱۸	۱۸
حد بالای آسایش حرارتی	۲۱.۹	۲۱.۹	۲۱.۹	۲۱.۹	۲۱.۹	۲۱.۸	۲۱.۸	۲۱.۸	۲۱.۸	۲۳.۱	۲۳.۱	۲۳.۱
حد پایین آسایش رطوبتی	۴۳	۴۷	۵۱	۵۴	۵۴	۵۴	۵۲	۴۹	۴۵	۳۵	۳۹	۴۱
حد بالای آسایش رطوبتی	۵۶	۵۶	۵۶	۵۴	۵۴	۵۷	۵۸	۵۷	۵۷	۵۱	۵۱	۵۱



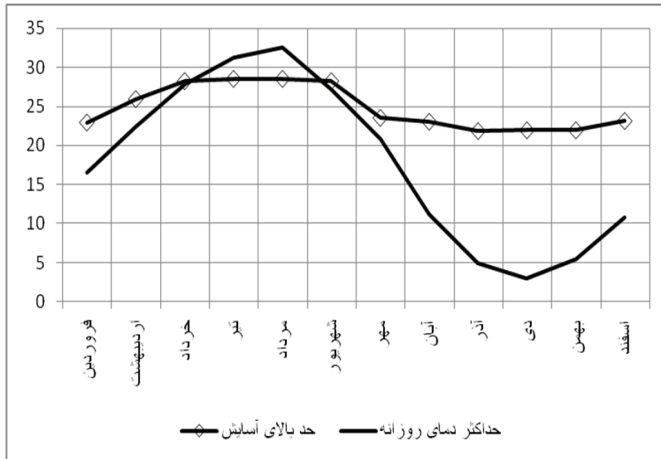
تصویر ۴- دمای متوسط در مقایسه با حد بالا و پایین آسایش حرارتی.

نتایج کلی و تحلیل آنها

دماهای متوسط

در دسته‌بندی کلی برای دمای متوسط هر ماه می‌توان نتیجه گرفت که در ماه‌های زمستان که سردترین اوقات در طول سال‌اند، همواره شرایط حرارتی نامناسب است و در اکثر اوقات دمایی زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد تجربه می‌شود، اختلاف دمای بیرون با دمای مورد نیاز برای گرمایش و تامین آسایش در داخل فضا در دامنه دمایی $14/2 < T_{c, min} - T_a < 8/1$ قرار دارد. با توجه به مباحث مطرح شده توسط گیونی که "یک طراحی مناسب تا ۸ درجه می‌تواند به تامین آسایش حرارتی داخل فضا کمک کند" می‌توان نتیجه گرفت در این ماه‌ها، تنها با اتکا به تجهیزات غیرفعال نمی‌توان به حد آسایش رسید و استفاده از تجهیزات فعال ضروری است.

دماهای حداقل



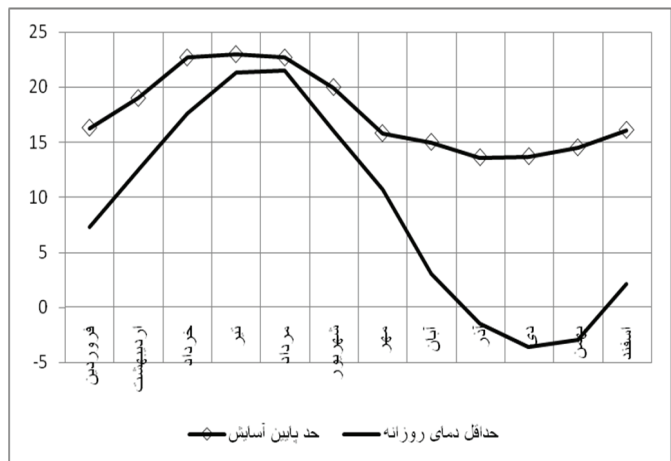
تصویر ۶- دمای حداکثر در مقایسه با حد بالا آسایش حرارتی.

به حداقل رساندن مصرف انرژی در اقلیم مورد مطالعه

در طراحی بنا و در زمان استفاده از آن به ویژه در اقلیم سرد و خشک همواره باید این پرسش مطرح باشد که انرژی مورد استفاده در کجا و برای چه هدفی به کار می رود؟ در پی این پرسش مسئله‌ای که به ذهن متبادر می‌شود آن است که چگونه می‌توان مصرف را کاهش داد؟ آیا می‌توان خط حداقلی برای مصرف انرژی به دست آورد؟ اگر این حد حداقلی به دست آید، تفاوت آن با زمانی که بی‌حساب (به عبارت درست تر، به روش معمول) انرژی مصرف می‌شود چه اندازه است؟ آمارهای جهانی پرسش آخر را جواب داده‌اند. حداکثر مقدار مصرف انرژی در بخش ساختمان و شهر نباید از ۲۵ درصد کل مصرف سالانه^۶ یک کشور بیشتر باشد. بعضی کشورها چون انگلیس رسیدن به مرز ۲۰ درصد را در سال ۲۰۲۰ برای خود به عنوان هدف معین کرده‌اند. معنای مستفاد آنکه می‌توانیم یا باید بتوانیم تا ۲۵ درصد از انرژی مصرفی کشور را در بخش ساختمان و شهر کاهش دهیم. در صورت حصول، بودجه ملی را افزایش داده‌ایم و به سلامت محیط زیست کمک زیادی کرده‌ایم. جواب پرسش‌های نخست، اما، به این سادگی نبوده و نیازمند عمق نگری است. قدم اول آن است که متوجه شویم مصرف کننده‌های انرژی در ساختمان چه چیزهایی هستند. بدیهی است به علت تنوع کاربری، تعداد مصرف کننده‌ها و مقدار مصرف هر کدام از یک ساختمان به ساختمان دیگر متفاوت است. در سایه‌ی سه مسئله، یکی طراحی منطبق با نیازهای حرارتی که در این مقاله برای اقلیم سرد آن را بدست آوردیم، دیگری آموزش برای مصرف درست انرژی و سومی استفاده از تجهیزات مناسب است که صرفه جویی در مصرف را به وجود می‌آورند، این امیدواری خواهد بود که تا ۲۵ درصد از مصرف انرژی را کاهش دهیم. در بخش گرمایشی و سرمایشی حدود ۵۰ درصد مصرف انرژی در ایران رقم زده شده است. با توجه به آنچه گفته شد، می‌توان به راحتی این مقدار را در اقلیم سرد به دوسوم رساند.

نکته قابل توجه دیگر آن است که برای تولید سرما در شرایط گرم و در اقلیم مذکورچه باید بکنیم و از طرفی برای تولید گرما در شرایط

توجه به بحرانی‌ترین شرایط حرارتی، مهم‌ترین مسأله‌ای است که در اقلیم سرد باید لحاظ گردد. چرا که اگر بتوانیم مشکل عدم آسایش حرارتی را در این دماها حل کنیم، در بیشتر دامنه دماهای دیگر، مسأله به خودی خود حل می‌شود. همان‌گونه که نمودار نشان می‌دهد، در غالب اوقات دماهای حداقل در زیر حد پایین آسایش‌اند. در ماه‌های سرد اختلاف دمای فاحشی بین دمای بیرونی و حد پایین دمای آسایش وجود دارد. تجهیزات غیر فعال در این ماه‌ها به جز ماه فروردین، به تنهایی پاسخگوی نیاز حرارتی نمی‌تواند باشد. شرایط حرارتی در دماهای حداقل بسیار بحرانی‌تر می‌شود، چنانچه اختلاف $17/5 < T_c - T_{min} < 12$ می‌باشد.



تصویر ۵- دمای حداقل در مقایسه با حد پایین آسایش حرارتی.

دماهای حداکثری

هر چند که در اقلیم سرد اکثر اوقات با مشکل گرمایش روبرو هستیم، اما باید بررسی شود که در این اقلیم نیاز به سرمایش تا چه اندازه اهمیت دارد. از این رو به دست آوردن اطلاعات و تحلیل در مورد دماهای حداکثر مهم است. با توجه به نتایج ارائه شده مشاهده می‌شود که در ماه‌های آذر تا اسفند در حداکثر دما، همچنان دماها زیر حد پایین آسایش قرار دارند. در ماه فروردین این میزان به طور متوسط ۴/۵ درجه است. با گرم شدن تدریجی هوا و آغاز ماه "تیر" به تدریج افراد در محدوده آسایش قرار می‌گیرند. در "مرداد" و "شهریور"، دمای حداکثر بالاتر از حد بالای آسایش است. اما این دما چندان آزار دهنده نمی‌باشد ($2/8 < T_c - T_{max} < 3/7$). تصویر ۶ این واقعیت را روشن تر بیان می‌کند. با سرد شدن تدریجی هوا، در ماه‌های شهریور و مهر، در محدوده آسایش قرار می‌گیریم. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نیاز به سرمایش بیشتری در ماه‌های تیر و مرداد وجود دارد. اختلاف دمای حداکثر و حد بالای آسایش کمتر از ۸ درجه است. پس می‌توان با یک طراحی مناسب نیاز به استفاده از تجهیزات فعال برای سرمایش را به صفر رساند.

می کند. با وزش بادهای زمستانی متوجه می شویم که چگونه از لابلای پنجره ها، درها و کانال ها هوای سرد به داخل می آید. لذا به کمک تمهیداتی باید از آن جلوگیری کرد. روش های جلوگیری بهتر است در زمان احداث بنا بکار گرفته شوند، اما اگر بعد از ساخت دچار چنین مسئله ای شدیم راه حل های ویژه ای را باید اتخاذ نموده تا مقدار مصرف انرژی را کنترل نماییم. در قدم سوم به سایر خنک کننده های طبیعی باید توجه کرد و در طراحی بر حسب اقلیم سرد آنها را بکار برد. در قدم آخر توجه به سد کردن جریان سرد بادی که در مناطق سردسیر یا مناطقی که سرمای شدید زمستان را دارند، آزار دهنده است و جداره را سرد می کند. جهت گیری مناسب، به کارگیری عناصر سدکننده، ایجاد فضاهای کم استفاده و اسط بین بیرون و فضای گرم از راه حل های ممکن این کار به شمار می آیند.

در کنار چنین راه حل هایی است که با تغییر یک درجه ای دمای آسایش امکان لاف ۷٪ کاهش مصرف انرژی فراهم می شود.

سرد چه کاری باید انجام داد؟ آیا تماماً از وسائل و تجهیزات فعال باید بهره برد؟ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بیشترین توجه و نگاه خود را به طراحی مناسب پوسته و عایق کاری داده است. این گام، مهم ترین و اساسی ترین گامی است که باید برداشته شود و همهء کشورهای پیشرفته جهان از این نقطه شروع کرده اند. در کنار آن چند گام تعریف شده باید در طراحی ساختمان برداشت. اولین مسئله توجه به تابش خورشید و کسب حرارت به موقع از آن است. این موضوع موجب می شود که نیاز به سیستم های گرمایشی بسیار کم شود. جهت گیری مناسب، استفاده از فضاهای گلخانه ای، استفاده از پنجره های رو به جنوب، طراحی مناسب پلان، سایه گیری مناسب و استفاده از نور مناسب برای روشنایی مواردی هستند که طراح در استفاده از تابش خورشید با تمهیدات ویژه ای از آنها سود می برد. جلوگیری از نفوذ هوای سرد و خارج نشدن هوای گرم از ساختمان نیز به عنوان قدم بعدی مطرح است. این مسئله از مسائلی است که به شدت ائتلاف انرژی را در پی دارد. وجود درزهایی که ما از آنها بی خبریم مسئله را تشدید

نتیجه

دمای حد پایین آسایش و دمای متوسط بیشتر از ۸ درجه و افراد نیازمند استفاده از تجهیزات فعال به همراه تجهیزات غیرفعال هستند. در دیگر ماهها، فقط با تجهیزات فعال می توان به محدوده آسایش دسترسی پیدا کرد.

۳- در ماه های حداکثری ماه های خرداد تا آبان محدوده آسایش حرارتی قابل حصول و در صورت مشکل می توان با تجهیزات غیر فعال آن را رفع کرد.

۴- با تغییر دمای آسایش و سرایت نتایج این مطالعه و مطالعات مشابه، می توان به میزان قابل توجهی از کاهش انرژی نائل آمد.

نتایج به دست آمده فرصت مقایسه دماهای مختلف را فراهم می آورند. نتایج به خوبی نشان می دهند که در شهر مورد مطالعه با فرض طراحی مناسب اقلیمی، نیاز به تجهیزات فعال چه اندازه است. نکات زیر می توانند به عنوان خلاصه و نتیجه مقاله بیان شوند:

- ۱- در محدوده دماهای حداقلی همواره زیر حد پایین آسایش قرار داریم. این اختلاف در تمام ماه های سال بجز ماه های خرداد تا مهر بیش از ۸ درجه است. بنابراین در اوقاتی نیازمند استفاده از تجهیزات فعال هستیم.
- ۲- در محدوده دماهای متوسط ماه های خرداد تا مهر، در محدوده آسایش قرار داریم. اما در ماه های آذر تا فروردین، اختلاف بین

پی نوشت ها:

- 1 Ashrae.
- 2 Operative and resultant temperature.
- 3 Predict mean Vote.
- 4 Predict percent Dissatisfied.
- 5 Meteorom.

فهرست منابع:

- حیدری، شاهین (۱۳۸۴)، بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با تکیه بر استاندارد نوین آسایش حرارتی در ایران، معاونت امور انرژی، دفتر بهینه سازی مصرف انرژی، تهران.
- حیدری، شاهین (۱۳۸۸)، دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران، نشریه علمی-پژوهشی هنرهای زیبا، شماره ۸۳، صص ۴۱-۵.
- غفاری جباری، شهلا (۱۳۸۸)، طراحی مجموعه تجاری با رویکرد جذب از طریق پوسته پایان نامه کارشناسی ارشد معماری انرژی، دانشگاه تهران، تهران.
- مارک دک (۱۳۸۶)، خورشید، باد، نور، طراحی اقلیمی (استراتژی های طراحی در معماری)، ترجمه سعید آقایی، ویرایش دوم، انتشارات گنج هنر، تهران.