خلاصه انگلیسی این مقاله با عنوان:
Investigating the design of harmonious buildings in receiving radiant energy
در همین شماره به چاپ رسیده است.

اصالت سنجی

شهرسازی ایران، دورهٔ ۳ ، شمارهٔ ۴، بهار و تابستان ۱۳۹۹، صفحه ۱۶ – ۲۶
تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۲، تاریخ بررسی اولیه: ۹۹/۲/۱۰، تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲، تاریخ انتشار: ۹۹/۶/۱

بررسی طراحی ساختمان‌های همساز در دریافت میزان انرژی تابشی

رضا حق پناه رضایی* کارشناسی ارشد معماری، گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
حمید ماجدی استاد، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

چکیده: خورشید یکی از دو منبع مهم انرژی است که باید به آن روی آورد زیرا به فناوری‌های پیشرفته و پرهزینه نیاز نداشته و می‌تواند به‌عنوان یک منبع مفید و تامین‌کننده انرژی در اکثر نقاط جهان به‌کار گرفته شود. تاثیر عناصر اقلیمی بر محیط‌های مسکونی یکی از موضوعات کاربردی آب و هوا شناسی است. در سال‌های اخیر به‌منظور هماهنگ‌سازی ساختمان‌ها و محیط‌های مسکونی با شرایط اقلیمی حاکم بر آن و به دلیل گرانی انرژی در جهان از اهمیت چشمگیری برخوردار بوده است. در این پژوهش از داده‌های ساعتی پارامترهای اقلیمی (رطوبت، حداقل دما، حداکثردما و ساعت آفتابی) استفاده شده است و با استفاده از نرم‌افزارهای Squre one، Ecotect تحلیل داده‌ها انجام شد و همچنین میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق تابش غیرمستقیم (جذب از طریق دیوارها و سقف) محاسبه شد که نتایج حاصل از بررسی این محاسبات نشان می‌دهدکه اوج انرژی در ساعات بین ۱۶ - ۱۱ می‌باشد. این زمانی است که در ساختمان از موادی با تاخیر حرارتی به‌طور متوسط تنها ۷-۶ ساعت استفاده شود. میزان انرژی حاصل از تابش خورشید برای ساختمان (نفوذ از طریق پنجره‌ها، درهای ورودی و بازشوها) برای هر سه بخش ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران محاسبه شد که به‌طور کلی بررسی نمودارها نشان می‌دهد که در ماه‌های گرم سال بازشو پنجره این بخش نقش بسیار موثری در کاهش انرژی داخلی ساختمان و خنک شدن هوای داخل ساختمان می‌شود.

واژگان کلیدی: انرژی، تهران، ساختمان، طراحی ، همساز با اقلیم

*مسئول مکاتبات: r.haghpanah@yahoo.com

۱- مقدمه

خورشید عامل و منشا انرژی‌های گوناگونی در طبیعت است که بهره‌گیری از انرژی خورشیدی برای گرم کردن منازل، از لحاظ فناوری امکان‌پذیر می‌باشد. از نظر اقتصادی نیز به علت افزایش روز افزون قیمت سوخت‌های فسیلی و سایر منابع انرژی و تلاش متخصصین در کاهش هزینه، مهندسین و دانشمندان را به استفاده از انرژی خورشیدی بیش از بیش تشویق نموده است. در میان استفاده از انرژی خورشیدی در سیستم گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها می‌تواند در بسیاری از جهات مفید واقع شود و باعث صرفه‌جویی بسیار زیادی در استفاده از انرژی‌ها بشود. به‌طوری‌که استفاده از این سیستم باعث صرفه‌جویی ۵۰ درصدی انرژی می‌شود (شفیعی، ۱۳۹۰). تنها ۱۲ درصد سطح کره زمین قابل سکونت است (میلر؛ ۱۳۶۹). معماری یکی از بزرگترین دستاوردهای بشر در میان اقوام مختلف در اقلیم‌های گوناگون است (کسمایی، ۱۳۸۴) خلق شرایط محیطی راحت و مطلوب زندگی و تامین امنیت ساکنان بنا از گزند شرایط نامساعد محیطی و جوی از اصول لاینفک معماری و ساختمان به‌شمار می‌رود (مرادی، ۱۳۸۴). در زمان حاضر به‌دلیل تبعیت از معماری‌های زندگی مدرن، ایجاد راحتی گرمایی

به‌وسیله انرژی غیرفسیلی اگر مشکل نباشد کار ساده‌ای نیست. به‌خصوص اینکه با وجود گذشت این همه سال از آشنایی بشر با طبیعت نه تنها انسان درباره این نوع انرژی‌ها به اندازه کافی نمی‌داند، بلکه دانش ما از خواص حرارتی-فیزیکی مصالح اجزاء ساختمانی نیز به مرحله بلوغ نرسیده است. به هر حال با وجود همه این مسائل امروزه باید در حداقل فضای ممکن، خانه‌هایی که با حداقل انرژی فسیلی آسایش انسان در فصل سرد را فراهم آورد کار چندان مشکلی نباشد. بهترین الگوی این گونه خانه‌ها در معماری سنتی کشور ما یافت می‌شود. با پیروی از آنها می‌توان خانه‌های مورد نظر را به گونه‌ای ساخت که دیوارها و سقف گرمای خورشید را در خود ذخیره کند و شب هنگام به داخل ساختمان پس بدهد. به همین ترتیب شاید ساختن خانه‌هایی با حداقل نیاز به استفاده از سیستم‌های مکانیکی جهت تامین شرایط آسایش انسان را در فصل گرم کار سختی نباشد. الگوی این گونه خانه‌ها نیز در معماری سنتی ما یافت می‌شود. برای این کار باید خانه‌ها را به گونه‌ای بنا کرد که دیوارها و سقف اتاق‌ها در طول روز از تابش آفتاب در امان باشد و پنجره‌ها و درب‌ها به طریقی تعبیه شوند که ورود هوای خنک شبانه به داخل اتاق‌ها را ممکن سازند (رازجویان، ۱۳۶۷). اصولی‌ترین روش استفاده‌ی مطلوب از امکانات طبیعی در وهله اول شناخت دقیق آنهاست و در مرحله بعد نحوه استفاده بهینه از این منابع مطرح می‌شود. یکی از مسایل جهان امروز، مساله صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌هایی است که قابل تجدید نیستند و استفاده از نیروهای صبیعی نه تنها محیط زندگی را به فضایی آسوده تبدیل خواهد کرد بلکه در کاهش مصرف انرژی نیز تاثیر فراوانی خواهد داشت (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۷). محققان دانشگاه آمریکایی کانزاس به این نتیجه رسیده‌اند، افرادی که لباس سبک معمولی ادارات را می‌پوشند (کالری ۶ ٪ -۴٪) در محیطی با دمای خشک ۲۶ و رطوبت نسبی ۵۰ ٪ و سرعت هوای کمتر از ۳۵ فوت در دقیقه یا ۱۰/۵ متر بر ثانیه حداکثر رضایت را دارند. منطقه‌ی آسایشی که در برگیرنده‌ی رضایت ۸۰ ٪ افراد آزمایش شده می‌باشد (کسمایی، ۱۳۶۸). محمودی، نیک‌قدم (۸۷) مطالعه‌ای به‌عنوان کاهش آلودگی‌های محیطی ناشی از توسعه مسکن با راهکارهای طراحی معماری (مطالعه موردی بافت‌های مسکونی پیرامون تهران) از توصیف اهداف و اصول معماری پایدار خصوصاً روش‌های بومی در طراحی مسکن به تدوین چارچوب نظری برای نحوه انجام مطالعات میدانی در شهرک‌های پیرامون تهران با تاکید بر معضل مصرف بی‌رویه انرژی و مصالح و ایجاد انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی و جستجوی علل آنها در نواقص برنامه‌ریزی و طراحی استفاده نموده است. شارپلس و مالما (۱۹۹۶) مطالعه‌ای بر روی عملکرد گرمایی در نوعی از خانه‌های سنتی در زامبیا که دارای اقلیم حاره‌ای بودند، انجام دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که این سکونتگاه‌ها در فصل سرد متناسب با شرایط اقلیمی این فصل طراحی نشده‌اند. ریچارد هاید (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای که در زمینه طراحی اقلیمی انجام داده است، کوشیده است تا طراحی ساختمان را در دو تیپ عمده آب و هوایی معتدل و گرم و مرطوب تشریح نماید. نتایج این مطالعه نشان داد که برخی از طراحان ساختمان به پارامترهای اقلیمی نظیر حداقل هوا (سردی هوا) به عنوان یک معضل بزرگ نگاه کرده و سعی دارند آن‌را به‌وسیله سیستم‌های حرارتی مکانیکی در ساختمان‌ها برطرف نمایند. ولی برخی دیگر، این پارامترها را چالش‌هایی طبیعی تلقی می‌کنند که باید کالبد ساختمان را با آنها هماهنگ نمایند. امانوئل (۲۰۰۵) نیز به بررسی تاثیر تغیرات پوشش زمین در آسایش حرارتی شهر کلمبو سریلانکا پرداخته و نتیجه گرفته است که روند افزایش عدم‌آسایش حرارتی در مساکن شهری، ناشی از تغییرات پوشش زمین به‌ویژه ساختمان‌ها و جاده‌ها می‌باشد. توی و همکاران (۲۰۰۷) به مطالعه و تعیین شرایط آسایش بیوکلیماتیک در شهر آرزروم در سه منطقه روستایی، شهری و منطقه شهری

جنگلی ترکیه پرداختند و نتیجه گرفتند که مناطق شهری جنگلی سازگاری بیشتری با شاخص آسایش حرارتی مورد استفاده دارد. کومارسینک و همکاران (۲۰۰۹) مطالعه بر روی ساختمان‌های قدیمی شمال شرقی هند انجام داده‌اند. در طی این بررسی مشخص شد که در این ساختمان‌ها براساس شرایط زیست اقلیمی و با استفاده از مواد محلی موجود نظیر چوب، سنگ و غیره ساخته می‌شد، کنترل دما و بهبود تهویه طبیعی در نظر گرفته شده است. محمودی و همکاران (۱۳۸۹) مطالعه‌ای در خصوص تاثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع‌های مسکونی فاز سه مجتمع اکباتان انجام داده‌اند و همچنین قویدل رحیمی و احمدی (۱۳۹۲) مطالعه‌ای درخصوص برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز انجام داده‌اند که در این مطالعه شرایط آسایش اقلیمی کلان شهر تبریز در ارتباط با احساس گرمایی مورد بررسی قرارگرفته است. موسوی و همکاران، (۱۳۹۳) و با استفاده از نرم‌افزارهای Squre one، Ecotect شاخص درجه روز و آسایش اقلیمی ایستگاه مهرآباد تهران را بررسی کرده‌اند.

۲- مبانی نظری

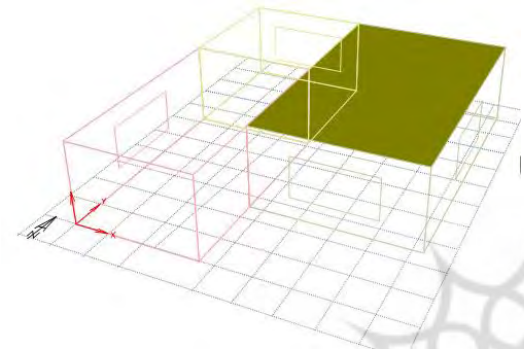
خانه نمونه اقلیمی طراحی شده از سه بخش تشکیل شده است که براساس هر کدام از این بخش‌ها میزان درجات سرمایشی و گرمایشی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۱- میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق تابش غیرمستقیم (جذب از طریق دیوارها و سقف)

طراحی اقلیمی- حرارتی سرمایه‌گذاری مطمئنی جهت افزایش کارای ساختمان و صرفه‌جویی انرژی است. یک طراحی اقلیمی خوب در ساختمان می‌تواند تا ۶۰ درصد صرفه‌جویی در انرژی مورد نیاز جهت سرمایش و گرمایش امکان‌پذیر نماید. سهم هر یک از اجزا، یک ساختمان در اتلاف انرژی در فصول سرما نشان می‌دهد که صرفاً با طراحی اصولی سقف می‌توان تا ۳۰ درصد از پرت انرژی جلوگیری کرد.

سهم اتلاف انرژی از بخش‌های مختلف ساختمان به‌صورت زیر است:

- سقف: ۳۰٪
- دیوار: ۱۶٪
- کف: ۱۶٪
- پل‌های حرارتی: ۵٪
- تعویض هوا: ۲۰٪



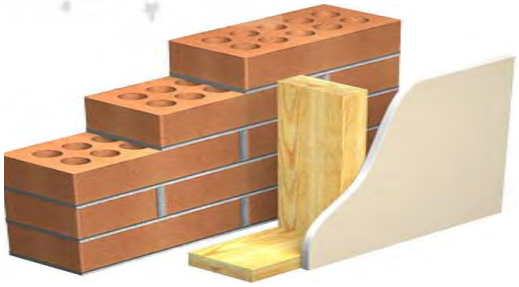
شکل ۱. موقعیت بخش۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران

از طرف دیگر در فصول گرم و مناطق گرمسیر طراحی اصولی اقلیمی از دو جنبه قابل بررسی است اولاً کاهش حجم تجهیزات سرمایشی مورد نیاز و ثانیاً صرفه‌جویی انرژی ناشی از کارکرد این تجهیزات که در طول عمر ساختمان ادامه می‌یابد. بررسی‌ها نشان داده است که بین طراحی مؤثر اجزا، ساختمان با سرمایش مورد نیاز فضای داخل آن کاملاً رابطه وجود دارد. به عبارت دیگر در یک بنا در شرایط یکسان لیکن با دو نوع ایزولاسیون در حالیکه میانگین ظرفیت انتقال حرارتی قسمت‌های مختلف ساختماناز ۳ w/m۲ به ۰/۸کاهش یابد، سرمایش مورد نیاز فضای داخلی بنا ۸۴٪ کاهش می‌یابد. این میزان کاهش در سرمایش لازم جهت فراهم آوردن آسایش ساکنین با احتساب شدت بار حرارتی وارده به ساختمان در فصل گرما به تخمین میزان بهینه تأسیسات و تجهیزات سرمایشی لازم و مألاً صرفه‌جویی در سرمایه‌گذاری در این زمینه کمک می‌کند. شرایط آسایش حرارتی در فصول سرما در دمای

۱۹ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۵۰٪ حاصل می‌شود به شرطی که اختلاف درجه حرارت هوای داخل اتاق و سطح دیوارها کمتر از ۳ درجه سانتی‌گراد باشد در غیر این صورت علاوه بر ایجاد جریان آزاردهنده هوا، ساکنین اثر ناخوشایند موسوم به دیوار سرد را احساس می‌کنند که ناشی از تابش انرژی از پوست به سطوح دیوار است. در شرایط گرما نیز به‌طور مشابه انتقال انرژی تابشی از دیوار به ساکنین، احساسی ناخوشایند در آنان ایجاد می‌کند که علت این موارد عدم ایزولاسیون حرارتی دیوار و ظرفیت انتقال حرارتی بالای اجزاء ساختمان است.

بر این اساس ویژگی‌های زیر برای سقف و دیوارهای ساختمان نمونه طراحی شد، شهر تهران به‌منظور بهره‌گیری بهینه از انرژی‌های طبیعی پیشنهاد می‌شود:

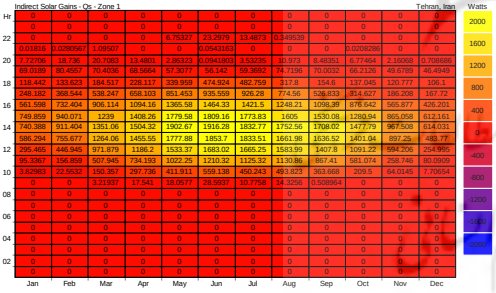
- ساختار دیوارها
- بلوک‌های آجر حفره‌دار با یک لایه درونی پشم شیشه و قشر داخلی پوشیده با گچ
- مقاومت حرارتی ۱/۷ وات بر مترمربع
- میزان هدایت حرارتی ۱/۳۵ وات بر مترمربع ۱
- ضریب جذب انرژی تابشی ۰/۷ از ۱
- ضریب تاخیر حرارتی ۷/۸ در هر ساعت
- ضخامت ۲۸ سانتی‌متر
- رنگ بیرون ساختمان توسی متوسط و رنگ درونی توسی روشن



شکل ۲. ساختار دیوار مناسب با اقلیم تهران جهت تنظیم مناسب دما

- ساختار سقف
- سقف بتنی با یک لایه درونی پشم شیشه و پوشش آسفالتی
- میزان مقاومت حرارتی ۰/۸۹ وات بر مترمربع
- ضریب هدایت حرارتی ۱/۳۰ وات بر مترمربع
- ضریب جذب انرژی تابشی ۰/۹ از ۱
- ضریب تاخیر حرارتی ۷ در هر ساعت
- ضخامت ۱۸ سانتی‌متر

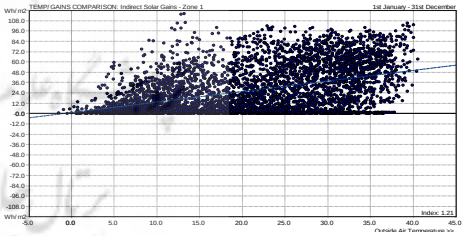
با در نظر گرفتن ساختارهای تعریف شده برای دیوارها و سقف خانه نمونه طراحی شده تهران میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق تابش غیرمستقیم (جذب از طریق دیوارها و سقف) محاسبه و به صورت نمودار ارائه گردید که در اینجا با توجه به زیاد بودن حجم اطلاعات فقط به آوردن نمودارهای بخش۱ ساختمان اکتفا شده است. نمودار حرارتی توزیع کاملا متفاوتی از دما را در طی ساعات مختلف روز در طول سال نشان می‌دهد. در این نمودار، توزیع دما با رنگ‌های مختلف و در دو محور نشان داده می‌شود. ساعات مختلف روز به صورت عمودی و ماه‌های سال در محور افقی نشان داده شده است.



شکل ۳. محاسبه مقدار انرژی غیر مستقیم خورشید (جذب در دیوارها و سقف) در بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده

بر این اساس این نمودار برای هر ساعت از روز و در کل برای هر ماه میزان انرژی حاصل از خورشید برای ساختمان محاسبه و ارائه می‌شود. بنابراین این امکان وجود دارد در چه زمانی از روز حداکثر و حداقل‌های انرژی رخ می‌دهد را مشاهده نماییم. نمودار بالا توزیع

انرژی انتقال یافته از طریق تار و پود یک ساختمان را نشان می‌دهد. در این نمودار مشاهده می‌شود که اوج انرژی در ساعات بین ۱۶ - ۱۱ می‌باشد. این زمانی است که در ساختمان از موادی با تاخیر حرارتی طور متوسط تنها ۷-۶ ساعت استفاده شود. به‌طور کلی، در اثر استفاده از مواد سنگین با ضریب تاخیر بالا سبب شده است تا ذخیره و انتقال انرژی تا ساعت ۲۲ نیز ادامه پیدا نماید. باتوجه به اینکه تهران از نظر اقلیمی در بخش اعظمی از سال نیاز تامین انرژی گرمایی دارد (بیش از هفت ماه سرد) بنابراین هر اندازه انرژی با ضریب تاخیر بیشتری منقل شود، می‌تواند ضمن افزایش ساعات آسایش در داخل خانه به‌میزان قابل توجهی در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود. در نمودار مربوط به بخش ۱ ملاحظه می‌شود در ماه‌های گرم سال افزایش انتقال انرژی به دلیل انتقال با تاخیر زیاد چندان بالا نیست که باعث گرمای بیش از حد خانه شده و نیاز به استفاده از سیستم‌های خنک کننده را در ساعات بیشتری برای ساکنان فراهم نماید و بر عکس هنگام ماه‌های سرد بخشی از انرژی از طریق انتقال از تاروپود ساختمان تامین شده و تنها کمبود انرژی از طریق سیستم‌های گرم کننده تامین شود.



نمودار ۱. شاخص مقایسه(CI) میزان دمای دریافت شده از طریق تابش غیر مستقیم خورشید

(جذب در دیوارها و سقف) در بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده است. بررسی نمودار شاخص مقایسه (CI) میزان دمای دریافت شده از طریق تابش غیرمستقیم خورشید (جذب در دیوارها و سقف) در بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده نیز حاکی از آن است که استفاده از مواد مذکور در فوق در ساختار دیوارها و سقف در جذب و انتقال بخش اعظمی از دمای محیط به داخل موثری ساختمان نقش موثری داشته باشد (نمودار ۱).

بررسی نمودار حرارتی مربوط به بخش ۲ خانه نمونه طراحی نیز نشان‌دهنده همان ویژگی‌ها برای ساعات انتقال با ضریب تاخیر انتقال حرارتی می‌باشد، با این تفاوت که در بخش میزان انرژی دریافتی به نسبت بخش یک در ساعات مختلف کمتر می‌باشد و همین مسئله سبب شده است تا در بخش از خانه در هنگام ماه‌های گرم ساعات خنک‌تر بیشتری فراهم باشد، ولی در هنگام ماه‌های سرد نیاز به تامین انرژی کمی بیشتر از بخش ۱ باشد. بررسی نمودار شاخص مقایسه (CI) میزان دمای دریافت شده از طریق تابش غیر مستقیم خورشید (جذب در دیوارها و سقف) در بخش ۲ ساختمان نمونه طراحی شده نیز نشان‌دهنده کاهش میزان این شاخص در جذب و انتقال دمای بشتر نسبت به بخش اول می‌باشد، ولی در حالت کلی شاخص مقایسه نشان دهنده برقراری حالت بهینه در ارتباط با دریافت و انتقال انرژی در ساختار این بخش است.

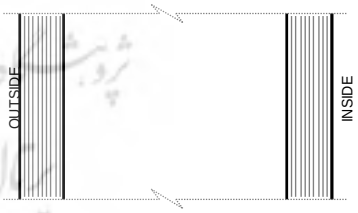
در نمودار محاسبه مقدار انرژی دریافتی از طریق دیوارها و سقف برای بخش ۳ خانه نمونه ضمن اینکه از نظر ساعات اوج و حداکثر ساعات انتقال به طرف شب ویژگی‌هایی شبیه بخش‌های دیگر حاکم است. در این بخش مهم‌ترین تفاوت با دو بخش قبل پایین بودن مقدار جذب و انتقال انرژی در تمام طول سال نسبت به بخش‌های دیگر ساختمان می‌باشد. این عامل در مجموع باعث افزایش چندانی برای درخواست استفاده از سیستم‌های گرمایشی و یا سرمایشی برای ساکنان نمی‌شود، چرا که در مجموع با تغییر در میزان ساعات آسایش در ماه‌های گرم این اختلاف تعدیل می‌شود به نحوی که در بررسی میزان درجه روز این موضوع مشخص شده است. بررسی نمودار شاخص مقایسه (CI) میزان دمای دریافت شده از طریق تابش غیرمستقیم

خورشید (جذب در دیوارها و سقف) در بخش ۳ ساختمان نمونه طراحی شده نیز حاکی از شرایط قابل قبول در مقایسه بین میزان انرژی انتقال یافته در دماهای مختلف محیط بیرون ساختمان به درون آن است و این وضعیت وجود الگوی بهینه را در طراحی این بخش از ساختمان از نظر انطباق با شرایط اقلیمی نشان می‌دهد.

۲-۲- انرژی حاصل از تابش مستقیم خورشید برای ساختمان (نفوذ از طریق پنجره‌ها)

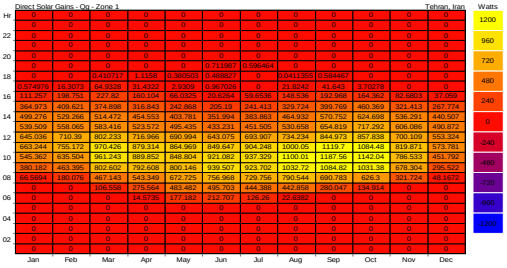
براساس محاسبات انجام شده با نرم افزار Eco نوع پنجره انتخابی سازگار با اقلیم تهران جهت تنظیم حرارت مناسب از لحاظ انرژی ورودی از طریق تابش به داخل ساختمان و تنظیم میزان انرژی خروجی از ساختمان به بیرون با مشخصات زیر تعیین گردید:

- پنجره آلومنیمی با شیشه دو جداره
- شیشه استاندار دو جداره با فاصله ۶ میلی متر
- حداکثر اندازه دریچه باز شو ۵۰ سانتی متر
- میزان قابلیت انرژی ورودی: ۲/۸ وات بر متر مربع
- ضریب دریافت انرژی تابشی: ۰/۸۱ از ۱
- ضریب شفافیت: ۰/۹۲ از ۱
- شاخص انعکاس از شیشه: ۱/۷۴



شکل ۴. پروفیل پنجره دوجداره همساز با اقلیم برای ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران

با انتخاب این نوع پنجره که براساس تحلیل‌های انجام شده بهترین انطباق را با الگوهای تامین انرژی متناسب با اقلیم تهران را دارد. با انتخاب این نوع پنجره میزان انرژی دریافتی حاص از تابش مستقیم براساس محاسبات انجام شده توسط نرم افزار در هر سه بخش ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران به صورت شکل و نمودار تشریح شده است که نمودار و شکل‌های بخش یک ساختمان به‌شرح زیر است.

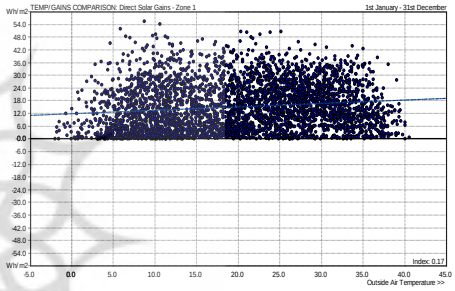


شکل۵. برآورد میزان انرژی دریافتی از طریق پنجره‌های بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران در ساعات مختلف طول سال

به‌طور کلی هدف از طراحی مناسب منافذ ورودی ساختمان نظیر پنجره‌ها و پاسیو ضمن تامین روشنایی طبیعی برای ساختمان، ایجاد فضای لازم برای ورود یا خروج بخشی از دمای ساختمان به بیرون یا دمای بیرون به درون ساختمان می‌باشد به‌عبارت دیگر با چنین تنظیم حرارتی می‌توان ساعات آسایش را بدون استفاده از سیستم‌های مکانیکی و کاملا به شکل طبیعی افزایش داد و در مصرف انرژی صرفه‌جویی نموده و هزینه‌های موجود را کاست. بر این اساس با بررسی انواع مختلف مواد و ویژگی‌های متفاوت آنها با اقلیم تهران ویژگی‌های مطرح در بحث بالا برای درها و پنجره‌ها تعیین گردید و برمبنای این مواد تحلیل انرژی تابشی ورودی خورشید در بخش‌های مختلف ساختمان محاسبه گردید. بدیهی است یک طراحی خوب بایستی زمینه‌ساز برای ورود انرژی بیشتر در هنگام ماه‌های سرد سال و انرژی کمتر در ماه‌های گرم سال باشد. ارزیابی نمودار مربوط به محاسبه میزان انرژی دریافتی از طریق پنجره‌های بخش یک ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران نشان می‌دهد، در اکثر ماه‌های سرد سال (هفت ماه) انرژی دریافتی از ساعت ۷ صبح تا ساعت ۱۸ ادامه دارد و دریافت انرژی از این بخش زمینه‌ساز تامین بخشی از انرژی ساختمان شده است. در ماه‌های گرم سال (می تا سپتامبر) نیز میزان انرژی دریافتی چندان بالا نیست و

پنجره‌ها نقش بسیار کمی را در ورود انرژی و گرمایش شدید ساختمان دارند. به‌طوریکه در بیشترین میزان از ۷۵۰ وات تجاوز نمی‌کند.

بررسی شاخص مقایسه بین انرژی دریافتی بخش یک ساختمان نمونه طراحی شده با دما بیرون نشان‌دهنده کفایت طراحی برای بهرمندی بهینه از گرمای طبعی محیط می‌باشد. به‌طوریکه مشاهده می‌شود، در تمامی دماهای بیرون از صفر تا ۳۸ درجه جذب انرژی در این بخش به صورت متعادل انجام شده و خصوصا در دماهای بین صفر تا ۱۰ درجه که که تامین انرژی از محیط بسایر اهمیت دارد وضعیت رضایت بخش می‌باشد (نمودار ۲).



نمودار ۲. شاخص مقایسه(CI) میزان انرژی دریافتی از طریق پنجره ها ی بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران در ساعات مختلف طول سال

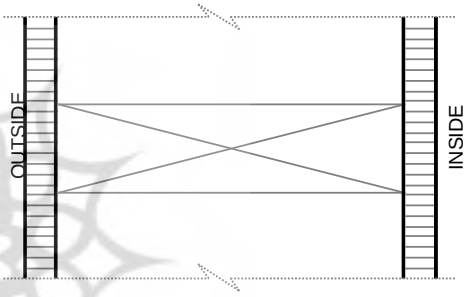
بررسی میزان دمای حاصل از طریق پنجره بخش دوم نشان‌دهنده تفاوت قابل تامل با بخش اول در زمان اوج دریافت انرژی می‌باشد. همانطور که در نمودار نیز مشاهده می‌شود، زمان اوج از ساعت ۱۵ تا ۱۸ در ماه‌های می تا آگوست می‌باشد که موضوع دقیقا به جهت قرارگیری پنجره این بخش نسبت به پنجره بخش ۱ است که سبب دریافت انرژی با تاخیر بیشتر و میزان کمتر می‌باشد. این مسئله سبب شده است تا بخش ۲ و ۳ شرایط مساعدتری را از نظر دریافت تابش مستقیم خورشید در رابطه با میزان آسایش اقلیمی در ماه‌های گرم سال نسبت به بخش یک داشته باشند. نمودار شاخص مقایسه میزان انرژی دریافتی از طریق پنجره‌ها نیز همین حالت را تایید می‌کند. هر چند که در این بخش هنگام فصول سرد نیاز به انرژی به‌دلیل ورود انرژی کمتر، بیشتر احساس خواهد شد، ولی با توجه به ویژگی‌های دیگر نظیر دریافت انرژی از طریق دیوارها و سقف و همچنین امکان مبادله از طریق بخش یک این موضوع تا حدود زیادی تعدیل خواهد شد. در بخش سوم ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران، بررسی نمودارها نتایج کاملا متفاوتی با بخش‌های قبلی نشان می‌دهد که در اینجا از آوردن شکل و نمودارهای بخش ۲ و ۳ به‌دلیل زیاد بودن حجم اطلاعات خودداری شده است و فقط به تحلیل آنها اکتفا شده است. یکی از مهم ترین نتایج دریافت انرژی سایر کمتر در تمامی زمان‌های سال می‌باشد، به‌طوریکه در حالت اوج میزان انرژی دریافتی از ۱۶۰ وات تجاوز نمی‌کند. البته این مسئله با توجه به موقعیت قرارگیری این بخش و پنجره آن کاملا طبیعی می‌باشد و در مجموع با در نظر گرفتن سایر روش‌های تامین انرژی و با عنایت به افزایش ساعات آسایش یشتر در ماه‌های گرم سال به دلیل ورود انرژی کمتر از طریق پنجره سبب شده است تا این بخش از نظر الگوی طراحی اقلیمی وضعیت مطلوبی داشته باشد. در نمودار شاخص مقایسه نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان دریافت انرژی به ازای هر مترمربع ۷/۵ وات بوده و این میزان بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد تمرکز پیدا کرده است.

۳-۲- انرژی حاصل از طریق ورودی‌ها و منافذ ساختمان (درهای ورودی، بازشو پنجره‌ها)

با توجه به اینکه درهای ورودی ساختمان و هم چنین بازشو پنجره مجراهای اصلی ساختمان برای ورود و خروج بخشی از دمای بیرون ساختمان به داخل ساختمان و یا بالعکس می‌باشد بنابراین در تنظیم دمای داخل ساختمان نقش بسیار موثری دارد. بر این اساس انواع مختلفی از درها با مشخصات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت و نهایتا درهایی با مشخصات زیر به عنوان بهترین الگو برای ساختمان نمونه طراحی شده برای

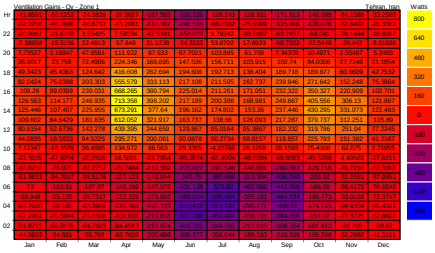
تهران تعیین گردید که مشخصات آن به شرح زیر می‌باشد:

- درچوبی سه لایه با هسته داخلی خالی
- با ضخامت ۴۰ میلی متر و ابعاد ۱۵۰×۲۰۰ سانتی متر برای ورودی ساختمان
- میزان انرژی ورودی از دمای بیرون ۰/۶۵ وات بر متر مربع
- ضریب جذب انرژی تابشی ۰/۲۵ از ۱
- اندازه بازشو ورودی حداکثر ۹۰×۱۸۰
- ضریب تاخیر حرارتی ۰/۴ از ۱
- رنگ بیرونی قهوه ای روشن

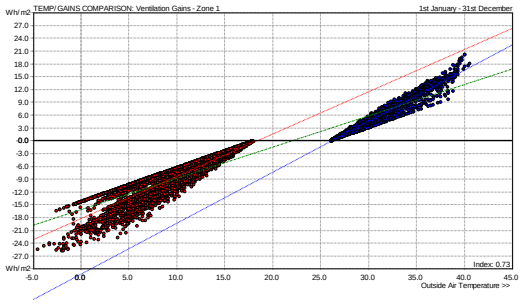


شکل۶. پروفیل در ورودی ساختمان نمونه طراحی برای تهران

با انتخاب این مشخصات برای در ورودی و همچنین با رعایت باز شو پنجره براساس مشخصات تعیین شده در مبحث قبل میزان انرژی دریافتی و یا پس دادی در بخش‌های مختلف ساختمان نمونه در حالت بهینه به صوری زیر محاسبه گردید (شکل بخش ۱ ساختمان، شکل ۸).



شکل۷. محاسبه میزان انرژی حاصل از طریق ورودی‌ها و منافذ ساختمان (درهای ورودی، بازشو پنجره‌ها)برای بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران



نمودار۳. مقایسه شاخص مقایسه میزان دمای اخذ شده در بخش‌های مختلف ساختمان با دمای بیرون CA INDEX در بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران

بررسی نمودار محاسبه میزان انرژی حاصل از طریق ورودی‌ها و منافذ ساختمان (درهای ورودی، بازشو پنجره‌ها) برای بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران نشان می‌دهد که در ماه‌های گرم سال بازشو پنجره این بخش نقش بسیار موثری در کاهش انرژی داخلی ساختمان و خنک شدن این بخش شده است به‌طوریکه بیشترین میزان از دست دادن انرژی گرمایی در ماه‌های می تا سپتامبر از ساعت ۲۲ تا ۰۸ می‌باشد که می‌تواند تاثیر عمده‌ای در افزایش آسایش اقلیمی در هنگام فصول گرم سال بدون نیاز به بهره‌گیری از سیستم‌های حرارتی داشته باشد. این در حالی است در ماه‌های سرد این بازشو به دلیل وجود شرایط مناسب از نظر عایق حرارتی انرژی کمی را از خود انتقال داده‌اند و این موضوع به خوبی در مقادیر محاسبه شده قابل مشاهده است (شکل ۷). بررسی نمودار مقایسه شاخص مقایسه میزان دمای اخذ شده در بخش‌های مختلف ساختمان با دمای بیرون در بخش ۱ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران نیز همین وضعیت را به خوبی تایید می‌کند به‌طوریکه میزان خارج

شده از این طریق در طی ماه‌های گرم حکایت از مطلوب بودن کیفیت طراحی اقلیمی می‌باشد (نمودار۳).

بررسی میزان انرژی ورودی و یا خروجی در بخش‌های دو و سه نیز نتایج مشابهی با بخش یک را نشان می‌دهد. با این تفاوت که در این دو بخش به نسبت بخش یک دماهای جذب شده پایین‌تر می‌باشد و بر این اساس ورودی و خروجی انرژی نیز کمتر از بخش یک می‌باشد ولی به‌طور کلی الگوی از کاهش دمای درونی بخش ۲و۳ در ماه‌های گرم و حفظ دما در ماه‌های سرد نشان‌دهنده وضعیت مطلوب طراحی اقلیمی مناسب بازشوهای پنجره‌ها در ساختمان طراحی شده می‌باشد. بررسی نمودارهای مقایسه شاخص مقایسه میزان دمای اخذ شده در بخش‌های مختلف ساختمان با دمای بیرون در بخش‌های۲ و ۳ ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران نشان‌دهنده توزیع متعادل انرژی ورودی و خروجی از طریق بازشوهای این دوبخش می‌باشد که بر این اساس کفایت طراحی مورد تایید بوده و الگوی مورد نظر قابلیت اجراء دارد.

۳- روش تحقیق

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در این مطالعه به این صورت می‌باشد ابتدا برای مشخص نمودن شرایط کلی اقلیمی منطقه داده‌های هواشناسی مربوط به عناصر مختلف، بررسی و با استفاده از روش‌های تحلیلی- آماری است که با استفاده از داده‌های ساعتی پارامترهای اقلیمی (حداقل دما، حداکثر دما، میانگین دما و ساعات آفتابی)، در یک دوره ۴۰ ساله آماری (۱۹۶۵-۲۰۰۵) ایستگاه سینوپتیک مهرآباد تهران با نرم‌افزارهای Squre one، Ecotect میزان انرژی دریافتی ساختمان به سه طریق مستقیم، غیرمستقیم و ایزوله شده در منطقه مورد مطالعه بررسی می‌گردد.

۳-۱- روش های طراحی

طراحی خورشیدی غیرفعال ترکیبی از خصوصیات و ویژگی‌های ساختمان را جهت کاهش یا حذف نیاز به سرمایش و گرمایش مکانیکی و نور مصنوعی روز هنگام به‌کار می‌بندد. طراحان و ساختمان‌سازان توجه ویژه‌ای به خورشید جهت نیازهای گرمایشی و سرمایشی دارند. لازم نیست طرح پیچیده و مبهم باشد، ولی در عین حال دانش و آگاهی از هندسه خورشیدی، تکنولوژی پنجره و اقلیم محل را می‌طلبد درصورت وجود یک ساعت ساختمانی مناسب می‌تواند طراحی خورشیدی غیرفعال را در آنجا کامل کرد.

عموما روش‌های گرمایش خورشیدی غیرفعال در یکی از سه دسته‌بندی ذیل قرار می‌گیرند:

۱- دریافت مستقیم ۲- دریافت غیرمستقیم ۳- دریافت ایزوله شده

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش به منظور بررسی میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق دمای حاصل از انرژی تابشی از داده‌های ساعتی پارامترهای اقلیمی (رطوبت، حداقل دما، حداکثردما و ساعت آفتابی) استفاده شده است و با استفاده از نرم‌افزارهای Squre one، Ecotect تحلیل داده‌ها انجام شد، میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق دمای حاصل از انرژی تابشی محاسبه شد، و همچنین میزان انرژی دریافتی ساختمان از طریق تابش غیرمستقیم (جذب از طریق دیوارها و سقف) محاسبه شد که نتایج حاصل از بررسی این محاسبات نشان می‌دهد که اوج انرژی در ساعات بین ۱۶ - ۱۱ می‌باشد، این زمانی است که در ساختمان از موادی با تاخیر حرارتی به‌طور متوسط تنها ۷-۶ ساعت استفاده شود. میزان انرژی حاصل از تابش خورشید برای ساختمان (نفوذ از طریق پنجره‌ها، درهای ورودی و بازشوها) برای هر سه بخش ساختمان نمونه طراحی شده برای تهران محاسبه شد که به طور کلی بررسی نمودارها نشان می‌دهد که که در ماه‌های گرم سال بازشو پنجره این بخش نقش بسیار موثری در کاهش انرژی داخلی ساختمان و خنک شدن هوای داخل ساختمان می‌شود. در بخش ۱ ساختمان در ماه‌های گرم سال افزایش انتقال انرژی به دلیل انتقال با تاخیر زیاد چندان بالا

نیست که باعث گرمای بیش از حد خانه شده و نیاز به استفاده از سیستم‌های خنک کننده را در ساعات بیشتری برای ساکنان فراهم نماید و برعکس هنگام ماه‌های سرد بخشی از انرژی از طریق انتقال از تار و پود ساختمان تامین شده و تنها کمبود انرژی از طریق سیستم‌های گرم کننده تامین شود. بررسی حرارت مربوط به بخش ۲ خانه نمونه طراحی نیز نشان‌دهنده همان ویژگی‌ها برای ساعات انتقال با ضریب تاخیر انتقال حرارتی می‌باشد، با این تفاوت که در بخش میزان انرژی دریافتی به نسبت بخش یک در ساعات مختلف کمتر می‌باشد و همین مسئله سبب شده است تا در بخش ۲ خانه در هنگام ماه‌های گرم ساعات خنک‌تر بیشتری فراهم باشد، ولی در هنگام ماه‌های سرد نیاز به تامین انرژی کمی بیشتر از بخش ۱ باشد و محاسبه مقدار انرژی دریافتی از طریق دیوارها و سقف برای بخش ۳ خانه نمونه ضمن اینکه از نظر ساعات اوج و حداکثر ساعات انتقال به طرف شب ویژگی‌هایی شبیه بخش‌های دیگر حاکم است. در این بخش مهم‌ترین تفاوت با دو بخش قبل پایین بودن مقدار جذب و انتقال انرژی در تمام طول سال نسبت به بخش‌های دیگر ساختمان می‌باشد.

۵- منابع

۱. رازجویان، محمود، (۱۳۶۷)، *آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم*، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۲. شفیعی، شهاب، (۱۳۹۰)، *طراحی مسکن همساز با اقلیم ایستگاه مهراباد تهران*، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان ص ۱۲۴.

۳. قویدل رحیمی، یوسف، احمدی، محمود، (۱۳۹۲)، *برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز*، جغرافیا و توسعه شماره ۳۳، صص ۱۷۳-۱۸۲.

۴. محمودی، امیرسعید، ق قاضی زاده، سیده ندا، متعام، علیرضا، (۱۳۸۹)، *تاثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع مسکونی*، نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان، نشریه هنرهای زیبا – معماری و شهرسازی، شماره ۴۲.

۵. میر موسوی، سید حسین، شفیعی، شهاب، تقی زاده، زهرا، (۱۳۹۳)، *ارزیابی درجه روز و شاخص سازگاری دمایی جهت طراحی مسکن همساز با اقلیم*، مجله سپهر شماره ۸۹ صص ۸۲-۸۸.

۶. طاووسی، تقی، عطایی، هوشمند، کاظمی، آزیتا، (۱۳۸۷)، *اقلیم و معماری مدارس نوساز اصفهان*، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، ص۹۸.

۷. محمودی، محمد مهدی، نیکقدم، نیلوفر، (۱۳۸۷)، *کاهش آلودگی های محیطی ناشی از توسعه مسکن با راهکارهای طراحی معماری (بافت های مسکونی پیرامون تهران)*، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۵، ص۲۷.

۸. محمودی، امیرسعید، قاضی زاده، سیده ندا، متعام، علیرضا، (۱۳۸۹)، *تاثیر طراحی در آسایش حرارتی فضای باز مجتمع مسکونی*، نمونه مورد مطالعه: فاز سه مجتمع مسکونی اکباتان، نشریه هنرهای زیبا – معماری و شهرسازی، شماره ۴۲.

۹. مرادی، ساسان ، (۱۳۸۶)، *تنظیم شرایط محیطی*، تهران، انتشارات شهیدی.

۱۰. میلر، تی جی، (۱۳۶۹)، *زیستن در محیط زیست*، ترجمه مجید مخدوم، چاپ دوم نشر دانشگاه تهران.

۱۱. واتسون، دانلد، کنت، لب، (۱۳۷۲)، *طراحی اقلیمی (اصول نظری و اجرایی کاربردی انرژی در ساختمان)*، ترجمه: قبادیان، وحید، فیض مهدوی، محمد، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲. Baruch Givoni (۱۹۹۲), *Comfort, climate analysis and building design guidelines Energy and Buildings*, Volume ۱۸, Issue ۱ , Pages ۱۱-۲۳.

۱۳. Emmanuel R (۲۰۰۵), *Thermal comfort implications of urbani Zation ina warm num .d city: The Colombo metropolitan region (CMR)*; Sir lanka، Building ،. and Environment vol٤.

۱٤. Sharples. Steve and Malama. Albert. (۱۹٦۹), *Thermal performance of traditional housing in the cool season in Zambi*.

۱٥. Hyde,Richard;(۲۰۰۰); *Climatic Responsive Design;E & FN SPON*;pp٤ .

۱٦. Toy S، Yilma Z S، Yilma z h،(۲۰۰۷); *Determination of bioclimatic comfort in three different land vses in the city of Erzwum*، turkey; Building and Environment، vol٤ .

۱۷. Kumar singh. Manoj،Mahapatra. Sadhan and Atreya. S.K. (۲۰۰۹)، "*Bioclimaiam and vernacular architecture of north- east India*".

نحوهٔ ارجاع به این مقاله:

حق پناه رضایی، رضا. ماجدی، حمید. (۱۳۹۹). بررسی طراحی ساختمان‌های همساز در دریافت میزان انرژی تابشی، شهرسازی ایران، ۳ (۴)، ۱۶-۲۶.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Iranian Urbanism Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/٤.٠/).

URL: https://www.shahrsaziiran.com/۱۳۹۹-۳-۴-article۲/

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی