فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال سیزدهم، شماره دوم، بهار ۱۴۰۰

بررسی نقش سیستم‌های غیر فعال خورشیدی در ساختمانهای صفر انرژی شهری، جهت آسایش و کاهش مصرف انرژی (مطالعه موردی: ولیعصر شهرتبریز)

علیرضا اصغری

دانشجوی دکتری معماری، واحد بین المللی جلفا، دانشگاه آزاد اسلامی، جلفا، ایران

آیدا ملکی گاوگانی

استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی، تبریز، ایران

حسن ابراهیمی اصل[۱]

استادیار گروه معماری، واحد بین المللی جلفا، دانشگاه آزاد اسلامی، جلفا، ایران

حسن ستاری ساربان‌قلی

دانشیار گروه معماری و شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/٤/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۱

چکیده

با توسعه سریع شهرنشینی، افزایش جمعیتی و ساختمان‌سازی بی‌رویه انتظار می‌رود در آینده نزدیک مصرف انرژی در ساختمان‌ها به بیش از ۵۵٪ فزایش یابد. در حال حاضر حدود ۴۰٪ انرژی جهان توسط ساختمانها مصرف می‌شود که این منجر به افزایش انتشار دی اسیدکربن شده و محیط زیست را با خطر مواجه می‌سازد. بنابراین در دهه‌های اخیر تلاش‌های قابل توجهی در مورد ساختمانهای تقریباً صفر انرژی انجام داده است. استفاده حداکثر از نور طبیعی روزانه می‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی در فضا می‌شود. در این راستا استفاده از سیستم‌های غیرفعال در پوسته ساختمان‌های شهری به عنوان عنصری معمارانه تأثیر بالایی در جهت افزایش آسایش کاربران و همچنین کاهش مصرف انرژی خواهد داشت. بنابراین هدف از مقاله حاضر بررسی تاثیرات اجرای انواع سیستم‌های غیر فعال (جذب مستقیم، دیوار ترومب، گلخانه) در ساختمانهای شهری صفر انرژی، جهت بهبود شرایط آسایش کاربران (توزیع یکنواخت نور روز) و پایین آوردن میزان مصرف انرژی می‌باشد. روش تحقیق حاضر بصورت توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی می‌باشد. بررسی‌ها در ولیعصر شهر تبریز با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، محاسبات ریاضی برای دست یابی به میزان تابش خورشیدی بر سطح زمین در سایت مورد نظر و همچنین شبیه‌سازی در نرم‌افزار Design Builder و مطالعات میدانی انجام شده است. با توجه به نتایج به دست آمده برای فاکتور نور روز، توزیع شدت روشنایی در میان مدل‌های (در جذب مستقیم) C، (در دیوار ترومب) G، (در گلخانه ای) L نسبت به سایر سناریوها به صورت مناسب تری بوده است. همچنین میزان مصرف انرژی در این سه مدل نهایی به ترتیب توانسته است تا ۱۰، ۴۰ و ۲۰ درصد کاهش یابد.

واژگان کلیدی: توزیع روشنایی طبیعی، کاهش مصرف انرژی، سیستم‌های غیر فعال خورشیدی، نرم افزار دیزان بیلدر، ساختمان صفر انرژی

۱- (نویسنده مسئول) hasan.ebrahimi@gmail.com

مقدمه

پیشرفت علم و فناوری علاوه بر دستاوردهای فراوان برای آسایش و رفاه بشر، همواره مشکلاتی را نیز برای بشر به همراه داشته است. (Thalfeldt etal, 2013) در این زمینه دو بحران بزرگ که آینده‌ی بشریت را تهدید می‌کنند، مسئله‌ی انرژی و رو به اتمام بودن منابع انرژی‌های فسیلی و دیگری اثرات تخریبی و آلوده کننده‌ی محیط زیست در اثر استفاده‌ی بی‌رویه از این سوخت‌ها است. (Ascione, etal, 2016) تمام این مسائل و مشکلات ما را به سمتی سوق می‌دهد تا از تشدید این آثار مخرب بکاهیم. (NIST, 2015) این امر با کاهش در مصرف انرژی و جایگزین کردن، انرژی مصرفی با انرژی‌های پاک و تجدید شونده به ویژه در ساختمان و مسکن که‌بخش عظیم از انرژی را مصرف می‌کنند قابل حل خواهد بود و می‌توان با این رویکردها هزینه و مقدار مصرف انرژی را به شکل چشمگیری کاهش داد. (Aksamija, 2015)

در این راستا نیاز مبرمی به کاهش مصرف انرژی به ویژه به دلیل تغییرات آب و هوایی وجود دارد. (Ascione& Bianco, 2016) در تحقیقات و سیاست‌های انرژی داخلی فرض بر این است که تامین فن‌آوری به صورت خطی انرژی را کاهش خواهد داد. تلاش‌های مرسوم برای دور شدن از این رویکرد به اندازه کافی دور نشده است، با این فرض که استفاده از فن‌آوری یک نتیجه خطی از تصمیم‌گیری منطقی یک فرد است (Campaniço, etal, 2016)

توسعه ساختمان‌های انرژی صفر (NZEBs) براساس چهار مفهوم است: ۱- کاهش تقاضای انرژی ۲- بهبود کیفیت محیط داخلی ساختمان ۳- افزایش سهم انرژی تجدید پذیر ٤- کاهش انتشار کربن. مفاهیم مشابهی را هم می‌توان در سطوح مختلف اجرا کرد و می‌تواند شامل معیارهای کمی مانند انرژی تجسم یافته و تاثیر محیطی باشد. (Salem etal, 2019) براساس گونه‌شناسی ساختمان و زمینه آب و هوایی، تیم‌های طراحی باید این چهار اصل را به کار گیرند تا مناسب‌ترین اقدامات را که از این مراحل یا اصول پیروی می‌کنند پیدا کنند که در زیر لیست شده‌اند:

اول: کاهش تقاضای انرژی برای همه ساختمان‌های جدید. هزینه تقاضای انرژی مجموع تقاضاهای ساختمان است – گرمایش فضا، سرمایش فضا، آب داغ در خانه، برق، تهویه، روشنایی و لوازم.

دوم: بهبود کیفیت محیط داخلی (IEQ)، اجازه دادن به حداکثر راحتی حرارتی و اجتناب از گرمای بیش از حد. این شامل کنترل کیفیت هوا از طریق تهویه مکانیکی است. (Atte, 2018)

سوم: ثابت کردن درصدی از نیازهای انرژی تجدید پذیر که باید با تعادل سالانه انرژی تجدید پذیر پوشش داده شود. همچنین اصلاح معیارهای اضافی برای رسیدگی به مسائل مربوط به تطبیق انرژی و ذخیره‌سازی مهم است. (Salem& Ali, 2018) چهارم: کاهش ارزش فراگیر برای مصرف انرژی اولیه و انتشار کربن در سال. همچنین اصلاح اقدامات اضافی برای مقابله با مسائل انرژی مربوط به تحرک و مواد ضروری است. (Omar, 2020) هدف ساختمان‌های با انرژی صفر و ساختمان‌های با کربن صفر رسیدن به حداکثر ظرفیت ناشی از مفهوم حداقل کردن مصرف منابع است، که این را مصرف انرژی صفر توصیف می‌کند. ابتکارات جهانی مانند "چالش ۲۰۳۰" ایالات‌متحده یا هدف نزدیک به صفر انرژی که توسط بخشنامه عملکرد ساختمان عملکرد انرژی اروپا (EPBD)

تعیین می‌شود، به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مضر از ساختمان‌ها است. همچنین امتیازات بین‌المللی زیست‌محیطی و طرح‌های کیفی، مانند رهبری در طراحی انرژی و محیط‌زیست (LEED)، روش ارزیابی زیست‌محیطی تاسیس تحقیقات ساختمان (BREEAM)، با هدف بهبود توسعه صنعتی ساختمانهای با انرژی صفر وجود دارد. "سازگاری محیطی" به سه روش اساسی مورد بحث قرار می‌گیرد: حفاظت از محیط‌زیست جهانی (جلوگیری از گرم شدن جهانی هوای کره زمین و دفاع از لایه اوزون)، بازیافت منابع (استفاده مجدد، بازیافت)، و کنترل مواد شیمیایی (کاهش مصرف مواد شیمیایی در کالاها و فرآیندهای تولیدی)که تاثیر منفی بر محیط‌زیست می‌گذارد. (Hirota, etal, 2020) تا جایی که امکان دارد. تنها زمانی که یک ساختمان برای کاهش اتلاف گرما در ساختمان‌های تحت گرمایش ساخته می‌شود و یا فقط زمانی که یک ساختمان برای کاهش اتلاف گرما در ساختمان‌های تحت گرمایش ساخته می‌شود و یا بهره حرارتی در ساختمان‌های تحت سرمایش کاهش می‌یابد، تیم طراحی باید بر روی گزینه‌های روی سایت برای افزایش حرارت در ساختمان‌های تحت خنک کاری از طریق انرژهای تجدیدناپذیر تمرکز کند. از جمله سیستم‌های تبادل گرما یا خورشیدی و بازیابی. این قانون بر اهمیت ساخت‌وساز، طراحی زیست اقلیمی، و بهره‌وری انرژی تاکید دارد. (Iyer-Raniga, 2019) با این حال، این واژگان از کشوری به کشور دیگر با توجه به سبک معماری و نوع آب و هوا در هر کشور و از محیطی به محیطی دیگر در هر کشور تغییر می‌کند. (UNIEA, 2017) در آب و هوای سرد شرایط محیط باید توسط معمار در نظر گرفته شود. هدف آن‌ها کاهش نیاز به انرژی گرمایش با استفاده از مناطق بافر، عایق‌بندی و هدف نهایی کاهش نیاز به انرژی گرمایش با استفاده از مناطق بافر، عایق‌بندی و نفوذ محدود است. تا امکان گرمایش طبیعی با استفاده از انرژی خورشیدی وجود داشته باشد. و اجازه تهویه در تابستان را بدهند. (Omar, 2020) عایق فوق حرارتی به تهویه مناسب برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد نیاز دارد. روشنایی نور روز تأثیر قابل‌توجهی بر ادراک و آسایش کاربران کاربران دارد. همچنین حفظ تعادل در عرصه محیط زیست، سبب تداوم جهان و درنتیجه پایداری بقای انسان و محیطی که در آن زندگی می‌کند خواهد شد، چراکه زندگی انسان بر پایه تعادل زیستی مکان زندگی وی ساخته‌شده است، از این‌رو انسان می‌بایست نقش خود را به‌عنوان عنصری که دارای مسئولیت اخلاقی در رابطه با محیط زیست است و باید منابع بوم‌شناختی و عملکردی را در رابطه‌ای هوشمندانه با خود و محیط تنظیم کند، حفظ نماید. در این راستا استفاده از نور و گرمای طبیعی خورشید با به‌کارگیری راه‌کارهای مناسب در طول شبانه‌روز می‌تواند تا حد زیادی پاسخ گوی نیاز انرژی دربخش سرمایش، گرمایش و به‌ویژه روشنایی همچنین حفظ تعادل در عرصه محیط زیست نیز باشد(, Doulos, etal, 2008, Loutzenhiser, etal, 2007Kurian, etal, 2008). به‌علاوه توزیع مناسب نور روز می‌تواند باعث ذخیره انرژی به ویژه دربخش ساختمان شود (Ruck, Chel, etal, 2009 , 2006, To, etal, 2002) همچنین استفاده درست از نور روز در یک محیط می‌تواند باعث افزایش آسایش کاربران، رضایت‌مندی کاربران در محیط و کاهش استفاده از روشنایی مصنوعی و انرژی الکتریکی شود. (Shailesh & Li& Lam, 2001, Raikar, 2010). برای بهره گیری از انرژی خورشید باید راهی جست تا انرژی پراکنده آن با

راندمان بالا و هزینه کم به انرژی قابل مصرف الکتریکی تبدیل شود. جمعیت رو به رشد جهان و استفاده بی‌رویه از ذخایر انرژی سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر می‌تواند به بحران جهانی انرژی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه گرم شدن جهانی زمین و از بین رفتن اکوسیستم‌های طبیعی منجر گردد. وابستگی شدید جوامع صنعتی و کشورهای درحال توسعه به منابع انرژی به خصوص سوخت‌های فسیلی و بکارگیری بی‌رویه آن‌ها، منابع عظیمی را که میلیون‌ها سال جهت به وجود آمدن آن‌ها زمان صرف شده است را به سرعت ازبین می‌برند و این بدان معناست که در آینده نه چندان دور چیزی از آن‌ها باقی نخواهد ماند، از سوی دیگر فرآیندهایی که در تبدیل سوخت فسیلی به انرژی نقش دارند، نیز به دلیل پخش و گسترش آن‌ها در درازمدت اثرات منفی و مخربی را بر محیط زیست خواهند داشت. (Lai & Hokoi, 2015). درنهایت استفاده از سیستمهای غیر فعال[۳] در سرمایش ساختمان یکی از راه‌های کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان می‌باشد.

بنابراین پژوهش حاضر با هدف، ارزیابی نقش سیستم‌های غیر فعال خورشیدی همچون؛ جذب مستقیم، دیوار ترومب و گلخانه در ساختمان‌های صفر انرژی به عنوان یک متغیر مستقل بر چگونگی ایجاد آسایش کاربران و بهینه‌سازی مصرف انرژی به عنوان متغیرهای وابسته، به مدل‌سازی یک نمونه فضای معماری در منطقه ۱شهر تبریز توسط نرم افزار دیزاین بیلدر پرداخته است. چنین پژوهشی می‌تواند در رسیدن به یک معماری پایدار و سبز در رابطه با ساختمان‌های صفر انرژی، جهت کمک به کاهش میزان مصرف انرژی، سوخت‌های فسیلی، آلودگی، گرمای جهانی و ایجاد محیط‌های مطلوب معماری برای کاربران نقش مهمی داشته باشد و تا حدودی به خلا مطالعاتی در این زمینه نیز پاسخ دهد.

در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به تحقیق و مطالعه در زمینه؛ مبانی نظری تحقیق و پیشینه تحقیقات انجام گرفته، پرداخته شده است. سپس با در نظر داشتن خلا مطالعاتی موجود، تحلیل شرایط اقلیمی و جغرافیایی محدوده مطالعاتی موجود با کمک داده‌های گرفته شده از سازمان هواشناسی، بیان چگونگی و اصول سیستم‌های غیر فعال و شبیه‌سازی مدل‌های پیشنهادی از نظر توزیع نور روز و مصرف انرژی در نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. در این پژوهش از ساعات آفتابی برای تخمین میانگین ماهانه میزان تابش خورشید بر سطح افقی استفاده شده است، که با استفاده از آن می‌توان میزان تابش خورشید را برای استفاده از نور و انرژی خورشیدی در منطقه مورد نظر پیش بینی نمود. با استفاده از داده های تابشی میزان ساعات آفتابی که از سایت سازمان هواشناسی دریافت شده است، همچنین محاسبه طول روز و تابش فراجو میزان تابش کل برای این منطقه نیز برازش شده است. همچنین جهت مراحل مختلف تحقیق نظیر تجزیه - تحلیل داده‌ها و شبیه‌سازی رایانه‌ای که شامل تحلیل‌های استنباطی و توصیفی لازم می‌باشند، نرم‌افزارهای آماری نظیر اکسل نیز مورداستفاده قرار داده شده است. بنابراین در این تحقیق جهت بررسی وضعیت مصرف انرژی و توزیع بهتر فاکتور نور روز به مدل‌سازی یک نمونه مدل اولیه از یک فضای معماری، در نرم‌افزار دیزاین بیلدر پرداخته شده است. به عنوان توضیحی در این زمینه، مدل شبیه‌سازی انرژی می‌تواند به مقایسه متغیرهای گوناگون در ساختمان موردنظر کمک نماید از طرفی یکی از ابزارهای ضروری

برای مطالعه مصرف انرژی در ساختمان‌ها برنامه‌های کاربردی هستند که تحت عنوان نرم‌افزار شبیه‌سازی انرژی ساختمان استفاده می‌شوند.

از همین رو از روش شبیه‌سازی رایانه‌ای به عنوان روش اصلی در این تحقیق بهره گرفته شده است. موتور مدل‌سازی این نرم‌افزار، انرژی پلاس است که توسط دپارتمان انرژی آمریکا ساخته‌شده است و از دقیق‌ترین نرم‌افزارهای موجود برای تحلیل‌های انرژی می‌باشد. نرم‌افزار دیزاین بیلدر برای مدل‌سازی جنبه‌های مختلف ساختمان از قبیل؛ معماری و فیزیک ساختمان (مصالح ساختمانی)، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و مدل‌سازیCFD کاربرد دارد. همچنین مصارف مختلف انرژی دربخش گرمایش، سرمایش، روشنایی، لوازم‌خانگی و آب گرم مصرفی را به صورت دینامیک مدل‌سازی می‌نماید. این نرم‌افزار با استفاده از فایل اقلیمی (epw) شهرهای مختلف، محاسبات دریافت، اتلاف و مصرف انرژی را دقیقاً بر اساس شرایط اقلیمی محل قرارگیری ساختمان انجام می‌دهد.

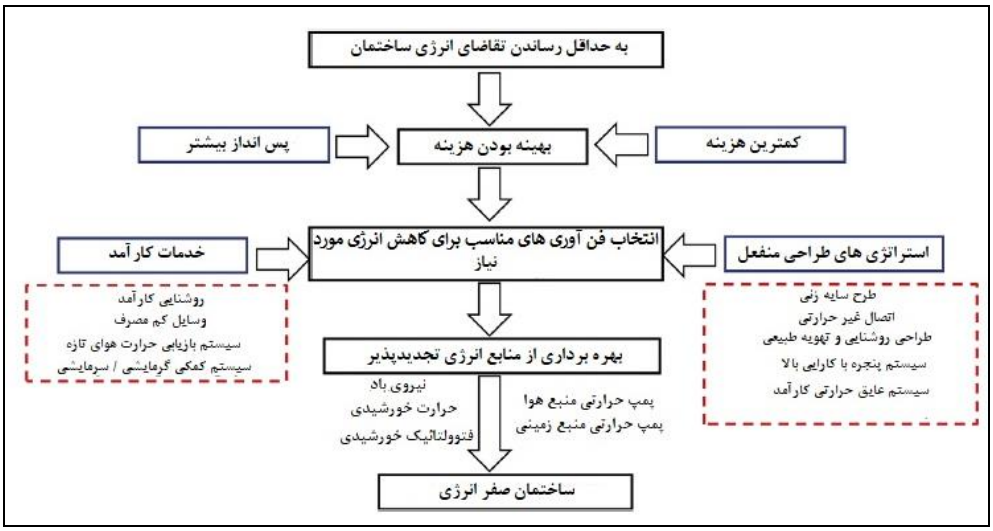
نقش مؤثر این نرم‌افزار زمانی روشن‌تر می‌گردد که در طی مراحل طراحی و مدل‌سازی ساختمان، با اعمال تغییرات کوچک و بزرگ در طراحی، تأثیرات این تغییرات در میزان مصرف و یا صرفه‌جویی انرژی ساختمان و یا هریک از فضاها مشخص می‌شود. در ادامه نیز مراحل مختلف روش پژوهش به تفسیر ارائه شده است.

رویکرد نظری تحقیق

ساختمان صفر انرژی

تعریف ساختمان صفر انرژی در اصل توسط اسبنسن و کورسگارد در دهه ۱۹۷۰ ارایه شد، این بود که ساختمان صفر انرژی می‌تواند تمام زمستان بدون هیچ منبع انرژی مصنوعی گرم شود، منبع اصلی انرژی خورشیدی است. (Esbensen& Korsgaard, 1977). استفاده از انرژی تجدید پذیر برای دستیابی به ساختمان انرژی صفر بسیار مهم است. (Tian, etal, 2019). ساختمان‌هایی هستند که در طول یک سال خنثی هستند. یعنی همان میزان انرژی که از شبکه دریافت می‌کنند به شبکه تحویل می‌دهند. کاملا مشخص است که آنها نیازی به سوخت‌های فسیلی برای گرمایش، سرمایش تامین نور و دیگر کاربردهای انرژی ندارند. و یا به عبارتی دیگر ساختمانی است که بدون تبادل انرژی با شبکه، تمامی نیازهای انرژی را خود تامین می‌کند. (Attia, 2018) اهداف پیش‌بینی‌شده ساختمانهای صفر انرژی برای کاهش مصرف انرژی فسیلی تا حد ممکن، استفاده کامل از انرژی تجدید پذیر، اعمال پتانسیل صرفه‌جویی در انرژی ساختمان، و دستیابی به انرژی صفر یا نزدیک به صفر ساختمان‌ها هستند. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) ساختمان صفر انرژی را به عنوان ساختمانی که از سوخت‌های فسیلی استفاده نمی‌کند تعریف کرد، در حالی که ساختمان باید از انرژی خورشیدی و دیگر منابع تجدید پذیر انرژی کسب کند. (Laustsen, 2008)

به طور کلی، ساختمان صفر انرژی شامل دو استراتژی به حداقل رساندن تقاضا از طریق معیارهای بهره‌وری انرژی (طراحی غیر فعال) و استفاده از انرژی تجدیدپذیر و فن‌آوری‌های دیگر برای برآورده کردن الزامات انرژی باقی مانده (طراحی فعال) (Zhang, etal, 2016)، همانطور که در شکل (۱) نشان‌داده شده‌است.



شکل ۱: مفهوم طراحی ساختمان صفر انرژی

Source: Research findings, 2020

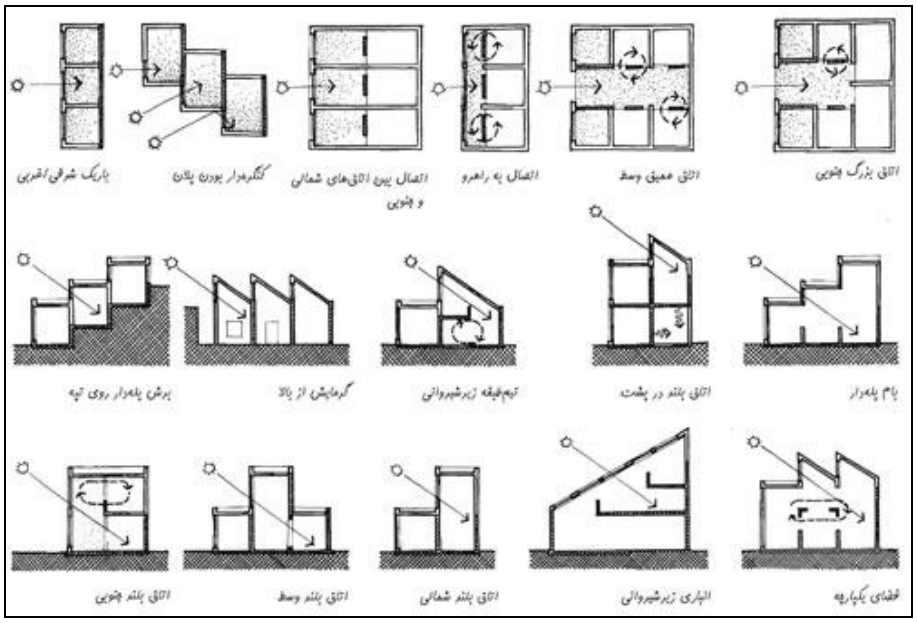
سیستم‌های غیر فعال خورشیدی

کاربرد سیستم‌های گرمایش یکپارچه خورشیدی در ساختمان‌ها در سطح بسیار پایینی قرار دارد، چرا که طراحی یک ساختمان مطلوب هم از لحاظ زیبایی‌شناسی عملکردی و هم از لحاظ فنی کار بسیار دشوار و ماهرانه‌ای است. روش‌های پایدار در گرمایش، تهویه، ذخیره آب و غیره به شکل مستقیم و غیر مستقیم بر طراحی معماری تاثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین عوامل اساسی که بر شاکله و فرم بنا تاثیر می‌گذارد، اجزای مرتبط با دریافت انرژی خورشیدی است. خورشید گوی غول پیکر درخشانی در وسط منظومه شمسی و تامین کننده نور، گرما و انرژی های دیگر زمین است. میزان انرژی پرتوهای خورشیدی که به سطح زمین می رسد بسیار بیشتر ازکل نیاز مصرف انرژی جهان امروزاست. از این رو بشر امروزی برای حل مشکل انرژی چاره ای جز روی آوردن به این منبع انرژی ندارد. سیستم غیر فعال خورشیدی سیستمی است که قسمت‌هایی از جداره پوسته خارجی را تشکیل می‌دهد و به گونه‌ای طراحی شده است که یک مکانیسم غیرفعال انرژی خورشید را در خود جمع‌آوری و ذخیره می‌نماید تا آن را در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان انتقال دهد. به بیان دیگر نیز سامانه خورشیدی ایستا به سیستمی اطلاق می‌گردد که انرژی خورشیدی را بدون استفاده از پنکه پمپ یا کنترل کننده‌های پیچیده جمع‌آوری و ذخیره ساخته و دوباره توزیع کند. این گونه سامانه‌ها بر رویکردی هماهنگ در طراحی ساختمان متکی می‌باشند که در آن عناصر اصلی ساختمان نظیر پنجره، دیوار و کف‌ها تا آنجا که ممکن است عملکردهایی بسیار متفاوت دارند. برای مثال دیوارها نه تنها سقف را بر روی خود نگه داشته و هوا را بیرون از ساختمان نگه می‌دارند بلکه به عنوان عنصر ذخیره ساز گرما و تابش گر گرما نیز استفاده می‌شوند. با این شیوه اجزای مختلف یک ساختمان به طور همزمان ملزومات معماری سازه‌ای و انرژی یک ساختمان را برآورده می‌سازند. هر سامانه گرمایش خورشیدی ایستا دارای حداقل دو عنصر می‌باشد: یک گردآور که از شیشه‌های روبه جنوب تشکیل می‌شود و یک عنصر ذخیره ساز انرژی که معمولا از جرم حرارتی نظیر سنگ یا آب تشکیل می‌شود. در سیستم گرمایش خورشیدی پسیو، در ساختمان به طور طبیعی

و با استفاده از عوامل طبیعی همچون خورشید عمل گرمایش انجام می‌شود. بدین معنی که چنین سیستمی این امکان را فراهم می‌سازد که ساختمان بدون نیاز به انرژی فسیلی و در نهایت با مصرف انرژی بسیارکمی کار کند. این امر متقابلا به کاهش مصرف انرژی و توزیع مطلوب نور طبیعی روزانه در فضاهای داخلی منجر می‌شود. (Briga-Sa, etal, 2014).

- سیستم جذب مستقیم

بناهایی با وجود سیستم غیر فعال جذب مستقیم، به پنجره‌های رو به جنوب که به نام پنجره‌های خورشیدی نامیده می‌شوند وابسته‌اند. با توجه به شکل ۲ که انواع راه‌های ورود نور طبیعی به داخل فضا را نشان داده است، نور خورشید به صورت امواج با طول موج کوتاه از شیشه عبور کرده و وارد فضای مورد نظر می‌گردد. این امواج پس از تابیده شدن بر سطوح داخلی، آن‌ها را گرم کرده و موجب انتشار امواج با طول موج بلند می‌شوند. همچنین دیگر قادر به عبور از شیشه نبوده و در فضا حبس می‌شوند. (Hachem, 2014).



شکل۲: نحوه دریافت انرژی خورشیدی در جذب مستقیم

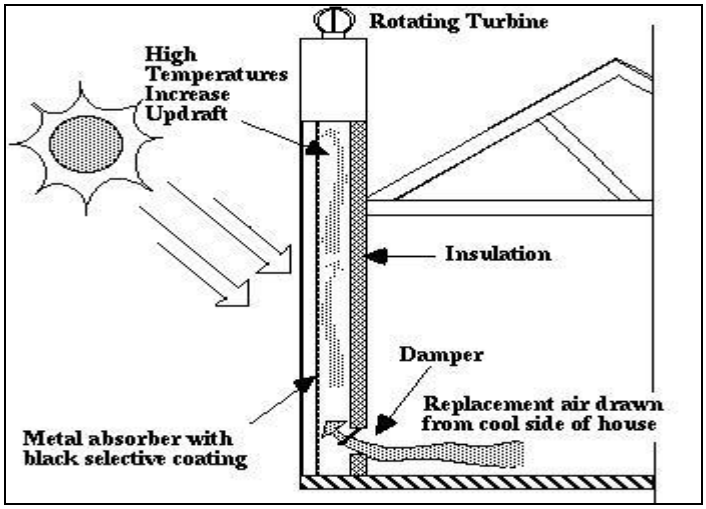
Source: Research findings, 2020

در این روش، میزان انرژی در اثر عواملی همچون؛ ابعاد، تعداد یا موقعیت پنجره‌ها، سایه‌بان‌ها، نوع، اندازه و موقعیت آن‌ها، مصالح فضا، موقعیت ساختمان نسبت به جنوب، وجود منبع انرژی در داخل فضا متغیر می‌باشد.

- دیوار ترومب

در جذب غیر مستقیم، ذخیره کننده‌ها، نقش حایل را در بین نور خورشید و فضای داخلی ایفا می‌کنند. از نمونه رایج این سیستم می‌توان به دیوار ترومب اشاره کرد. پخش کردن انرژی در فضای دیوار ترومب از نوع سامانه‌های جذب غیر مستقیم می‌باشد. این سامانه نوعی دیوار ذخیره ساز حرارتی است که از یک دیوار تیره رو به جنوب از جنس مصالح بنایی و شیشه هایی که آن را می‌پوشاند تشکیل شده است. مطابق شکل ۳ میان فضای شیشه‌ای و دیوار جذب کننده فضای خالی قرار دارد. این مجموعه بدین شرح است که باعث عبور جریان هوای گرم و سرد می‌شود.

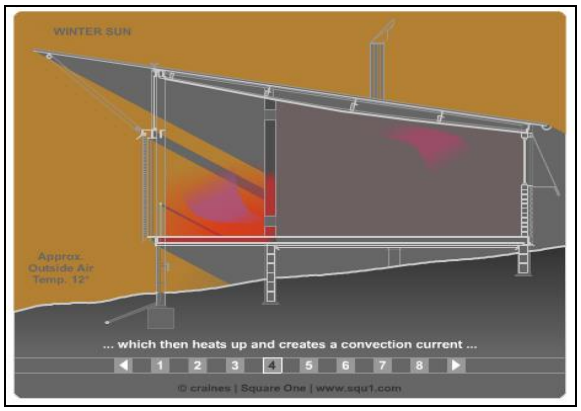
در یک نوع از دیوار ترومب که از روش تشعشع برای انتقال استفاده می‌شود، گرمای خورشید در طول روز درون دیوار ذخیره می‌شود و در شب به روش تشعشع به داخل فضا آزاد می‌شود. بنابراین، این نوع دیوار ترومب، فقط برای گرمایش به ویژه در شب استفاده می‌شود. این نوع دیوار نقشی درگرمایش فضا درروزهای زمستان و سرمایش فضا در فصول گرم بازی نمی‌کند. فاصله بین دو جدار دیوار ترومب در روش بدون جریان هوا بین ۲ تا ۲/۵ سانتیمتر (Heravi, et al, 2016).



شکل۳: نحوه دریافت انرژی خورشیدی در روش جذب غیر مستقیم Source: Heravi, et al, 2016

- گلخانه

گلخانه‌ها با سامانه جذب مجزا کار کرده و به آن فضای خورشیدی نیز گفته می‌شود. از این جهت جذب مجزا نامیده می‌شود که عمل جذب حرارت و ذخیره انرژی هر دو در یک فضای جداگانه‌ای مانند گلخانه صورت می‌پذیرد. یک گلخانه[۵] طراحی شده می‌تواند بیش از ۵۰٪ از نیازمندی گرمای خانه را تامین کند. در این موقعیت، بهتر است فضاهای زندگی در سمت جنوب قرار گرفته و فضاهایی مانند اتاق خواب در شمال قرار بگیرند. همچنین نیز مطابق شکل ٤ اثرگلخانه‌ای به صورت یک شیر فلکه یک طرفه گرمایی عمل می‌کند. این اثر امکان ورود انرژی خورشیدی با طول موج کوتاه را میسر ساخته ولی مانع از فرار گرما می‌شود. آنگاه جرم حرارتی داخل ساختمان این گرما را جذب می‌کند تا هم مانع از برافروختگی ساختمان به هنگام روز شده و هم آن را برای استفاده در شب ذخیره سازد. نسبت مناسب جرم به شیشه‌های روبه جنوب بسیار حساس می‌باشد. (Thomsen, etal, 2015).



شکل٤: طرز کار گلخانه خورشیدی

Source: Thomsen, etal, 2015

Yi, etal (2017) در مطالعه "درک زیست محیطی از ساختمان صفر انرژی: ارزیابی پایداری بر اساس تئوری اضطراری" ساختمان‌های انرژی صفر می‌توانند تمام نیازهای خود به انرژی را با یک روش کم هزینه، با دسترسی محلی به منابع تجدید پذیر و بدون آلایندگی بر طرف نمایند. در یک ساختمان انرژی صفر هیچ گونه سوخت فسیلی مصرف نمی‌شود و مصرف انرژی سالانه آن با تولید سالانه‌اش برابری می‌کند. یک ساختمان انرژی صفر ممکن است به شبکه‌های شهری موجود متصل باشد یا نباشد. ساختمان انرژی صفری که به شبکه متصل نباشد دارای تجهیزاتی برای ذخیره کردن انرژی‌های بزرگ است که معمولاً از نوع باطری است.

Wells, etal (2018) در پژوهشی با عنوان مروری بر ساختمانهای صفر انرژی خالص با تأملاتی در کشور استرالیا، بیان می‌کنند که ساختمان صفر انرژی خالص (ZEB) اصطلاحی است که در معرض ابهام قرار دارد و می تواند برای توصیف خصوصیات ساختمان از قبیل تولید انرژی برابر با مصرف، کاهش قابل توجه تقاضای انرژی، هزینه‌های انرژی برابر با صفر یا خالص گاز گلخانه‌ای صفر (GHG) استفاده شود.

در مطالعات اطلاعات مربوط به ساختمانهای انرژی تقریبا صفر با هزینه بهینه (NZEBs) در سراسر اروپا در اروپا، اجرای بهره‌وری انرژی ساختمان با انواع تلاش‌ها، استراتژی‌ها و اقدامات، از جمله طرح توسعه اصلی ملی، پروژه‌های تحقیقاتی دولتی کلیدی، چندسطحی، قوانین، استانداردها و مقررات برای بهره‌وری انرژی، و مجموعه‌ای از پروژه‌های آزمایشی ملی مرتبط و انگیزه‌های اقتصادی نشان‌داده شده است. (D'Agostino& Parker, 2018)

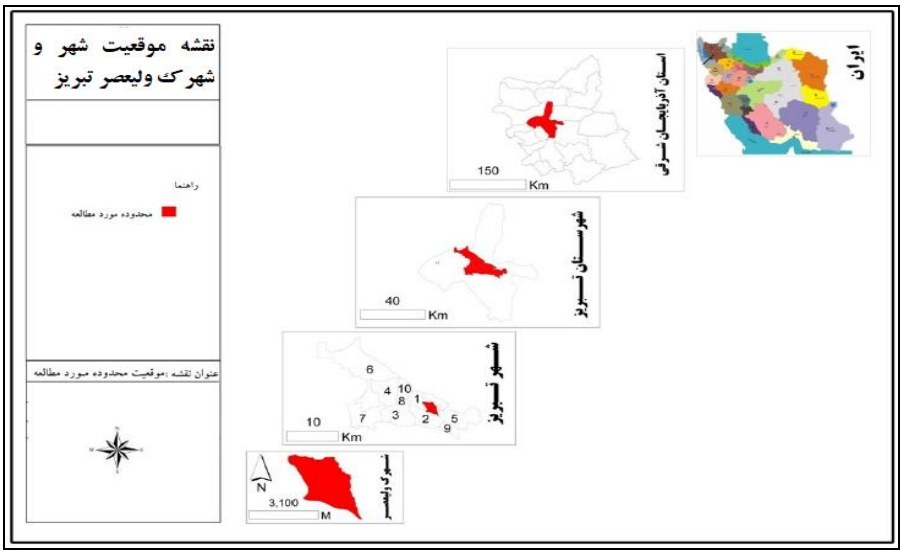
در مطالعه "تجزیه و تحلیل جامع در مورد تعاریف، توسعه و سیاستهای ساختمانهای انرژی تقریباً صفر در چین" مشخص شد با توسعه سریع شهرنشینی و بهبود استانداردهای زندگی ساکنان در دنیا، انتظار می‌رود مصرف انرژی و انتشار کربن دربخش ساختمان در آینده نزدیک افزایش یابد. تقریبا یا خالص ساختمان‌های انرژی صفر به یک موضوع داغ تحقیقاتی برای کاهش مصرف انرژی فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای دربخش ساختمان تبدیل شده‌اند. یافته‌ها در این مقاله به راهنمایی دولت برای اجرای سیاست‌های کارآمدتر و موثرتر و ایجاد ساختمانی تقریبا بدون انرژی به منظور کاهش انتشار کربن دربخش ساختمان کمک خواهد کرد. (Liu, etal, 2019) اندیشمندان دیگری هم در این زمینه پژوهش‌هایی انجام گرفته است که در اینجا فقط به اشاره‌ای از آن‌ها اکتفا شده است. (Heidarinejad, et al. , 2017, DeCarolis et al. , 2017, , Pajek & Košir, 2017Elbeltagi, etal, 2017). Liu, etal,) (Alhuwayil, etal, 2019) (Shahdan, etal, 2018) (Stoppel & Leite, 2016, Khavari, etal, 2016) (Kousalyadevi & Lavanya, 2019) (Hosseini, etal, 2018) (Dangol, etal, 2017) (Bagozzi, 2019) (2019 (Zomorodian & Tahsildoost, 2017) (Omar, etal, 2018).

محدوده‌ی مورد مطالعه

استان آذربایجان‌شرقی با جمعیت ۳۹۰۹۶۵۲ نفر از استانهای ترک‌نشین ایران است که تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی در ناحیه شمالغربی آن واقع شده است. مرکز استان شهر تبریز با جمعیت ۱۵۹۳۳۷۳ نفر ٤٢ درصد جمعیت استان را به خود اختصاص داده است. شهر تبریز در ٤٦ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و دو دقیقه عرض

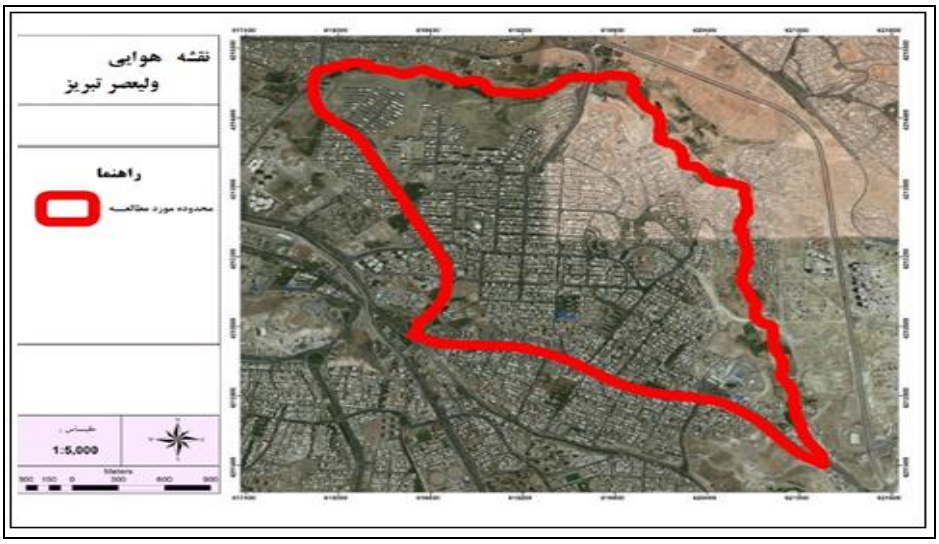
شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱٤۰۰ متر می‌باشد. با وسعتی حدود ۱۱۸۰۰ کیلومتر در قلمرو میانی خطه آذربایجان و در قسمت شرقی شمال دریاچه ارومیه و ٦۱۹ کیلو متری غرب تهران قرار دارد. در ۱۵۰ کیلو متری جنوب جلفا، مرز ایران و جمهوری آذربایجان قرار گرفته است. جمعیت تبریز بیش از یک و نیم میلیون نفر می‌باشد. تبریز از سمت جنوب به رشته کوه منفرد همیشه پر برف سهند و از شمال‌شرقی به کوه سرخ‌فام (عون‌بن‌علی–عینالی) محدود می‌شود. رودخانه آجی‌چای (تلخه‌رود) از قسمت شمال و شمال‌غرب تبریز می‌گذرد و بعد از طی مسافتی قابل توجه در دشت تبریز به دریاچه ارومیه می‌ریزد و مهران‌رود از میانه تبریز می‌گذرد که اکثرا در فصول مختلف سال بی‌آب است. تبریز زمانی دارای باغات و مزارع فرح انگیز و پر آوازه‌ای بود به همراه قنات‌ها و چشمه‌های متعدد که امروز تمامی آن همه باغات و مزارع از میان رفته یا درحکم از میان رفتن است و گستره شهر پیرامون خود را به مناطق مسکونی، تجاری، اداری، و صنعتی و خدماتی مبد ل ساخته است. (Basiri& Zeynali Azim, 2019)

کوی ولیعصر در شرق تبریز و در منطقه‌ای مرتفع‌تر از مرکز شهر واقع است و از شمال به بزرگراه پاسداران از شرق به مسیل شرقی مهرانرود، از غرب به خیابان شهید بهشتی و خیابان ایده‌لو و از جنوب به خیابان فارابی خیابان شهید غلامی، خیابان امام خمینی، بلوار ۲۹ بهمن، بلوار بسیج منتهی می‌شود. کوی ولیعصر یکی از کوی‌های بزرگ پروسعت و پرجمعیت شهر تبریز است و در شهرداری منطقه ۱ تبریز واقع شده است. (Consulting Engineers Arse, 2013) این کوی که همانند شهری کوچک است از بلوارها، خیابانها، میادین بازارچه‌ها و بوستانهای بسیاری تشکیل یافته است. به دلیل ارزش زمین در این منطقه، ساخت و سازهای با ارتفاع متوسط و با گرایش به بلندمرتبه‌سازی در آن رونق یافته و خانه‌های یک و دوطبقه کمکم جای خود را به بناهای ۵ و ٦ طبقه و بیشتر داده است. به طوری‌که متوسط تعداد طبقات خانه‌ها، در این بافت اکنون در حدود ٤ طبقه و درحال افزایش است. بااین حال هنوز بناهایی از زمان اولیه ساخت این بافت بدون تغییر ماندهاند. تناسبات قطعات زمین در این بافت از حدود ۱ به ۲ تا ۱ به ۳ متغیر است. شبکه معابر هندسی منظم بوده. کیفیت معماری و ساختوساز در این‌بخش از سطح بالایی برخوردار است. (Zeynali, 2017).



شکل ۵: نقشه موقیت شهر و شهرک ولیعصر تبریز

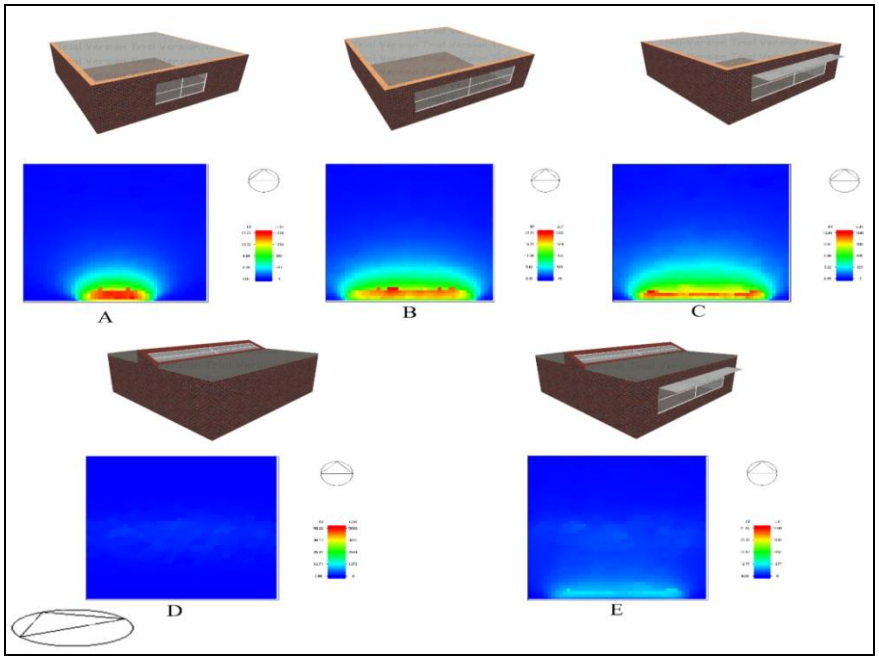
Source: Research findings, 2020



شکل ٦: نقشه محدوده و بلوکهای ساختمانی ولیعصر تبریز Source: Research findings, 2020

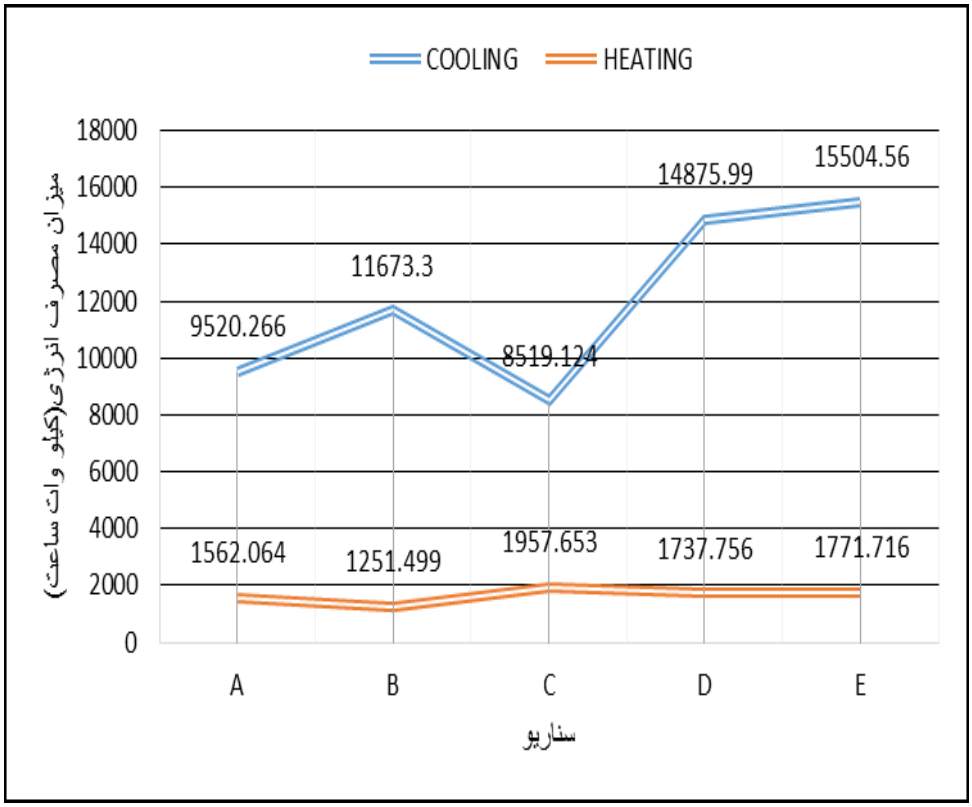
یافته‌های تحقیق

براساس مطالب بیان شده، در این مرحله از تحقیق یک نمونه اتاق ۱۰ در ۱۰ با متریال و شرایط ثابت در نرم افزار دیزاین بیلدر به عنوان مدل اولیه در اقلیم و سایت مورد نظر، از نظر چگونگی توزیع روشنایی طبیعی و مصرف انرژی تحت تاثیر اجرای سیستم جذب مستقیم، دیوار ترومب و گلخانه مورد بررسی قرار داده شده است. در اینجا ابتدا تاثیر اجرای سیستم جذب مستقیم در مدل انتخابی با توجه به شکل ۷ مورد تحلیل قرار داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است، بررسی‌ها به این صورت بوده است که ابتدا وجود یک پنجره در جبهه جنوبی بنا سپس تاثیر کشیدگی آن، وجود سایبان و پنجره سقفی (شکل‌های A تا E) مورد آنالیز قرار گرفته است. چگونگی توزیع روشنایی روز نیز در شکل به خوبی نمایش داده شده است. همچنین شکل ۸ نیز چگونگی تغییرات میزان مصرف انرژی در مدل‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۷: مدل‌های پیشنهادی در روش جذب مستقیم و چگونگی توزیع نور روز در داخل فضا
Source: Research findings, 2020

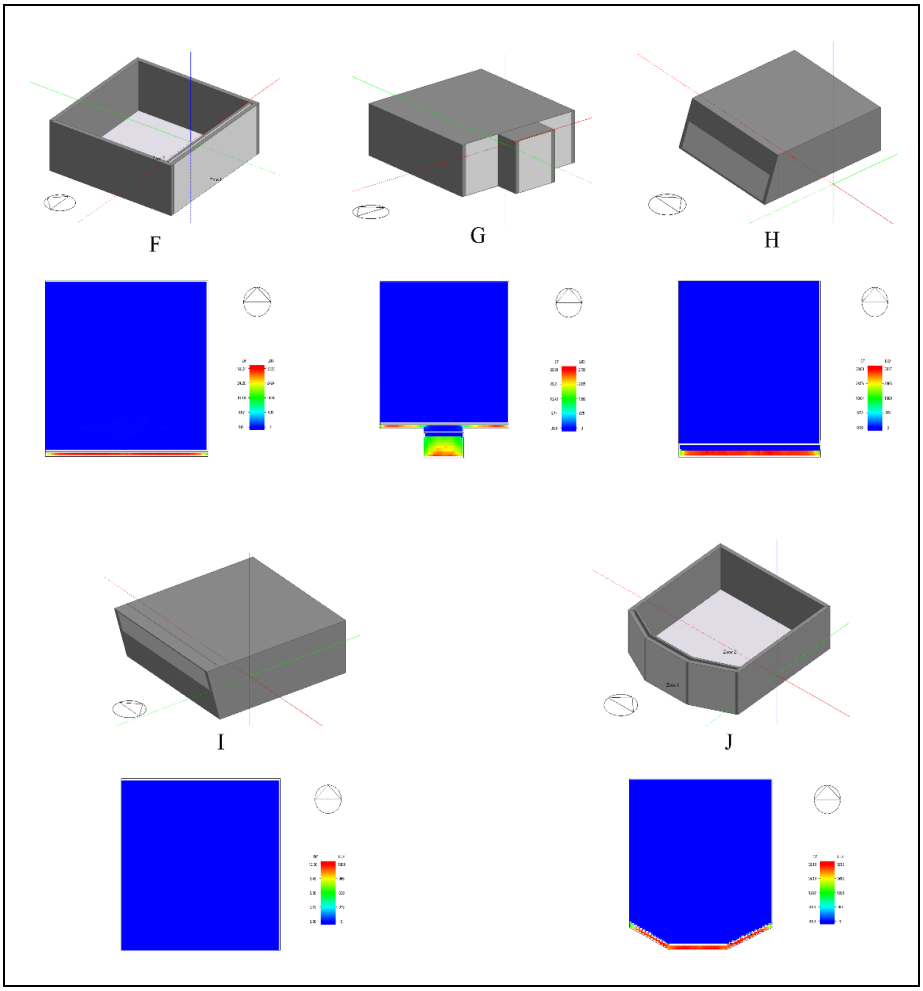
با توجه به مدل‌های ارائه شده، از نظر توزیع روشنایی طبیعی در داخل فضا از بین حالت‌های A تا E (a: پنجره عادی در مرکز جداره، b: پنجره کشیده افقی، c: پنجره کشیده باسایبان، d: نورگیر سقفی، e: نورگیر سقفی و پنجره کشیده با سایبان) می‌توان این گونه برداشت کرد که با وجود پنجره در حالت کشیده، یعنی حالت b نسبت به a، میزان شدت روشنایی بسیار زیادی وارد فضا شده است که می‌تواند موجب عدم آسایش کاربران و نارضایتی کافی در فضا نیز شود. همچنین در حالت استفاده از نورگیر سقفی(حالت e و d) میزان ورود و توزیع نور روز در فضا بسیار کاهش پیدا کرده است. اما در حالت C یعنی با وجود پنجره کشیده و سایبان افقی میزان روشنایی وارد شده در فضا به میزان متعادل تری بوده است. نتایج به دست آمده برای شکل ۱۱ همچنین، در شکل ۸ از نظر میزان مصرف انرژی نسبت به سناریوهای دیگر مورد تایید قرار گرفته است. بدین گونه که در حالت C نسبت به سایر سناریوها میزان انرژی سرمایشی کمتری برای خنک‌سازی فضا مورد نیاز بوده است. این در حالی است که میزان انرژی صرف گرمایش فضا نسبت به ٤ سناریو دیگر تا حدودی بیشتر بوده است اما با توجه به سایر مقادیر به دست آمده در سناریوها برای میزان مصرف انرژی گرمایشی، این میزان زیاد چشم گیر نمی‌باشد و می‌توان از افزایش آن چشم پوشی کرد. بنابراین می‌توان به این نتیجه دست یافت که گزینه C نسبت به ٤ سناریو دیگر هم از نظر توزیع بهتر روشنایی روز و فراهم آوردن شرایط آسایش کاربران کاربران و همینطور کاهش میزان مصرف انرژی فضا توانسته است به میزان مناسب تری عمل نماید. در واقع سناریو cتوانسته است به میزان ۱۰ درصد در کاهش مصرف انرژی نقش داشته باشد.



شکل ۸: تغییرات مصرف انرژی سرمایشی وگرمایشی تحت تاثیر سناریوهای A تا E در روش جذب مستقیم

Source: Research findings, 2020

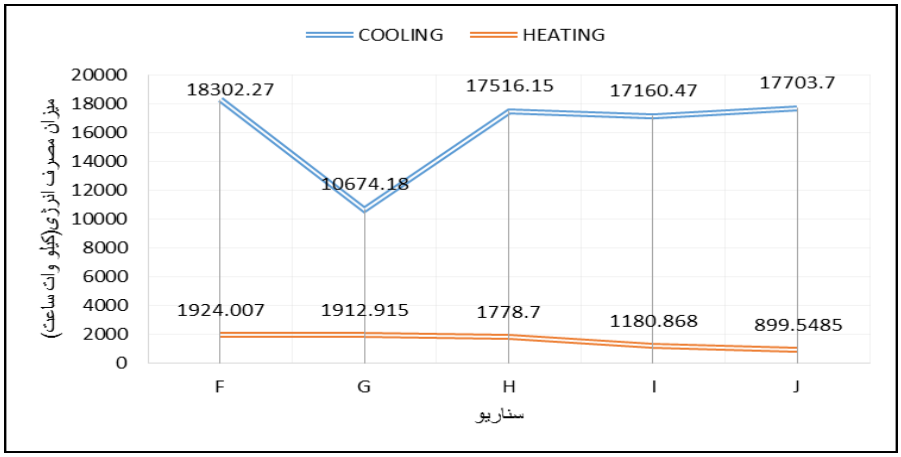
پس از ارزیابی روش جذب مستقیم، تاثیرات وجود دیوار ترومب بر بدنه جنوبی مدل در سناریوهای F تا Jمورد بررسی قرار داده شده است. همانطور که در شکل ۹ مشخص است، در ابتدا با وجود دیوار ترومب به صورت معمولی، سپس با ایجاد تغییراتی در فرم آن چگونگی توزیع روشنایی و مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین شکل ۱۰ چگونگی تغییرات مصرف انرژی را در بین سناریوها نشان می‌دهد.



شکل ۹: مدل‌های پیشنهادی در روش جذب غیر مستقیم (دیوار ترومب) و چگونگی توزیع نور روز در داخل فضا

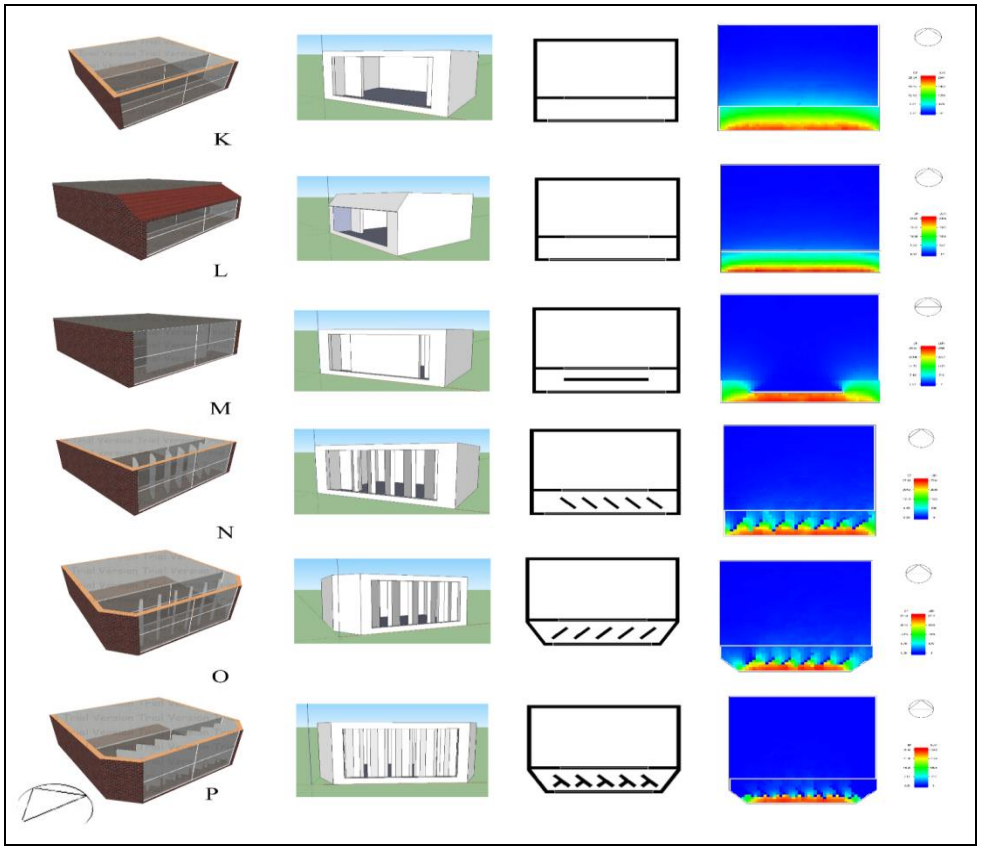
Source: Research findings, 2020

با توجه به شکل ۹ دیده می‌شود که اجرای دیوار ترومب با وجود دیواره داخلی صلب از نظر توزیع روشنایی روز تاثیری در فضای داخلی نخواهد داشت. اما با در نظر گرفتن نتایج میزان مصرف انرژی در شکل ۱۰ در بین سایر سناریوها (f: دیوار ترومب ساده، g: دیوار ترومب مجزا با جلوآمدگی، h: دیوار ترومب با شیب به سمت پایین، i: دیوار ترومب با شیب به سمت بالا، j: دیوار ترومب به صورت منحنی) با اجرای حالت G می‌توان مصرف انرژی سرمایشی را تا حدود زیادی کاهش داد. همچنین میزان انرژی گرمایشی نیز نسبت به سایر سناریوها تغییر چندانی نداشته است. در واقع با مجزا کردن سطح دیوار ترومب و عقب و جلو بردن آن می‌توان در میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی تعادل مناسبی ایجاد نمود و موجب کاهش ۴۰ درصدی آن در یک فضای معماری شد.



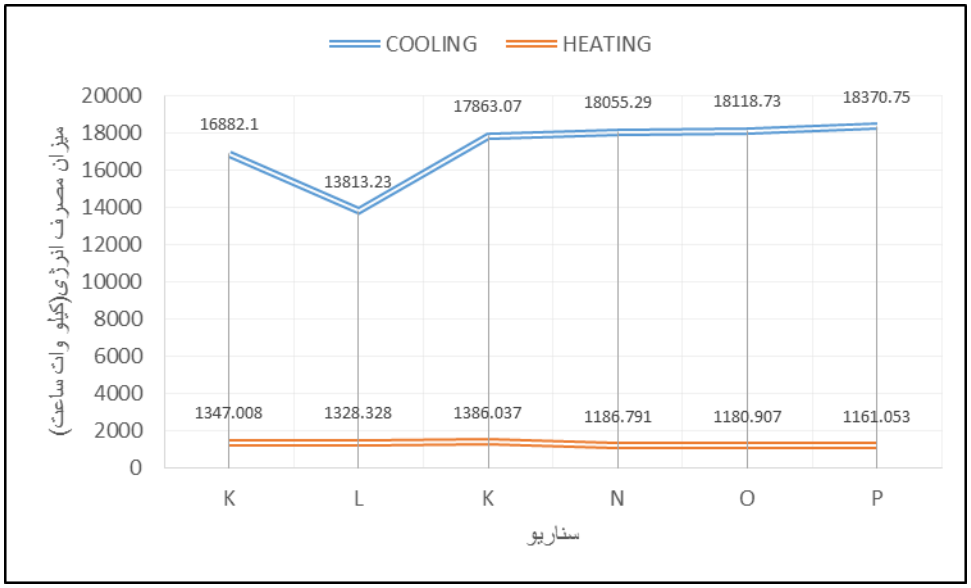
شکل ۱۰: تغییرات مصرف انرژی سرمایشی وگرمایشی تحت تاثیر سناریوهای **F** تا **J** در روش جذب غیر مستقیم(دیوار ترومب) Source: Research findings, 2020

در اینجا پس از بررسی روش جذب مستقیم و دیوار ترومب، به بررسی تاثیر اجرای گلخانه بر بدنه جنوبی مدل در سناریوهای K تا P مورد بررسی قرار داده شده است. همانطور که در شکل ۱۱ مشخص است، در این سناریوها (k: گلخانه ساده، ۱: گلخانه با سقف شیب دار، m: گلخانه با وجود حائل میانی، n: گلخانه با وجود حائل میانی مورب، o: گلخانه با وجود حائل میانی مورب و بدنه شیب دار، p: گلخانه با وجود حائل میانی مورب در دو جهت و بدنه شیب دار) تاثیرات اجرای تغییراتی در هندسه فضای گلخانه‌ای از نظر چگونگی توزیع روشنایی و مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین شکل ۱۲ چگونگی تغییرات مصرف انرژی را در بین سناریوها نشان می‌دهد.



شکل ۱۱: مدل‌های پیشنهادی در روش جذب غیر مستقیم(گلخانه ای) و چگونگی توزیع نور روز در داخل فضا برای ولیعصر شهر تبریز Source: Research findings, 2020

همانطور که از شکل ۱۱ مشخص است ابتدا وجود سیستم گلخانه به صورت ساده و بعد با وجود یک شیب در ناحیه بالایی آن و سپس با قرار دادن حائلی در ناحیه داخلی آن به شکل‌های مختلف تاثیرات توزیع روشنایی روز دیده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر استفاده از فضای گلخانه‌ای در کل از نظر توزیع روشنایی طبیعی داخل فضا به طورمناسبی عمل نکرده است و با وجود قرار دادن حائل نیز در میان فضای گلخانه‌ای توزیع روشنایی همچنان به خوبی انجام نشده است، این امر در میزان کاهش مصرف انرژی نیز زیاد موثر نبوده است. اما در نهایت با مقایسه سناریوهای مورد نظر، با توجه به شکل ۱۲ اجرای بدون حائل فضای گلخانه‌ای و داشتن یک شیب در ناحیه بالایی فضای گلخانه‌ای موجب توزیع بهتر شدت روشنایی در فضا و همچنین کاهش میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی شده است. به گونه‌ای که می‌توان گفت با اجرای سناریو L نسبت به سایر سناریوها می‌توان حدود ۲۰ درصد در کاهش مصرف انرژی نقش داشت.



شکل ۱۲: تغییرات مصرف انرژی سرمایشی وگرمایشی تحت تاثیر سناریوهای F تا J در روش جذب غیر مستقیم (گلخانه ای)

Source: Research findings, 2020

نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

امروزه با افزایش رفاه، نیاز به انرژی درحال افزایش است و این درحالی است که منابع انرژی محدود است. ساختمان‌ها نقش زیادی در مصرف انرژی در جهان دارند. ساختمان‌های تجاری و مسکونی بیش از ۴۰ درصد انرژی ابتدایی و ۷۰ درصد انرژی الکتریکی را در آمریکا مصرف می‌کنند. مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان‌های تجاری از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی تقریباً دو برابر شده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ بیش از پنجاه درصد افزایش داشته باشد. مانند بسیاری دیگر از کشورها در ایران نیز بخش مسکونی سهم بسزایی در مصرف انرژی دارد و تحقیق در این زمینه یکی از نیازهای روز جامعه می‌باشد. یکی از راهکارهایی که برای مقابله با این مصرف زیاد انرژی وجود دارد، استفاده از مجموعه‌های تجاری و مسکونی انرژی صفر است. این مجموعه‌ها با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بین انرژی مصرفی و تولیدی تعادل برقرار کرده و نیاز خود را به تأمین انرژی از دیگر سیستم‌ها کم می-

کنند. متوسط مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران بیش از ٤٠ درصد مصرف انرژی کل کشور می‌باشد که بیش از مصرف متوسط جهانی در بخش انرژی مسکونی و تقریباً ده برابر کشورهای پیشرفته در زمینه‌ی انرژی همچون ایالت‌متحده و برخی کشورهای اروپایی می‌باشد. ارتقای راندمان انرژی ساختمان‌ها می‌تواند مصرف سالیانه بخش مسکونی را کاهش داده و هزینه‌ی انرژی خانواده‌ها را کاهش دهد. علاقه به کاهش مصرف انرژی درست قبل از جنگ جهانی دوم در مؤسسه تکنولوژی ماساچوست با تحقیق در مورد سازه‌های گرمایشی خورشیدی آغاز شد. سال ۱۹۷۰ را می‌توان سال شروع و پیشروی به سمت ساخت خانه‌های کم‌مصرف با عایق‌بندی مناسب دانست، از این سال به مدت تقریباً یک دهه ساخت خانه‌هایی با مصرف انرژی صفر، در مرحله مطالعات و تحقیقات بود. با شروع دهه‌ی ۹۰ میلادی ساخت این نوع خانه‌ها به مرحله‌ی اجرایی رسید. آقای برت استفنس در سال ۲۰۰۱ استفاده از تکنولوژی‌های فعال و غیرفعال را برای خانه‌هایی با مصرف انرژی صفر در ٦ اقلیم مختلف آمریکا را بررسی کرد. براساس آمار منتشر شده ایران در رده یازدهم پرمصرف‌ترین کشورها از نشر مصرف انرژی قرار دارد و این درحالی است که کشورهایی که در رده‌های بالاتری از ایران قرار دارند جزء کشورهای توسعه‌یافته محسوب می‌شوند. از سوی دیگر سهم ایران از نظر دریافت انرژی خورشید نسبت به بسیاری از کشورها بالاتر است، این درحالی است که با وجود شرایط مناسب برای تولید انرژی پاک از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، سهم ایران در جهان از نظر تولید انرژی از این منابع در سال ۲۰۱۲ تنها ٦/٥ ٪ بوده است.

حفظ تعادل در عرصه محیط زیست، سبب تداوم جهان و درنتیجه پایداری بقای انسان و محیطی که در آن زندگی می‌کند خواهد شد، چراکه زندگی انسان بر پایه تعادل زیستی مکان زندگی وی ساخته‌شده است، از این‌رو انسان می‌بایست نقش خود را به‌عنوان عنصری که دارای مسئولیت اخلاقی در رابطه با محیط زیست است و باید منابع بوم‌شناختی و عملکردی را در رابطه‌ای هوشمندانه با خود و محیط تنظیم کند، حفظ نماید. در این راستا استفاده از نور و گرمای طبیعی خورشید با به‌کارگیری راه‌کارهای مناسب در طول شبانه‌روز می–تواند تا حد زیادی پاسخ گوی نیاز انرژی دربخش سرمایش، گرمایش و به‌ویژه روشنایی همچنین حفظ تعادل در عرصه محیط زیست نیز باشد به‌علاوه توزیع مناسب نور روز می‌تواند باعث ذخیره انرژی به ویژه دربخش ساختمان شود. همچنین استفاده درست از نور روز در یک محیط می‌تواند باعث افزایش آسایش کاربران، رضایت‌مندی کاربران در محیط و کاهش استفاده از روشنایی مصنوعی و انرژی الکتریکی شود. برای بهره گیری از انرژی خورشید باید راهی جست تا انرژی پراکنده آن با راندمان بالا و هزینه کم به انرژی قابل مصرف الکتریکی تبدیل شود. جمعیت رو به رشد جهان و استفاده بی‌رویه از ذخایر انرژی سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر می‌تواند به بحران جهانی انرژی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه گرم شدن جهانی زمین و از بین رفتن اکوسیستم‌های طبیعی منجر گردد. وابستگی شدید جوامع صنعتی و کشورهای درحال توسعه به منابع انرژی به خصوص سوخت‌های فسیلی و بکارگیری بی‌رویه آن‌ها، منابع عظیمی را که میلیون‌ها سال جهت به وجود آمدن آن‌ها زمان صرف شده است را به سرعت ازبین می‌برند و این بدان معناست که در آینده نه چندان دور چیزی از آن‌ها باقی نخواهد ماند، از سوی دیگر فرآیندهایی که در تبدیل سوخت فسیلی

به انرژی نقش دارند، نیز به دلیل پخش و گسترش آن‌ها در درازمدت اثرات منفی و مخربی را بر محیط زیست خواهند داشت. درنهایت استفاده از سیستمهای غیر فعال در سرمایش ساختمان یکی از راه‌های کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان می‌باشد. ساختمانهای انرژی صفر معمولاً ساختمان هایی با مصرف انرژی صفر خالص بر مبنای سالانه می باشند که بدین معنا می باشد که مصرف انرژی سالانه در محل می باشد. طراحی یک ساختمان انرژی صفر اساساً کاهش انرژی مصرفی و رفع تقاضا بر یک مبنای سالانه با یک منبع انرژی تجدیدپذیر می باشد.

انتخاب محل ساختمان، تعیین‌کننده شرایط آب و هوایی است که ساختمان در آن قرار می‌گیرد پوشش ساختمان تعیین کننده اثر شرایط محلی بر ساکنین ساختمان است. این پوشش درحقیقت یک پوسته متخلخل است که انرژی، نور، گازها و بخار آب را بین دو طرف خود یعنی ساختمان و محیط اطراف مبادله می‌کند. سیستم‌های تأسیساتی تکمیل کننده قدرت سرمایش، گرمایش و نور قابل حصول از محیط طبیعی اطراف می‌باشند تا آنجا که اگر استفاده از این سیستمهای تکمیلی با قابلیتهای پوشش ساختمان و مشخصات محلی آن مرتبط باشند می‌توان مصرف انرژی را به حداقل رساند. اگر ساختمانی بدون درنظر گرفتن عوامل محیطی طراحی شده باشد، یعنی پوشش ساختمان و تأسیسات مکانیکی و الکتریکی به‌طور مستقل و بدون ارتباط با عوامل دیگر طراحی شده باشند، انتظار می‌رود که مصرف انرژی در ساختمان به حداکثر مقدار خود برسد

اولین قدم برای طراحی ساختمان بهینه از نظر مصرف انرژی، پیروی از اصول طراحی معماری غیرفعال (پسیو) می¬باشد که مراحلی ازقبیل انتخاب بهترین شکل برای پوسته خارجی ساختمان، جهت‌گیری ساختمان، کیفیت بازشوهای ساختمان و غیره است. بدون توجه به این مهم راهی برای دستیابی به بهترین طراحی وجود ندارد.

ساختمان‌ها صفر انرژی می‌توانند از شبکه تأمین انرژی جدا ومستقل باشد. بدین ترتیب انرژی به صورت محلی و از طریق ترکیبی از فناوری‌های تولید انرژی‌های نو از قبیل خورشیدی، بادی و بیوسوخت‌ها تأمین می‌گردد. آن در حالیست که با استفاده از تکنولوژی‌های خاص برای سیستم‌های روشنایی و گرمایش و سرمایش فوق پربازده در مصرف هر چه کمتر انرژی تلاش شده‌است. به عبارت دیگر در یک ساختمان انرژی صفر قبل از تولید انرژی پاک به بهینه‌سازی مصارف انرژی در بخش‌های مختلف ساختمان پرداخته شده‌است و با استفاده هوشمندانه از تکنولوژی تجدیدپذیر تعادل میان تولید و مصرف انرژی برقرار می‌کند.پژوهش حاضر در زمینه طراحی ساختمانهای صفر انرژی با توزیع روشنایی طبیعی در فضاهای داخلی، کاهش مصرف انرژی و ایجاد یک معماری اقلیمی و پایدار در محله ولیعصر تبریز با استفاده از روش‌های محاسباتی و شبیه‌سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. رویکرد اصلی در این تحقیق حرکت به سمت معماری پایدار، حفظ محیط زیست، کاهش مصرف انرژی و آلودگی هوا با استفاده از ساختمان‌های صفر انرژی (ZEB) بوده است. در این مقاله مدل‌های مورد نظر برای یک فضای اتاقک مدل‌سازی شده، از نظر میزان فاکتور نور روز و مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی در جهت توزیع مناسب و

یکنواخت روشنایی روزانه برای رسیدن به آسایش کاربران کاربران اتاق و همچنین کاهش مصرف انرژی سالانه فضا در ولیعصر شهر تبریز بررسی شده است.

پس از بررسی نتایج شبیه‌سازی‌ها، برای ۱۶ مدل هندسی(A-P) اتاق، با وجود حالت‌های مختلف برای سیستم‌های غیر فعال خورشیدی (جذب مستقیم، دیوار ترومب و گلخانه) مشخص شده است که برای هر یک از این نوع سیستم‌ها یک حالت بهینه در میان سایر سناریو از نظر دست‌یابی به اهداف تحقیق به صورت مناسب تری عمل نموده است. به این صورت که به ترتیب حالات؛ (در روش جذب مستقیم)C ، (در دیوار ترومب)G، (در گلخانه‌ای) L به عنوان مدل‌های بهینه انتخاب شده‌اند. در انتخاب این مدل‌ها به نتایج به دست آمده برای چگونگی توزیع روشنایی درداخل فضا و میزان مصرف انرژی به عنوان متغیر وابسته توجه شده است. در همه مدل‌سازی‌ها هدف ایجاد یک فضای معماری مطلوب در جهت دست یابی به روشنایی مناسب و کاهش مصرف انرژی، جهت رسیدن به اهداف تحقیق بوده در منطقه مورد مطالعه است. با توجه به نتایج به دست آمده در ولیعصر شهر تبریز برای فاکتور نور روز، توزیع شدت روشنایی در میان مدل‌های (در روش جذب مستقیم) C، (در دیوار ترومب)G، (در روش گلخانه‌ای) L نسبت به سایر سناریوها به صورت مناسب تری بوده است. همچنین میزان مصرف انرژی در این سه مدل نهایی به ترتیب توانسته است تا ۱۰، ٤٠ و ۲۰ درصد کاهش یابد. در واقع با استفاده از سیستم جذب مستقیم به صورت پنجره‌های کشیده همراه با سایبان در جبهه جنوبی بنا، دیوار ترومپ به صورت مجزا و عقب و جلو آمده و همچنین فضای گلخانه‌ای با داشتن سقف شیبدار بدون حائل میانی می‌توان به حداکثر استفاده مفید از انرژی روشنایی خورشیدی در داخل فضا در جهت دست یابی به اهداف تحقیق دست یافت. نتایج نشان داد که با اجرای یک معماری خوب و کارآمد می‌توان بر سایر جنبه‌های معماری، آسایشی، محیطی، اقلیمی و اقتصادی نیز تاثیر گذار بود و گامی به سمت رسیدن به یک معماری پایدار براساس ساختمان‌های صفر انرژی برداشت. علاوه بر این، در منطقه آب و هوایی سرد تبریز که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، باید از استراتژی‌های منطبق باشرایط آب و هوایی با ساخت ساختمان صفر انرژی برای دستیابی به هدف اصلی استفاده شود. استراتژیهایی مانند منبع انرژی جایگزین (خورشیدی، پمپ حرارتی آب زیرزمینی و...)، استراتژیهای طراحی خورشیدی غیرفعال، عملکرد بالای پوشش ساختمان، روشنایی طبیعی و روشنایی روز و مصرف انرژی کم از اجزای ساخت ساختمان با انرژی صفر محسوب می‌شوند.

References

Aksamija, A. (2015). Regenerative Design of Existing Buildings for Net-Zero Energy Use. Procedia Engineering, 118, 72–80 http: //dx. doi. org/10. 1016/j. proeng. 2015. 08. 405.

Alhuwayil, W. K. , Mujeebu, M. A. , & Algarny, A. M. M. (2019). Impact of external shading strategy on energy performance of multi-story hotel building in hot-humid climate. Energy, 169, 1166-1174.

Ascione, F, Bianco, N. , de Rossi, F, Masi, R. F. D. , & Vanoli, G. P. (2016). Concept, Design and Energy Performance of a Net Zero-Energy Building in Mediterranean Climate. Procedia Engineering, 169, 26–37. http: //dx. doi. org/10. 1016/j. proeng. 2016. 10. 004

Ascione F, Bianco. N, De Masi. R. F, Dousi. M, Hionidis. S, Kaliakos. S, Mastrapostoli. E, Nomikos. M, Santamouris. M, Synnefa. A, Vanoli. G. P, Vassilakopoulou. K, (2016), Design and

performance analysis of a zero-energy settlement in Greece, Int Jnl of Low-Carbon Technologies, 12(2), 141–161, https: //doi. org/10. 1093/ijlct/ctw003.

Attia S. (2018), Evolution of definitions and approaches. Net zero energy buildings (NZEB) Butterworth-Heinemann; 21–51. https: //doi. org/10. 1016/B978-0-12-812461-1. 00002-2.

Bagozzi, R. P. , Sekerka, L. E. , & Sguera, F. (2018). Understanding the consequences of pride and shame: How self-evaluations guide moral decision making in business. Journal of Business Research, 84, 271-284.

Basiri M, Zeinali Azim A, (2019), The Impact of Urban Furniture on the Quality of the Urban Environment (Case Study of Imam Tabriz Street from Saat Square to Abersan), Geography (Regional Planning), 9 (3), 229-248 .

Briga-Sa, A., Martins, A, Boaventura-Cunha, J, Lanzinha, J. C& Paiva, A. (2014). Energy performance of Trombe walls: Adaptation of ISO 13790: 2008 (E) to the Portuguese reality. Energy and Buildings, 74, 111-119.

Campaniço, H, Soares, P. M. M, Hollmuller, P& Cardoso, R. M. (2016). Climatic cooling potential and building cooling demand savings: High Resolution spatiotemporal analysis of direct ventilation and evaporative cooling for the Iberian Peninsula. Renewable Energy, 85, 766–776. http: //dx. doi. org/doi: 10. 1016/j. renene. 2015. 07. 038.

Chel, A. , Tiwari, G. , & Chandra, A. (2009). A model for estimation of daylight factor for skylight: an experimental validation using pyramid shape skylight over vault roof mud-house in New Delhi (India). Applied Energy, 86(11), 2507-2519.

Consulting Engineers Arse, (2013), Tabriz City Studies

Dangol, R, Kruisselbrink, T& Rosemann, A. (2017). Effect of window glazing on colour quality of transmitted daylight. Journal of Daylighting, 4(2), 37-47.

D'Agostino, D. , & Parker, D. (2018). Data on cost-optimal Nearly Zero Energy Buildings (NZEBs) across Europe. Data in Brief, 17, 1168–1174. http: //dx. doi. org/doi: 10. 1016/j. dib. 2018. 02. 038.

DeCarolis, J, Daly, H, Dodds, P, Keppo, I, Li, F, McDowall, W, Usher, W. (2017). Formalizing best practice for energy system optimization modelling. Applied Energy, 194, 184-198.

Doulos, L, Tsangrassoulis, A& Topalis, F. (2008). Quantifying energy savings in daylight responsive systems: The role of dimming electronic ballasts. Energy and Buildings, 40(1), 36-50.

Elbeltagi, E, Wefki, H, Abdrabou, S, Dawood, M& Ramzy, A. (2017). Visualized strategy for predicting buildings energy consumption during early design stage using parametric analysis. Journal of Building Engineering, 13, 127-136.

Esbensen T. V, Korsgaard V. (1977), Dimensioning of the solar heating system in the zero energy house in Denmark. Sol Energy 1977; 19: 195–9. https: //doi. org/10. 1016/0038-092X(77)90058-5.

Hachem, C, Athienitis, A& Fazio, P. (2014). Energy performance enhancement in multistory residential buildings. Applied Energy, 116, 9-19.

Heidarinejad, M, Cedeño-Laurent, J. G, Wentz, J. R, Rekstad, N. M, Spengler, J. D& Srebric, J. (2017). Actual building energy use patterns and their implications for predictive modeling. Energy conversion and management, 144, 164-180.

Heravi, G, Nafisi, T& Mousavi, R. (2016). Evaluation of energy consumption during production and construction of concrete and steel frames of residential buildings. Energy and Buildings, 130, 244-252.

Hirota, A. ; Otsuka, A. ; Yoshida, T. (2020), Energy Saving Technologies in Home Appliances. Available online: http: //www. hitachi. com/rev/pdf/2008/r2008_05_109. pdf (accessed on 20 February 2020).

Hosseini, S. M. , Mohammadi, M. , Rosemann, A. , & Schröder, T. (2018). Quantitative investigation through climate-based daylight metrics of visual comfort due to colorful glass and orosi windows in Iranian architecture. Journal of Daylighting, 5(2), 21-33.

Khavari, A. M. , Pei, S. , & Tabares-Velasco, P. C. (2016). Energy consumption analysis of multistory cross-laminated timber residential buildings: a comparative study. Journal of Architectural Engineering, 22(2), 04016002.

Kousalyadevi, G. , & Lavanya, G. (2019). Optimal investigation of daylighting and energy efficiency in industrial building using energy-efficient velux daylighting simulation. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 18(4), 271-284.

Kurian, C. P. , Aithal, R. S. , Bhat, J. , & George, V. (2008). Robust control and optimisation of energy consumption in daylight-artificial light integrated schemes. Lighting Research & Technology, 40(1), 7-24.

Lai, C. -M. , & Hokoi, S.(2015). Solar façades: A review. Building and Environment, 91, 152-165.

Laustsen J. (2008), Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. International Energy Agency (IEA); 2008. 477–88.

Li, D. H. , & Lam, J. C. (2001). Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls. Energy and Buildings, 33(8), 793-803.

Liu, S. , Kwok, Y. T. , Lau, K. K. -L. , Chan, P. W. , & Ng, E. (2019). Investigating the energy saving potential of applying shading panels on opaque facades: A case study for residential buildings in Hong Kong. Energy and Buildings, 193, 78-91.

Liu, Z. , Zhou, Q. , Tian, Z. , He, B. , & Jin, G. (2019). A comprehensive analysis on definitions, development, and policies of nearly zero energy buildings in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 114, 109314. http: //dx. doi. org/doi: 10. 1016/j. rser. 2019. 109314.

Loutzenhiser, P. G. , Maxwell, G. M. , & Manz, H. (2007). An empirical validation of the daylighting algorithms and associated interactions in building energy simulation programs using various shading devices and windows. Energy, 32(10), 1855-1870.

Iyer-Raniga, U. (2019). Zero Energy in the Built Environment: A Holistic Understanding. Applied Sciences, 9(16), 3375. http: //dx. doi. org/doi: 10. 3390/app9163375.

(NIST) National Institute of Standard and Technology, (2015), Design Challenges of the NIST Net Zero Energy Residential Test Facility Retrieved form http: //dx. doi. org/10. 6028/NIST. TN. 1847

Omar, O. , García-Fernández, B. , Fernández-Balbuena, A. Á. , & Vázquez-Moliní, D. (2018). Optimization of daylight utilization in energy saving application on the library in faculty of architecture, design and built environment, Beirut Arab University. Alexandria engineering journal, 57(4), 3921-3930.

Omar, O. (2020). Near Zero-Energy Buildings in Lebanon: The Use of Emerging Technologies and Passive Architecture. Sustainability, 12(6), 2267. http: //dx. doi. org/doi: 10. 3390/su12062267.

Pajek, L. , & Košir, M. (2017). Can building energy performance be predicted by a bioclimatic potential analysis? Case study of the Alpine-Adriatic region. Energy and Buildings, 139, 160-173.

Ruck, N. (2006). International Energy Agency's Solar Heating and Cooling Task 31,'Daylighting Buildings in the 21 {sup st} Century'.

Shahdan, M. , Ahmad, S. , & Hussin, M. (2018). External shading devices for energy efficient building. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Salem, R. , Bahadori-Jahromi, A. , & Mylona, A. (2019). Investigating the impacts of a changing climate on the risk of overheating and energy performance for a UK retirement village adapted to the nZEB standards. Building Services Engineering Research and Technology, 40(4), 470–491. http: //dx. doi. org/doi: 10. 1177/0143624419844753.

Salem, R. ; Ali, B. -J. ; Anastasia, M. ; Paulina, G. ; Cook, D. (2018), Retrofit of a UK residential property to achieve nearly zero energy building standard. Adv. Environ. Res. 7(1). https: //doi. org/10. 12989/aer. 2018. 7. 1. 000.

Shailesh, K. , & Raikar, T. S. (2010). Application of RELUX software in simulation and analysis of energy efficient lighting scheme. International Journal of Computer Applications, 9(7), 24-35.

Stoppel, C. M. , & Leite, F. (2016). Conducting retrospective analyses of building energy models with various levels of available data. Journal of Architectural Engineering, 22(4), A4014002.

Tian Z, Zhang S, Deng J, Fan J, Huang J, Kong W, Perers B, Furbo S. (2019), Large-scale solar district heating plants in Danish smart thermal grid: developments and recent trends. Energy Convers Manag;189: 67–80. https: //doi. org/10. 1016/j. enconman. 2019. 03. 071.

Thalfeldt, M. , Pikas, E. , Kurnitski, J. , & Voll, H. (2013). Facade design principles for nearly zero energy buildings in a cold climate. Energy and Buildings, 67, 309–321. http: //dx. doi. org/doi: 10. 1016/j. enbuild. 2013. 08. 027.

Thomsen, K. E. , Rose, J. , Morck, O. , Jensen, S. O. , & Ostergaard, I. (2015). Energy consumption in an old residential building before and after deep energy renovation. Energy Procedia, 78, 2358-2365.

To, D. W. T. , Sing, L. K. , Chung, T. , & Leung, C. (2002). Potential energy saving for a side-lit room using daylight-linked fluorescent lamp installations. Lighting Research & Technology, 34(2), 121-132.

UN Environment and International Energy Agency. (2017), Towards a zero-emission, ancient, and resilient buildings and construction sector. In Global Status Report 2017; UN Environment and IEA: Paris, France, ISBN 978-92-807-3686-1.

Yi, H. , Srinivasan, R. S. , Braham, W. W. , & Tilley, D. R. (2017). An ecological understanding of net-zero energy building: Evaluation of sustainability based on energy theory. Journal of Cleaner Production, 143, 654–671. https: //doi. org/10. 1016/j. jclepro. 2016. 12. 059.

Wells, L. , Rismanchi, B. , & Aye, L. (2018). A review of Net Zero Energy Buildings with reflections on the Australian context. Energy and Buildings, 158, 616–628. https: //doi. org/10. 1016/j. enbuild. 10. 055.

Zeinali, F., (2017), A Comparative Recognition of the Change and Evolution of the Functional Concept of Yard in the Iranian Housing Construction System: A Case Study: Valiasr and Astronomy Areas of Tabriz, M.Sc. .

Zhang J, Zhou N, Hinge A, Feng W, Zhang S. (2016), Governance strategies to achieve zeroenergy buildings in China. Build Res Inf 2016;44: 604–18. https: //doi. org/10. 1080/09613218. 2016. 1157345.

Zomorodian, Z. S. , & Tahsildoost, M. (2017). Assessment of window performance in classrooms by long term spatial comfort metrics. Energy and Buildings, 134, 80-93.

Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2021, Vol. 13. No 2

Investigating the role of passive solar systems in zero-energy urban buildings, for comfort and reducing energy consumption (Case study: Valiasr, Tabriz)

Alireza Asghari
Ph.D. Student in Architecture, Jolfa International Branch, Islamic Azad University, Jolfa, Iran
Aida Maleki Gavgani
Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning,
Islamic University of Arts, Tabriz, Iran
Hassan Ebrahimi Asl*
Assistant Professor of Architecture, Jolfa International Branch,
Islamic Azad University, Jolfa, Iran
Hassan Sattari Sarbangholi
Associate Professor of Architecture and Urban Planning, Tabriz Branch,
Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Abstract

With the rapid development of urbanization, population growth and uncontrolled construction, energy consumption in buildings is expected to exceed 55% in the near future. Currently, about 40% of the world's energy is consumed by buildings, which increases carbon dioxide emissions and makes the environment more dangerous. If you try in the last decade to pay significant attention to buildings with zero energy requirements. Maximum use of natural daylight can reduce energy consumption and heating space. In this regard, the use of passive systems in urban buildings as an architectural element will have a high impact on increasing user comfort and also reducing energy consumption. If our goal is to use zero energy in urban systems, it will be activated in inactive urban systems (direct absorption, if necessary, for the convenience of users (uniform distribution of daylight) and the reduction of available energy. Trumpet wall, greenhouse). The present research method is descriptive-analytical and available. Survey in Valiasr, Tabriz, using experimental library studies, mathematical calculations to obtain the amount of solar radiation on the ground at the site and also simulations in the design software and field studies have been done. According to the results obtained for the daylight factor, there is a strong distribution of light among the models (in direct absorption) G, (in the thrombus wall) G, (in the greenhouse) L compared to other scenarios in the most appropriate way. . It also reduces power consumption in these three final models by up to 10, 40 and 20%, respectively.

Keywords: Natural light distribution, energy reduction, passive solar systems, Dizan Builder software, zero energy building

* (Corresponding author) hasan.ebrahimi@gmail.com