فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
دوره ۱۲، شماره ٤٩، زمستان ١٤٠١
صص: ٤٤٨-٤٣٠

شبیه سازی ساختمان‌های مسکونی با مولفه های مختلف معماری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در شهر تهران(مطالعه موردی منطقه ۱)

زهره عباس زاده
دانشجوی دکتری معماری، واحد بین الملل جلفا، دانشگاه آزاد اسلامی، جلفا ،ایران
مسعود حق لسان[۱]
استادیار دانشگاه ازاد اسلامی، واحد ایلخچی، گروه معماری، ایلخچی، ایران
حسن ابراهیمی اصل
استادیار دانشگاه ازاد اسلامی، واحد بین الملل جلفا، گروه معماری، جلفا، ایران

چکیده
در ایران، بخش ساختمان حدود ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های تقاضای انرژی بخش مسکونی است. به طوری که بیش از یک سوم مصرف انرژی در کشور را تقاضای انرژی بخش مسکونی تشکیل می‌دهد. لذا در این پژوهش الگوهای بهینه معماری ساختمان‌های مسکونی از نقطه نظر انرژی را به صورت علمی مطالعه و با مقایسه‌ی میزان مصرف انرژی در محدوده مطالعاتی مدنظر و با بررسی نمونه‌های طراحی ساختمان-های متداول در منطقه ۱ تهران و مدل سازی آنها به کمک نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر میزان انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش ساختمان و تأثیر فاکتورهای مختلف در مصرف انرژی ساختمان محاسبه گردید. سنتز مطالعات بیانگر این است که با روش‌های ساده طراحی معماری داخلی و خارجی ساختمانهای مسکونی می‌توان مصرف انرژی در مناطق مورد مطالعه را تا حدود ۴۰ درصد کاهش داد و همچنین با تدوین معیارها و ضوابط معماری برای مناطق مختلف شهر تهران و نیز بکارگیری این ضوابط در طراحی آنها می‌توان به کاهش عمده‌ای در مصرف انرژی ساختمان‌ها و بهره‌وری انرژی دست یافت. کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها با طراحی معماری سبب می‌شود که این شیوه از بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها، تناسب زیادی با شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی ساکنین این مناطق داشته و در اجرا از موفقیت بالایی برخوردار باشد.

کلیدواژگان: الگوهای بهینه مصرف انرژی، ساختمان‌های مسکونی، دیزاین بیلدر، منطقه ۱ تهران.

[۱]. نویسنده مسئول: m.haghlesan@iauil.ac.ir

مقدمه

با توجه به گستردگی کشور از نظر وجود عوارض طبیعی که موجب بروز شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوت در نقاط مختلف کشور می‌شود، لزوم پیش‌بینی شکل خاصی از محیط‌های زیست انسانی و یا فرم معمارانه منطبق بر اقلیم برای هریک از مناطق کشور ضرورتی انکارناپذیر است. با توجه به ایده‌های معماری و با بهره‌گیری از عوامل طبیعی در بخش عمده‌ای از سال ایجاد شرایط مناسب از نظر مصرف انرژی و آسایش انسانی در ساختمانهای مسکونی و عمومی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. مصرف انرژی در ساختمان بستگی به ساختار و فرم هندسی و نحوه طراحی اجزای مختلف آن و شرایط اقلیمی دارد. عوامل دیگری همچون نحوه اشغال و استفاده از فضاها، کارکرد تجهیزات و تاسیسات و الگوی نگهداری آنها در درجه دوم اهمیت قرار دارند. از طرف دیگر پیشرفت‌های فنی، تحولات و تنوع روشها در زمینه ساخت و بهره‌برداری از ساختمان در زمینه مصرف انرژی حائز اهمیت می‌باشد. (دهقانی، ۱۳۸٦) امروزه بهره گیری از راهکارهای فناورانه و طراحی معماری غیرفعال جهت شکل-گیری ساختمان‌های مسکونی بهره‌ور در مصرف انرژی توسعه یافته است؛ با این حال، کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها در حد انتظار به نظر نمی‌رسد. چرایی بروز این مسأله، با ماهیت پیچیده رفتار ساکنان آنها در مصرف انرژی پیوند می‌یابد که عامل مهمی جهت مرتبط ساختن خلأ بین میزان مصرف انرژی پیش‌بینی شده و واقعی در ساختمانهای مسکونی است (رضایی،۱۳۹٦: ۳۹). طبق آمارهای مراجع رسمی، درحـال حاضر بخش اعظم انرژی‌های تولید شده در محیط مصنوع استفاده می‌شود، به طوریکه ٤١ درصد از انرژی تولید شده در کشور در این بخش به مصرف می‌رسد (مهدوی نیا، ۱۳۹٤). ساختمانها یکی از مصرف کننده‌های اصلی انرژی و مصالح هستند، که توجه به مقدار مصرف انرژی و کنترل میزان هدررفت و سعی بر افزایش میزان بازدهی و بهره‌وری می‌تواند سهم عمده‌ای در کاهش مصرف سرانه انرژی و جلوگیری از مصرف سوخت‌های فسیلی که خود در برگیرنده بسیاری از معضلات ناشی از مصرف بی‌رویه هستند، داشته باشد. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده، شهر تهران که دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای کشور و جایی‌است که بیشترین حوزه مصرف انرژی آن، در بخش مسکونی رخ می‌دهد برای مطالعه و بررسی تاثیر شیوه‌های معمارانه بر مصرف انرژی ساختمان‌ها انتخاب شده است. شهر تهران دو مشخصه بارز دارد که برای تامین طبیعی انرژی ساختمانها مناسب‌اند. این دو شامل موارد زیر می‌باشد؛ تابش خورشید در این منطقه حتی در زمستان بسیار زیاد است بطوریکه گرمایش غیرفعال خورشیدی ساختمانها امکانپذیر است. همچنین رطوبت نسبی هوای این منطقه، بویژه در تابستان پایین است و این امر امکان سرمایش غیرفعال و نیمه فعال را قابل استفاده می‌نماید. در این پژوهش برآنیم تا با عنوان و هدف مطالعه الگوهای بهینه معماری ساختمانهای مسکونی از این نظر و شناسایی متغیرهایی که عوامل و شاخص‌های آن بر نحوه صحیح طراحی‌ساختمان مسکونی در مصرف انرژی تاثیرگذار است به عنوان متغیر مستقل و ساختمان‌های مسکونی در منطقه ۱ شهر تهران به عنوان متغیر وابسته می‌باشد، سعی بر این‌است تا با بررسی تئوری‌ها و شناخت روش‌های موجود به تبیین و تشریح پارامترهایی برای به حداقل رساندن انرژی‌های مورد نیاز در ساختمان‌ها پرداخته شود و در مرحله بعد به طراحی ساختمان‌های مسکونی متناسب با اقلیم ایران بطور عام و شرایط آب و هوایی شهر تهران به صورت خاص می‌پردازیم. برای رسیدن به این منظور، با استفاده از اصول بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ها،

بررسی شرایط آب و هوایی شهر تهران و مناطق مختلف آن، سعی می‌شود تا مصرف انرژی سالیانه، با تاکید بر کاهش مصرف انرژی تا اندازه ممکن کاهش یابد.

این تحقیق از نظر هدف توسعه ای و به لحاظ ماهیت کاربردی می باشد. جامعه آماری در پژوهش حاضر خانه های ساکن در دو منطقه۱ از شهر تهران است. لازم به توضیح اینکه روش نمونه گیری در این پژوهش نیز به صورت نمونه گیری سیستماتیک می باشد که براین اساس از هر منطقه یک ساختمان مسکونی ٦ طبقه انتخاب و شبیه سازی با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر انجام گرفته است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استدلال منطقی انجام خواهدگرفت. بررسی ساختار و فرم و کالبد و طراحی داخلی ساختمان‌ها جهت به تعادل رساندن انرژی تولیدی و مصرفی با شبیه‌سازی و مدل‌سازی کامپیوتری با نرم افزار Design Builder تحلیل تجربی و تطبیق دست آوردها و نتایج با علوم مربوطه در جهت اثبات فرضیه‌ها و ارایه مدل‌های پیشنهادی برای مناطق مورد نظر می‌باشد.

جدول ۱. متغیرهای تحقیق

مولفه اصلی	مؤلفه‌های فرعی
بهینه سازی مصرف انرژی	سایبان، مساحت بازشوها و اندازه پنجره‌ها، جهت‌گیری و تنوع مصالح در دیوارهای خارجی و عایق‌کاری دیوارهای خارجی و استفاده از رنگها (تیره و روشن)

منبع: (مطالعات اسنادی نگارندگان، ۱٤۰۰).

مبانی نظری

طراحی پایدار نوعی از معماری است که از حداکثر استعدادهای محیطی برای آسایش مصرف کنندگان سود می‌جوید و ابزارها و راهکارهای هوشمندانه‌ای در این راه به کار می گیرد در حالی که شرایط نامطلوب حاصل از ساخت و ساز را به حداقل سوق می دهد (رازگردانی، ۱۳۹۳). مطالعه تاثیر اقلیم بر خانه سازی و آسایش انسان نوآوری جدیدی نمی‌باشد و از لحاظ تاریخی به سده چهارم قبل از میلاد و احتمالاً خیلی قبل از آن بر می‌گردد. توجه به نیروهای طبیعی و زوال ناپذیری چون آفتاب، باد و بهبود بخشیدن به شرایط حرارتی فضاهای زیستی از دیرباز در کشور ما معمول بوده است(اسداللهی، ۱۳۹۲) استفاده از این نیروها در ساختمان به صرفه جویی در مصرف سگوخت و مهمتر از آن به ارتقای کیفیت آسایش و بهداشت محیط‌های مسکونی و سالم سازی محیط زیست منتهی می شود. از نظر کنترل فضاهای داخلی ساختمان، اولین گام در استفاده از انرژی های طبیعی، هماهنگ سازی ساختمان و به طور کلی محیط مسکونی با شرای اقلیمی حاکم بر آن است (وکیلی نژاد، ۱۳۹۳). ساخت و ساز پایدار این چنین تعریف شده است؛ مدیریت یک محیط پاک و سالم براساس بهره برداری از منابع طبیعی و اصول اکولوژیکی. هدف از طراحی ساختمانهای پایدار کاهش آسیب آن بر روی محیط و منابع انرژی و طبیعت است که شامل قوانین زیر می باشد (D'Oca et al, 2017):

ـ کاهش مصرف منابع غیرقابل تجدید.

ـ توسعه محیط طبیعی.

ـ حذف یا کاهش مواد سمی و یا آسیب رسان بر طبیعت ساختمان سازی.

بنابراین به طور خلاصه می توان ساختمان پایدار را اینچنین تعریف نمود، ساختمانی که ناسازگاری و مغایرت را با

محیط طبیعی پیرامونی خود و در پهنه وسیع‌تر با منطقه و جهان دارد. تکنیک های ساختمانی در یک پهنه وسیع در جهت تامین کیفیت یکپارچه از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیطی می‌کوشند. بنابراین استفاده معقول از منابع طبیعی و مدیریت مناسب ساختمان‌سازی حفظ منابع طبیعی محدود و کاهش مصرف انرژی کمک نموده (محافظت انرژی) باعث بهبود کیفیت محیطی می‌شود (Delzendeh, & Wu, 2017). مسکن اسم مکان است بر وزن مفعل به معنای محل آرامش و سکونت که از ماده سکن به معنی آرامش و در اصطلاح به مکانی می‌گویند که انسان در آن زندگی می کند. در لغت‌نامه دهخدا مسکن چنین معنی شده: جای باشش و خانه، منزل و بیت، جای سکونت و مقام، جای آرام...(احمدی، ۱۳۹٤). ساختمان عبارت است از بنائی که بوسیله دیوار از دیگر بناهای همجوار خود، یک بنای مستقل و مجزا و استواری را تشکیل می دهد و شامل یک یا چند اطاق و یا هر نوع فضای مسقف دیگر می باشد که بمنظور سکونت، کسب و یا استفاده توأم و یا دیگر مقاصد ساخته شده باشد (زارعی، ۱۳۹۲). منظور از مستقل بودن داشتن درب ورودی و خروجی مستقل به گذرگاه عمومی و منظور از جدا بودن و داشتن دیوارهای خارجی مشترک یا مستقل است. واحد مسکونی : عبارت است از یک ساختمان و یا قسمت مستقلی از یک ساختمان که در آن یک یا چند خانوار سکونت دارند. از مهمترین موضوعاتی که در چند دهه اخیر مورد توجه اکثر کشورهای صنعتی پیشرفته قرار گرفته است، بحث بهینه‌سازی مصرف انرژی به دلیل کاهش ذخایر انرژی جهان و آلودگی های ناشی از آن می‌باشد. یکی از جنبه‌های مهم کاربرد انرژی در ساختمان‌ها، عملکرد حرارتی آنها می‌باشد. پیش‌بینی عملکرد حرارتی ساختمان‌ها در راستای تخمین میزان بار سرمایشی و گرمایشی مورد نیاز ساختمان با حفظ شرایط آسایش ساکنین، حائز اهمیت است. یکی از پارامترهای تأثیرگذار در رفتار حرارتی یک بنا، انتقال حرارت از طریق پوسته ی خارجی آن ساختمان می باشد. به همین دلیل، ارائه راهکارهای بهینه سازی پوسته‌ی خارجی در پروسه ی ممیزی انرژی در اولویت قرار می گیرد. منظور از بهینه سازی مصرف در یک ساختمان این است که مقادیر ضریب انتقال حرارت کلی برای دیوارها، پنجره ها، سقف و نوع پنجره ها، ظرفیت حرارتی مصالح و سیستم های تهویه مطبوع را تغییر داده، نتایج را تحلیل نموده و بهینه ترین حالت، با کمترین میزان مصرف انرژی را انتخاب کنیم(خداکرمی و همکاران ،۱۳۹۷).

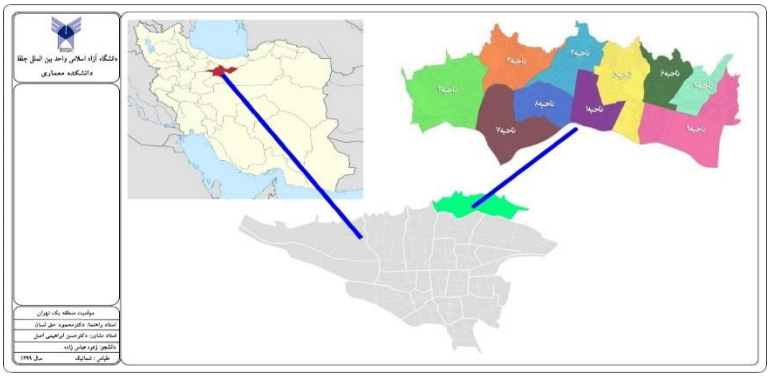
کریم پور (۱۳۹٤) در بررسی تاثیر مولفه های طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی با استفاده از مدل های شبیه سازی در شهر تهران با استفاده از روش های مختلف پیش بینی و نرم افزارهای گوناگون، روند مصارف آتی آنها را پیش بینی نموده است. ناصری و مهرگانی (۱۳۹۵) بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی ساختمان های مسکونی بر میزان مصرف انرژی در شهر خرم آباد، با مدل پیشنهادی با استفاده از روشهای ارزیابی، موردارزیابی قرار گرفته شده است. راستی و روشن (۱۳۹٦) در ارزیابی کاهش مصرف انرژی در ساختمان مسکونی با توجه به جهت گیری بهینه و درصد بازشوها در شهر انزلی، نتایج این مدل باتخمین حاصل از سری‌های زمانی مقایسه گردید. سپس در این رساله، توسعه شبیه سازی کامپیوتری به منظور تولید متغیرهای تصادفی مصرف مصرف برق ماهیانه صورت پذیرفته و شبکه عصبی توسعه یافته است. شیوفنگ و همکاران (۲۰۱۹) دو رویکرد برای سنتز داده‌های مصرف انرژی مسکونی مقیاس‌پذیر به نحوه مصرف انرژی و صرفه جویی آن در مساکن پرداخته اند. دلزنده و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر رفتارهای ساکنان بر تجزیه و تحلیل انرژی ساختمان: بر برآنالیز اثر ویژگی‌های ساختمان و تکنیکهای ساخت بر مصرف انرژی الکتریسیته ساختمان مسکونی پرتغال بود نتایج این آنالیز وجود رابطه قوی میان

ویژگی های ساختمان و میزان ومصرف انرژی الکتریسیته بخش مسکونی را تایید نمودند. کاووسیان و همکاران (۲۰۱۳)، در مقاله خود به ارائه یک متدولوژلی برای استخراج درخت تصمیم از داده‌های ورودی تولید شده از شبکه های عصبی آموزش دیده به انجام مستقیم آن توسط داده‌ها، پرداختند از الگوریتم ژنتیک برای آموزش شبکه عصبی استخراج پروتوتایپ ها استفاده شد. درادامه، یک مکانیزم انتخاب پرتوتایپ به منظور به انتخاب زیرمجموعه آن به کاربرده شده است. دوروتا و چویدوک، (۲۰۱٦) در تحقیق خود ، به سوی گزینه های مدرن حفظ انرژی در ساختمان ها، آنها نشان دادند که چگونه مدلهای مختلف بهینه یابی، عرضه و تقاضا و مدل های شبکه عصبی برای کاربرد موردنظر ایجاد شده و تطبیق داده می شوند. فابی و همکاران (۲۰۱۳) روش‌شناسی برای مدل‌سازی رفتار انسانی مرتبط با انرژی: کاربرد رفتار باز کردن پنجره در ساختمان‌های مسکونی در شبیه سازی ساختمان، از مدل های رگرسیونی توسعه یافته برای تعیین رابطه همبستگی بین رفتار پنجره و کل مصرف انرژی ساختمان، با کاربرد یک شاخص جدید، بهره گرفتند.

محدوده مورد مطالعه

منطقه ۱ تهران در شمال شهر تهران و با مساحتی حدود ۳٦۰٤ هکتار می باشد .جمعیت این منطقه ۱ براساس سرشماری سال ۱۳۹۵؛ ٤۸۷۵۰۸ نفر بوده که ۲۳۸٦۹۳ نفر آن مرد و ۲٤۸۸۱۵ نفر آن زن می باشد.

انبوه ساختمان‌های آماده و نیمه ساخت در آینده‌ای نزدیک، جمعیت منطقه را به مرز ۵۰۰ هزار نفر خواهد رساند (مرکزآمار ایران، ۱۳۸۵). این منطقه به نسبت سایر مناطق تهران از تراکم ساختمانی و جمعیتی کمتری برخوردار است. به طوری که متوسط تراکم ساختمانی ۱۰۸.۲ مترمربع در هر هکتار و متوسط تراکم خالص مسکونی ۱۸۲.۵ نفر در هکتار می‌باشد، ولی کلیه سطوح و محلات منطقه از وضعیت یکسانی برخوردار نیستند. کاربری عمده منطقه مسکونی است و حضور کاربری‌های فرامنطقه‌ای و فراشهری به ویژه کاربری‌های بین‌المللی دیپلماتیک و گردشگری در منطقه از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. منطقه یک تهران به دلیل قرارگیری در بالادست تهران و دارا بودن آب و هوای مناسب بیش از سایر مناطق مورد توجه اقشار پردرآمد بوده و جمعیت آن همواره در حال افزایش است. این منطقه از طرف شمال محدود به ارتفاعات ۱۸۰۰ متری دامنه جنوبی کوههای البرز، از جنوب به بزرگراه چمران حد فاصل دو راهی هتل آزادی و بزرگراه مدرس و پل آیتالله صدر و از غرب به اراضی رودخانه درکه و از شرق نیز به انتهای بزرگراه ارتش ـ کارخانه آسفالت و منبع نفت شمال شرق تهران محدود می‌شود.



شکل ۱. موقعیت منطقه ۱ تهران در تقسیمات اداری کشور

ماخذ: نگارنده،۱۳۹۹

یافته‌ها

شبیه سازی مولفه‌های طراحی معماری

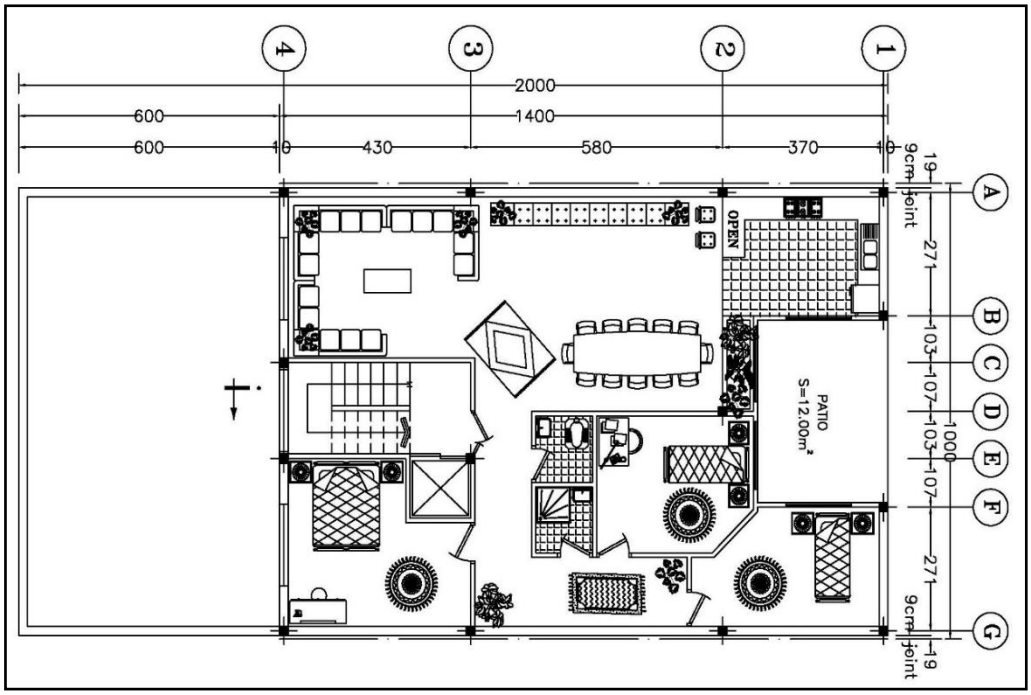
طراحی یک ساختمان مسکونی بهینه از نظر کارآمدی انرژی، به عوامل متعددی بستگی دارد. این عوامل عبارتند از: اقلیم، جهت‌گیری ساختمان، مساحت و نوع پنجره‌ها، آفتابگیرها، فشردگی و کشیدگی ساختمان، ارتفاع ساختمان و ویژگی ساکنین. بنابراین تصمیم گیری در مورد انتخاب بهترین نمونه برای هر یک از عوامل ساختمانی فقط بر پایه اقلیم و جدا از دیگر عوامل، به راحتی امکان‌پذیر نیست. یافتن نمونه بهینه برای یک متغیر از هر عامل، تنها در صورت ثابت بودن شرایط دیگر عوامل و ثابت بودن دیگر متغیرهای همان عامل ممکن خواهد بود. این بخش از کار با تحلیل میان مصرف انرژی ساختمان و شاخصه‌های معماری صورت می‌گیرد و تأثیر آنها را بر میزان مصرف انرژی ساختمان مورد مطالعه قرار می‌دهد. تحلیل‌های شبیه‌سازی در این بخش، رفتار و میزان کارآمدی انرژی را در رابطه با شاخصه‌های متنوع معماری نشان میدهد. همچنین میزان کاهش یا افزایش مصرف انرژی ساختمان در رابطه با عناصر ساختمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نمودارها و جداول آتی، میزان مصرف انرژی یک ساختمان را در رابطه با مولفه‌های معماری مختلف به وضوح به تصویر می‌کشد. همچنین تأثیر تغییر در مقادیر مولفه‌های معماری بر مصرف انرژی ساختمان را آشکار می‌سازد. در این بخش ساختمانها توسط نرم افزار دیزاین بیلدر که یک نرم افزار پویا و توسعه یافته در محاسبه میزان مصرف انرژی در ساختمان است، شبیه سازی شده‌اند. نمونه‌های انتخاب شده به منظو شبیه سازی در هر منطقه یک ساختمان مسکونی ٦ طبقه مسکونی می‌باشد که سازمان فضایی کالبدی این ساختمانها نیز براساس شرایط متعارف واحدهای مسکونی در منطقه ۱ شهر تهران انتخاب شده اند.

هدف از این بخش، داشتن یک برداشت صحیح و فهم عمیق از رفتار پیچیده انرژی ساختمان در رابطه با طراحی معماری می‌باشد. در واقع خروجی‌ها می‌توانند به عنوان یک مرجع مناسب برای معماران و متخصصان ساختمان به منظور یک طراحی معماری انرژی کارآمد در اقلیم گرم و خشک ایران به کار روند. براساس نتایج شبیه‌سازی‌ها، امکان تدوین قوانینی در مورد عناصر ساختمانی مختلف به وجود می‌آید.

مشخصات مدل ساختمانی نمونه

ساختمانهای نمونه باتوجه به گستردگی مناطق مورد مطالعه در سطح شهرتهران دو آپارتمان ٦ طبقه جنوبی در منطقه ۱ و ۱۲ است که از میان ساختمانهای مسکونی در این دو منطقه مورد مطالعه به منظور شبیه سازی و تحلیل تأثیر هریک از متغییرهای انتخاب شده بر میزان مصرف انرژی، انتخاب شده است. مشخصات و جزئیات هر دو ساختمان در جداول مربوطه به تفکیک قید شده اند. همچنین تمامی اجزای پوشش حرارتی این دو ساختمان شامل دیوارهای خارجی، بام و پنجره ها، دارای عایق حرارتی است. باتوجه به اینکه محدوده آسایش حرارتی شهر تهران در بازه ۲۰/٤ و ۲٦/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد، فرض بر آن است که با عبور دمای محیط از این حدود، تجهیزات مکانیکی گرمایشی و سرمایشی ساختمان استفاده خواهند شد. همچنین ظرفیت حرارتی و انرژی گرمایشی ناشی از تجهیزات دو ساختمان هم در محاسبات در نظر گرفته شده است.

شکل ۲. موقعیت و نمایی از ساختمان مسکونی انتخاب شده در منطقه ۱ تهران (کوی ۱۷ شهریور ـ محله ولنجک)



شکل ۳. پلان تیپ طبقات ساختمان مسکونی نمونه در منطقه ۱ تهران

جدول ۲. مشخصات ساختمان در ساختمان نمونه منطقه ۱

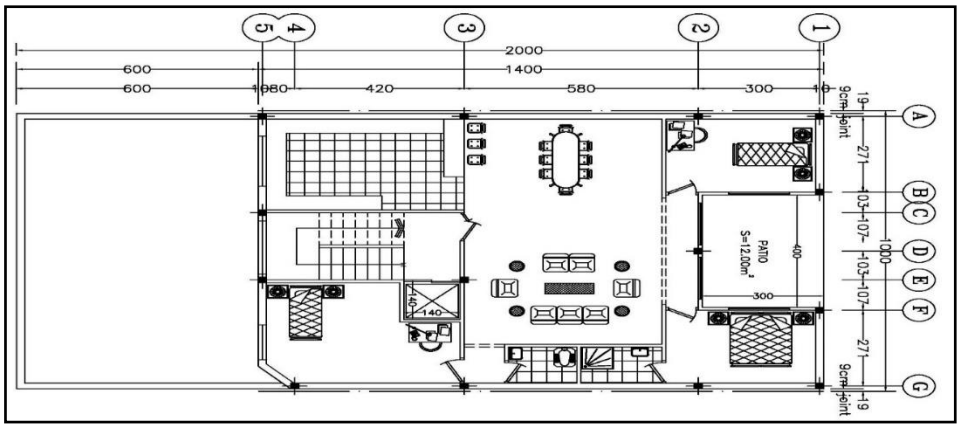
مشخصات ساختمان نمونه	توضیحات
مساحت زمین	۲۰۰ مترمربع (۲۰*۱۰)
نوع بنا	ساختمان نوساز آپارتمانی
زیربنای هر طبقه	۱۲۵.۹۰ مترمربع
جهت گیری	جنوبی
اسکلت ساختمان	تمام متریال بتنی با نمای سنگ تزئینی ـ بلوک سفالی و شیشه
سیستم سرمایش و گرمایش	دیگ، رادیاتور ، دیگ و چیلر، فن کوئل
تعداد طبقات	٦ طبقه به غیر از زیرزمین (زیرزمین ۱٤۰ مترمربع)

تعداد واحد مسکونی	٦ واحد
ارتفاع ساختمان	۲.۸۰ از کف تا زیر سقف و ۳۰ سانتیمتر ضخامت سقف
مساحت دیوارهای خارجی هر طبقه	۱۸ مترمربع
تراکم ساکنین	۳۱.۵ مترمربع به ازای هر نفر
نرخ تغییر هوا	۰.٤۱ در ساعت
میزان مصرف کل انرژی ساختمان (kWh/m^2a)	۲۱.۸۷
ضریب کل هدایت حرارتی دیوارهای خارجی	۰.٤٥ (بام از دال بتنی مسلح)
ضریب کل هدایت حرارتی سقف	۰.٤۰ (دیوارها شامل ۲۵ سانتیمتر بلوک سفالی و ۵ سانتیمتر عایق پلی استایون)

جدول ۳. مقاومت حرارتی سطوح (جسم به هوا) در ساختمان نمونه منطقه ۱

جزئیات و جهت	ضریب مقاومت حرارتی	
	داخلی	خارجی
دیوارها ⟷	٪ ۱۲	٪ ۰٦
سقف و کف ↑	٪ ۱۰	٪ ۰٤
سقف و کف ↓	٪ ۱٥	٪ ۰٤

شکل ٤. موقعیت و نمایی از ساختمان مسکونی انتخاب شده در منطقه ۱۲ تهران (محله خانی‌آباد)



شکل ۵. پلان تیپ طبقات ساختمان مسکونی نمونه در منطقه ۱۲ تهران

جدول ٤. مشخصات ساختمان در ساختمان نمونه منطقه ۱۲

مشخصات ساختمان نمونه	توضیحات
مساحت زمین	۲۰۰ مترمربع (۲۰*۱۰)
نوع بنا	ساختمان نوساز آپارتمانی
زیربنای هر طبقه	۱۲۵.۲۰ مترمربع
جهت گیری	جنوبی
اسکلت ساختمان	تمام متریال بتنی با نمای سنگ تزئینی ـ بلوک سفالی و شیشه
سیستم سرمایش و گرمایش	دیگ، رادیاتور ، دیگ و چیلر، فن کوئل
تعداد طبقات	٦ طبقه به غیر از زیرزمین (زیرزمین ۱۳۷.۷ مترمربع)
تعداد واحد مسکونی	٦ واحد
ارتفاع ساختمان	۲.۸۰ از کف تا زیر سقف و ۳۰ سانتیمتر ضخامت سقف
مساحت دیوارهای خارجی هر طبقه	۱۸ مترمربع
تراکم ساکنین	۲۸.۷ مترمربع به ازای هر نفر
نرخ تغییر هوا	۰.٤۱ در ساعت
میزان مصرف کل انرژی ساختمان (kWh/m^2a)	۳۳.۵
ضریب کل هدایت حرارتی دیوارهای خارجی	۰.٤۵ (بام از دال بتنی مسلح)
ضریب کل هدایت حرارتی سقف	۰.٤۰ (دیوارها شامل ۲۵ سانتیمتر بلوک‌سفالی و ۵ سانتیمتر عایق پلی استایون)

جدول ۵. مقاومت حرارتی سطوح (جسم به هوا) در ساختمان نمونه منطقه ۱۲

جزئیات و جهت	ضریب مقاومت حرارتی	
	داخلی	خارجی
دیوارها ⟷	٪ ۱۲	٪ ۰٦
سقف و کف ↑	٪ ۱۰	٪ ۰٤
سقف و کف ↓	٪ ۱۵	٪ ۰٤

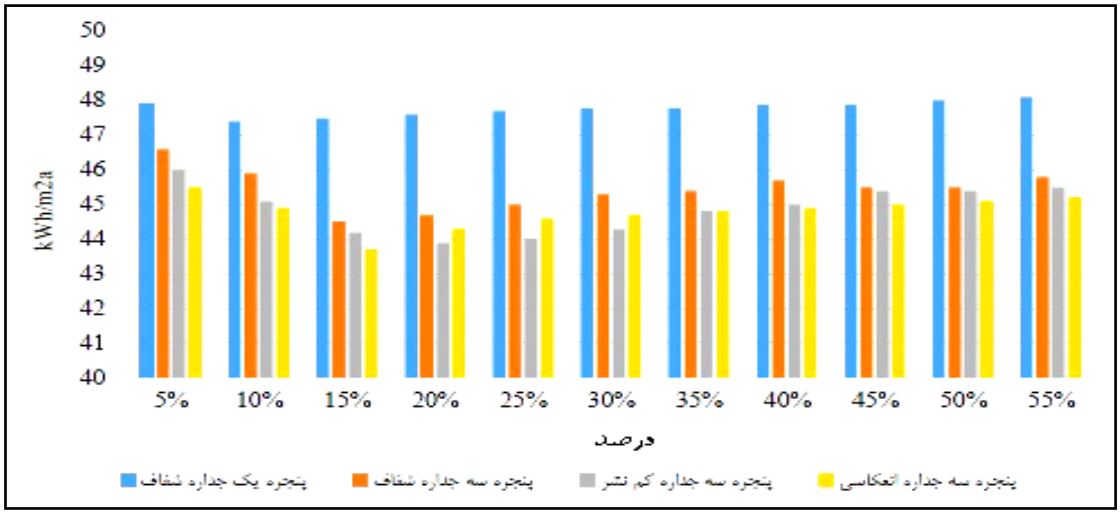
ماخذ: نگارنده ۱۳۹۹

نوع، مساحت و جهت پنجره‌ها

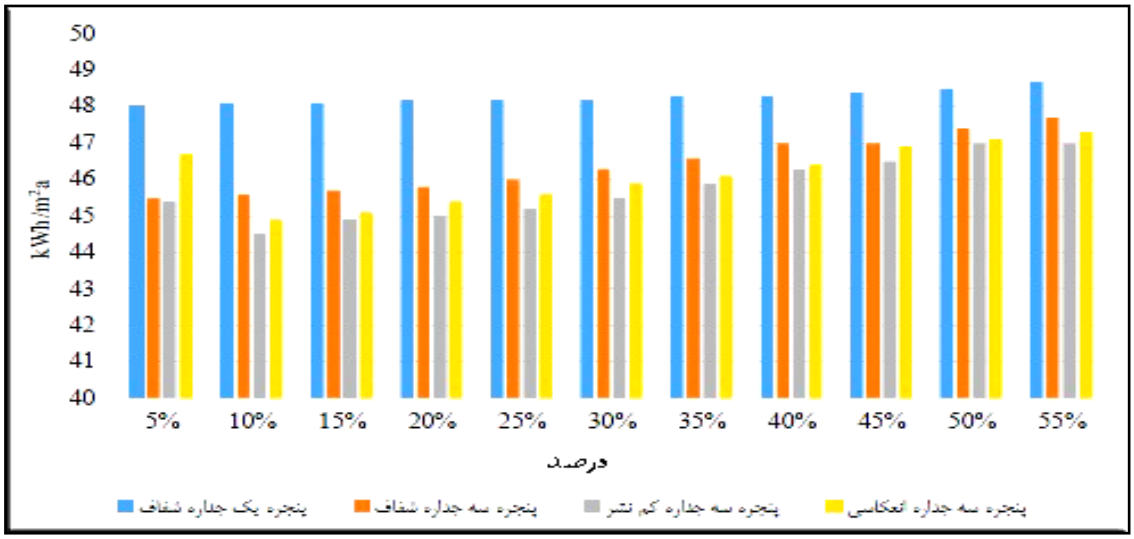
یکی از مؤلفه‌های طراحی معماری که میزان مصرف انرژی و شرایط آسایش‌محیطی را تحت تأثیر قرارمی‌دهد، پوشش حرارتی ساختمان می‌باشد و پنجره به عنوان یکی اجزای اصلی پوشش حرارتی، نقش حساسی در صرفه جویی انرژی ایفا می ماید؛ چرا که حدود ۳۰ درصد از کل اتلاف حرارتی ساختمان از پنجره‌ها صورت می گیرد (شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، ۱۳۹۳). بنابراین ارزیابی نوع و نسبت بهینه پنجره در مرحله طراحی معماری، نقش مهمی در انرژی کارآمدی و بهبود کیفیت محیط داخلی ایفاء می‌کند (دقیق و مشتاق، ۱۳۸۲: ۹۵۵). لذا هدف این بخش از پژوهش ارائه ابزار و رهنمودهایی برای طراحان در راستای گزینش نوع و نسبت بهینه پنجره برای ساختمان در فاز طراحی و مطالعه تأثیر آن بر هزینه‌های انرژی و ساخت و همینطور دیگر جنبه‌های اقتصادی متاثر از آن می‌باشد. این مطالعه با بهره‌گیری از شبیه سازی، تأثیر نوع و نسبت پنجره به دیوار را بر میزان مصرف انرژی ساختمان مورد بررسی و تحلیل قرار داده است.

مشخصات پنجره ها

نوع شیشه پنجره، تعداد جداره‌ها و نسبت مساحت پنجره به دیوار، پارامترهای کلیدی در طراحی پنجره ساختمان می‌باشند؛ چراکه می‌توانند بر میزان انتقال نور و جذب حرارت خورشیدی فضای داخلی تأثیر بگذارند. برای تعیین نوع پنجره بهینه، چهارنوع پنجره مختلف از میان انواع رایج آنها انتخاب گردید. پنجره ها شامل: پنجره تک جداره معمولی شفاف، پنجره سه جداره معمولی شفاف، پنجره سه جداره کم نشر و پنجره سه جداره انعکاسی می‌باشند. هر سه نوع پنجره سه جداره دارای ضخامت ٦ میلیمتر در جداره‌های بیرونی و درونی و ٤ میلیمتر در جداره میانی هستند و حجم میانی جداره‌ها با ۸ میلیمتر گاز آرگون پر شده است. مساحت اولیه پنجره‌ها ۱۲۱ مترمربع (هر طبقه ۲٤.۲ مترمربع) و ارتفاع آنها ۱.۵ متر هر طبقه لحاظ شده است. قاب کلیه پنجره‌ها UPVC می‌باشد. همچنین پنجره ها فاقد آفتابگیر هستند و قرارگیری پنجره ها بدون زاویه نسبت به نمای ساختمان برای شبیه سازی در نظر گرفته شده است.



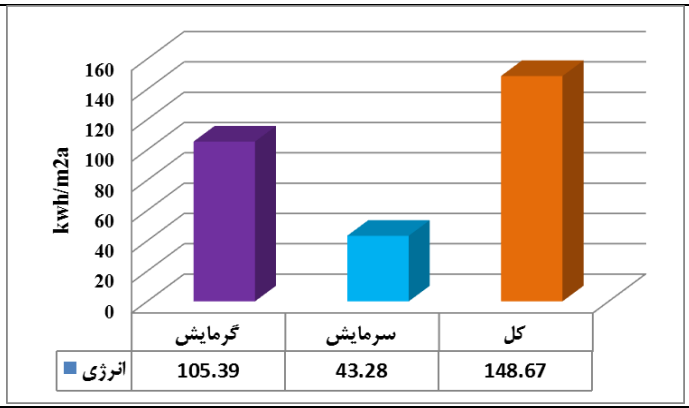
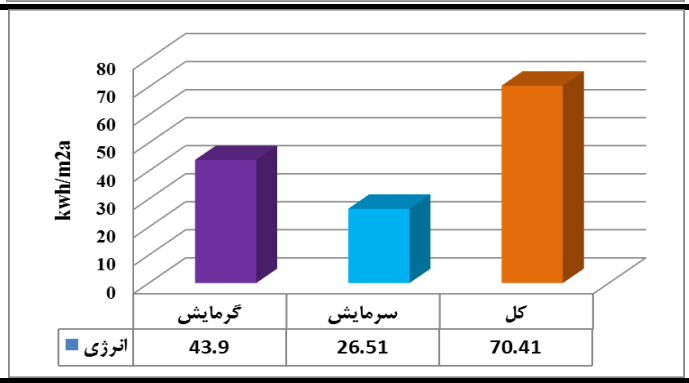
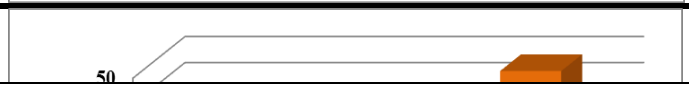
شکل ٦. نمودار میزان مصرف انرژی کل ساختمان منطقه ۱۲ با نوع و نسبت مختلف مساحت پنجره در تمام جهات

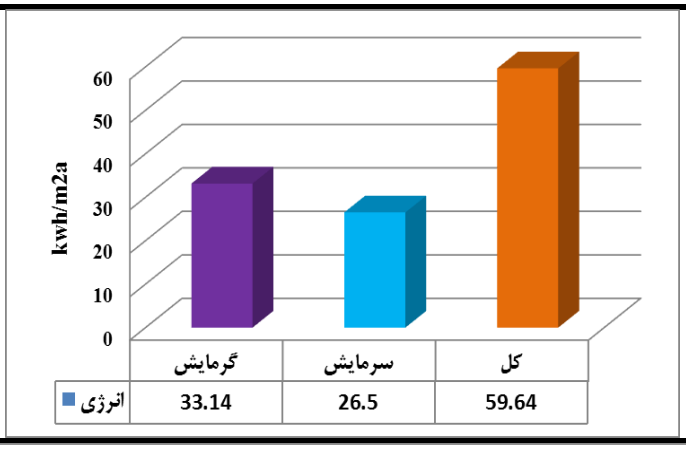
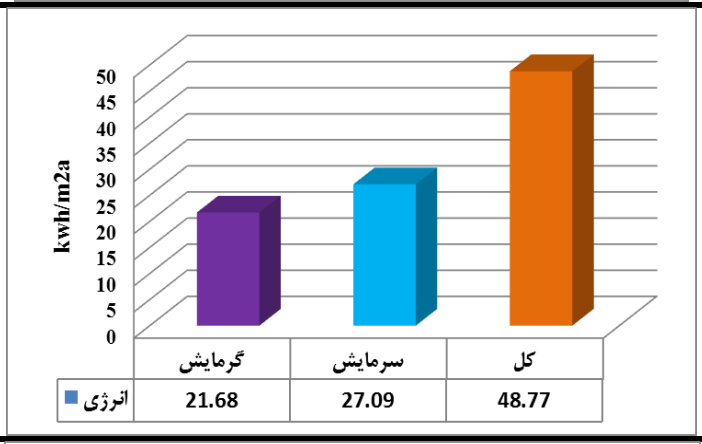
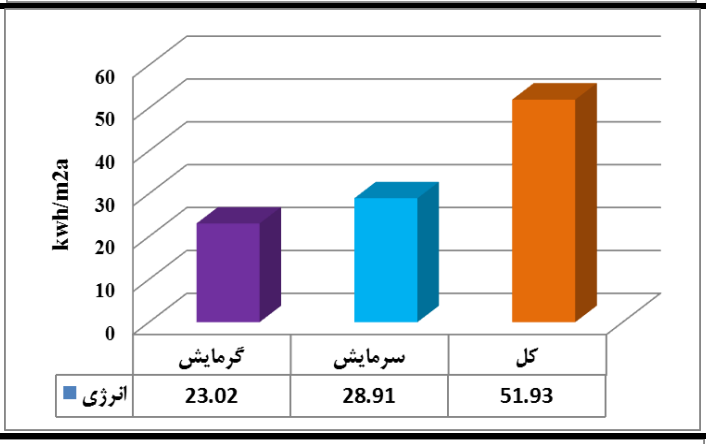
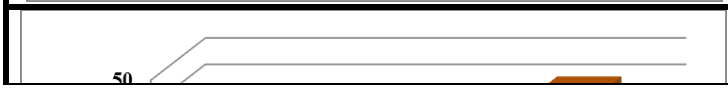


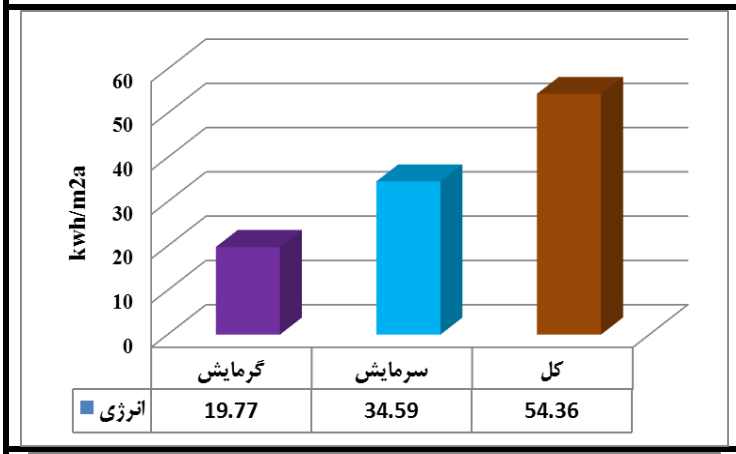
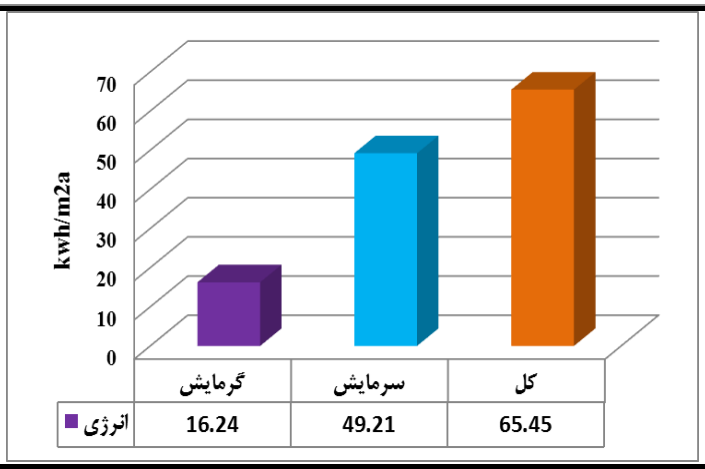
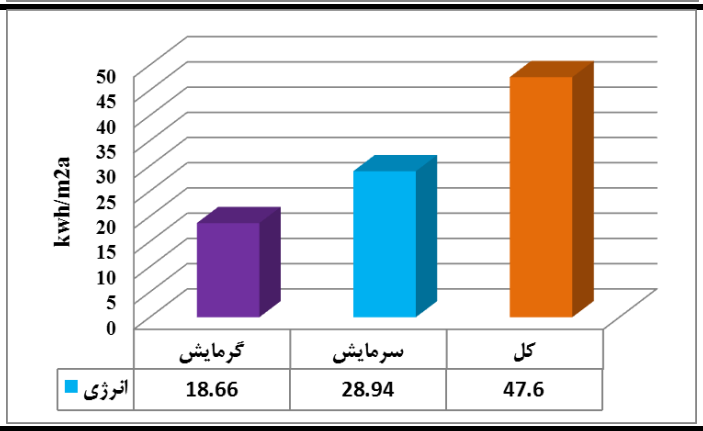
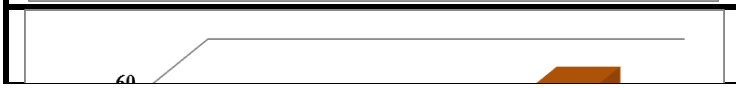
شکل ۷. نمودار میزان مصرف انرژی کل ساختمان منطقه ۱ با نوع و نسبت مختلف مساحت پنجره در تمام جهات

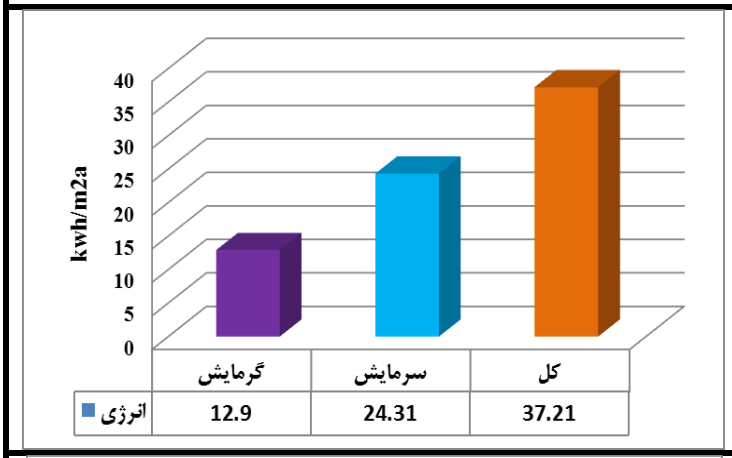
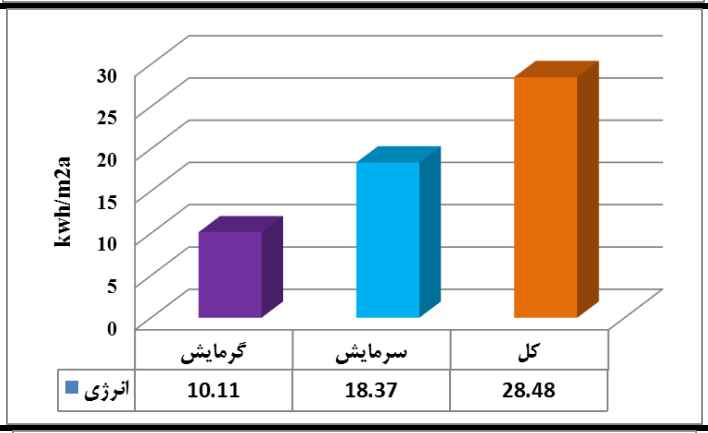
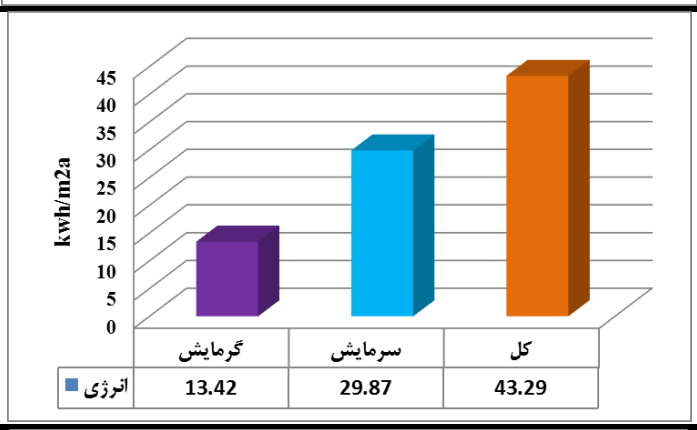
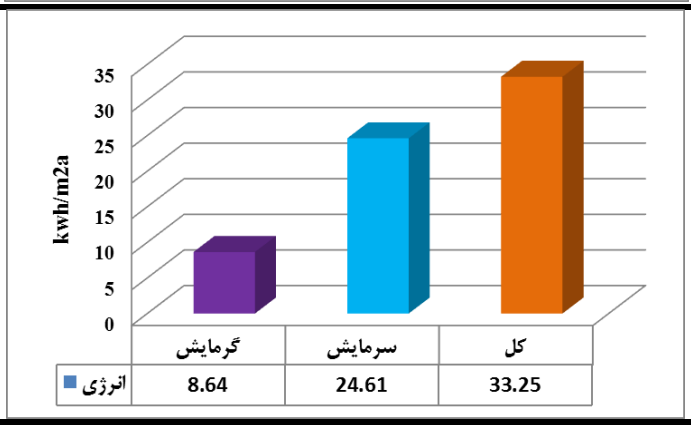
شبیه‌سازی‌هادر هر دو منطقه نشان داد که نسبت بهینه پنجره با تغییر نوع آن، تغییر خواهد کرد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش نسبت پنجره در همه جهات، تقاضای انرژی کل از نسبت ۵ تا ۱۵ درصد در پنجره تک جداره کاهش یافته و از نسبت ۱۵ تا ۵۵ درصد انرژی افزایش می‌یابد. در پنجره‌های سه جداره شفاف و کم نشر، با افزایش نسبت پنجره از ۵ تا ۲۵٪ مصرف انرژی کل ساختمان کاهش می‌یابد، اما از نسبت ۲۵ تا ۵۵ درصد این میزان افزایش خواهد یافت. در پنجره سه جداره انعکاسی نیز با افزایش نسبت پنجره از ۵ تا ۳۵٪ مصرف انرژی کل ساختمان کاهش یافته، و از نسبت ۳۵ تا ۵۵ درصد این میزان افزایش می‌یابد. بنابراین اگر ساختمانها دارای نسبت‌های مساحت پنجره یکسان در همه جهات باشد، نسبت بهینه پنجره برای دستیابی به حداقل میزان مصرف انرژی کل، بسته به نوع پنجره می‌تواند بین ۱۵ تا۳۵٪ مساحت کل دیوار متغیر باشد که این نسبت برای پنجره تک جداره، سه جداره شفاف، سه جداره کم نشر و سه جداره انعکاسی به ترتیب ۱۵، ۲۵ ، ۲۵ و ۳۵ درصد می‌باشد. همچنین در میان تمام انواع پنجره-ها نسبت۱۰۰ درصد برای هر چهار جهت بیشترین میزان مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت. نتایج مدل‌سازی‌ها نشان داد در صورت استفاده از پنجره‌های سه جداره، میزان مصرف انرژی در مقایسه با پنجره تک جداره بطور قابل ملاحظه‌ای، بین ۲۵ تا ۴۰ درصد کاهش خواهد یافت.

جدول ۵. میزان تقاضای انرژی گرمایش و سرمایش و کل در ساختمان نمونه منطقه ۱ تهران براساس مولفه‌های طراحی معماری

ردیف	انرژی (kwh/m2a)			نمودار مصرف انرژی
	گرمایش	سرمایش	کل	
۱	۱۰۵.۳۹	۴۳.۲۸	۱۴۸.۶۷	
	مشخصات ساختمان: ساختمان بدون عایق و دارای پنجره تک جداره و پرده داخلی			
۲	۴۳.۹	۲۶.۵۱	۷۰.۴۱	
	مشخصات ساختمان: ساختمان عایق دیوار و سقف			
۳	۲۹.۳۸	۱۹.۶	۴۸.۹۸	

	مشخصات ساختمان: ساختمان عایق دیوار و سقف و پنجره عایق (سه جداره و آفتابگیر خارجی	
٤	گرمایش: ٣٣.١٤ سرمایش: ٢٦.٥ کل: ٥٩.٦٤ مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشوهای شرقی، پرده داخلی و عایق دیوار	
٥	گرمایش: ٢١.٦٨ سرمایش: ٢٧.٠٩ کل: ٤٨.٧٧ مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشو غربی، پرده داخلی و آفتابگیر خارجی	
٦	گرمایش: ٢٣.٠٢ سرمایش: ٢٨.٩١ کل: ٥١.٩٣ مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشو شمالی، پرده داخلی و آفتابگیر خارجی	
٧	گرمایش: ٢١.٢٨ سرمایش: ٢٣.٨٤ کل: ٤٥.١٢	

	مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشو سقفی، پرده داخلی، سقف شیبدار و آفتابگیر خارجی . با سایبان	
	گرمایش: ۱۹.۷۷ سرمایش: ۳٤.٥۹ کل: ٥٤.۳٦ مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشو سقفی، پرده داخلی، سقف شیبدار و آفتابگیر خارجی. بدون سایبان	۸
	گرمایش: ۱٦.۲٤ سرمایش: ٤۹.۲۱ کل: ٦٥.٤٥ مشخصات ساختمان: کشیدگی بیشتر با بازشو سقفی، بدون داخلی، سقف شیبدار و یک متر سایبان	۹
	گرمایش: ۱۸.٦٦ سرمایش: ۲۸.۹٤ کل: ٤۷.٦۰ مشخصات ساختمان: ساختمان کشیده، پنجره بزرگ جنوبی، پرده داخلی، نما سنگی، پرده داخلی	۱۰
	گرمایش: ۱۹.۳۸ سرمایش: ۳۷.٤۹ کل: ٥٦.۸۷	۱۱

	مشخصات ساختمان: ساختمان جنوبی، سقف شیبدار، بازشو سقفی، نما کامپوزیت، بدون سایبان، پنجره بزرگ و عایق دیوار	
۱۲	گرمایش: ۱۲.۹۰ ؛ سرمایش: ۲٤.۳۱ ؛ کل: ۳۷.۲۱ مشخصات ساختمان: ساختمان جنوبی، سقف مسطح ، بازشو سقفی، نما کامپوزیت، پنجره یک متری دو جداره و پرده داخلی	
۱۳	گرمایش: ۱۰.۱۱ ؛ سرمایش: ۱۸.۳۷ ؛ کل: ۲۸.٤۸ مشخصات ساختمان: ساختمان جنوبی، سقف شیبدار ، بازشو سقفی، نما کامپوزیت، پنجره بزرگ تک جداره و پرده داخلی، آفتابگیر خارجی،	
۱٤	گرمایش: ۱۳.٤۲ ؛ سرمایش: ۲۹.۸۷ ؛ کل: ٤۳.۲۹ مشخصات ساختمان: ساختمان جنوبی، سقف مسطح ، بازشو سقفی، نما آجری، پنجره بزرگ دو جداره و پرده داخلی، آفتابگیر خارجی،	
۱۵	گرمایش: ۸.٦٤ ؛ سرمایش: ۲٤.٦۱ ؛ کل: ۳۳.۲۵ مشخصات ساختمان: ساختمان جنوبی، سقف مسطح ، بازشو سقفی، نما آجری، پنجره بزرگ دو جداره و پرده داخلی، آفتابگیر خارجی،	

ماخذ: خروجی نرم افزار دیزاین بیلدر، ۱۳۹۹

نتیجه‌گیری

تمامی شاخص‌ها و متغییرهای مورد استفاده در این رساله، عواملی بودند که متناسب با شرایط اقتصادی کشور و شهر تهران راهکارهایی ارزان و ساده برای اجرا می‌باشند. شبیه‌سازی نمونه‌های موردی نشان داد که با روش‌های ساده عایق‌بندی و طراحی معماری می‌توان مصرف انرژی را در این مناطق و حتی شهر تهران تا حدود ٤٠ درصد کاهش داد و با تدوین معیارها و ضوابط معماری برای مناطق مختلف اقلیمی ایران و نیز بکارگیری این ضوابط در طراحی آنها می‌توان به کاهش عمده‌ای در مصرف انرژی ساختمان‌ها و بهره‌وری انرژی دست یافت. کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها با طراحی معماری باعث می‌گردد که این شیوه از بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها، تناسب زیادی با شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی کشور داشته و در اجرا از موفقیت بالایی برخوردار باشد. به واسطه اثر زیاد طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی ساختمانها، یافتن عوامل معماری کاهش دهنده مصرف انرژی و بکارگیری آنها در طراحی ساختمان ها، باعث کاهش قابل توجه مصرف انرژی ساختمان‌ها می گردد. از طرفی بخش اعظمی از مشکلات زیست محیطی در دنیای امروز مربوط به مصرف بیش از اندازه سوختهای فسیلی بویژه در صنعت ساختمان می‌باشد، لذا بی‌توجهی به چگونگی و میزان مصرف و اتلاف انرژی در ساختمان‌ها، خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. بهینه سازی مصرف انرژی از طریق کنترل فرآیند طراحی و تبیین الگوهای بهینه معماری ساختمانها، از آن جهت مهم است که این روش‌ها به هیچگونه انرژی جز اندیشه انسانی نیازی نخواهند داشت. مروری بر نتایج بدست آمده در مراحل گوناگون این پژوهش و مقایسه تطبیقی آنها بیانگر آنست که ضمن انجام فرآیند طراحی یک ساختمان، به کمک شبیه سازی و انجام محاسبات توسط نرم افزار، می‌توان خصوصیات فیزیکی آن را به معیارهایی قابل اندازه‌گیری تبدیل و مقدار انرژی مصرفی را هر مرحله بررسی نمود. بدین ترتیب ضمن پیش‌بینی و بررسی فاکتورهای اثر گذار بر مصرف انرژی، میزان مصرف نهایی کنترل شده و امکان انتخاب گزینه بهینه را از میان آلترناتیو های ممکن وجود خواهد داشت.

لذا شبیه‌سازی ساختمانها در منطقه مورد مطالعه و تحلیل نرخ مصرف انرژی‌های گرمایش، سرمایش و کل، نتایج زیر را به همراه داشت:

– با عایق بندی پنجره‌ها (استفاده از پنجره‌های دو و سه جداره) و به ویژه با بکارگیری عایق حرارتی در جداره‌ها (دیوار، بام، کف) بطور مؤثری می‌توان مصرف انرژی را ۳۰ تا ٤٠ درصد کاهش داد.

ـ با افزایش تعداد کف‌های یک ساختمان (تعداد طبقات)، میزان مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

ـ جهت‌گیری، فرم و کشیدگی ساختمان، نوع نمای ساختمان، نسبت مساحت پنجره در هر جهت و... بر مصرف انرژی تأثیر زیادی دارند. از میان چهار جهت اصلی، جهت جنوبی مناسب‌ترین جهت‌گیری برای ساختمان‌های این مناطق و شهر تهران است.

– با افزایش نسبت پنجرهای جهت جنوبی، میزان انرژی سرمایش افزایش و انرژی گرمایش و کل کاهش می یابد.

ـ مناطق حائل حرارتی در محل بازشوهای خارجی، میزان مصرف انرژی را کاهش می‌دهد.

– مکانیابی ساختمان بر روی سطح زمین و قراردادن بخشی از آن در زیر زمین مصرف انرژی را کاهش می دهد.

– در منطقه ۱ استفاده از بام مسطح معقول‌تر و با صرفه‌تر می‌باشد.

– براساس مدلهای شبیه‌سازی، ساختمانی اگر دارای نورگیرهای سقفی و پرده‌های داخلی بر روی بام شیبدار که دارای اتاق زیر شیروانی غیرمسکونی است، باشد، تقاضای انرژی گرمایش و سرمایش بیشتری نسبت به ساختمان بدون نورگیر سقفی دارد. بنابراین نورگیرهای سقفی مصرف انرژی را افزایش می‌دهد.

ـ مقایسه ساختمانهای با و بدون اتاق زیرشیروانی مسکونی و دارای نورگیر سقفی بزرگ بدون آفتابگیر در بام نشان می‌دهد که نورگیرهای سقفی بزرگ بدون آفتابگیر در بامهای شیبدار که دارای اتاقهای زیرشیروانی مسکونی است، انرژی گرمایش را کاهش می‌دهد. اما میزان انرژی سرمایش بسیار بیشتر افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان مصرف انرژی کل هم افزایش می‌یابد.

– پرده‌های خارجی (که بر حسب نیاز انرژی سرمایش و گرمایش قابل تنظیم است)، مصرف انرژی گرمایش و سرمایش ساختمان را کاهش می‌دهند. پرده‌های خارجی کنترل شده، انرژی سرمایش را کاهش می‌دهد زیرا جذب حرارت خورشیدی را در فصول گرم کم کرده و در عین حال میزان انرژی گرمایش را در زمستان تقلیل می‌دهند. علت این امر این است که پرده‌های بسته در طی شب‌های زمستان از تابش گرما (انرژی با طول موج بالا) به فضای بیرون ممانعت می‌کنند.

– استفاده از پرده‌های خارجی بسته (یا پرده‌های غیرقابل تنظیم) انرژی سرمایش را کاهش و میزان انرژی گرمایشی و کل را افزایش می‌دهند. همچنین آفتابگیرهای خارجی در کاهش انرژی سرمایش بسیار مؤثرتر از آفتابگیرهای داخلی عمل می‌کنند.

ـ کنترل کردن پرده‌های خارجی بر حسب نیازهای سرمایش و گرمایش فضا، بطور مؤثری مصرفانرژی خصوصاً گرمایش را کاهش می‌دهد. باز و بسته کردن پرده در طی روز و شب و فصول مختلف، در کاهش مصرف انرژی ساختمان نقش عمدهای را ایفا می‌کند.

ـ با بکارگیری باله‌های کناری روی پنجره‌های جنوبی و در صورت وجود پرده خارجی، میزان مصرف انرژی افزایش می‌یابد. استفاده از تاق‌نمای یک متری در جهت جنوبی به همراه پرده خارجی روی پنجره، انرژی سرمایش را کاهش و انرژی گرمایش را افزایش می‌دهد. از آنجا که تأمین سرمایش سخت‌تر و پرهزینه‌تر است، لذا استفاده از تاق‌نما در پنجره‌های جنوبی (حتی با وجود پرده خارجی) مفید خواهد بود. به منظور دستیابی به مطلوبترین میزان کاهش مصرف انرژی، ابعاد بهینه تاق‌نما باید با توجه به ابعاد پنجره موجود محاسبه گردد.

ـ با استفاده از بازشوهایی در جهات شمال، شرق و غرب در ساختمانهایی که نسبت مساحت پنجره جنوبی آنها زیاد است، و پرده‌های خارجی با انعکاس بالا روی پنجره‌های آنها به کار گرفته شده است، مصرف انرژی افزایش می‌یابد.

ـ ساختمانهای دارای عایق مصرف انرژی گرمایش کمتری دارند، و مصرف انرژی سرمایش با استفاده از عایق نسبت به میزان انرژی گرمایشی، تغییر کمتری را نشان می‌دهد. با طراحی یک ساختمان مسکونی پاسخگو به اقلیم در پهنه اقلیمی گرم و خشک ایران، فقط میزان انرژی گرمایش بطور مؤثری کاهش خواهد یافت.

ـ یک ساختمان بدون عایق حرارتی در این مناطق سالانه حدود ۲.۵ برابر مصرف انرژی گرمایش بیشتری نسبت به سرمایش دارد، اما در ساختمان طراحی شده پاسخگو به اقلیم، میزان مصرف انرژی گرمایش کمی بیش از سرمایش است. عایق‌بندی ساختمان تقاضای انرژی سرمایش را ٤٩ درصد و تقاضای انرژی گرمایش را حدود۷۰ درصد کاهش می‌دهد و البته میزان کاهش به نوع ساختمان بستگی دارد.

ـ ساختمان های پاسخگو به اقلیم در پهنه اقلیمی گرم و خشک ایران، تقاضای انرژی گرمایش و کل کمتری دارند اما در تقاضای انرژی سرمایش آنها تغییری بزرگی به چشم نمی‌خورد. زیرا جذب حرارت خارجی در تابستان در این ساختمانها زیاد است و مسئله سرمایش حائز اهمیت می‌باشد. لذا کاهش میزان مصرف انرژی کل در این ساختمان ها صرفاً از طریق کاهش میزان مصرف انرژی گرمایشی حاصل می‌گردد.

ـ جذب و اتلاف حرارت در ساختمان‌های با و بدون عایق حرارتی، نسبت به هم تفاوت بسیار دارد و شیشه‌ها، دیوارها، کف‌های خارجی در این میان بیشترین تأثیر را دارند. در ساختمان های بدون عایق نیز بیشترین اتلاف از جانب شیشه‌ها، دیوارها و نفوذ خارجی صورت می‌گیرد که بایستی مورد توجه قرار گیرد.

ـ تأثیر شیشه خارجی و آفتابگیرها در جذب و اتلاف حرارت بسیار زیاد است و در طراحی ساختمان‌های انرژی کارآمد باید به آنها توجه گردد. همچنین در ساختمان های دارای عایق، نفوذ خارجی باعث اتلاف حرارت زیادی می گردد. لذا پوشش حرارتی ساختمان باید نفوذناپذیر باشد.

منابع

احمدی، فهیمه .(۱۳۹٤). ارائه الگوی طراحی مناسب برای ایجاد مجتمع مسکونی سازگار با اقلیم گرم و خشک، با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی، نمونه موردی: شهر لارستان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

اسداللهی، ندا .(۱۳۹۲). تاثیر کاربری مصالح نوین در کاهش مصرف انرژی واحدهای مسکونی اقلیم گرم و خشک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران پردیس هنرهای زیبا.

خدا کرمی، جمال، پیمان راد، امیرحسین، رشیدفر، علیرضا .(۱۳۹۷). روشهای عملی کاهش مصرف انرژی در یک مجموعه مسکونی با رویکرد تمرکز بر روی بام ساختمان، فصلنامه علوم وتکنولوژی محیط زیست،اردیبهشت ماه.

رضایی، سهراب، شرقی، علی .(۱۳۹٦). چارچوبی جهت تحلیل عوامل رفتاری مؤثر ساکنان ساختمانهای مسکونی بر میزان مصرف انرژی، فصلنامه معماری و شهرسازی پایدار، دوره ۵، شماره ۳

مهدوی نیا، مجتبی .(۱۳۹٤). بررسی تحلیلی رابطه میان مصرف انرژی و ویژگی های کالبدی در بناهای بلند مرتبه اداری ایران، رساله دکتری دانشگاه علم و صنعت، دانشکده معماری.

رازگردانی، مریم .(۱۳۹۳). دستیابی به فرم بهینه مجتمع های مسکونی جهت استفاده از حداکثری انرژی تابشی در تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه پیام نور واحد تهران شرق، تهران. راستی، سپیده، روشن، محسن .(۱۳۹٦). ارزیابی کاهش مصرف انرژی در ساختمان مسکونی با توجه به جهت گیری بهینه و درصد بازشوها در شهر انزلی، فصلنامه علمی ـ ترویجی، شماره ۲، ص۹۱-۱۰۰

کریم پور، علیرضا ،(۱۳۹٤) ، تاثیر مولفه های طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی با استفاده از مدل های شبیه سازی مورد مطالعه: شهر تهران، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، دانشکده هنر و معماری.

مهناز .(۱۳۹۲). طراحی و یکپارچه سازی مدل های بهینه یابی سبد مصرف انرژی و مشخصات ساخت با هدف ارائه الگوی خانه ایرانی انرژی محور، مطالعه موردی بخش مسکونی شیراز، رساله دکتری مهندسی صنایع ـ مدیریت سیستم و بهره وری، دانشگاه یزد، دانشکده فنی و مهندسی. یزد.

وکیلی، نژاد، رزا .(۱۳۹۳). تاثیر ترکیبی ویژگی های کالبدی پوسته بنا و الگوهای تهویه طبیعی بر میزان مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی نمونه موردی ساختمانهای تهویه یک طرفه در اقلیم گرم وخشک شیراز، ماهنامه دنیای پردازش، شماره ٤، ص٤٨.

Delzendeh, E., & Wu, S. (2017). The Influence of Space Layout Design on Occupant's Energy Behaviour. In: 2017 Lean & Computing inConstruction Congress, Crete, Greece.

Delzendeh, E., Wu, S., Lee, A., & Zhou, Y. (2017), The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. Renewable and Susainable Energy Reviews, 80, 1061-1071.

D'Oca, S., Hong, T., & Langevin, J.(2017). The human dimensions of energy use in buildings: A review. Renewable and Susainable Energy Reviews, 81, 731-742. Dorota A. Chwieduk, B. (2016), Towards modern options of energy conservation in buildings. Renewable Energy, 101 (2017) 1194-1202.

Fabi, V., Andersen, R. V., Corgnati, S. P., & Olesen, B. W. (2013). Amethodology for modeling energy-related human behaviour: Application to window opening behaviour in residential buildings. In Building Simulation Vol. 6, No. 4, pp. 415-427.

Kavousian , A., Rajagopal, R., & Fischer, M. (2013). Determinants of residential electricity consumption: Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. Energy, 55, 184-194.

Xiufeng L, Nadeem I, Huan H,Rongling L, Per Sieverts .(2019).Two Approaches for Synthesizing Scalable Residential nergyConsumptionData. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.01.045 .

Geography & Regional planning, Vol. 12, N. 49

Simulation of residential buildings with different architectural components in order to optimize energy consumption in Tehran (Case study of Zone 1)

Zohra Abbaszadeh
PhD student in Architecture, Jolfa International Branch, Islamic Azad University, Jolfa, Iran
Masoud Haq Lesan[1]
Assistant Professor, Islamic Azad University, Ilkhchi Branch, Department of Architecture, Ilkhchi, Iran
Hasan Ebrahimi Asl
Assistant Professor of Islamic Azad University, Jolfa International Branch, Department of Architecture, Jolfa, Iran

Abstract

In Iran, the construction sector accounts for about 40% of total energy consumption and is one of the most consumed sectors of energy demand in the residential sector. So that more than a third of energy consumption in the country is the energy demand of the residential sector. Therefore, in this study, the optimal architectural patterns of residential buildings from the point of view of energy are studied scientifically by comparing the amount of energy consumption in the study area and by examining the design examples of common buildings in District 1 of Tehran and modeling. They calculated the amount of energy required for heating and cooling the building and the effect of various factors on the energy consumption of the building with the help of "Design Builder" software. Synthesis of studies indicates that simple methods of designing the interior and exterior architecture of residential buildings can reduce energy consumption in the study areas by about 40% and also by developing architectural criteria for different areas of Tehran and using In designing these criteria, a significant reduction in the energy consumption of buildings and energy efficiency can be achieved. Reducing the energy consumption of buildings with architectural design causes that this method of energy efficiency in buildings is highly commensurate with the economic, cultural and social conditions of the residents of these areas and is highly successful in implementation.

Keywords: Optimal energy consumption patterns, residential buildings, Builder Design, Zone 1 of Tehran.

[1]. Corresponding author: m.haghlesan@iauil.ac.ir