مجله پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی
سال یکم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۱۳۲-۱۱۵

راهکارهای طراحی مسکن در بهینه‌سازی مصرف انرژی شهر تهران

شهلا غفاری جباری
هیأت‌علمی کارشناس ارشد معماری- انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرندیه مرکزی ایران
shahla.ghafari@yahoo.com

شیوا غفاری جباری
کارشناس ارشد معماری- معماری، دانشکده معماری دانشگاه علم و صنعت تهران
ghafari.jabari@yahoo.com

الهام صالح
کارشناس ارشد معماری منظر، دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس تهران
elham_saleh1388@yahoo.com

امروزه دستیابی به توسعه پایدار هدف بسیاری از کشورهای جهان است. چرا که منابع انرژی در جهان محدود است. با توجه به رویکرد کشور برای کاهش وابستگی به منابع نفتی، و نیاز به کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف صنعت و ساختمان و بالابودن مصرف انرژی در ساختمان، آنها به عنوان اولین گزینه در زمینه توجه به راهکارهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی محسوب می‌شوند. با توجه به اهمیت این موضوع، در این مقاله سعی گردید به بررسی نقاط ضعف ساخت وسازهای موجود در شهر تهران پرداخته و با شناخت نقاط ضعف در مرحله طراحی و ساخت ساختمان، راهکارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان ارائه شود. بدین منظور، ۲۵ نوع مختلف ساختمان طراحی و توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی، مدلسازی شد و میزان مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی آنها محاسبه گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد که می توان با طراحی معماری، مصرف انرژی سالانه را در شهر تهران تا ۴۴ درصد کاهش داد. از آنجا که این روش، تناسب زیادی با شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی ایران داشته و در اجرا از موفقیت بالایی برخوردار می‌باشد، این شیوه می‌تواند بهترین شیوه بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: *طراحی معماری، مدلسازی مصرف انرژی در ساختمان، میزان تقاضای انرژی، بار سرمایشی، بار گرمایشی.*

* **تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۲** **تاریخ پذیرش: ۱۱۳۹۲/٤/۱۲**

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱. مقدمه

توسعه پایدار مفهومی کلی در همه ابعاد زندگی بشر شامل بخش‌های اجتماعی، اقتصادی، محیط زیست و می‌شود از آنجا که یکی از محورهای رسیدن به توسعه پایدار بهینه‌سازی مصرف انرژی می باشد و از طرفی مصرف انرژی در ساختمان یک سوم مصرف انرژی سالانه کشور را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین ارائه راهکارهایی که بتواند مصرف انرژی را در این بخش کاهش دهد اهمیت فراوانی دارد. رعایت کوچکترین جزئیات می تواند تأثیر زیادی در کاهش مصرف در ساختمان داشته باشد. به‌عنوان مثال، نحوه جهت‌گیری ساختمان، نحوه قرارگیری فضاهای جانبی و بهبود روش‌های عایق‌بندی با کمترین هزینه می‌تواند باعث بهبود کارایی سکونتگاه‌ها باشد. بنابراین با تصحیح در روش‌های ساخت و طراحی ساختمان می‌توانیم به طراحی ایده‌آل دست یابیم.

اولین قدم برای رسیدن به این هدف یافتن نقاط ضعف معماری معاصر و ارائه راهکارهایی برای بهبود این نقاط ضعف می‌باشد. بنابراین در این مقاله با بررسی نمونه‌های طراحی ساختمان های متداول در تهران و شبیه‌سازی آنها به کمک نرم‌افزار " دیزاین بیلدر" میزان انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش ساختمان محاسبه گردیده و تأثیر فاکتورهای مختلف در مصرف انرژی ساختمان محاسبه گردید. در انتخاب فاکتورها، سعی شده موارد بسیار ساده که در ایران قابلیت اجرای آسان دارد انتخاب گردد.

در این زمینه در کشورهای مختلف تحقیقاتی انجام شده است، من جمله می‌توان به مقاله "اندازه‌گیری عملکرد ۱۲ ساختمان با مصرف انرژی کم" تألیف دکتر تامسون و شولتز و پل اشاره کرد. این مقاله به طور اختصار میزان ذخیره انرژی در ساختمان‌های مجهز به سیستم‌های خورشیدی را ارئه می‌دهد و مقایسه‌ای می‌کند بین میزان مصرف انرژی و شرایط اقلیمی مناطق و روش‌های ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از سیستم‌های خورشیدی میزان مصرف بسیار کاهش می یابد البته این میزان بیشتر از میزان به‌دست آمده از محاسبات است. اما همچنان تا ۶۰ درصد ذخیره انرژی در مقایسه با یک خانه معمولی به‌دست می‌آید. در مقاله تحقیقی دیگری با نام "تأثیر طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی ساختمان در اقلیم سرد(تبریز)" تالیف دکتر فرشید نصراللهی در دانشگاه برلین، پژوهشی مشابه با موضوع این مقاله انجام شده است.در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار "دیزاین بیلدر" تأثیر طراحی مناسب با اقلیم بررسی شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۲. روش تحقیق

روش تحقیق به این صورت است که یک نمونه متداول طراحی آپارتمان مسکونی در شهر تهران به کمک نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه‌سازی می‌شود. با شبیه‌سازی اولیه از این ساختمان، میزان انرژی گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز به‌دست می‌آید. سپس راهکارهایی برای بهبود عملکرد حرارتی ساختمان ارائه می‌گردد و ساختمان جدید به گونه‌ای طراحی می شود که شبیه ساختمان قبلی باشد و فقط یک فاکتور متفاوت داشته باشد. این دو بنا با هم مقایسه شده و به این ترتیب تأثیر تنها یک فاکتور بر مصرف انرژی در ساختمان به‌دست می‌آید. سپس همه این فاکتورها با هم درنظرگرفته می‌شود و میزان کاهش مصرف انرژی گرمایش و سرمایشی نسبت به حالت اولیه به‌دست می‌آید. در انتها میزان تأثیر تک تک فاکتورها در کنار تأثیر حضور همه عوامل به صورت نمودار ارائه می‌گردد. البته باید به این امر توجه کرد که بعضی از فاکتورها، شاید بتوانند نیاز به مصرف انرژی گرمایشی را کاهش دهند، اما باعث افزایش نیاز به انرژی سرمایشی می‌گردند. در هر صورت راهکار بهینه زمانی خواهد بود که هر دو بار گرمایشی و سرمایشی کاهش یابد. انتخاب فاکتورها در دو حالت، ۱.تأثیر مصالح بر مصرف انرژی ۲. تأثیر طراحی معماری بر مصرف انرژی انجام شد. تا تأثیر هردو عامل را به دست آوریم.

۳. مبانی نظری پژوهش

برای محاسبه بار حرارتی ساختمان فرمول‌ها و روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از بهترین روش‌ها استفاده از نرم‌افزارهای مدلسازی انرژی می‌باشد [۵]. چرا که نرم افزارهای شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، ابزارهای کارآمدی هستند که توانایی در نظر گرفتن کلیه بر هم‌کنش‌های پیچیده ساختمان با محیط خارج و سیستم‌های داخل را دارند و از این رو می‌توانند یکی از مفیدترین تکنیک‌های محاسبه در ارتباط با صرفه‌جویی انرژی در بخش ساختمان محسوب شوند.

یکی از این نرم‌افزارها، نرم‌افزار دیزاین بیلدر[2] می‌باشد که بسیار جامع و پیشرفته‌ای از نرم‌افزار انرژی پلاس[3] بوده و قابلیت این را دارد که با دادن داده‌های آب و هوایی ساعتی برای هر اقلیمی، بار سرمایشی و گرمایشی مورد نیاز را تخمین زند. این نرم‌افزار که در تخمین مصرف انرژی ساختمان از عملکرد حرارتی در تعیین بارهای حرارتی و برودتی بهره می‌گیرد، تجهیزات سرمایشی وگرمایشی را که به

1. Design Builder
2. Energy Plus

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

منظور جبران بارهای تحمیلی به ساختمان تعبیه شده‌اند را در محاسبات مربوط به تخمین انرژی مصرفی ساختمان وارد می‌کند.

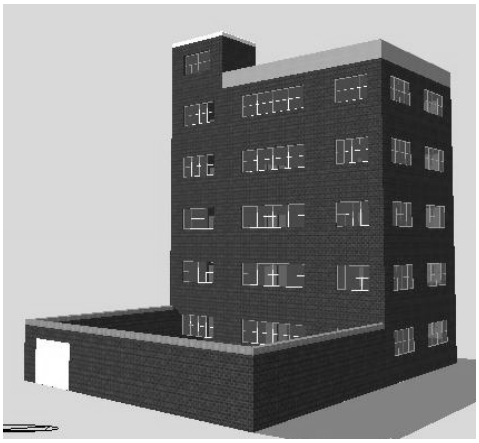
نحوه کار این نرم‌افزار این گونه است که در ابتدا به کمک دستورات ترسیمی، ساختمان مورد نظر در محیط آن ترسیم می‌شود. سپس با دادن مصالح دیوارها و بازشوها، تعیین سیستم تأسیساتی، تعیین کاربری ساختمان و ... به محاسبه بار حرارتی مجموعه می‌پردازد. تعیین کاربری از این نظر اهمیت دارد که ساختمان‌ها براساس کاربری، ساعات استفاده متفاوتی دارند. بطور فرض ساعات کار ساختمان اداری از ۸ صبح تا ۵ بعدازظهر می‌باشد. بنابراین بعد از این ساعت نیازی به کار کردن سیستم تأسیساتی نیست. همچنین میزان نیاز به روشنایی بستگی به نوع کابری و ساعات استفاده از بنا دارد. در ساختمان‌های مسکونی، کاربری به صورت مداوم می‌باشد. این نرم‌افزار قابلیت آن را دارد که با دادن برنامه زمانی مشخص برای روشن و خاموش شدن تأسیسات و روشنایی، میزان مصرف انرژی را بهتر محاسبه کند.

٤. بررسی تأثیر مصالح بر انرژی مورد نیاز گرمایشی و سرمایشی

برای تخمین تأثیر طراحی معماری و مصالح مورد استفاده در ساختمان بر میزان نیاز به انرژی گرمایشی و سرمایشی، یک آپارتمان ۵ طبقه تک واحدی در تهران انتخاب شده و میزان انرژی گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز از طریق مدل سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر محاسبه گردید. در شکل ۱ ساختمان شبیه‌سازی شده نشان داده شده است. در نمونه مورد بررسی، دیوارها تک‌جداره از جنس آجر با نمای آجری ۱۰ سانتی و پنجره‌ها تک جداره انتخاب شده و در دیتیل دیوارها و سقف و کف از مصالح عایق حرارتی استفاده نشده است و پنجره‌ها ۲۵ درصد سطح نما را تشکیل داده اند. در جدول (۱) مصالح و دیتیل‌های مورد استفاده آمده است. سیستم تاسیساتی ساختمان فن‌کوئل در نظر گرفته شده است. بعد از محاسبه میزان نیاز به انرژی سالانه، در قدم بعد، با یک طراحی جدید و تغییر دیتیل دیوار، سقف، کف و پنجره، تأثیر فاکتورهای مختلف چون دیوار دو جداره با فاصله ۱۰ سانتی متر هوا، دیوار دو جداره با عایق پلی یوتان بین جداره‌ها، پنجره دو جداره، پنجره دو جداره لوو-ای۳، کف کاذب، سقف مجوف – استفاده از لایه عایق حرارتی در سقف– و ... اضافه گردید و تأثیر تک تک فاکتورها بر میزان نیاز به انرژی ساختمان محاسبه گردید. در جدول (۲) دیتیل مصالح استفاده شده در طراحی جدید آمده است. در نهایت تأثیر کل تمهیدات در کنار هم محاسبه گردید. در نمودار شکل (۲) و (۳) میزان مورد نیاز به انرژی گرمایشی و سرمایشی تمهیدات ذکر شده آمده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

همانگونه که در نمودار (۲) دیده می‌شود، میزان انرژی گرمایشی وقتی هیچ لایه عایقی در ساختمان وجود ندارد، بسیار بالا است. در بین فاکتورهایی که بصورت تک‌تک بررسی شده‌اند، به‌ترتیب تأثیر دیوار دوجداره با عایق پلی یورتان از همه بیشتر است. بعد استفاده از پنجره دو جداره لوو-ای[۴]. تأثیر پنجره دو جداره و دیوار دو جداره بدون عایق حرارتی بسیار نزدیک به هم است. استفاده از کف کاذب و سقف مجوف از بقیه فاکتورها، تأثیر کمتری داشته است.



شکل ۱. ساختمان مدلسازی شده در نرم افزار دیزاین بیلدر

در شکل (۳) میزان انرژی سرمایشی برای حالات قبل آمده است، همانگونه که از نمودار مشخص است به ترتیب بیشترین تأثیر مربوط به استفاده از پنجره لوو- ای می‌باشد. تأثیر فاکتورهای دیگر بر مصرف انرژی سرمایشی بسیار کم بوده است. اما استفاده ازسقف و کف کاذب، نه تنها نتوانسته مصرف انرژی سرمایشی را کاهش دهد، که باعث بالاتر رفتن مصرف انرژی سرمایشی شده است.

با توجه به اینکه استفاده از سقف و کف عایق کاری شده مصرف انرژی سرمایشی را بالا برده است، سه حالت زیر بررسی شده تا حالت بهینه برای کاهش انرژی کل به دست آید:

۱. دیوار و پنجره دوجداره عایق کاری شده بدون عایق کاری سقف و کف
۲. دیوار و پنجره و سقف عایق کاری شده بدون عایق کاری سقف
۳. دیوار و پنجره و سقف عایق کاری شده بدون عایق کاری کف

1. Lowe

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

تأثیر این سه حالت نیز در نمودارهای (۲) و(۳) نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است، میزان انرژی گرمایی مورد نیاز وقتی که تمام تمهیدات بکار می رود از همه کمتر است. این میزان، اختلاف اندکی با حالت سوم دارد. نمودار شکل ۳ نشان می‌دهد که عدم عایق کاری سقف و کف بیشترین کاهش را داشته، دلیل این امر نیز مشخص است.

جدول۱. مشخصات مصالح ساختمان شبیه سازی شده

مشخصات	کف طبقه همکف	بام	کف طبقات	پنجره	دیوار داخلی	دیوار بیرونی
مصالح	سرامیک+ ملات+ بتن سبک+بلوکاژ	موزائیک+ ملات+بتن شیب بندی+ بتن سبک+ گچ و خاک	سرامیک+ملات+ بتن سبک+ گچ و خاک	یک لایه شیشه ۶ میلی‌متری	گچ و خاک+ آجر ۱۰ سانتی+ گچ و خاک	آجر ۱۰ سانتی +آجر ۲۰سانتی+ گچ و خاک

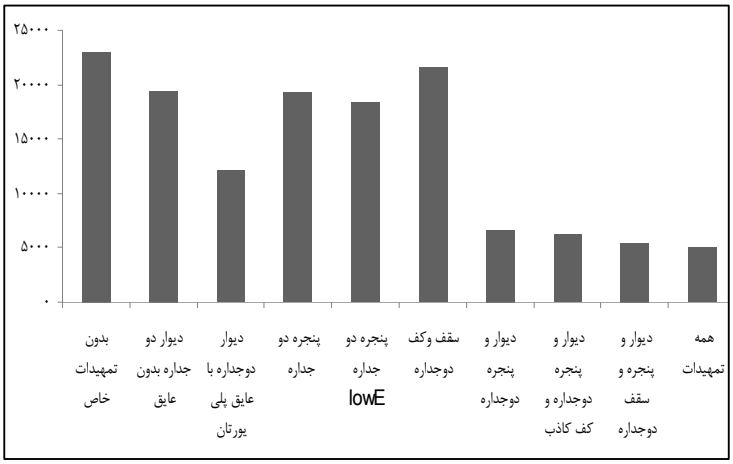
مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۲. جزئیات مصالح استفاده شده در طراحی جدید

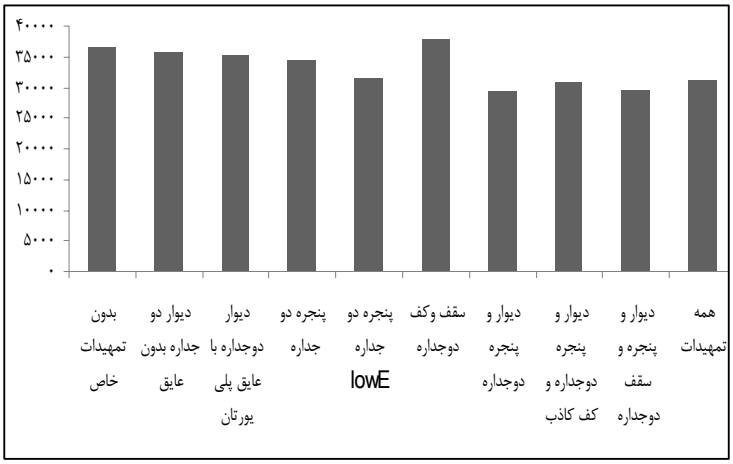
مشخصات	کف کاذب	سقف عایق کاری شده	پنجره دو جداره لوو-ای (کم گسیل)	پنجره دو جداره	دیوار دو جداره عایق کاری شده	دیوار دو جداره بدون عایق
مصالح	سرامیک+ لایه هوا ۱۰ سانتی+بتن سبک + بلوکاژ	موزائیک+ ملات+بتن شیب‌بندی+عایق پلی یورتان ۱۵ سانتی متر+بتن سبک+ گچ و خاک	دو لایه شیشه با پوشش کم گسیل+ ۱۳ میلی متر گاز آرگون	دو لایه شیشه به ضخامت ۶میلی متر+ ۱۳ میلیمتر هوا	اجر ۱۰ سانتی نما +آجر ۱۰ سانتی+عایق پلی یورتان ۱۵ سانتی+ آجر ۱۰سسانتی+ گچ و خاک	اجر ۱۰ سانتی نما +آجر ۱۰ سانتی+هوا ۱۰ سانتی+ آجر ۱۰سسانتی+ گچ و خاک

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



نمودار ۲. میزان انرژی گرمایشی مورد نیاز برای فاکتورهای مختلف

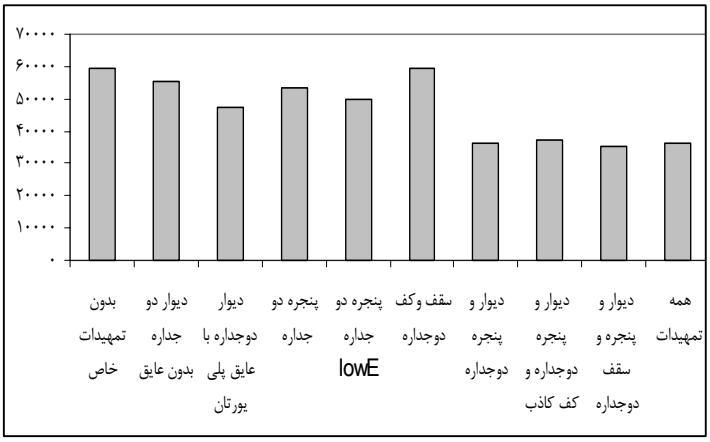


نمودار ۳. میزان انرژی سرمایشی مورد نیاز برای فاکتورهای مختلف

چراکه گرمایی که از سقف و کف اتلاف می‌شود، میزان نیاز به انرژی سرمایشی را کاهش می‌دهد. همچنین استفاده از دیوار و پنجره دو جداره همراه با عایق کاری سقف هم توانسته نیاز به سرمایش را تا حد مناسبی کاهش دهد. با توجه به اینکه حالت بهینه زمانی اتفاق می‌افتد که هم انرژی سرمایشی و هم گرمایشی مورد نیاز کاهش یابد به بررسی انرژی کل مورد نیاز مجموعه می پردازیم. در شکل (۴) میزان کل انرژی مورد نیاز مجموعه نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است، استفاده صرف از سقف و کف کاذب بر مصرف انرژی کل تأثیر چندانی ندارد. استفاده از دیوار و پنجره دوجداره بدون

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

پوشش هم تأثیر اندکی بر کاهش انرژی کل دارد. اما زمانیکه از مصالح عایق کاری دردیوار دوجداره استفاده می‌شود و یا از پوشش لوو-ای در پنجره استفاده می شود، میزان انرژی کل کاهش می‌یابد. استفاده از دیوار دو جداره عایق شده و پنجره لوو-ای، میزان انرژی کل را به خوبی کاهش داده است. در حالیکه استفاده این دو به همراه کف کاذب باعث بالا رفتن انرژی کل شده است. دلیل این امر افزایش انرژی سرمایشی مورد نیاز است. بهینه‌ترین حالت، استفاده از دیوار، پنجره و سقف عایق کاری شده، بدون عایق کاری کف می‌باشد. در این حالت متوسط انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش کاهش می‌یابد در حالی که استفاده کل تمهیدات در کنار هم، انرژی کل مورد نیاز را افزایش داده است.



نمودار ۴. مجموع انرژی کل مورد نیاز ساختمان

۵. بررسی تأثیر طراحی معماری بر انرژی مورد نیازگرمایشی و سرمایشی

به دلایل شرایط اقتصادی و اجتماعی ایران، افزایش قیمت حامل‌های انرژی باعث اقتصادی بودن بسیاری از طرح‌های صرفه‌جویی انرژی نمی گردد، بدین علت، در ایران راه‌های ارزان قیمت و یا بدون هزینه کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. روش‌های معماری کاهش دهنده مصرف انرژی، روش‌های بدون هزینه و پایداری بوده و حتی درصورت افزایش قیمت انرژی، چه از نظر اقتصادی و چه از نظر زیست محیطی مناسب تر از دیگر روش‌ها می‌باشند. هرچند صرفه‌جویی انرژی با طراحی معماری در همه کشور ها قابل استفاده است ولی بواسطه ساختار اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، برای ایران از مناسبت بیشتری برخوردار است. بدلیل اینکه کاهش مصرف انرژی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

بوسیله طراحی معماری هزینه‌ای در بر نداشته و یا بسیار ارزان است. در این بخش، به بررسی تأثیر طراحی بر مصرف انرژی می‌پردازیم. تا به این موضوع پی ببریم که آیا رعایت کوچکترین جزئیات در طراحی می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان داشته باشد. بطور مثال نحوه جهت‌گیری ساختمان، ابعاد پنجره، سایه‌بان‌ها و... تا چه حد می‌تواند باعث بهبود کارایی سکونت‌گاه‌ها باشد. برای بررسی این موضوع، چندین فاکتور به طرح اضافه شد و طبق روش قبل با ثابت نگه داشتن همه فاکتورها و تغییر یک فاکتور تأثیر آن بر مصرف انرژی به دست آمد.

۵-۱. تأثیر جهت گیری بر میزان انرژی کل مورد نیاز

بهترین جهت گیری برای اکثر سطوح ساختمان, جهتی است که حداکثر تابش خورشید در زمستان و حداقل آن را در تابستان دریافت می کند . نمای جنوبی یک ساختمان در زمستان حدوداً ۳ برابر بیشتر از دیگر نماهای ساختمان در معرض تابش خورشیدی است. در تابستان برعکس است, نمای جنوبی کمتر از بام و نمای شرقی و غربی، تشعشعات خورشیدی را دریافت می‌کند. چون در زمستان آفتاب در آسمان پایین است و با زاویه کمتر می‌تابد و تشعشعاتی که به نمای جنوبی برخورد می‌کند نزدیک به عمود بر این نما است. در تابستان بیشتر تشعشعات نزدیک به عمود بر بام خانه است. اما به هر حال تقریبا در تمام اقلیم‌ها, حرارت جذب شده در زمستان از طریق جدارهای شیشه‌ای رو به جنوب بیشتر از افت حرارتی از طریق این جبهه شیشه‌ای است [۷]. به کمک نرم‌افزار و با چرخاندن ساختمان می‌توان تأثیر قرار گیری به سمت جنوب را به دست آورد. در شکل (۵) تأثیر جهت‌گیری ساختمان بر میزان انرژی مورد نیاز سالانه آمده است. همانگونه که دیده می‌شود گستردگی به سمت شمال – جنوب، بهینه‌ترین روش است واختلاف زیادی بین مصرف انرژی در این جهت با جهات دیگر است.

۵-۲. تأثیر استفاده از سایه بان های مختلف

با اضافه‌کردن سایه‌بان‌های مختلف تأثیر آنها بر کاهش مصرف انرژی بررسی شد. شکل (۶) ساختمان شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد و در شکل (۸) تأثیر استفاده از سایه‌بان‌های مختلف آمده است. بیشترین تأثیر بر انرژی گرمایی مربوط به سایه بان متحرک می‌باشد که بر اساس سرمای شب و نور روز کنترل می‌گردد. در حالیکه این عامل باعث بالاتر رفتن انرژی سرمایشی شده است. از طرفی بیشترین تأثیر در کاهش انرژی سرمایشی مربوط به پرده داخلی می‌باشد اما این عامل کمترین تأثیر در کاهش انرژی گرمایی داشته است. همانگونه که گفته شد بهینه‌ترین حالت زمانی است که انرژی کل کاهش یابد. عاملی که توانسته انرژی کل را کاهش دهد، استفاده از سایه بان ثابت با پیش آمدگی ۰/۵ متر است. از

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

این شکل همچنین متوجه می‌شویم که استفاده از سایه بان افقی در کنار سایه‌بان عمودی تأثیری در کاهش انرژی گرمایشی نداشته است.

۵-۳. تأثیر ابعاد پنجره بر میزان انرژی مورد نیاز

ابعاد پنجره، مقدار دریافت مستقیم تابش‌های خورشیدی را تعیین می‌کنند. اگر در یک روز آفتابی زمستان اتاق بیش از حد گرم شود یا ابعاد پنجره‌ها به نسبت افت حرارتی بزرگ باشند و یا بیشتر ازمقدار نیاز حرارت جذب شود در این صورت بازدهی تأسیسات و سیستم خورشیدی کم می‌شود .هدف باید این باشد که در یک روز آفتابی در آذر ماه و یا دی انرژی خورشیدی جذب شده در یک اتاق چنان باشد که درجه حرارت داخلی در حد ۲۱ درجه سانتی گراد ثابت بماند.

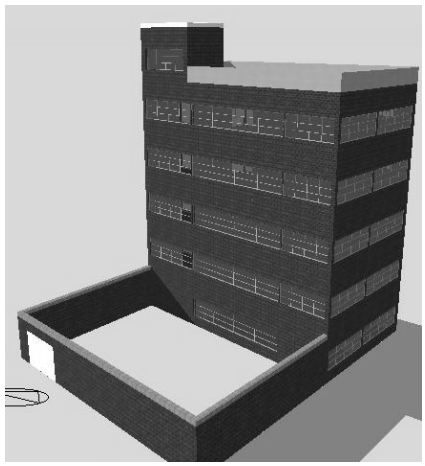
در شکل۷ ساختمان شبیه سازی شده و در شکل (۹) تأثیر ابعاد پنجره بر میزان انرژی مورد نیاز آمده است. همانگونه که مشخص است استفاده از پنجره افقی یکسره با سطح اشغال ۲۵ درصد مصرف انرژی کل را کاهش داده است. این روش هرچند انرژی گرمایشی مورد نیاز را افزایش می دهد. اما تأثیر مثبتی بر کاهش نیاز به انرژی سرمایشی دارد. پنجره با سطح اشغال ۴۰ درصد هرچند که می‌تواند روشنایی زیادی را فراهم آورد اما تأثیر منفی بر میزان انرژی مورد نیاز سالانه دارد.

۵-٤.تأثیر سقف شیبدار بر میزان انرژی مورد نیاز

طراحی سقف و عایق‌کاری آن بر میزان اتلاف انرژی تأثیر می‌گذارد. سقف شیبدار، فضایی ایجاد می‌کند که همانند عایق عمل می‌کند و میزان اتلاف را کاهش می‌دهد. در این بخش به بررسی این موضوع می‌پردازیم که تأثیر کدام فاکتور از همه بیشتر است، سقف تخت عایق کاری شده یا سقف شیبدار بدون عایق. شکل ۱۰ ساختمان شبیه‌سازی شده با سقف شیبدار را نشان می دهد. شکل (۱۱) تأثیر طراحی سقف در میزان انرژی مورد نیاز کل سالانه را نشان می‌دهد. در این بخش همه فاکتورهای قبل، در بهینه‌ترین حالت ثابت نگه داشته شده و تأثیر یک فاکتور محاسبه می‌گردد. در نهایت تأثیر سایه‌بان ۰/۵ متری که در بخش قبل محاسبه شد به طرح اضافه می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که شیبدار کردن سقف میزان انرژی سرمایشی راکاهش می‌دهد در حالیکه سقف تخت میزان انرژی گرمایشی را کاهش می‌دهد. حضور سایه‌بان انرژی کل و ...

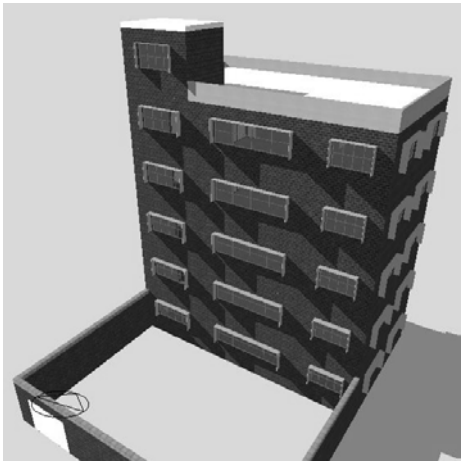
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

نمودار ۵. تأثیر جهت گیری ساختمان بر میزان انرژی مورد نیاز

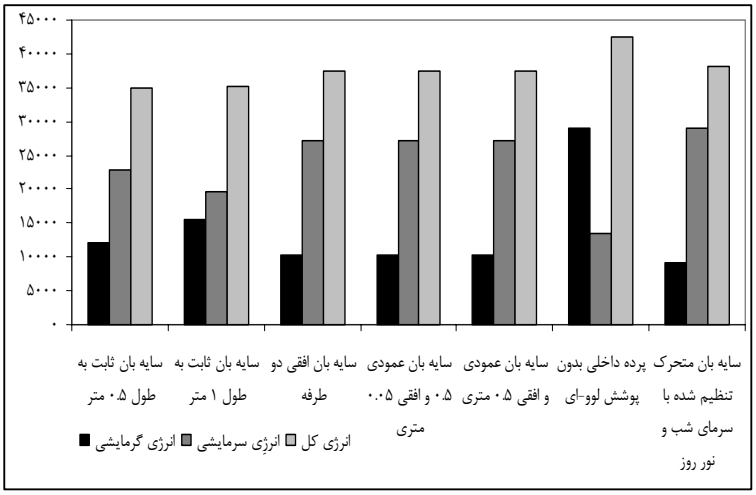


شکل ۶. شبیه سازی ساختمان با سایه بان افقی و عمودی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

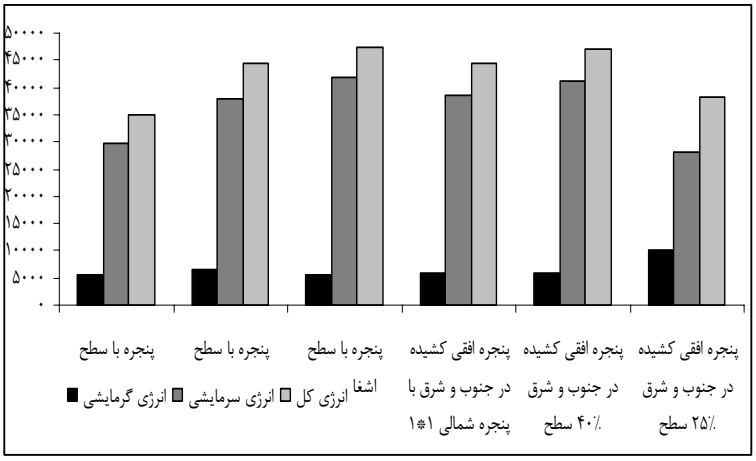


شکل ۷. ساختمان با پنجره های افقی کشیده

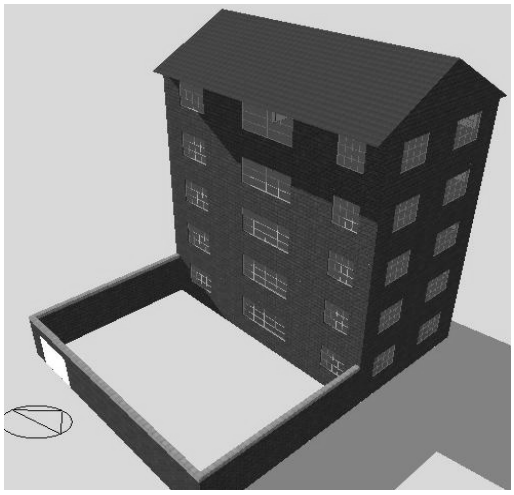


نمودار ۸ . تأثیر سایه‌بان‌های مختلف بر میزان انرژی سالانه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



نمودار ۹. تأثیر ابعاد پنجره بر میزان انرژی مورد نیاز سالانه



شکل ۱۰. ساختمان شبیه سازی شده با سقف شیبدار

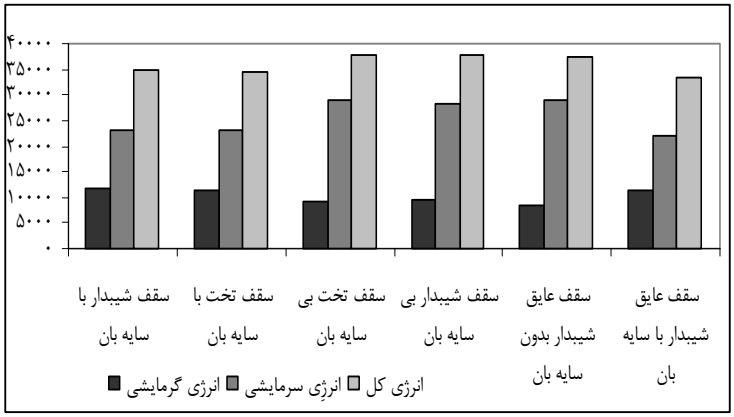
انرژی سرمایشی را کاهش می‌دهد و عایق دار کردن سقف شیدار باعث کاهش بیشتر انرژی کل می‌شود. در حالات زیر سقف شیدار با سایه بان عمودی ۰/۵ متری بهترین تأثیر در کاهش انرژی کل را داشته است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

٦. نتیجه‌گیری

جدول (۳) میزان درصد تأثیر فاکتورهای ذکر شده در مرحله انتخاب مصالح بهینه را نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده آن است که تأثیر عایق‌کاری نما بر مصرف انرژی بسیار زیاد است و بیشترین اتلاف از طریق عناصر نما اتفاق می‌افتد. با عایق کاری نما و ایزوله کردن سقف می توان میزان نیاز به انرژی کل را کاهش داد. همانگونه که دیده می‌شود استفاده از دیوار دوجداره عایق کاری شده، پنجره لوو-ای دو جداره و سقف عایقکاری شده به صورت همزمان تا ۴۱ درصد مصرف انرژی کل را کاهش داده است و بهینه‌ترین روش در انتخاب مصالح می‌باشد.

جدول (۴) تأثیر فاکتورجهت گیری ساختمان بر میزان انرژی کل سالانه را نشان می‌دهد. در این جا با فرض ثابت بودن کلیه شرایط قبلی در بهینه‌ترین حالت، جهت ساختمان در ۴ جهت اصلی عوض شده و درصد کاهش به‌دست آمد. همانگونه که در جدول دیده می شود. بهینه‌ترین حالت زمانی است که گستردگی جهان به سمت جنوب باشد. در انتها با مطالعه فاکتورهای بررسی شده، بهینه‌ترین حالات انتخاب شده و همه این تمهیدات در کنار هم قرار گرفته و دوباره شبیه‌سازی می‌شود و میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی سالانه ارائه می‌گردد. جدول (۵) درصد صرفه‌جویی در انرژی سرمایشی، گرمایشی و کل را به‌صورت جداگانه نشان می‌دهد.



نمودار ۱۱. تأثیر طراحی سقف در میزان انرژی مورد نیاز کل سالانه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۳. درصد تأثیر هر فاکتور بر مصرف انرژی کل

(درصد)

همه تمهیدات	دیوار و پنجره و سقف دوجداره	دیوار و پنجره دوجداره و کف کاذب	دیوار و پنجره دوجداره	سقف و کف دوجداره	پنجره دو جداره لوو- ای	پنجره دو جداره	دیوار دوجداره با عایق پلی یورتان	دیوار دو جداره بدون عایق
۳۹	۴۱	۳۷	٪۳۹	۰	۱۶	۱۰	۲۱	۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۴. تأثیر جهت‌گیری ساختمان بر میزان انرژی کل سالانه

(درصد)

جهت‌گیری شمال شرقی- جنوب غربی	جهت‌گیری شمال غربی-جنوب شرقی	جهت گیری رو به شرق و غرب	جهت گیری به سمت شمال- جنوب
۲۲	۲۱	۱۸	۴۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۵. درصد صرفه جویی در انرژی سرمایشی، گرمایشی و کل

(درصد)

انرژی کل	انرژی سرمایشی	انرژی گرمایشی	
۴۴	۳۹	۵۱	سقف عایق شیبدار با سایه‌بان

مأخذ: نتایج تحقیق.

۷. جمع‌بندی

همه عوامل استفاده شده در این مقاله، عواملی بودند که با توجه به شرایط اقتصادی ایران راهکارهای ارزان و ساده برای اجرا می باشند. همانگونه که دیده می‌شود با روش‌های ساده عایق‌بندی و طراحی معماری می‌توان مصرف انرژی را در شهر تهران تا ۴۴ درصد کاهش داد. می‌توان نتیجه گرفت که 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 ایران داشته و در اجرا از موفقیت بالایی برخوردار باشد. نمودار (۱۲) نتایج نهایی به‌دست آمده را نشان می‌دهد. می‌بینیم که در هر دو انرژی سرمایشی و گرمایشی کاهش قابل توجهی اتفاق افتاده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

نمودار ۱۲. میزان صرفه جویی انرژی با طراحی مناسب

به واسطه اثر زیاد طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها، یافتن عوامل معماری کاهش‌دهنده مصرف انرژی و بکارگیری آنها در طراحی ساختمان‌ها، باعث کاهش قابل توجه مصرف انرژی ساختمان‌ها می گردد.

منابع

طاهباز، منصوره و شهربانو جلیلیان (۱۳۹۰)، "نقش طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان"، گروه بین‌المللی ره شهر، *نشریه ۱۲۳*، ص۲۶، بهار.

نصراللهی، فرشاد (۱۳۸۹)، "بهره وری انرژی در بخش ساختمان و مسکن"، *ماهنامه تازه های انرژی*، سال سوم، شماره ۲۰، ص۷۷.

نوری، علیرضا، کرباسی، عبدالرضا، برقعی‌پور راحله و علیرضا طاهری، "ارائه راهکارهای اجرایی و مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان های عمومی"، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، شماره ۳۸، ص ۳۷.

واتسون، کنت و لب کنت، "طراحی اقلیمی اصول اجرای کاربرد انرژی در ساختمان"، ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض‌مهدوی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

Crawley,B.Drury, Hard, Jon, Kummert, Micheal & Brent Griffith, "Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs", US Department of Energy, Washington, DC, USA, February.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Nasrollahi, Farshad (2007) "Effect of Architecture on Building Energy Demand in Cold Climates", Berlin University of Technology, Institute of Architecture, Germany.
Thomsen K. E., Schultz, J. M. & B. Poe (2005), "Measure Performance of 12 Demonstration Projects-IEA Task 13 Advanced Solar Low Energy Buildings", *Energy and Buildings*, Vol. 32, February, PP. 111-119.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]