بررسی تاثیرعمق و نوع بالکن در تهویه طبیعی و بهینه‌سازی مصرف انرژی آپارتمان مسکونی در اقلیم معتدل و مرطوب شهر رشت

[۱] نیلوفر حسین پور توانی*, [۲] مطهره کریمی کلیدبری, [۳] محسن روشن

۱. دانشجو کارشناسی ارشد، گروه مهندسی معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
nilofarhp@gmail.com
۲. دانشجو کارشناسی ارشد، گروه مهندسی معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
mkmhfhzh٤٤@gmail.com
۳. استادیار، گروه مهندسی معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
roshanmohsen@yahoo.com

چکیده

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۱۰/۱۹
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۹/۱۳
کلمات کلیدی:
بالکن
تهویه طبیعی
بهینه‌سازی
مصرف انرژی
نرم افزار دیزاین بیلدر

استفاده از انرژی باد، یکی از روش‌های کاهش مصرف انرژی می‌باشد. دراقلیم معتدل و مرطوب که بارزترین خصوصیت‌های آن رطوبت و بارش می‌باشد، ایجاد تهویه مطبوع برای ساکنین امری ضروری است. بالکن‌ها، علاوه بر تاثیر در نمود بیرونی ساختمان، فضاهای عملکردی را در ساختمان ایجاد می‌کند که باعث ایجاد کوران و مدیریت جریان هوا می‌شود. در این پژوهش، که به کمک نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است، سعی بر آن است که با بررسی سه عمق بالکن که شامل ۰/۹ متر و ۱/۵متر و ۳ متر برای سه مدل متفاوت از نوع بالکن (یک‌طرف بسته، دوطرف بسته و سه‌طرف بسته) و با مقایسه آن‌ها به مناسب‌ترین فرم با بیشترین تهویه طبیعی در کاهش مصرف انرژی مکانیکی بپردازیم و به الگویی مناسب از نظر نوع بالکن و عمق بالکن در ساختمان‌های مسکونی در شهر رشت برسیم. هدف اصلی این پژوهش، جایگزینی سیستم‌های مکانیکی پرمصرف و پرهزینه با روش های مناسب طراحی اقلیمی است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد با افزایش عمق بالکن میزان تهویه طبیعی بهبود می‌یابد و هم‌چنین در مقایسه با سایر بالکن‌ها، بالکن سه طرف بسته در ضلع جنوبی ساختمان در این اقلیم با دستیابی به مجموع نیاز کمتر به سیستم سرمایشی و گرمایشی در طول سال می‌تواند میزان نیاز به انرژی مکانیکی گرمایشی و سرمایشی در محیط را کاهش دهد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

۱. مقدمه

در جوامع بشری، توسعه با به کارگیری انرژی بیشتر میسر می‌گردد و بدین ترتیب انسان برای دستیابی به توسعه، خصوصیت‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی و سنتی محیط زیست خود را دگرگون می‌سازد (صفایی و اسکندری،۲۰۱۹).

از این رو، به کارگیری طرح‌های معماری برای بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی از هر دیدگاه و منظر، یک اصل مهم در سطح ملی و بین‌المللی است. بنابراین، طرح راهکارهایی که بتوان مصرف انرژی را بهینه کرد از اهمیت خاصی برخوردار است. با رعایت جزئیات و موارد کوچکی و یا اصلاح الگو، روش و معماری ساختمان با کمترین هزینه ممکن می توان تاثیرچشمگیری بر کاهش مصرف انرژی و رساندن به معماری پایدار و توسعه پایدار رسید (نوروزی و همکاران،۲۰۱۹). استفاده روزافزون از سیستم‌های تهویه مطبوع برقی جهت سرمایش فضای مسکونی باعث افزایش تقاضای انرژی شده است. در چنین شرایطی پیش بینی می‌شود که اگر الگوی مصرف انرژی در بخش مسکونی و تجاری اصلاح نشود و روند فعلی ادامه یابد، علاوه بر اثرهای مخرب زیست محیطی می‌تواند بحران‌های بسیار جدی در بخش امنیت انرژی و اقتصاد کشور را در پی داشته باشد. در سال‌های اخیر، تلاش مشترک برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سراسر جهان وجود دارد. کلید ترویج کاهش گازهای گلخانه‌ای کاهش مصرف انرژی است. ساختمان، به عنوان یکی از بزرگترین مصرف کنندگان برق، می‌تواند سهم قابل توجهی در حفاظت از انرژی و همچنین حذف آلاینده‌ها از طریق طراحی ماهرانه ساختمان داشته باشد (چان[۱] و چو ،۲۰۱۰).

یکی از مهم‌ترین عنصرهای ساختمانی در شکل دادن به نمای خارجی و ترکیب حجمی ساختمان، بالکن است. بالکن فضای نیمه‌بازی است که در طراحی بسیاری از ساختمان‌ها در نظر گرفته نمی شود، از دلایل عمده این مسئله افزایش هزینه ساخت و محدودیت‌های فضایی است. بدیهی است بالکن، به عنوان یک عنصر معماری، علاوه بر نقش عملکردی و تأثیر بر نمود خارجی ساختمان، در رفتار حرارتی بنا، اثرهای محیطی آن از طریق سایه اندازی، جهت بهبود تهویه‌ی طبیعی، آسایش اقلیمی تأثیرگذار می‌باشد.

بر اساس رابطه‌ی معیارهای جهت‌گیری بالکن نسبت به بادها و تناسبات و عمق آن نسبت به کل بنا و شکل هندسی آن و همچنین مکان قرارگیری باز شو در بالکن، مسئله چگونگی و میزان تاثیر این عنصر معماری بر عملکرد تهویه طبیعی در ساختمان به وجود می‌آید. به این ترتیب در این پژوهش برای ارتقاء عملکرد تهویه در اقلیم معتدل و مرطوب ، به بررسی نقش، عمق و نوع بالکن در ساختمان پرداخته شد.

هدف اصلی این پژوهش، بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف انرژی، برای تضمین توسعه پایدار و تامین انرژی برای نسل‌های بعد و جلوگیری از ضررهای زیست محیطی ناشی از عدم توجه به عناصر طراحی اقلیمی و معماری، همچنین عدم توجه به آسایش استفاده‌کنندگان است. از این‌رو این پژوهش به روشن ساختن و شناسایی نوع و عمق عنصر بالکن در تهویه مطبوع، و چگونگی تاثیر آن بر بهینه‌سازی مصرف انرژی در اقلیم معتدل و مرطوب کمک می‌کند.

امروزه مشکل محدودیت منابع انرژی، در حال تبدیل به یک بحران حاد در دنیا است. تولید انرژی بیشتر از طریق سوخت‌های فسیلی صورت می‌گیرد اما تلاش‌های بسیاری برای جایگزینی منابع فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر انجام می‌گیرد، بنابراین فناوری استفاده از این انرژی باید توسعه یابد. بالکن به عنوان یک سیستم تهویه‌ای شناخته شده است و یکی از اجزای نمای ساختمان در کاهش مصرف انرژی در ساختمان می‌باشد و تهویه‌ی مطبوع را با بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر باد فراهم می‌آورد. بنابراین استفاده از انرژی تجدیدپذیر باد در اقلیمی معتدل و مرطوب همچون گیلان، در مقیاس محله نیز بسیار کارساز خواهد بود.

۱. A. L S. Chan and T. T Chow

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

در راستای این پژوهش سوال زیر مطرح می‌شود:

۱- عمق بالکن نقش موثری در افزایش میزان تهویه طبیعی در داخل ساختمان و کم شدن میزان استفاده از تهویه مکانیکی را دارد و می‌تواند عنصری برای آسایش حرارتی باشد؟

۲- با توجه به رفتار حرارتی ساختمان های مسکونی شهر رشت، شاخص نوع بالکن از نظر میزان محصوریت و ارتباط با فضای بیرونی چه تاثیری در میزان صرفه جویی مصرف انرژی دارد؟

در این مقاله جهت پیشبرد پژوهش، پس از مطالعه ادبیات تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها و تعریف‌های نظریه‌پردازان و محقق‌ها در رابطه با تهویه طبیعی، عوامل اقلیمی منطقه مورد مطالعه به طور دقیق اندازه گیری شد و سپس جهت پاسخ به سوال های تحقیق، براساس داده‌های نرم افزار دیزاین بیلدر ابتدا ساختمان مرجعی در نرم‌افزار مورد نظر مدل‌سازی شد و سپس بالکنی با فرم مستطیل شکل بر اساس عمق‌های ۰,۹، ۱,۵ و ۳ متر و سه شکل بالکن یک طرف بسته، دو طرف بسته و سه طرف بسته که متداول در اقلیم معتدل و مرطوب شهر مورد مطالعه، در نظر گرفته شده است که به طور کلی شامل ۹ مدل می‌باشد که مورد کاوش و بررسی قرار گرفته است.

۲. پیشینه تحقیق

بکارگیری اصول طراحی اقلیمی و معماری سنتی ایرانی در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی و استفاده حداکثری از آن می‌تواند منبع الهام طراحان در ساختمان‌های امروزی باشد. بدیهی است مدنظر قراردادن این اصول از ابتدای فرایند طراحی، در همخوانی و هماهنگی کامل طرح معماری با عناصر لازم جهت ایجاد آسایش حرارتی موثر خواهد بود (محمدی و ثبوتی ،۲۰۱۶).

از سوی دیگر، تهویه طبیعی از دیرباز در ساختمان‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های سرمایش به کار رفته است. در دوره مدرن رواج سیستم‌های تهویه مطبوع، سبب طراحی ساختمان‌هایی ایزوله گشته و کاربرد تهویه طبیعی را به فراموشی سپرد. در دهه هفتاد شمسی بحران انرژی و بروز مشکلات زیست محیطی دلیلی برای توجه مجدد به منابع انرژی تجدیدپذیر از جمله سرمایش از طریق تهویه طبیعی ایجاد نمود. از طرف دیگر بیماری سندرم ساختمان و مشکلات ایجاد شده در سلامت ساکنان و کاهش کیفیت هوای داخلی که دلیل عمده آن کاربرد سیستم‌های تهویه مطبوع شناخته شد، سبب ایجاد تمایل بیشتر جهت کاربرد تهویه طبیعی گردید (وکیلی نژاد[۲] و همکاران ،۲۰۱۴).

در نتیجه بررسی و اندازه‌گیری با وسایل اندازه‌گیری شده در دو واحد آپارتمان در شهر سئول کره‌جنوبی به کمک نرم افزار Trnsys تاثیر بالکن در حرارت داخلی و بار گرمایشی و سرمایشی آشکار است. نتایج این تحقیق نشان داد که دمای داخلی اتاق نشیمن بدون بالکن ۰,۸ سانتیگراد کمتر از یک اتاق دارای بالکن در فصل زمستان بود. علاوه بر این بارهای گرمایش و خنک کننده فضای اتاق نشیمن به ترتیب ۳۹ در صد و ۲۲ در صد بیشتر از یک آپارتمان با بالکن بود این تجزیه و تحلیل نشان داد که حذف بالکن سبب افزایش مصرف انرژی در ساختمان شده است (سانگ[۳] و چویی ،۲۰۱۲).

در پژوهش در مالزی، بالکن به عنوان فضایی انتقالی برای کنترل و ایجاد تهویه طبیعی و آشفتگی‌های داخلی و خارجی در آپارتمان‌های بلند مرتبه شناخته شده است. این پژوهش، راهروها و بالکن‌ها را سبب کانالیزه کردن باد و رساندن جریان هوا به مناطق مورد نیاز ساختمان دانستند و ذکر می‌کند که این اجزا به عنوان متصل کننده‌ی فضای آزاد خارجی و فضاهای درون ساختمان توصیف شوند (محمد[۴] و همکاران ،۲۰۰۹).

۲. R. Vakili Nazhad .et al.

۳. D. Song and Y. J Choi

۴. M. F Mohamed .et al.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

در پژوهش دیگر، محققان با اندازه گیری‌های مقیاس کامل سرعت هوا در یک آپارتمان مسکونی که داده‌های جمع آوری شده برای اعتبار سنجی مدل CFD استفاده شد و از آن بررسی دقیق اثر جداگانه و ترکیبی نوع بالکن و عمق، حالت تهویه و زاویه باد در تهویه داخلی انجام شد به این نتیجه رسیدند که، اضافه کردن یک بالکن نیمه محصور باعث کاهش سرعت متوسط داخلی می‌شود، در حالیکه بالکن باز می‌تواند در بیشتر موارد عملکرد تهویه را بهبود بخشد. بالکن باز می‌تواند سرعت متوسط را به طور قابل توجهی (تا ۶ برابر) برای ناکافی‌ترین جهت باد (۹۰ درجه) بهبود دهد. بالکن باز در مقایسه با بالکن نیمه محصور باعث افزایش سرعت داخلی می شود و با تهویه از طریق بالکن باز، تهویه طبیعی یک طرفه می‌تواند تا ۸۰٪ بهبود یابد. نتایج همچنین اهمیت جهت‌گیری ساختمان در عملکرد تهویه یک‌طرفه را برجسته می‌کند، با وجود بهبود بالقوه تهویه طبیعی در تهویه یک طرفه با افزودن یک بالکن باز، موارد تهویه دوطرفه هم به طور قابل توجهی (حداقل دو برابر) از موارد تهویه‌ی یک‌طرفه بهتر عمل می‌کند (عمرانی[۵] و همکاران ،۲۰۱۷).

در پژوهش دیگر در انزلی، با توجه به داده‌های بیرون آمده از نرم افزار دیزاین بیلدر در جهت‌های مختلف کمترین میزان مصرف انرژی گرمایشی ساختمان در جهت شمال و صفر درجه می‌باشد، بیشترین میزان مصرف انرژی گرمایشی در قسمت‌های شرقی و حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه می‌باشد، مصرف انرژی سرمایشی در جهت ۱۸۰ درجه به جنوب از کمترین میزان برخوردار می‌باشند ولی ذکر این نکته ضروری است که در جهت شمال و صفر درجه نیز مصرف انرژی سرمایشی کم و تفاوت فاحشی با جهت جنوبی ندارد. بیشترین میزان مصرف انرژی سرمایشی در جهتی است که ساختمان در جهت شرقی یا غربی قرار می‌گیرد (راستی و روشن ،۲۰۱۷).

۳. مبانی نظری

اقلیم شناسی معماری

اقلیم از کلمه یونانی کلیما، در فرهنگ لغات آکسفورد، منطقه ای با شرایط مشخصی از دما، خشکی، باد و نور معنی شده است. تعریف کلی و علمی اقلیم را می‌توان چنین گفت: ترکیب زمانی وضعیت فیزیکی محیط جوی، که ویژگی یک محل جغرافیایی مشخص است. چون هوا وضعیت لحظه‌ای جوی یک محل معین است، اقلیم را نیز می‌توان چنین تعریف نمود : ترکیب زمانی اوضاع هوا (ایران مش و همکاران ،۲۰۱۵).

ویژگی های اقلیمی منطقه گیلان

عواملی از قبیل شکل زمین، پوشش طبیعی گیاهی، مجاورت با پستی و بلندی‌های قابل ملاحظه، پهنه‌های وسیع آب، جنگل‌زارها، همجواری با نقاط مسکونی شهری و محیط طبیعی و روستایی، اطلاعات ارزنده‌ای درباره‌ی وضعیت اقلیمی مکان مورد مطالعه و عوامل موثر در آن، از جمله بادهای محلی، در اختیار قرار می‌دهد (کسمایی ،۱۹۸۹). شهر رشت در ارتفاع ۸ متر پایین تر از سطح دریا واقع شده است و می‌توان این گونه بیان کرد که بین دریا و منطقه ای تقریباً کوهستانی و در پستی واقع شده است، و رطوبت این منطقه در بیشتر روزهای سال به ۱۰۰ درصد می‌رسد. از آنجایی که شهر رشت در هاله‌ای از فضای سبز و جنگل‌های پر درخت قرار گرفته است، بادهای مزاحم و آزار دهنده برای این منطقه وجود ندارد، اما جریان هوا برای کم کردن رطوبت، به خصوص از طریق کوران در اطراف ساختمان بسیار موثر می‌باشد (محمدی و پورموسی ،۲۰۱۰).

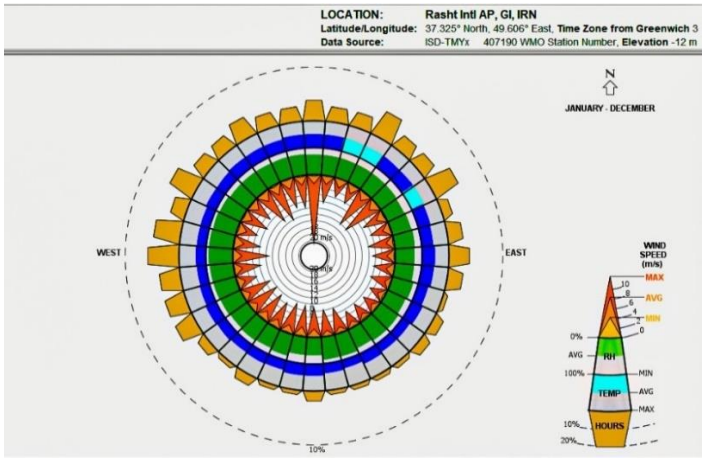
بادهای گیلان

همانطور که در چرخه باد شکل ۱ مشخص است، مهم‌ترین بادهای موثر بر حوزه‌ی نفوذ استان گیلان شامل بادهای غربی و شمال‌غربی است. بادهای غربی تحت تاثیر توده‌ی هوای مدیترانه‌ای بوده و از بادهای باران‌زا و در فواصل جنوبی دریای مازندران است، که باعث

۵. S. Omrani.et al.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

بارندگی‌های زمستان می‌گردد. بادهای شمال‌غربی که تحت تاثیر توده‌ی هوای اقیانوس اطلس شمالی بوده و از شمال وارد کشور می‌شود و رگبارهای تند فصـــل پاییز و بهار بر اثر این بادها وقوع می‌یابد. بادهای مذبور تحت تاثیر توده‌های هوای قطبی ســیبری قرار داشـــته که از اوا سط پاییز تا اواخر بهار در منطقه م شاهده می شود. این بادها سرد و خ شک ه ستند که در برخورد با توده‌های هوای مدیترانه در منطقه باعث نزول برف و باران‌های وسیع می‌شوند. از سطح دریا به سوی دشت و جلگه و دامنه شمالی البرز منتقل می‌شود (کسمایی ،۱۹۸۹).



شکل ۱ چرخه باد در شهر رشت

با توجه به شـرایط کنونی در امر اقتصـاد و انرژی و با توجه به گسـترش نیاز انسـان به منابع انرژی و تلاش برای دسـتیابی به یک منبع تمام‌نشدنی از آرزوهای انسان بوده ا ست، که می‌توان گفت با توجه توجیه‌پذیری اقتصادی انرژی باد در مقابل سایر منابع انرژی مورد توجه بودن انرژی باد امری اجتناب‌ناپذیر اســت. تهویه طبیعی یکی از بهترین و ارزان‌ترین روش‌های تهویه می‌باشـــد که با ایجاد جریان هوای طبیعی در داخل ساختمان صورت می‌پذیرد. در معماری سنتی ایران، تهویه طبیعی، بخش مهمی از طراحی ساختمان‌ها بوده که امروزه به دلیل تراکم ساختمان‌ها در کنار هم، استفاده بهینه از انرژی باد تا حد بسیار زیادی نادیده گرفته شده است. از آنجایی که در مناطق معتدل و مرطوب اکثر روزهای سال دارای رطوبت بالایی است، ایجاد کوران داخل ساختمان بسیار حائز اهمیت و مفید واقع می‌شود.

ساختمان‌ها باید دارای م سیری برای گردش باد و عبور جریان هوا در اطراف با شند. عامل فا صله بین بلوک‌های ساختمانی، جهت زدودن رطوبت نیز مورد توجه فراوانی می‌باشد. عواملی که در جریان هوا موثرند، در ساختمان‌های جدید ساخت رعایت نشده‌اند. به طور مثال، ایجاد جلوزدگی و عقب‌رفتگی در بخشی از بنا، هم‌اکنون توسط ساکنین رعایت نمی‌شود. این امر سبب شده، تا عملا از جریان موثر باد برای ورود به داخل کاسته شود. با در نظر گرفتن فاصله‌ها، جهت قرارگیری ساختمان‌ها، تعبیه مناسب بازشوها و امکان ورود جریان هوا مابین بلوک‌ها می‌توان نزدیک شـدن به اهداف در اسـتفاده از تهویه طبیعی در این منطقه را امکان‌پذیرتر سـاخت. سـاختمان‌ها می‌بایسـتی با یک الگوی نامنظم در سـایت چیده شـوند و از قرار دادن مسـیرهای پیوسـته طولانی و فضـای باز کوچک بین بناها در جهت باد غالب پرهیز شـود. ساختمان‌های هم ارتفاع از لحاظ ایمنی در مقابل باد، بهتر جواب می‌دهند (حقی و روشن ،۲۰۱۷).

مفهوم تهویه طبیعی

ورود و خروج هوا از یک فضای بسته را تهویه می‌گویند. این امر سبب اعتدال در دمای محیط و هم چنین میزان رطوبت آن فضا می شود که در نهایت افزایش دهنده میزان آ سایش ا ست. برای ایجاد تهویه داخل ساختمان می‌توان از تا سی سات مکانیکی مانند کولرهای آبی و برقی و... ا ستفاده کرد، که در این روش، تهویه را به صورت م صنوعی ایجاد می‌کنیم و یا می‌توان با تعیین موقعیت، ابعاد و باز شو پنجره‌ها، باد را درون فضا جریان داده و از تهویه طبیعی بهره ببریم. منظور از تهویه طبیعی استفاده از فرآیند جابه‌جایی هوای داخل ساختمان با هوای تازه‌ی خارج است، بدون بهره‌گرفتن از دستگاه‌های تاسیساتی و مصرف انرژی فسیلی (رازجویان ،۲۰۰۷).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

تعریف بالکن

معادل فار سی کلمه ی بالکن در زبان فار سی ایوانک ا ست. اما اگر از دید معماری به آن نگاه شود، بالکن از الحاقات آپارتمان‌ها مح سوب می‌شود که مساحت آن در مساحت آپارتمان و بنا محاسبه می‌گردد. بالکن باید حتما مسقف بوده و حداقل یک طرف آن به فضا بیرون باشد. گاهی بالکن دو طرف و گاهی بالکن سه طرف باز به فضا مجاور طراحی می شود. (ابراهیم اصل و همکاران ،۲۰۱۷).

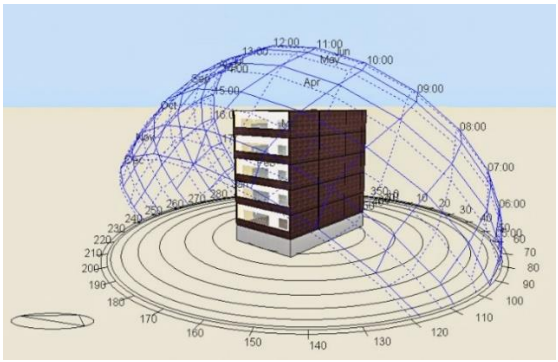
اهمیت ایوان‌های سمت جنوب در این اقلیم

ایوان‌های جنوبی در این خطه از یک طرف موجب هدایت فضای خنک زیر ایوان به سمت اتاق‌ها می‌گشته و از طرفی موجب تعدیل تابش مستقیم آفتاب در تابستان به ضلع جنوبی بوده است به این طریق کـــه بـــا جلـــوگیری از تـــابش مســـتقیم آفتاب به دیواره جنوبی موجب خنک ماندن جداره جنوبی و در نتیجه خنک‌تر شدن فضای داخلی در تابستان می‌گردد و نیاز به استفاده از انرژی برای سرمایش فضا را کم می‌کند. در این منطقه اکثر ایوان‌ها به دو فرم کلی دیده می‌شـــوند: نوع اول به شـــکل غلامگرد دور تا دور بنا قرار گرفته اســـت که باعث برقراری کوران هوا در جداره‌های بنا و مقابله با رطوبت می‌گـــــردد و از طرفی از تماس مستقیم باران به جداره‌ها جلوگیری می‌کند. در این صورت، ایوان های رو به شمال غرب و غـــرب بایـــد از طریق بام‌های شیبدار و یا بادشکن و پوشش گیاهی مناسب در برابر بادهای توام با باران محافظت گردنـد. نـوع دیگـری از ایوان که در این منطقه رواج بیشتری دارد، قرارگیری ایوان در جبهه جنوبی و شـرقی بناسـت کـه موجـب بهـره‌گیـری از طبیعت و دید مناسب به سمت بیرون و افزایش برونگرایی می‌گردد (باقری و همکاران ،۲۰۱۶).

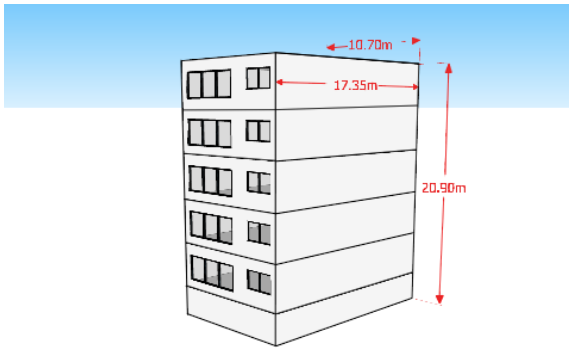
٤. روش تحقیق

این پژوهش از نرم‌افزار تجاری دیزاین بیلدر به عنوان ابزاری برای تحقیق استفاده می‌کند که در شکل ۲ محیط نرم‌افزار قابل مشاهده است. به این صورت که ابتدا ساختمانی پنج طبقه‌ای با ابعاد ۱۷,۳۵*۱۰,۷۰ متر شکل ۳ در ارتفاع ۲۰,۹۰ متر به عنوان مبنا کار قرار گرفت.

برای برر سی تاثیر بالکن بر میزان دریافت تهویه طبیعی در ساختمان‌های بلند ، برای بالکن سمت جنوب طبقه پنجم این آپارتمان نه عدد مدل معرفی می‌گردد. که در هر کدام برای د ستیابی به نتیجه بهتر، ابعاد فضاهای داخلی، سطح باز شو، جانپناه، مصالح و عوامل دیگری که در روند دستیابی به نتیجه درست دخیل بوده‌اند ثابت در نظر گرفته شده است.



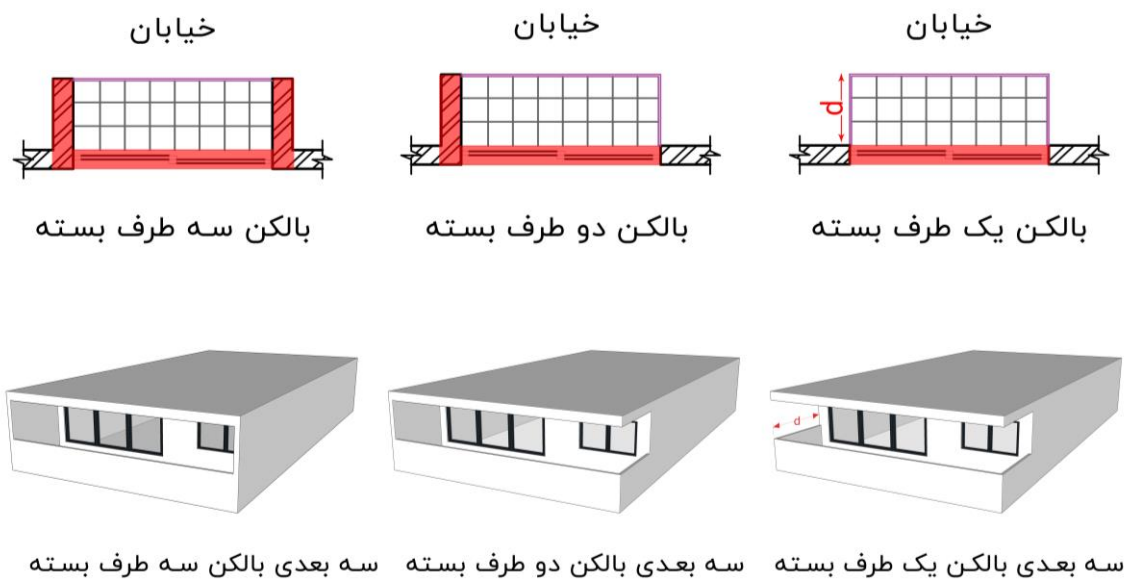
شکل ۲ مدل مورد نظر در نرم افزار دیزاین بیلدر



شکل ۳ ابعاد مدل مبنا

پارامترهای متغیر در این پژوهش عمق و نوع بالکن ا ست، که به ترتیب سه عمق (d) ۰/۹ متر و ۱,۵متر و ۳ متر برای سه نوع بالکن یک طرف بسته (سمت شمال ساختمان بسته است)، دو طرف بسته (سمت شمال و غرب ساختمان بسته است)، سه طرف بسته (سمت شمال، سمت غرب و سمت شرق ساختمان بسته است) در جبهه جنوبی در ساختمانی در رشت مطابق با اقلیم این منطقه مورد بررسی قرار گرفت شکل ۴.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۴ انواع بالکن مورد مطالعه در این پژوهش

۵. تجزیه و تحلیل

برای نزدیک‌تر شدن هر چه بیشتر مدل واقعی به وضع موجود در محدوده مورد پژوهش شهر رشت، فرض بر آن شد که تعدادی آپارتمان در همسایگی و مجاورت این ساختمان موجود است، برای تاثیر حداکثری باد، ضریب اثر باد ۱۰۰٪ در نظر گرفته شده است تا کاملا اثر باد در آن لحاظ شود.

لازم به ذکر است که نوع تهویه در نظر گرفته شده در این تحقیق از نوع calculatet است تا بر اساس سرعت باد و زمان بندی در و پنجره هایی که باز هستند تغییرات و تهویه اعمال شود و محاسبات ثابت نباشد، تا تهویه بتواند بارها در طول شبانه روز انجام شود. همچنین برای ایجاد کوران و تهویه در داخل ساختمان سمت شمال ساختمان که محل قرارگیری اتاق خواب ها است، پنجره در نظر گرفته شده است و وضعیت درب اتاق خواب ها باز در نظر گرفته شده است. و برای جلوگیری از ایجاد خطا در تمام ۹ حالت در نظر گرفته شده مساحت ساختمان ثابت است و تنها عمق بالکن کم و زیاد می شود.

تنظیم‌های این نرم افزار برای، شروع به کار کردن، سیستم گرمایشی (Heating) عدد ۲۱ درجه و برای سیستم سرمایشی (Cooling) روی عدد ۲۵ درجه تنظیم شده است و set point برای تهویه طبیعی ۲۳ درجه در نظر گرفته شده است. به این منظور که زمانی تهویه طبیعی با باز شدن پنجره ها صورت میگیرد و جریان هوا وارد ساختمان می شود که، دمای داخلی محیط، بالای ۲۳ درجه باشد و در صورتی که این دما با تهویه طبیعی و باز شدن پنجره‌ها کاهش پیدا نکرد، (دمای بیرون به اندازه‌ای خنک نبود که باعث کاهش دمای داخل شود یا در داخل سیستم‌هایی که موجب گرمایش محیط می شوند مانند گاز آ شپرخانه، همزمان فعال با شند) و دما داخلی از ۲۵ درجه بیشتر شد، سیستم سرمایشی (Cooling) شروع به کار می‌کند. اختلاف دما شرطی است که برای شروع تهویه طبیعی و باز شدن پنجره‌ها در این نرم افزار در نظر گرفته شده است، این اختلاف دما زمانی صورت می‌گیرد که دمای داخل بیشتر از دمای بیرون باشد، یا دمای داخل گرم تر از set point که برای دما در پیش فرض نرم افزار نظر گرفته شده است باشد (۲۳ درجه).

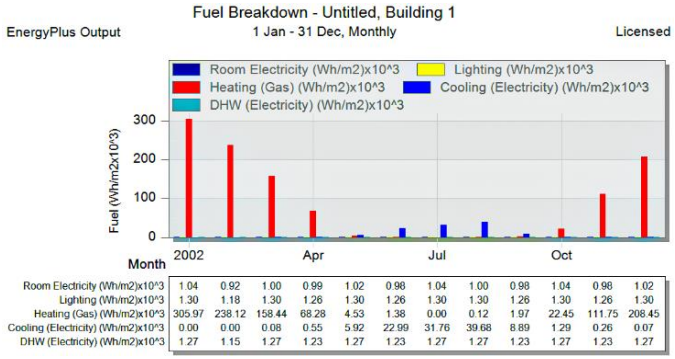
مقدار حداکثری این اختلاف دما ۱۰ درجه است که شرط میزان در صد باز شدن پنجره در مواقعی که هوای بیرون سردتر از داخل است (فصل زمستان) در مدلسازی در نظر گرفته شده است. یعنی اگر اختلاف دمای بیرون و داخل بیشتر از ۱۰ درجه باشد پنجره ها باز نمی شود و شرط دیگری که برای اختلاف دمای ۱۰ درجه در نظر گرفته شده است این است که اگر اختلاف دمای بیرون و داخل ۱۰ درجه بود تنها یک درصد از آن میزان بازشو (پنجره) باز شود و اگر اختلاف دما صفر بود ۱۰۰ درصد از آن بازشو باز شود، که به صورت کلی برای توضیح

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

کامل تر می توان گفت اگر اختلاف دمای بیرون و داخل صفر با شد ۱۰ در صد پنجره باز می شود و اگر اختلاف دمای بیرون و داخل ۱۰ درجه بود یک درصد از این ۱۰ درصد باز میشود. در این مدل هم‌دمایی، شرط دیگری است که لحاظ شده است این به این منظور است که، زمانی که دمای بیرون با داخل ساختمان یکی شد، برای ورود هوای تازه، پنجره‌ها باز شود و تهویه طبیعی صورت بگیرد. در هر ۹ حالت در نظر گرفته شـده، زمانی تهویه طبیعی بازدهی بهتری در داخل سـاختمان خواهد داشـت که باعث شـود انرژی کمتری برای تهویه مکانیکی صرف شود، از این رو به کمک نمودارهای انرژی به دست آمده در نرم‌افزار دیزاین بیلدر میزان Heating (Gas) و Cooling (Electricity) مورد نیاز برای هر واحد در هر ۹ حالت و در ۱۲ ماه از سال محاسبه گردید و از مجموع مقدار انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش هر واحد و با روش مقایسه‌ای بین ۹ حالت، بهترین عمق و بهترین نوع بالکن مشخص گردیده است.

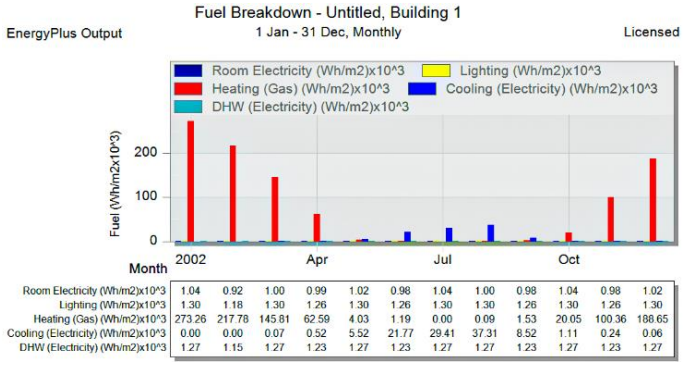
حالت اول

در این پژوهش عمق در نظر گرفته شده در حالت اول ۰/۹ متر است که میزان انرژی مکانیکی مورد نیاز در هر سه نوع بالکن نام برده شده، برای این واحد در ساختمان بررسی شد که نتایج در نمودارهای زیر در شکل ۵ مشخص است.



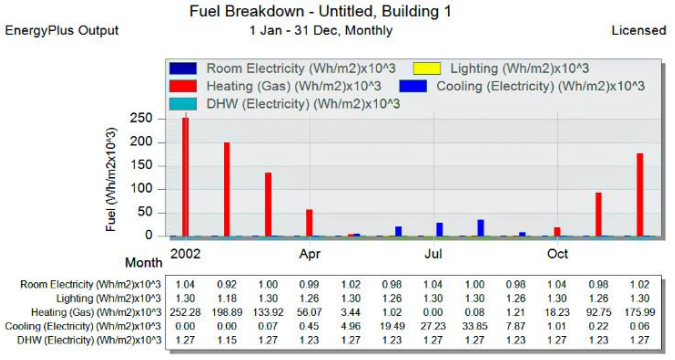
Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	305.97	238.12	158.44	68.28	4.53	1.38	0.00	0.12	1.97	22.45	111.75	208.45
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.08	0.55	5.92	22.99	31.76	39.68	8.89	1.29	0.26	0.07
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27

نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن یک‌طرف بسته



Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	273.26	217.78	145.81	62.59	4.03	1.19	0.00	0.09	1.53	20.05	100.36	188.65
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.07	0.52	5.52	21.77	29.41	37.31	8.52	1.11	0.24	0.06
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27

نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن دوطرف بسته



Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	252.28	198.89	133.92	56.07	3.44	1.02	0.00	0.08	1.21	18.23	92.75	175.99
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.07	0.45	4.96	19.49	27.23	33.85	7.87	1.01	0.22	0.06
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27

نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن سه‌طرف بسته

شکل ۵ نتایج خروجی انرژی برای مدل اول

انرژی مکانیکی به دست آمده برای سرمایش و گرمایش در هر ماه، برای هر سه مدل مشخص شده، که در جدول

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

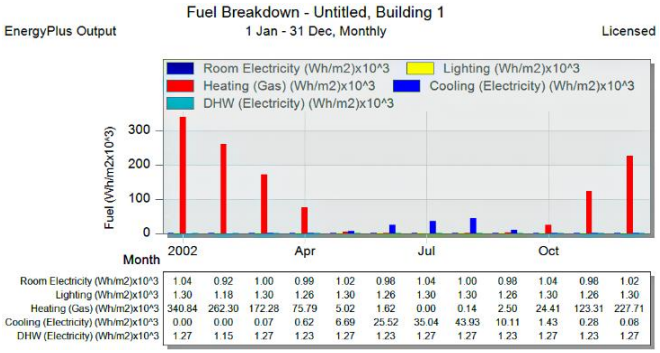
پایین مجموع آن برآورد شده است. جدول ۱ نتیجه حاصل از این جدول نشان می‌دهد در بالکن مستطیل شکل با عمق ۰/۹ متر بهترین حالت، برای تهویه طبیعی که سبب مصرف انرژی مکانیکی کمتری میشود، بالکن سه‌طرف بسته است.

جدول ۱ مجموع انرژی سیستم گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز در هر واحد برای عمق ۰،۹ متر

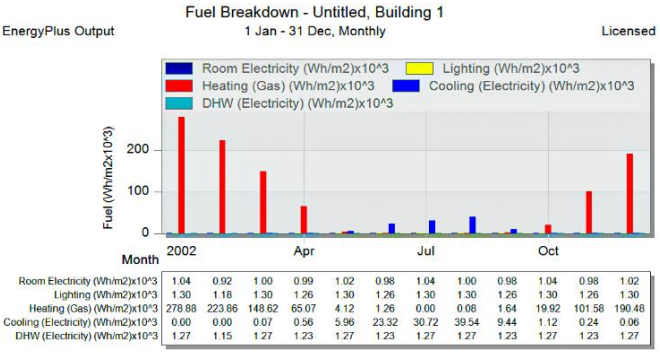
انواع بالکن	مجموع Heating (Wh/m۲)*۱۰۸۳	مجموع Cooling (Wh/m۲)*۱۰۸۳
بالکن یک‌طرف بسته	۱۱۲۱,۴۶	۱۱۱,۴۶
بالکن دوطرف بسته	۱۰۱۵,۳۴	۱۰۴,۵۳
بالکن سه‌طرف بسته	۹۳۳,۸۸	۹۵,۲۱

حالت دوم

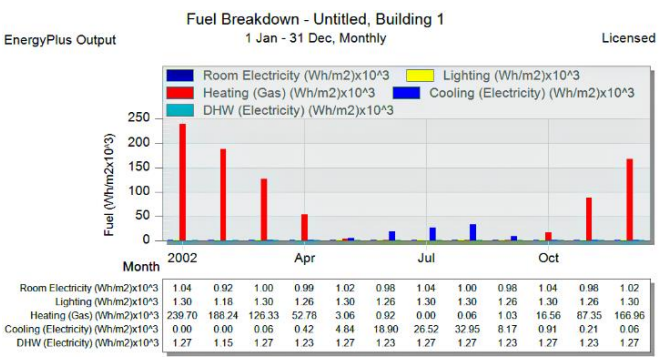
عمق در نظر گرفته شده در حالت دوم ۱/۵ متر ا ست که میزان انرژی مکانیکی مورد نیاز برای مصرف در هر سه نوع بالکن نام برده شده، برای این واحد در ساختمان در هر ۱۲ ماه از سال بررسی شد شکل ۶.



نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن یک‌طرف بسته



نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن دوطرف بسته



نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن سه‌طرف بسته

شکل ۶ نتایج خروجی انرژی برای مدل دوم

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

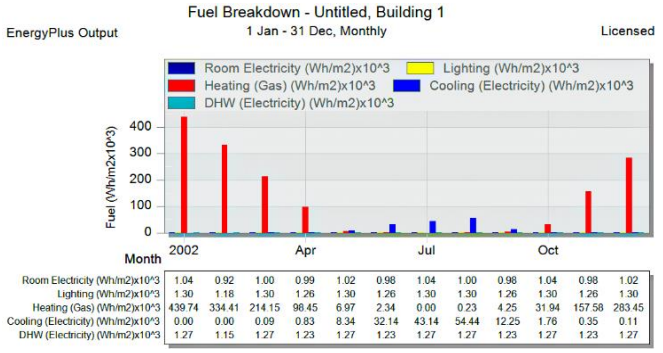
مجموع انرژی‌های مکانیکی به د ست آمده برای سرمایش و گرمایش در هر ماه، برای هر سه مدل در جدول پایین م شخص شده ا ست. جدول ۲ نتیجه حاصل از این جدول نشان می‌دهد، بالکن سه‌طرف بسته با عمق ۱٫۵ متر بهترین حالت، برای تهویه طبیعی است که نیاز به مصرف انرژی مکانیکی را در داخل ساختمان کمتر کرده است.

جدول ۲ مجموع انرژی سیستم گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز در هر واحد برای عمق ۱٫۵ متر

انواع بالکن	مجموع Heating (Wh/m۲)*۱۰۸۳	مجموع Cooling (Wh/m۲)*۱۰۸۳
بالکن یک‌طرف بسته	۱۲۳۵٫۹۲	۱۲۳٫۷۷
بالکن دوطرف بسته	۱۰۳۵٫۵۱	۱۱۱٫۰۳
بالکن سه‌طرف بسته	۸۸۲٫۹۹	۹۳٫۰۴

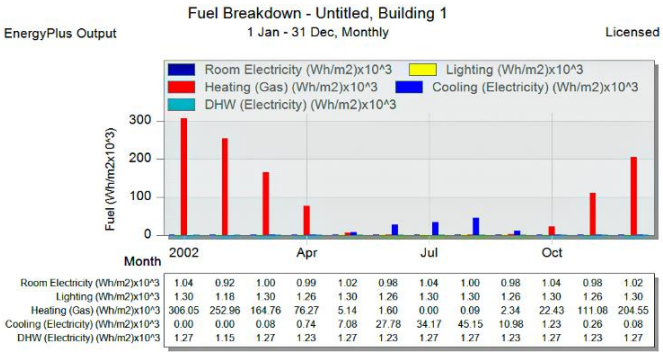
حالت سوم

عمق ۳ متر پارامتر ثابت در حالت سـوم اسـت و نوع بالکن پارامتر متغییر اسـت، میزان انرژی مکانیکی مورد نیاز برای این واحد در هر سـه حالت بالکن در هر ۱۲ ماه از سال بررسی شد شکل ۷.



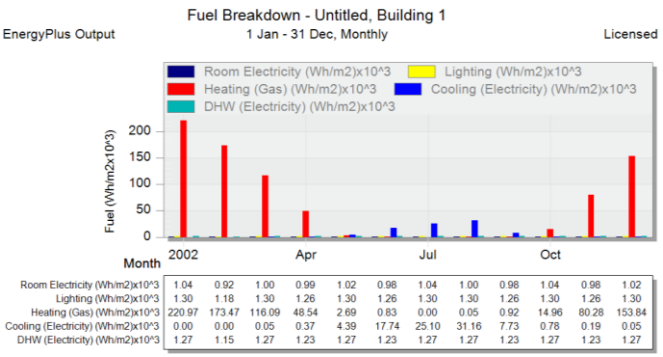
نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن یک‌طرف بسته

Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	439.74	334.41	214.15	98.45	6.97	2.34	0.00	0.23	4.25	31.94	157.58	283.45
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.09	0.83	8.34	32.14	43.14	54.44	12.25	1.76	0.35	0.11
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27



نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن دوطرف بسته

Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	306.05	252.96	164.76	76.27	5.14	1.60	0.00	0.09	2.34	22.43	111.08	204.55
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.08	0.74	7.08	27.78	34.17	45.15	10.98	1.23	0.26	0.08
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27



نتایج خروجی انرژی مورد نیاز برای بالکن سه‌طرف بسته

Room Electricity (Wh/m2)x10^3	1.04	0.92	1.00	0.99	1.02	0.98	1.04	1.00	0.98	1.04	0.98	1.02
Lighting (Wh/m2)x10^3	1.30	1.18	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30	1.30	1.26	1.30	1.26	1.30
Heating (Gas) (Wh/m2)x10^3	220.97	173.47	116.09	48.54	2.69	0.83	0.00	0.05	0.92	14.96	80.28	153.84
Cooling (Electricity) (Wh/m2)x10^3	0.00	0.00	0.05	0.37	4.39	17.74	25.10	31.16	7.73	0.78	0.19	0.05
DHW (Electricity) (Wh/m2)x10^3	1.27	1.15	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27	1.27	1.23	1.27	1.23	1.27

شکل ۷ نتایج خروجی انرژی برای مدل سوم

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

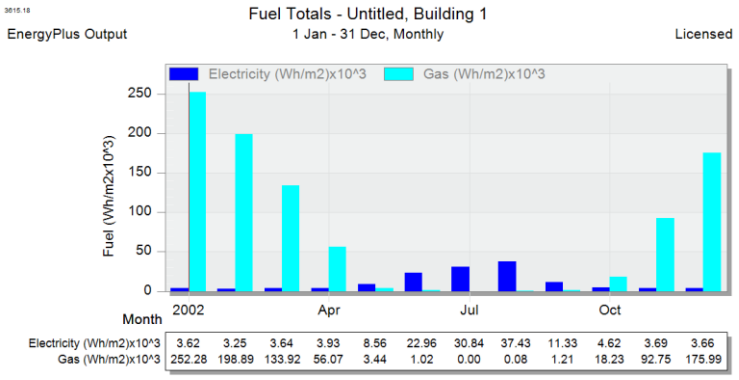
انرژی مکانیکی به دست آمده برای سرمایش و گرمایش در هر ماه، برای هر سه مدل از نوع بالکن مشخص شده، که در جدول پایین مجموع Heating و Cooling آن برآورد شده است. جدول ۳ نتیجه حاصل از این جدول نشان می‌دهد در بالکن مستطیل شکل با عمق ۳ متر بهترین حالت، برای تهویه طبیعی که سبب مصرف انرژی مکانیکی کمتری می‌شود، بالکن سه‌طرف بسته است.

جدول ۳ مجموع انرژی سیستم گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز در هر واحد برای عمق ۳ متر

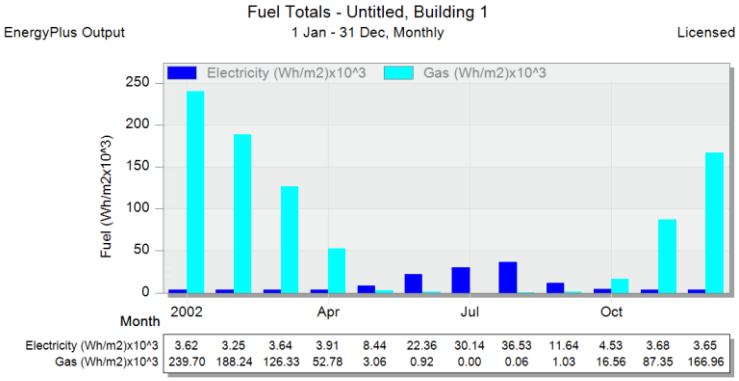
انواع بالکن	مجموع Heating (Wh/m۲)*۱۰۸۳	مجموع Cooling (Wh/m۲)*۱۰۸۳
بالکن یک‌طرف بسته	۱۵۷۳,۵۱	۱۵۳,۴۵
بالکن دوطرف بسته	۱۱۴۷,۲۷	۱۲۷,۵۵
بالکن سه‌طرف بسته	۸۱۲,۶۴	۸۷,۵۶

مقایسه انرژی مکانیکی مصرفی در بالکن سه طرف بسته

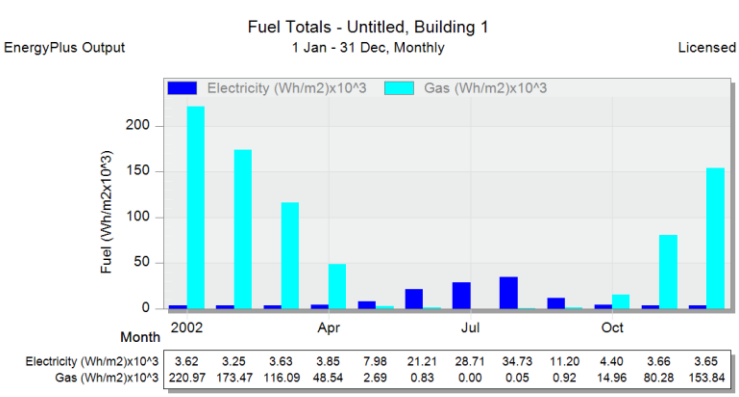
حال برای اطمینان از نتایج مقایسه مجموع میزان انرژی مصرفی کل واحد در طول یک سال متغییر نوع بالکن ثابت گرفته شده است و میزان انرژس مصرفی گاز و الکتریسیته در سه عمق، ۰/۹ ، ۱/۵ و ۳ متر بررسی شده است که می توان نتایج را در شکل ۸ مشاهده کرد.



برای بالکن با عمق ۰/۹ متر



برای بالکن با عمق ۱/۵ متر



برای بالکن با عمق ۳ متر

شکل ۸ نتایج خروجی انرژی Gas و Electricty

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

انرژی مکانیکی مورد نیاز و مصرف شده کل واحد در هر ماه، برای هر سه مدل از عمق بالکن مشخص شده، که در جدول ۴ مجموع Gas و Electricty آن برآورد شده است. نتیجه حاصل از این جدول نشان می‌دهد، بالکن مستطیل شکل سه طرف بسته با عمق ۳ متر از بهترین حالت، برای مصرف بهینه برخوردار است.

جدول ۴ مجموع انرژی مصرفی الکتریکی و گازی مورد نیاز در هر واحد برای بالکن سه طرف بسته

بالکن سه‌طرف بسته	مجموع Electricty $(Wh/m^2)*10^3$	مجموع Gas $(Wh/m^2)*10^3$
با عمق ۰/۹ متر	۱۳۷٫۵۳	۹۳۳٫۸۸
با عمق ۱/۵ متر	۱۳۵٫۳۹	۸۸۲٫۹۹
با عمق ۳ متر	۱۲۹٫۸۹	۸۱۲٫۵۹

٦. ارزیابی داده‌ها و نتیجه گیری

امروزه بحران انرژی و رشد روز افزون جمعیت، توجه به معماری پایدار جایگاه ویژه‌ای در دنیا دارد، که راه حل‌هایی را برای کاهش مصرف انرژی‌های مکانیکی تجدیدناپذیر و استفاده حداکثر از انرژی تجدیدپذیر را عنوان می‌کند. همچنین نیاز به راهبرد بلند مرتبه‌سازی با توجه به نرخ رشد روزافزون جمعیت و محدودیت زمین مناسب ساخت و ساز در زمان حاضر بیش از پیش به چشم می‌خورد و از طرفی دیگر، لازم است تا رویکرد پایداری چه در فرآیند طراحی معماری و چه در مرحله بهره‌برداری دنبال گردد. از این رو توجه به اقلیم و شرایط اقلیمی در راستای تحقق این هدف اهمیت ویژه‌ای دارد. در این پژوهش طبقه پنجم از یک ساختمان فرضی را در نرم‌افزار دیزاین بیلدر مورد بررسی قرار گرفت که در بررسی‌های انجام شده با اعمال سه عمق متفاوت از بالکن و بررسی سه مدل از انواع بالکن ساختمان به این نتیجه دست یافته شد که از بین عمق ۰٫۹، ۱٫۵ و ۳ متر بهترین عمق برای بالکن جنوبی در این مدل که باعث کاهش مصرف انرژی مکانیکی می‌شوند، عمق ۳ متر است. می‌توان گفت با افزایش عمق بالکن میزان تهویه طبیعی افزایش یافته است. همچنین در سه نوع بالکن، یک‌طرف بسته، دوطرف بسته و سه‌طرف بسته، کمترین میزان نیاز به انرژی سرمایشی و گرمایشی در ۱۲ ماه از سال، در بالکن سه طرف بسته مشاهده شده است که نشان می‌دهد با باز بودن تنها جبهه‌ی جنوبی ساختمان می‌توان تهویه مطلوب‌تری را وارد محیط کرد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

منابع

[۱] صفری، پرهام. اسکندری، حمید(۱۳۹۷)." نقش بالکن و تهویه در مسکن میان مرتبه جهت بهره وری انرژی (با طراحی نمونه در اقلیم گرم ومرطوب : نرم افزار دیزاین بیلدر)" ، چهارمین همایش ملی معماری و شـــهر پایدار ،دانشـــگاه تربیت دبیر شـــهید رجایی، تهران، ایران.

[۲] نوروزی، فاطمه. میرزاخانیان، محمد علی. سـعیدی، شـیما(۱۳۹۷)." بررسـی تاثیر پنجره بر صـرفه جویی انرژی در یک سـاختمان"، دومین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک کاربردی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۳] محمدی، کیانا. ثبوتی، هومن(۱۳۹۴)." بهینه سازی مصرف انرژی با الگو برداری از عناصر سنتی اقلیمی معماری ایران" کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در عمران، معماری و شهرسازی، استانبول، ترکیه.

[۴] راستی، سپیده. روشن، محسن(۱۳۹۶)." ارزیابی کاهش مصرف انرژی در ساختمان مسکونی با توجه به جهت گیری بهینه و درصد بازشوها در شهر انزلی"، فصلنامه علمی انرژی های تجدیدپذیر و نو، دوره ۴، شماره ۲ صفحه ۹۱-۱۰۰.

[۵] ایرانمش، الهه. نصرت پور، دریا. میرشک داغیان، مریم. هادی، مرضیه (۱۳۹۴)،"ارایه شاخص های طراحی مسکن بومی با تاکید بر مولفه های طراحی شهری اقلیمی مورد پژوهشی: شهر کرمان"،دوره ۱۴، شماره ۳۸، از صفحه ۳۴۷-۳۷۰.

[۶] کسمایی، مرتضی(۱۹۸۶).کتاب اقلیم و معماری، دانشگاه تهران.

[۷] محمودی، مهناز. پور موسـی، محبوبه. (۱۳۸۹)." پتانسـیل سـنجی انرژی باد و نقش بنیادین آن در تهویه مطبوع و زدودن رطوبت، نمونه موردی: شهرستان رشت (منطقه گلسار)"، معماری و شهرسازی آرمان شهر، دوره ۳، شماره ۴، صفحه ۱۴۷-۱۵۶.

[۸] حقی، فرشید. روشن، محسن(۱۳۹۶)." انرژی باد و نقش بنیادین آن در تهویه مطبوع و زدودن رطوبت نمونه موردی: شهرستان ماسـال (شـهرک لوحه سـرا)" ، دومین همایش بین المللی افق های نوین در مهندسـی عمران، معماری و شـهرسـازی و مدیریت فرهنگی شهرها.

[۹] رازجویان، محمود رضا (۱۳۸۶). آسایش در پناه باد، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

[۱۰] ابراهیمی اصـل،حسـن. کلانتر، رامین. حاجی ولیلی، الناز (۱۳۹۴)."عنصـر بالکن و بررسـی کارایی اقلیمی آن در سـاختمان های مسکونی شهر تبریز براساس ضوابط ارایه شده مقررات ملی ساختمان"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۹، شماره ۲، از صفحه ۱۲۱-۱۳۴.

[۱۱] باقری، سیده مهسا. کردجمشیدی، ماریا. پیراسته، شیما (۱۳۹۵)." ارزیابی تاثیر ایوان ساختمان های مسکونی در بهینه سازی مصرف انرژی سالانه"، نشریه ی انرژی ایران، شماره ۲ (پیاپی ۵۸).

[۱۲] A. L S. Chan, T. T Chow (۲۰۱۰). " Investigation on energy performance and energy payback period of balcony for residential apartment in Hong Kong", Energy and Buildings, Vol. ٤٢, No. ١٢.

[۱۳] R. Vakili Nazhad, S. M Mofidi, F. Mehdizade seraj (۲۰۱٤). " The combined effect of physical characteristics of the building shell and natural ventilation patterns on energy consumption in residential buildings", Processing World Monthly, University of Science and Technology, Vol. ٧, NO. ٤.

[۱٤] D. Song, Y. J Choi (۲۰۱۲)."Effect of building regulation on energy consumption in residential buildings in Korea", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. ١٦, No.١, pp. ١٠٧٤– ١٠٨١.

[۱٥] M. F Mohamed, D. Prasad, S. King, K. Hirota (۲۰۰۹). "The impact of balconies on wind induced ventilation of single-sided naturally ventilated multi-story apartment", Low Energy Architecture.

[۱٦] S. Omrani, V. Garcia-Hansen, B. R Capra and R. Drogemuller (۲۰۱۷). "On the effect of provision of balconies on natural ventilation and thermal comfort in high-rise residential buildings", Building and Environment, Vol. ١٢٣, □□. ٥٠٤-٥١٦.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]