

# ارزیابی تاثیر ایوان ساختمان‌های مسکونی در بهینه سازی مصرف انرژی سالانه

سیده مهسا باقری<sup>1</sup>، ماریا کردجمشیدی<sup>2</sup>، شیما پیراسته<sup>3</sup>

تاریخ دریافت مقاله:

چکیده:

تاریخ پذیرش مقاله:

در کشور ما ساختمان‌های مسکونی یکی از اصلی‌ترین مراکز مصرف انرژی محسوب می‌گردد. طراحی معماری مناسب می‌تواند با استفاده از راه‌کارهای نوآورانه، به کاهش انرژی مصرفی نهایی ساختمان منجر شود. ایوان یکی از عناصر اصلی معماری شمال کشور است که امروزه در اکثر ساختمان‌های مسکونی به‌نحوی نامناسب طراحی می‌شود. پژوهش حاضر سعی دارد با اصلاح الگوی طراحی ایوان، میزان انرژی مصرفی سالانه ساختمان را بررسی کند. در این راستا به طراحی ایوان مطلوب و مدل‌سازی آپارتمانی مسکونی در خطه طبرستان و شهر بابل در سه حالت بدون ایوان، با ایوان و با ایوان دارای دیواره‌ای مشبک با نرم‌افزار انرژی پلاس پرداخته و انرژی مصرفی برای سرمایش و تامین روشنایی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. نتایج حاکی از تاثیر مثبت ایوان طراحی شده در کاهش مصرف انرژی در این آپارتمان بوده‌است.

کلمات کلیدی:

ایوان، تامین روشنایی، سرمایش، مصرف انرژی، معماری مسکونی.

Email: Mahsa.bagheri\_1989@yahoo.com

(1) کارشناس ارشد معماری، دانشکده معماری، دانشگاه مازندران (نویسنده مسئول)

Email: m.kordjamshidi@umz.ac.ir

(2) استادیار و عضو هیئت علمی گروه معماری، دانشگاه مازندران

Email: shima.pirasteh@gmail.com

(3) کارشناس معماری، دانشکده معماری، دانشگاه مازندران

## مقدمه

در الگوی مصرف انرژی در کشور، بخش ساختمان یکی از مراکز اصلی مصرف کننده انرژی می باشد [1]. مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی و تجاری در حدود 37٪ کل مصرف سوخت کشور می باشد که این بخش در مقایسه با سایر بخش ها نظیر صنعت، کشاورزی، حمل و نقل سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که روشنایی، خنک سازی و تهویه مطبوع فضا، مهم ترین عوامل مصرف الکتریسیته در ساختمان ها هستند [2]. بنابراین با توجه به مصرف بالای انرژی در ساختمان های مسکونی، بهینه سازی مصرف انرژی و آرایه راهکارهای طراحی جهت کاهش مصرف انرژی ضروری به نظر می رسد.

از عناصر شاخص در معماری مسکونی شمال کشور، فضای نیمه باز ایوان است. در سواحل دریای خزر به دلیل شرایط مناسب اقلیمی فضاهای نیمه باز بسیار رایج بوده و در بیشتر ایام سال می تواند مورد استفاده قرار گیرد و ساخت فضاهای نیمه باز در کنار و یا اطراف فضاهای بسته بسیار مفید است. [3]. ایوان به عنوان فضای نیمه باز خانه مهمترین و پرکاربردترین فضا و دارای عملکردی چندگانه بود. به این ترتیب که در نه ماه از سال (اواخر اسفند تا اوایل آذر) به دلیل تغییرات اندک دمایی این اقلیم و مناسب بودن اوضاع جوی تقریباً کلیه ایوان های روزمره ی زندگی (از قبیل، غذاخوری، نشیمن و حتی خواب در تابستان) در این فضا اتفاق می افتاد. [4].

ایوان های جنوبی در این خطه از یک طرف موجب هدایت فضای خنک زیر ایوان به سمت اتاق ها می گشته و از طرفی موجب تعدیل تابش مستقیم آفتاب در تابستان به ضلع جنوبی بوده است، به این طریق که با جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به دیواره ی جنوبی موجب خنک ماندن جداره ی جنوبی و در نتیجه خنک تر شدن فضای داخلی در تابستان می گردد و نیاز به استفاده از انرژی برای سرمایش فضا را کم می کند. در این منطقه اکثر ایوان ها به دو فرم کلی دیده می شوند. موع اول به شکل غلامگرد دور تا دور بنا قرار گرفته است که این مسئله باعث برقراری کوران هوا در جداره های بنا و مقابله با رطوبت می گردد و از طرفی از تماس مستقیم باران به جداره ها جلوگیری می کند. در این صورت ایوان های رو به شمال غرب و غرب باید از طریق بام های شیبدار و یا بادشکن و پوشش گیاهی مناسب در برابر بادهای توام با باران محافظت گردند. نوع دیگری از ایوان که در این منطقه رواج بیشتری دارد قرار گیری ایوان در جبهه ی جنوبی و شرقی بناست که موجب بهره گیری از طبیعت و دید مناسب به سمت بیرون و افزایش برونگرایی می گردد.

ایوان ها در ساختمان های مسکونی باید به گونه ای طراحی شود که نیاز به مصرف انرژی برای تامین شرایط آسایش کاهش یابد اما متأسفانه در طراحی ساختمان های امروزی با توجه به کاستن از مساحت اختصاص داده شده به ایوان، این عنصر مهم در کاهش مصرف انرژی ساختمان، به عناصر زائدی بر نمای ساختمان تبدیل گشته اند که دیگر پاسخگوی عملکردهای پیشین خود نیستند و نقش خود را در تامین روشنایی، تهویه و سرمایش از دست داده اند.

از اوایل دهه 1970 میلادی، بحران انرژی و تخریب لایه ازن و گرم شدن کره زمین موجبات اعمال قوانین برای کنترل مصرف انرژی را فراهم آورد [5]. از آن زمان، مبحث طراحی اقلیمی، توسعه و طراحی پایدار به منظور بهینه سازی مصرف انرژی به عنوان یکی از مباحث مهم در طراحی معماری مطرح شد.

در دهه های اخیر، پژوهش های گسترده ای در زمینه کنترل مصرف انرژی و راهکارهای لازم در کاهش مصرف انرژی در طراحی معماری ساختمان ها در ایران و سایر کشورهای دنیا انجام شده و بسیاری از نتایج نیز به طراحی و اجرای ساختمان های پایدار، اقلیمی و هوشمند منجر شده است.

از جمله پژوهش های انجام پذیرفته در این زمینه می توان به پژوهش بادسکو و استایکویچی [6] در سال 2006 اشاره کرد که در آن کاهش مصرف انرژی در اقلیم سرد را با ذخیره انرژی خورشیدی در دیواره خارجی ساختمان مورد بررسی قرار دادند. پژوهش ابراهیم پور و واحد [7] در سال 1391 با استفاده از برنامه های شبیه سازی مصرف انرژی، مصرف انرژی برای یک ساختمان آموزشی در شهر تبریز را محاسبه کرده است و تغییراتی در طراحی معماری به منظور کاهش مصرف انرژی انجام دادند و از این طریق تاحدود چهل درصد در مصرف انرژی صرفه جویی گردیده است. رهایی و قائم مقامی [8] در سال 1388 در پژوهشی با در نظر داشتن انرژی مصرفی و آلودگی های منتج از آن، راهبردهای طراحی در ساختمان های پایدار و جدید را بررسی می کند و بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهادهایی اجرایی در خصوص طراحی ساختمان های آینده ارائه داده است. از دیگر پژوهش های این زمینه می توان به پژوهش سوسوروا و همکاران [9] در سال 2013 اشاره کرد که در آن با استفاده از بررسی عددی و تجربی به کاربردن پوشش های گیاهی در ساختمان، کاهش جذب انرژی خورشیدی و کاهش بار تابستانه را رقم زده است.

ذوالفقاری و همکاران [10] در سال 1393 اثر نماهای مختلف بر میزان مصرف انرژی در ساختمان را مورد بررسی قرار می دهد. برای این منظور، از نرم افزار انرژی پلاس جهت مدلسازی و انجام محاسبات ساختمان نمونه در سه اقلیم تهران، بندرعباس و تبریز استفاده کردند. نتایج این پژوهش حاکی از این است که برای شهر تهران استفاده از آجر نما بیشترین تاثیر را در کاهش مصرف انرژی دارا است. برای شهر بندرعباس نمای آجر نسوز و برای تبریز بتن رنگی پیشنهاد شده است. پژوهش لیندبرگ و همکاران [11] در سال 2004 به مطالعه میزان اثر استفاده از مصالح در جذب انرژی می - پردازد و میزان گرمایش ساختمان با مصالح آجری و چوبی به صورت تجربی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش به **تاثیر بخشی** قابل توجه جنس مصالح مورد استفاده در ساختمان بر میزان مصرف انرژی در ساختمان اشاره دارد.

پژوهش حاضر در نظر دارد با افزایش مساحت ایوان و تبدیل دوباره ای آن به عنصری بهینه و مناسب در ساختمان های مسکونی امروزی، نقش آن را در کاهش انرژی مصرفی به منظور تامین روشنایی و سرمایش ساختمان مورد بررسی قرار دهد. بر این اساس با تعبیه و طراحی نقشه ی آپارتمانی در شهر بابلسر، تاثیر وجود ایوان با دیواره مشبک برای حفظ حریمیت ساکنین در ساختمان، وجود ایوان بدون دیواره مشبک و عدم وجود ایوان را از طریق مدل سازی در نرم افزار انرژی

پلاس مورد نقد و بررسی قرار می‌دهد. داده های اقلیمی در نظر گرفته شده برای بررسی و مدل سازی وضعیت آپارتمان در شهر بابلسر در این نرم افزار مربوط به میانگین وضعیت آب و هوایی این شهر در سال های 1385-1390 بوده و به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفته شد و با توجه به محدودیت در داده های آب و هوایی، از داده هایی استفاده شده است که صحت گذاری نشده اند.

### روند حل مسئله و روش پژوهش

به منظور طراحی ایوان مناسب برای مدل سازی در آپارتمانی مسکونی در شهر بابلسر ابتدا به سه عامل مهم و موثر بر عکس العمل کاربران در استفاده از این عنصر معماری مهم در طراحی پرداخته شد. این عوامل شامل الف: ابعاد عملکردی ایوان ، ب: موقعیت قرارگیری و حریمیت بوده است.

#### الف: ابعاد عملکردی ایوان ها

امروزه فضای نیمه باز ایوان که محلی برای درک طبیعت این خطه و تجربیات حسی متفاوتی از فضا می باشد، یا به طور کامل از بنا حذف گردیده است یا جای خود را به تراس کوچکی که عملکردی همچون انباری به منظور نگهداری ظروف یا خشک کردن لباس هاست داده است. به نظر می رسد یکی از دلایل این مسئله کوچک بودن فضا و مساحت ایوان و مشابهت آن با زائده های به عرض محدود که از نما بیرون زده است، باشد. فضای ایوان اگر مساحت بیشتری را به خود اختصاص دهد، می تواند به یک فضای عملکردی در بنا تبدیل گردد.

#### ب: موقعیت قرارگیری

بهترین موقعیت قرارگیری ایوان در این اقلیم ایوان های رو به جنوب است، به دلیل اعتدال هوای این خطه ایوان های جنوبی تقریباً در تمام فصول سال قابل استفاده هستند. در تابستان ها ایوان جنوبی مانع نفوذ تابش مستقیم آفتاب به داخل بنا و خنک ماندن جداره ی جنوبی و در نتیجه ایجاد نسیم می شود. در زمستان نیز به دلیل تابش مایل تر آفتاب فضایی آفتابگیر بوده و اگر عرض مناسب برای ایوان در نظر گرفته شده باشد، بام آن نیز مانع رسیدن تابش آفتاب به فضا نمی گردد.

#### ج: حریمیت

ارتباط و دید دوسویه بین معبر و فضای نیمه باز ایوان در معماری این خطه رقم خورده است. گشادگی ایوان به سمت فضای باز بیرون و به تبع آن پیدایش برونگرایی در فرم معماری مسکونی این خطه موجب گردید جداسازی بین فضای خصوصی ایوان و عمومی معبر رنگ کمتری گیرد.

لذا به نظر می‌رسد رعایت تمهیدات لازم به منظور افزایش محریمیت و کاهش دید به درون فضای نیمه باز ایوان موجب استفاده بیشتر ساکنین آپارتمان‌های مسکونی از فضای نامبرده گردد. استفاده از دیوارهای مشبک یکی از اقداماتی است که ضمن اینکه دید به ایوان را کاهش می‌دهد مانع ورود جریان هوا و کوران داخلی نیز نمی‌گردد. همچنین استفاده از پنجره‌های وسیع تاشو و جمع‌شونده امکان انعطاف‌پذیری فضا و تبدیل فضای نیمه باز ایوان به فضای بسته‌ای که دارای چشم انداز مناسبی است را دو چندان می‌کند.

با در نظر گرفتن مسائل فوق ایوانی در یک آپارتمان 4 طبقه مسکونی بر روی پیلوت که نوع متداول آپارتمان‌های اجرا شده در شهر بابلسر بوده است، طراحی گردید. ایوان طراحی شده واقع در جبهه‌ی جنوبی و دارای ابعاد  $4/4 \times 4/2$  مترمربع بوده تا مساحتی نزدیک با پذیرایی و فضای جمعی خانه را به خود اختصاص دهد تا از این طریق بتواند پاسخگوی عملکردهایی نظیر نشستن، غذا خوردن، استراحت و خوابیدن برای یک خانواده گردد. در جداری رو به گذر نیز دیوارهای مشبک به ارتفاع  $1/2$  متر و با حفره‌هایی به ابعاد  $15 \times 10$  سانتی متر طراحی گردیده‌است تا ضمن حفظ محریمیت از ورود جریان هوا ممانعت نکند. با مدل‌سازی این آپارتمان در نرم افزار انرژی پلاس نسخه 3.0.0.105 تاثیر وجود ایوان با دیواره مشبک، ایوان بدون دیواره مشبک و عدم وجود این ایوان در طبقات مختلف این آپارتمان در طول یک سال مورد بررسی قرار گرفت.

هدف در پژوهش حاضر بر این بوده است که تاثیر ایوان با سه حالت ذکر شده در انرژی مصرفی سالانه در طبقات مشخص این آپارتمان مورد بررسی قرار گرفته و ارزیابی گردد. لذا انرژی مصرفی در کل ساختمان مبنای مدل‌سازی در نظر گرفته شد. تهویه طبیعی و مکانیکی-فن کویل به عنوان سیستم سرمایشی و لامپ‌های فلورسنت فشرده با بازده نوری 40 لومن بر وات برای سیستم روشنایی در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه در سه حالت در نظر گرفته شده برای ایوان در آپارتمان مورد نظر سیستم سرمایشی و روشنایی یکسانی در نظر گرفته شده است تغییرات حاصل در اعداد به دست آمده در خصوص میزان نیاز به انرژی الکتریکی مربوط به تفاوت نوع ایوان خواهد بود و سیستم سرمایش و روشنایی و مصالح مورد استفاده به عنوان مبنا در نظر گرفته شده و به عنوان متغیر در اندازه گیری‌ها موثر نخواهد بود.

مصالح در نظر گرفته شده برای دیوارهای خارجی شامل 13 میلی‌متر گچ، دیوار دو جداره به ضخامت 25 سانتی متر شامل دو ردیف 10 سانتی‌متر بلوک سفالی و 5 سانتی‌متر عایق مابین دو دیوار و 5 سانتی‌متر آجر نسوز در نما می‌باشد. برای بام 3 سانتی‌متر آسفالت، 3 سانتی‌متر پشم شیشه، 15 سانتی‌متر فضای خالی به عنوان عایق و 13 سانتی‌متر گچ و زیرسازی آن در نظر گرفته شد. پنجره‌ها دوجداره با ضخامت شیشه‌ی 3 میلی‌متر بوده که در بین آن 13 میلی‌متر فضای خالی در نظر گرفته شد. دلیل انتخاب پوشش مسطح به همراه بام آسفالت برای بام آپارتمان در این منطقه این مسئله بوده است که با وجود نیاز به استفاده از بام شیبدار به عنوان الگوی رایج طراحی بام در این خطه به منظور جلوگیری از نفوذ باران در داخل آپارتمان، متأسفانه امروزه تقریباً اکثر آپارتمان‌های این منطقه با بام مسطح طراحی و به منظور کاهش هزینه‌های

مربوط به فرش کف، با پوشش‌هایی چون آسفالت و یا سیمان کاری تکمیل و یا رها خواهند شد. لذا شرایط رایج در آپارتمان‌های موجود در سطح شهر برای محاسبه انرژی الکتریکی در کل ساختمان در سه حالت نامبرده شده برای ایوان‌ها در نظر گرفته شد. دیوارهای آپارتمان‌های معاصر در این خطه عموماً به صورت دوجداره اجرا می‌گردند که در این مدلسازی نیز دیواره دوجداره با 5 سانتی متر فاصله بین جدارها مبنای عمل قرار گرفت.

در هنگام شبیه سازی این آپارتمان تأثیر خانه‌های مسکونی موجود در مجاورت و همسایگی این آپارتمان در نظر گرفته نشد.

جداول 1 و 2 مشخصات مربوط به مصالح انتخابی را نمایش می‌دهد.

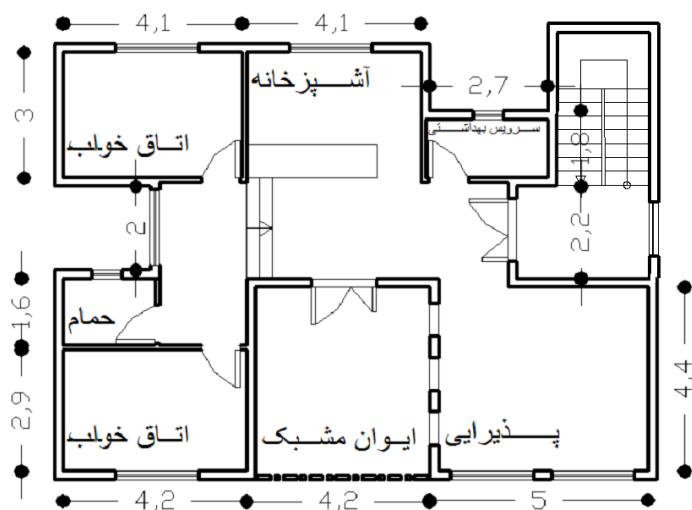
جدول 1) جنس و خواص فیزیکی مواد بکار رفته در جدارهای خارجی نمای ساختمان

چگالی kg/m <sup>3</sup>	ضریب هدایت W/m.K	ضخامت	گرمای ویژه J/kg.K	جنس مصالح
950	0/16	10 میلی‌متر	830	گچ 1
1200	0/16	3 میلی‌متر	2000	گچ 2
2300	1/4	10 سانتی‌متر	880	بلوک بتنی
1700	0/83	10 سانتی‌متر	800	آجر سفال

جدول 2) جنس، خواص فیزیکی و تشعشعی مصالح بکار رفته در جدار بیرونی نمای ساختمان

ضریب بازتابش	ضریب جذب خورشیدی	ضریب هدایت W/m.K	ظرفیت حرارتی J/kg.K	چگالی kg/m <sup>3</sup>	جنس نما
0/9	0/35	0/83	0/16	1700	آجر نسوز

در شکل 1 نقشه تیپ طبقات این آپارتمان مسکونی با تعداد طبقات 4 طبقه مسکونی بر روی پیلوت در شهرستان بابلسر و در شکل 2 آپارتمان را در حالت بدون ایوان، وجود ایوان با جداره مشبک و وجود ایوان بدون جداره مشبک می‌بینیم.



شکل 1) نقشه طبقات آپارتمان مسکونی 4 طبقه بر روی پیلوت در شهرستان بابل



شکل 2) تصویر آپارتمان در سه حالت بدون ایوان، وجود ایوان با جداره مشبک و وجود ایوان بدون جداره مشبک

### یافته‌ها

طبق جدول 3 در حالت وجود ایوان با دیواره‌ی مشبک میزان نیاز فضا به روشنایی در طبقات مختلف حدوداً برابر با 1008 کیلووات‌ساعت و در حالت بدون دیواره مشبک 1007 کیلووات‌ساعت است یعنی در حالت وجود ایوان با دیواره‌ی مشبک میزان نیاز فضا به روشنایی در تمامی طبقات به میزان کمتر از 0/1 درصد افزایش پیدا کرده‌است.

همچنین با مقایسه نیاز به روشنایی فضا در حالت وجود ایوان با دیواره‌ی مشبک و حالت حذف کامل ایوان مشاهده گردید نیاز فضا به روشنایی در طبقات مختلف در حالت بدون ایوان تقریباً برابر با 998 کیلووات-ساعت است. یعنی درحالت وجود ایوان با دیواره‌ی مشبک میزان نیاز فضاها به روشنایی نسبت به حالت بدون ایوان در تمامی طبقات به میزان کمتر از 1٪ افزایش پیدا کرده‌است. با توجه به کثرت روزهای ابری در طبرستان و تابش مستقیم آفتاب تنها در فصولی چون تابستان، و همچنین تابش پراکنده در اکثر روزهای سال، تفاوت چندانی با قرار دادن ایوان مشبک در کاهش روشنایی فضای داخلی رقم نخورده است زیرا در اکثر روزهای سال تابش پراکنده بوده و ایوان نقش چندانی در جلوگیری از ورود مستقیم روشنایی و نور خورشید به درون ساختمان نخواهد داشت.

جدول 3) مقایسه‌ی میزان نیاز به روشنایی در حالت وجود ایوان با جداره‌ی مشبک و بدون جداره مشبک

نیاز به روشنایی (الکتریسته برحسب کیلو وات ساعت)	وجود ایوان بدون دیواره مشبک (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)	وجود ایوان با دیواره مشبک (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)	بدون ایوان (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)
طبقه اول	1007	1008	998
طبقه دوم	1007	1008	998
طبقه سوم	1007	1008	998
طبقه چهارم	1007	1008	998

اگرچه وجود ایوان بدون جداره مشبک نسبت به عدم وجود ایوان 0/1٪ میزان استفاده از انرژی برای روشنایی فضا را افزایش داده است اما طبق جدول 4 با کاهش چشمگیر میزان نیاز به انرژی الکتریکی برای سرمایش توجیه‌پذیر است. دراین دو حالت شاهد این مسئله هستیم که به دلیل تابش مستقیم آفتاب به فضای داخلی در حالت بدون ایوان نسبت به حالت وجود ایوان بدون دیواره‌ی مشبک در طبقات مختلف تقریباً به اندازه‌ی 400 کیلو وات ساعت میزان انرژی لازم برای سرمایش را کاسته‌است. برای مثال این کاهش در طبقه‌ی سوم تقریباً معادل 19٪ بوده است. یعنی ایوان توانسته‌است با جلوگیری از ورود مستقیم آفتاب به داخل فضا و خنک ماندن جداره‌ی خارجی رو به ایوان، موجب ایجاد اختلاف دما و نسیم و در نتیجه کاهش چشم‌گیر دمای داخلی شود. آنچه مشاهده می‌شود تاثیر مثبت ایوان در خنک کردن فضای داخلی است. استفاده از ایوان مشبک در کاهش درجه حرارت هوا در روزهایی از سال که دارای تابش مستقیم آفتاب می‌باشند تاثیر بیشتری خواهد داشت. در فصولی همچون تابستان جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به وسیله ایوان مشبک موجب خنک ماندن فضا خواهد شد.

همچنین اگرچه در حالت وجود ایوان با جداره مشبک نسبت به عدم وجود ایوان نیز شاهد افزایش 1 درصدی میزان استفاده از انرژی برای روشنایی فضا بودیم، اما طبق جدول 4 با مقایسه‌ی میزان نیاز به انرژی الکتریکی برای سرمایه‌ی در این دو حالت شاهد این مسئله هستیم که وجود ایوان با جداره‌ی مشبک نیز موجب کاهش انرژی لازم برای سرمایه‌ی فضا گردیده‌است. برای مثال این کاهش در طبقه‌ی سوم تقریباً معادل 20٪ بوده است. در نتیجه تاثیر وجود دیواره مشبک در خنک‌تر شدن فضای داخلی در این طبقه از ایوان بدون جداره‌ی مشبک به تقریباً به اندازه‌ی 1/5٪ بیشتر است.

با مشاهده‌ی اعداد مربوط به مقایسه‌ی نیاز ساختمان به سرمایه‌ی در حالت وجود ایوان با دیواره‌ی مشبک و وجود ایوان بدون دیواره‌ی مشبک در همین جدول پی می‌بریم که وجود جداره‌ی مشبک نیز در خنک‌تر شدن فضای داخلی بی تاثیر نخواهد بود. به طور مثال تاثیر وجود جداره مشبک در کاهش مصرف انرژی برای سرمایه‌ی نسبت به عدم وجود این جداره، در طبقه‌ی اول و دوم حدوداً برابر با 1/1٪، طبقه‌ی سوم 1/9٪ و طبقه‌ی چهارم 1/8٪ بوده است.

جدول 4) مقایسه‌ی میزان نیاز به انرژی الکتریکی برای سرمایه‌ی در حالت بدون ایوان و وجود ایوان بدون جداره مشبک

بدون ایوان (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)	وجود ایوان با دیواره مشبک (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)	وجود ایوان بدون دیواره مشبک (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)	سرمایش (الکتریسته بر حسب کیلو وات ساعت)
2049	1621	1641	طبقه اول
2028	1606	1624	طبقه دوم
2014	1591	1624	طبقه سوم
1980	1581	1612	طبقه چهارم

### نتیجه گیری

با توجه به نقش مهم و عملکردی ایوان در اقلیم شمال کشور در پژوهش حاضر که میزان مصرف انرژی برای تامین روشنایی و سرمایه‌ی آپارتمانی مسکونی در بابلسر را در سه حالت بدون ایوان، وجود ایوان با جداره مشبک و وجود ایوان بدون جداره مشبک مورد بررسی قرار داد نتایج زیر حاصل گردیده است.

الف: آپارتمان در حالت وجود ایوان بدون دیواره مشبک و با دیواره مشبک به مقدار 1 - 0/1٪ دچار افزایش انرژی لازم برای روشنایی گشته است و این در حالی است که در حالت وجود ایوان بدون دیواره مشبک و با دیواره مشبک کاهش 19 - 21٪ را در نیاز به انرژی به منظور سرمایه‌ی شاهدیم.

ب: کمترین و بیشترین نیاز به انرژی به منظور سرمایه‌ش آپارتمان، به ترتیب مربوط به طبقه چهارم ساختمان دارای ایوان با جداره مشبک و طبقه اول ساختمان بدون ایوان بوده است. اختلاف مقدار این انرژی حدود 468 کیلووات ساعت بوده است.

پ: کمترین و بیشترین نیاز به انرژی برای روشنایی، به ترتیب مربوط به طبقه دوم ساختمان دارای ایوان با جداره مشبک و طبقه اول ساختمان بدون ایوان بوده است. اختلاف مقدار این انرژی حدود 10 کیلووات ساعت بوده است.

برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد تاثیر ابعاد حفره‌های موجود در دیواره‌های مشبک و ارتفاع این دیواره‌ها در کاهش یا افزایش نیاز به انرژی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود با سایر نرم‌افزارهای مرتبط به حوزه انرژی تاثیر ابعاد ایوان در جذب تابش دیواره‌های مجاور آن مورد بررسی قرار گیرد. بررسی و پژوهش در زمینه نوع مصالح مورد استفاده در ایوان نیز در کاهش مصرف انرژی از جمله مواردی است که می‌توان بدان پرداخت.

## مراجع

- [1] نوری، جعفر. کرباسی، عبدالرضا. برقی‌پور، هستی. طاهری، علیرضا. (1387)، ارایه راهکارهای اجرایی و مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان های عمومی، علوم و فن آوری محیط زیست ، دوره دهم، شماره سه، 50-37.
- [2] ترشیزی، ابراهیم. ابراهیمی، مهیار. (1393)، مروری بر روشهای جایگزینی روشنایی مصنوعی با روشنایی خورشید در ساختمان ها، نشریه انرژی ایران، سال 17، شماره 50، 16-7.
- [3] طاهباز، منصوره. جلیلیان، شهربانو. (1387)، اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران. انتشارات دانشگاه شهیدبهشتی، تهران.
- [4] گرجی، یوسف. یاران، علی. (1389)، راهکارهای معماری پایدار گیلان به همراه قیاس با معماری ژاپن، نشریه ی هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، شماره ی 41، 54-43.
- [5] شفیعی، مریم. فیاض، ریما. حیدری، شاهین. (1392)، فرم مناسب ساختمان بلند برای دریافت انرژی تابشی در تهران، نشریه انرژی ایران، دوره 16، شماره 4، 60-47.
- [6] Badescu, V. and Staicovici, M.D. 2006. "Renewable energy for passive house heating: Model of active solar heating sysyem", *Energy and Buildings*, Vol. 38, PP. 129-141.
- [7] ابراهیم‌پور، عبدالسلام. واحد، یوسف. (1391)، روش‌های مناسب بهینه سازی در مصرف انرژی در یک ساختمان دانشگاهی در شهر تبریز، نشریه مهندسی مکانیک مدرس، سال 12، شماره 4، 104-91.
- [8] رهایی، امید. قائم مقامی، پروین. (1388)، محیط زیست و تدابیر پایدار در طراحی ساختمان های آینده، علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره پانزدهم، شماره دو، 146-135.
- [9] Susorova, I., Angulo, M., Bahrami, P. and Stephens, B. 2013. "A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance", *Building and Environment*, Vol. 67, PP. 1-13.
- [10] ذوالفقاری، علیرضا. سعادت‌نسب، مهران. نوروزی، الهه. (1393)، ارزیابی میزان تاثیر نمای خارجی ساختمان بر مصرف انرژی سالانه در اقلیم های مختلف ایران، نشریه انرژی ایران، دوره 17، شماره 4، 80-69.
- [11] Lindberg, R., Binamu, A. and Teikari, M. 2004. "Five-year data of measured weather, energy consumption, and time-dependent temperature varioations within different exterior wall structures", *Energy and Buildings*, Vol. 36, PP. 495-501.

## Evaluation of the effects of porches in residential buildings on optimizing the annual energy consumption

Seyedeh Mahsa Bagheri 1, Maria Kordjamshidi 2, shima Piraste 3

**Received:****ABSTRACT****Accepted:**

In our country, Iran, one of the most important centers of energy consumption is residential buildings. the energy consumption can be reduced by Suitable innovative architectural design. porch is a main elements architecture in the north of Iran designed unsuitably in the most of the residential buildings in these days.

This study tries to research the annual energy consumption of the building by modifying the design pattern.

In this case, the energy consumption for heating and lighting is analyzed in three patterns:

Apartment without porch, apartment with porch with lattice walls and apartment with porch without lattice walls in Babolsar, Tabarestan, Iran by energyplus software. The results show that the designed porch of the apartments has positive effect on reducing energy consumption.

**Keywords:**

Porch, Lighting  
Supply, cooling,  
energy  
consumption,  
residential  
architecture.

1) Master of Architecture, Mazandaran university. Tel: 09112564130.

Email: Mahsa.bagheri\_1989@yahoo.com

(Corresponding Author)

2) Assistant Professor of Mazandaran university. Email: m.kordjamshidi@umz.ac.ir

3) Bachelor of Architecture, , Mazandaran university. Email: shima.pirasteh@gmail.com