ارزیابی تاثیر جهت‌گیری ساختمان در کاهش مصرف انرژی نمونه شبیه‌سازی شده (مجتمع تفریحی- توریستی در عباس‌آباد همدان)*

مهسا مظهری **، مهدی شعبانیان ***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۸/۱۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۳/۱۶

چکیده

آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بالای سوخت‌های فسیلی پیامدهای نامطلوبی را برای سلامت و زندگی انسان‌ها ایجاد کرده است. گسترش شهرنشینی و استفاده از انواع ماشین‌ها موجب روند افزایشی این پیامدهای نامطلوب در محیط زیست شده است. ساختمان‌ها به عنوان یکی از عمده ترین مصرف کننده‌های منابع انرژی، نقش موثری در بروز این وضعیت دارند. تدابیر مناسب به منظور کاهش استفاده از منابع فسیلی در سرمایش و گرمایش فضاهای داخلی ساختمان، می‌تواند منجر به تعدیل این پیامدها شود. یکی از راهکارهای موثر در این زمینه، جهت گیری مناسب بناها متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه به منظور کسب حداکثر بهره طبیعی از توان‌های محیطی و کاهش بار انرژی فسیلی مصرفی ساختمان می‌باشد. هدف از این پژوهش یافتن بهترین زاویه ممکن برای استقرار ساختمان در شهر همدان به منظور کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی ناشی از مصرف آنها از جمله برق و گاز در طی فصول مختلف سال می‌باشد. ابتدا موقعیت جغرافیایی نمونه مشخص گردید. در مرحله بعد داده‌های آب و هوایی مربوط به شهر همدان را به دست آورده و در برنامه دیزاین بیلدر (design builder) وارد گردید. فضای نمونه استاندارد اشری (Ashrae Standard) به عنوان مدل پایه در شهر همدان در نظر گرفته شد. در مرحله بعدی اقدام به ساخت مدل سه بعدی و تعریف مشخصه‌های فیزیکی فضای مذکور در نرم افزار دیزاین بیلدر گردید. سپس با تغییر تدریجی زاویه استقرار جغرافیایی مدل در فصول مختلف اقدام به تحلیل مصرف انرژی تحت هریک از زوایای مذکور شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که با تغییر زاویه استقرار مدل، میزان مصرف انرژی به منظور سرمایش و گرمایش فضای داخلی در طول سال دارای تغییر بوده و مقادیر عددی متفاوتی را برای هریک از این موارد در زوایای مختلف ارائه می‌کند. جهت گیری به سمت زاویه ۱۰۰ درجه، میزان مصرف انرژی برای گرمایش را در کمترین مقدار نسبت به دیگر زوایا قرار می‌دهد، در صورتی که مصرف انرژی برای سرمایش در جهت‌گیری بنا به سمت زاویه ۲۶۹ در کمترین مقدار قرار می‌گیرد. لذا برای هریک از دوره‌های زمانی مختلف در طول سال، مقادیر زاویه استقرار بهینه جغرافیایی برای ساختمان‌ها در شهر همدان متفاوت می‌باشد.

واژگان کلیدی

استقرار، جهت گیری، مصرف انرژی، شبیه سازی، دیزاین بیلدر، همدان

* این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول با عنوان «سنجش اثر جهت استقرار و تناسبات بنا بر روی مصرف انرژی در قالب طراحی مجتمع تفریحی توریستی عباس آباد همدان» به راهنمایی نگارنده دوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان است.

** گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران mmazhari96@yahoo.com
*** استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری،واحد همدان ،دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران. (نویسنده مسئول) shaabanianmahdi@iauh.ac.ir

مقاله پژوهشی- مورد پژوهی
©: IAUH
ISSN: 2322-5602

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

مقدمه

توجه به محدودیت منابع انرژی در دنیا و آلودگی‌های ناشی از مصرف بالای آنها از اهمیت به سزایی برخوردار است. بکارگیری سامانه‌های سرمایشی و گرمایشی توسط کاربران ساختمان‌ها جهت دستیابی به محدوده آسایش حرارتی، مصرف انرژی بیشتر را در ساختمان‌ها به دنبال خواهد داشت. لذا بهینه سازی روش‌های طراحی و استفاده از فضای ساختمان‌ها به منظور کاهش پیامدهای نامطلوب این شرایط، امری ضروری می‌باشد. اجزا و عرصه‌های متعددی از ساختمان بر رفتار حرارتی و میزان مصرف انرژی توسط ساختمان‌ها تاثیر می‌گذارند. از جمله این موارد، جهت استقرار بهینه ساختمان با توجه به شرایط و موقعیت مکان بنا می‌باشد. به طوری که براساس ویژگی‌های هر منطقه و شرایط اقلیمی ناشی از آن، استقرار بنا تحت زاویه ای مشخص، منجر به استفاده بهینه از شرایط محیطی از جمله انرژی خورشیدی شده و به تبع آن مصرف انرژی‌های فسیلی جهت رساندن دمای فضای داخلی به محدوده آسایش حرارتی، به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. این پژوهش از طریق مدل سازی و بررسی رفتار حرارتی مدل توسط نرم افزار شبیه سازی مصرف انرژی دیزاین بیلدر (Design Builder) به بررسی این موضوع پرداخته است. با توجه به اینکه در اقلیم سرد، تفاوت دمای داخل و خارج ساختمان به طور متوسط سالانه نسبت به دیگر اقلیم‌ها بیشتر بوده و از نوسانات بالاتری برخوردار می‌باشد، لذا بررسی موضوع برای ساختمان‌های واقع شده در اقلیم سرد از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. بر همین پایه شهر همدان که نیاز حرارتی غالب آن از نوع گرمایشی و به میزان زیاد می‌باشد، به عنوان محل انجام این پژوهش انتخاب گردید.

دیدگاه کلی حاکم بر این پژوهش مبتنی بر این بوده که با توجه به وجود رابطه بین خصوصیات کالبدی ساختمان، عرض جغرافیایی و شرایط اقلیمی محل استقرار بنا با میزان استفاده از توان‌های محیطی به ویژه انرژی خورشیدی، می‌توان با انتخاب زاویه بهینه استقرار ساختمان در شهر همدان، میزان بهره مندی بنا از انرژی خورشیدی در فصول مختلف سال را افزایش داده و بر همین اساس ساختمان نیاز کمتری به مصرف انرژی‌های فسیلی اعم از برق یا گاز طبیعی جهت تامین شرایط آسایش حرارتی دمای فضاهای داخلی داشته باشد.

هدف از این پژوهش، تعیین بهترین جهت و دستیابی به زاویه بهینه استقرار ساختمان‌ها در شهر همدان به عنوان نمونه ای از شهرهای واقع شده در اقلیم سرد کشور، با در نظر گرفتن شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی این شهر در راستای کاهش مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان و همچنین کاهش وابستگی به سامانه‌های مکانیکی سرمایشی و گرمایشی می‌باشد. بدین منظور روش اجرای این پژوهش براساس شیوه مدل سازی و تحلیل میزان مصرف انرژی مدل از طریق نرم افزار دیزاین بیلدر می‌باشد. مدل مورد بررسی، براساس فضای نمونه اشری (Ashrae) و با مصالح کالبدی رایج در ساخت ابنیه شهر همدان در نظر گرفته شده است.

پیشینه پژوهش

معماری ساختمان در اقلیم‌های مختلف موضوع بسیاری تحقیقات مختلف در زمینه ساختمان بوده است. در تحقیقی بارهای حرارتی و برودتی یک ساختمان نمونه در جهت‌گیری‌های مختلف برای ۲۵ شهر مختلف ایالات متحده با استفاده از نرم‌افزار بلست (BLAST) محاسبه شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که در تمام شهرها وقتی جداره حاوی پنجره زیاد در جهت جنوب باشد، بارهای کل بطور قابل ملاحظه ای کمتر از حالتی است که در این جداره به سمت شرق یا غرب جهت گیری شده باشد. همچنین جهت گیری شمالی نیز دارای بارهای کل کمتر از شرق یا غرب در جنوب ایالات متحده می‌باشد.(Andersson & et al, 1985: 205-224) در پژوهشی دو نمونه ساختمان بیمارستان را با استفاده از نرم افزار اچ تی بی تو شبیه سازی شده و با بهینه کردن ساختمان میزان تقاضای انرژی را به مقدار قابل توجهی برای این ساختمان کاهش داده‌اند. (Khodakarai & et al, 2009: 1162-1168) در تحقیقی انرژی ساختمان یک مدرسه را با هدف بهینه کردن چندین پارامتر موثر بر هزینه کل ساختمان و همچنین آسایش حرارتی، با استفاده از نرم‌افزار انرژی پلاس مورد بررسی قرار داده‌اند. تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که دمای تامین آب بر زمان مورد نیاز برای رسیدن به دمای هوای داخلی مطلوب تأثیر دارد. بهینه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که بالاترین هزینه کل برای کمترین دمای تأمین آب پیش‌بینی می‌شود. (Djuric & et al, 2007: 471-477) در تحقیق دیگری با انجام مطالعه چگونگی دستیابی به آسایش حرارتی ساکنین، با بکارگیری تکنیک‌های غیرفعال در راستای بهینه کردن ساختمان با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر و شبیه‌سازی ساختمان دانشگاه ایلام میزان تقاضای گرمایش برای ساختمان دانشکده حدود ۲۳ درصد و به طور مشابه میزان سرمایش برای همین ساختمان حدود ۱۳ درصد کاهش داده شده است. طبق نتایج به دست آمده از لحاظ تئوری به میزان قابل توجهی مصرف انرژی کل و تقاضای سرمایش و گرمایش در ساختمان کاهش داده شده است. (Khodakarai & et al, 2009: 1162-1168) بهینه سازی مصرف انرژی روی مدل‌های نرم‌افزار انرژی پلاس برای یک ساختمان اداری در سه اقلیم متفاوت ایالات متحده در پژوهش دیگری صورت پذیرفته و میزان صرفه‌جویی مصرف انرژی اولیه ساختمان را بسته به موقعیت آن بررسی کرده‌اند. مطالعات مشابهی در این حوزه انجام شده است که بیانگر توجه به مسئله بهینه‌سازی در

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

ساختمان‌ها می‌باشد. (Wetter & Wright, 2004: 989-999) پژوهشگران دیگری به مطالعه ای مقایسه‌ای بر روی ساختمان‌های ساخته شده براساس روش‌های نوین ساختمان‌سازی جهت کاهش مصرف انرژی و ساختمان‌های ساخته شده به روش سنتی پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با استفاده از روش‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها می‌توان مصرف انرژی را تا ۳۸ درصد کاهش داد. (Maurer & Deshmukh, 2010: 116-236) در تحقیق دیگر به بررسی استراتژی‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های تجاری پرداختند. آنها با شبیه سازی عددی ساختمان‌های با انرژی صفر نشان دادند که استراتژی قرارگیری صحیح ساختمان و استفاده از مصالح مناسب در ساخت ساختمان می‌تواند به مصرف کم انرژی کمک کند. (Cooperman& et al, 2011: 134–136) در تحقیق مشابه دیگری، با استفاده از نرم‌افزار انرژی پلاس مصرف انرژی برای یک ساختمان آموزشی واقع در شهر تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، به دست آورده شده که با توجه به گونه‌بندی جغرافیایی این ساختمان در تبریز در گروه ساختمان‌های با مصرف انرژی زیاد قرار دارد. بر روی این ساختمان تغییرات مختلفی جهت کاهش مصرف انرژی انجام شده و نتایج نشان می‌دهند که در ساختمان بهینه سازی شده، میزان مصرف انرژی در کل ساختمان، در زمستان حدود ۳۵ درصد ، در تابستان حدود ۴۴ درصد و در کل سال ۴۰ درصد کاهش پیدا کرده است. همچنین تغییرات در ساختمان طوری اجرا شده است که کمترین هزینه ممکن به وجود آید. بنابراین حتی در ساختمانی که از لحاظ انرژی مناسب طراحی شده است نیز می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد. (ابراهیم پور و کریمی واحدی، ۱۳۹۱: ۹۱-۱۰۴) در مباحث مربوط به اقلیم معماری هماهنگی ساختمان با شرایط اقلیمی هر منطقه مورد توجه می باشد که این امر موجب آسایش بیشتر انسان و نیز صرفه جویی در مصرف سوخت برای کنترل شرایط محیطی می گردد. انتخاب جهت استقرار ساختمان به عواملی چون وضع طبیعی زمین، میزان نیاز به فضا های خصوصی، کنترل و کاهش صدا و نیز دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد. بی شک به کار بردن اصول معماری و طراحی بنا و قرارگیری ساختمان در جهت مناسب، کمک شایانی در تقلیل مضرات و استفاده بهینه از تابش آفتاب و باد های مطلوب می نماید(اربابیان، ۱۳۸۰: ۸۳۶-۸۴۹). با استفاده از روش نموداری به محاسبه میزان انرژی تابشی به کمک نقاله محاسبه انرژی خورشید و دیاگرام موقعیت خورشید تغییرات انرژی که خورشید در هر ساعت از روز بر دیوارها تابش می‌کند پرداخته شده است. این روش در بررسی و تعیین مناسب ترین جهت استقرار ساختمان مفید است. در این تحقیق یافته اند که مناسب ترین جهت برای استقرار ساختمان محدوده بین جنوب تا جنوب غربی می‌باشد، زیرا در این محدوده هم میتوان موجب ورود جریان هوای مایل و تهویه مناسب به داخل ساختمان شد و هم با ایجاد سایبان مناسب روی پنجره، اشعه خورشید را به داخل اتاق کنترل نمود(همان، ۱۳۸۰: ۸۳۸). در پژوهشی دیگر ساختمان مسکونی، فاقد نور گیر در شرایط آب و هوایی مشابه با اردبیل. مورد بررسی واقع شده و نتیجه گرفته شده است که در طراحی ساختمان‌های مسکونی به منظور کاهش بار حرارتی منازل، می‌باید به نکات لازم جهت بهره مندی از تابش خورشید توجه کرد. علاوه بر جهت گیری حجمی ساختمان، نحوه ی جانمایی فضاها در مرحله طراحی داخلی در میزان بار حرارتی موثر است. در صورت انطباق طراحی داخلی با الگوی اشغال فضا توسط ساکنان از دیدگاه چرخه خورشیدی، می‌توان به میزان قابل توجهی بار حرارتی ساختمان و در نتیجه مصرف انرژی خانه‌ها را کاهش داد. مقایسه بار حرارتی نمونه ساختمان مسکونی متداول شهر اردبیل با پلانی مغایر چرخه خورشیدی با نمونه اصلاح شده آن نشان می‌دهد که میزان بار حرارتی مورد نیاز در سال برای هر متر مربع خانه، با اصلاح جانمایی فضاها در پلان با ۱۴.۵ درصد کاهش همراه است (هاشمی و حیدری، ۱۳۹۱: ۸۵). در تحقیق دیگری به بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان یک واحد آموزشی نمونه با شرایط هندسی و فیزیکی یکسان در اقلیم‌های آب و هوایی مختلف بر میزان بارهای حرارتی و برودتی پرداخته اند. با بررسی‌های به عمل آمده جهت گیری ساختمان‌ها به سمت جنوب برای اقلیم‌های سرد، سرد و کوهستانی، گرم و مرطوب و معتدل و مرطوب مناسب می‌باشد و جهت شمالی برای اقلیم‌های گرم و خشک و کوهپایه ای مناسب تر می‌باشد. همچنین لازم به ذکر است که علاوه بر کمینه بودن بارهای حرارتی و برودتی، وزش باد نیز از لحاظ تهویه طبیعی و کوران هوا دارای اهمیت می‌باشد و لذا باید اثر این دو پارامتر هم زمان در نظر گرفته شود. لذا این موضوع در تحقیق جداگانه‌ای توسط مولفان مورد بررسی قرار گرفته است (عظمتی و حسینی، ۱۳۹۲: ۱۵۷). نتایج حاصل از پژوهشی دیگر نشان می‌دهد که طراح می‌تواند فرم بنا را به گونه ای شکل دهد تا بخشی از نیازهای انرژی ساختمان را با استفاده از عوامل اقلیمی یا دور نگه داشتن اثرات آن‌ها بر ساختمان، تامین کند. نیازهای انرژی در ساختمان وابسته به اقلیم است. تلفیق بادشکن‌ها و هدایت گرهای طبیعی و مصنوعی و فرم‌های دینامیکی، برای استفاده از بادهای موسمی و یا دور کردن تند بادهای سرد، با استفاده از نور و حرارت خورشید با استفاده از کشیدگی فرم بنا و سایر موارد از جمله راه کارهایی است که معماران با استفاده از آن‌ها در طراحی فرم‌های ساختمان می‌تواند مصرف سوخت‌های فسیلی را برای تامین نیازهای فضاهای کنترل شده، به حداقل خواهد رساند (ایرانمنش، ۱۳۹۰: ۵۰۲). صرف نظر از قسمت‌های مختلف ساختمان عواملی چون نحوه استقرار ساختمان و فرم ساختمان نیز در میزان اتلاف انرژی نقش موثری دارد. نحوه استقرار و فرم ساختمان از دو جهت می‌تواند اتلاف انرژی را کاهش دهد، یکی از جهت تابش خورشید و دیگری جهت وزش باد می‌باشد. جهت یابی ساختمان نسبت به تابش آفتاب و وزش باد بستگی به نوع اقلیم محیط داشته و فرم

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

ساختمان نیز می‌تواند به گونه ای طراحی گردد که هماهنگی لازم را با تابش آفتاب و وزش باد داشته باشد(مدیری، ۱۳۹۱: ۱۴۱-۱۵۶). در تحقیقی دیگر دو نمونه ساختمان بیمارستان را با استفاده از نرم افزار اچ تی بی تو شبیه سازی کرده اند و با بهینه کردن ساختمان میزان تقاضای انرژی را به مقدار قابل توجهی برای این دو ساختمان کاهش داده اند(محمدی اردهالی، ۱۳۸۱: ۱۷-۱۹).

مبانی نظری

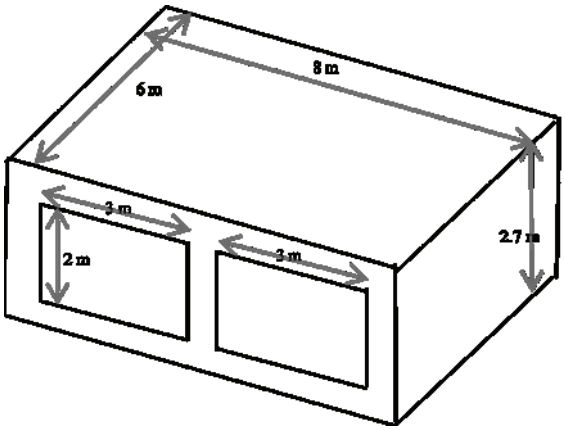
ایران بین عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۵ درجه شمالی واقع شده است و با توجه به موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آب و هوایی، اقلیم‌های مختلف با تنوع آب و هوایی باشد که در نتیجه معماری و مصالح ساختمانی متنوعی دارد. استان همدان منطقه‌ای مرتفع در مجاورت کوهستان الوند است که از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده و جزو پیش کوه‌های داخلی زاگرس است. در ناحیه شمال شرقی و شرق ارتفاعات الوند در میان کوه الوند و کوه گرین اراضی پست و دشت‌های هموار استان قرار دارد. دشت‌های وسیع شمال و شمال شرقی استان در مسیر بادهای شدید است. توده‌های هوا به راحتی این نواحی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. استقرار این دشت‌ها در مجاورت نواحی مرتفع و کوهستانی باعث وزش بادهای شدیدی در سطح استان می‌شود؛ به همین دلیل استان همدان از مناطق باد خیز کشور به شمار می‌آید و اغلب شهرهای استان همدان در ارتفاعات واقع شده اند. متوسط سرعت باد در استان همدان ۴ متر در ثانیه گزارش شده است. از دیگر عوامل مؤثر در شرایط جوی این استان یکی دوری آن از دریا و دیگری جریان‌های پر فشار هوای سرد شمالی و غربی است. به طور کلی مناطق مرتفع استان آب و هوای سرد کوهستانی دارد و مناطق جنوبی آن دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است. به استناد گزارش‌های ایستگاه‌های سینوپتیک همدان -نوژه، حداکثر مطلق درجه حرارت هوا در این استان ۳۶/۸، و حداقل مطلق آن ۲۹/۶- و متوسط حرارت آن ۹/۶ درجه سانتی‌گراد است. گرم ترین ماه‌های سال با حداکثر دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تیر و مرداد است و سردترین ماه‌های سال، با میانگین ۲۵/۴- درجه سانتی‌گراد دی و بهمن است. به استناد همین گزارش، میزان سالانه بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر است که در ماه‌های مختلف سال متغیر است؛ به طوری که در فروردین حداکثر ۹۵ میلی‌متر، در اردیبهشت ۸۲ میلی‌متر، در خرداد ۸۱ میلی‌متر و در بقیه ماه‌ها نیز به تناسب فصل متغیّر است. استان همدان با ۱۴۳ روز یخبندان در سال یکی از سردترین استان‌های کشور است. سردترین ماه‌های سال، دی، بهمن، اسفند و گاهی فروردین است. در مباحث مربوط به اقلیم و معماری هماهنگی ساختمان با شرایط اقلیم هر منطقه مورد توجه می باشد که این امر موجب آسایش بیشتر انسان و نیز صرفه جویی در مصرف سوخت برای کنترل شرایط محیطی، می گردد. انتخاب جهت استقرار ساختمان به عواملی چون وضع طبیعی زمین، میزان نیاز به فضاهای خصوصی، کنترل و کاهش صدا و نیز دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد. بی شک به کار بردن اصول معماری و طراحی بنا و قرارگیری ساختمان در جهت مناسب، کمک شایانی در تقلیل مضرات و استفاده بهینه از تابش آفتاب و باد های مطلوب می نماید. با استفاده از روش نموداری به محاسبه میزان انرژی تابشی به کمک نقاله محاسبه انرژی خورشید و دیاگرام موقعیت خورشید تغییرات انرژی که خورشید در هر ساعت از روز بر دیوارها تابش می‌کند پرداخته شده است. این روش در بررسی و تعیین مناسب ترین جهت استقرار ساختمان مفید است. در این تحقیق یافته اند که مناسب ترین جهت برای استقرار ساختمان محدوده بین جنوب تا جنوب غربی می‌باشد، زیرا در این محدوده هم میتوان موجب ورود جریان هوای مایل و تهویه مناسب به داخل ساختمان شد و هم با ایجاد سایبان مناسب روی پنجره، اشعه خورشید را به داخل اتاق کنترل نمود (مدیری، ۱۳۹۱: ۱۴۲). امروزه عملکرد ساختمان‌ها به طور غیر مستقیم حدود ۱/۲ مصرف انرژی مورد استفاده کشورهای مختلف را شامل می‌گردد. بیش از نصف انرژی مصرف شده در ساختمان‌ها گرمایش و سرمایش، معادل ۱۰ درصد آن برای روشنایی و بقیه آن برای سایر مصارف انرژی به کار می‌رود (کنت، قبادیان و همکاران، ۱۳۹۶). سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، بزرگ ترین مصرف کنندگان انرژی در ساختمان به شمار می روند. مقدار بسیار قابل ملاحظه ای از انرژی به گرمایش و سرمایش اختصاص دارد. میزان انرژی مصرفی در خصوص تأمین آب گرم بهداشتی نیز در حدود ۱۶ درصد است که می‌توان به تقریب دریافت که حدود ۵۷ درصد انرژی صرف تأمین شرایط آسایش حرارتی و برودتی یک ساختمان می‌شود. این در حالی است که در کشور های توسعه یافته، تخمین دقیق بار های حرارتی و برودتی، استفاده از سیستم‌های با راندمان بالا، به کارگیری انواع ابزار های کنترل کننده میزان مصرف انرژی و در نهایت استفاده از انواع تجهیزات و مصالح کاهنده مصرف انرژی، امری متداول و اجباری است (طباطبایی، ۱۳۹۰). معماری ساختمان در اقلیم‌های مختلف موضوع بسیاری تحقیقات مختلف در زمینه ساختمان بوده است. آندرسون و همکاران بارهای حرارتی و برودتی یک ساختمان نمونه را در جهت‌گیری‌های مختلف برای ۲۵ شهر مختلف ایالات متحده با استفاده از نرم‌افزار بِلَست محاسبه نموده است. پژوهشگران مشاهده نمودند که در تمام شهرها وقتی جداره حاوی پنجره زیاد در جهت جنوب باشد، بارهای کل بطور قابل ملاحظه ای کمتر از حالتی است که در این جداره به سمت شرق یا غرب جهت گیری شده باشد. همچنین جهت‌گیری شمالی نیز دارای بارهای کل کمتر

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

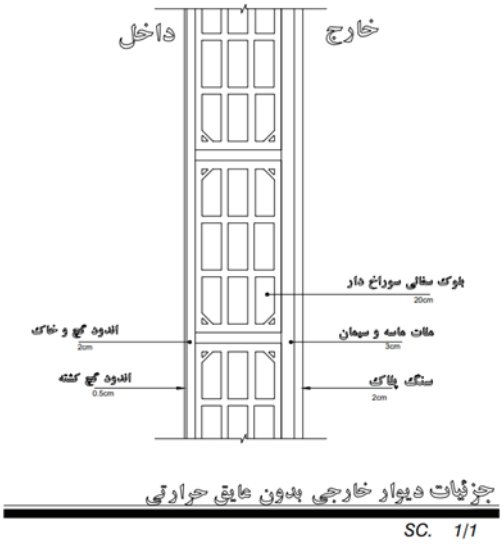
از شرق یا غرب در جنوب ایالات متحده می‌باشد. (Andersson & et al, 1985: 205-224) معماری در مراحل مختلف، خصوصاً در طراحی بنا، با به کارگیری ابزارهای لازم و توجه به شرایط بهره برداری بنا، می‌تواند نیاز به استفاده از انرژی‌های تجدید ناپذیر را کاهش دهد و بر کیفیت زیست انسان بیفزاید. یکی از راه کارهای طراحی برای دستیابی به این هدف استفاده از تناسبات، ابعاد و اندازه و شکل و فرم بنا و هم چنین جهت گیری بنا می‌باشد که با توجه به این مقوله علاوه بر احداث بناهای زیبا و متناسب با معماری روز و فرهنگ و نیاز کاربران و ایجاد فضاهای مناسب، باعث کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های ناشی از تامین انرژی و نیز حفاظت از محیط زیست، با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود. انسان با مصرف انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی و تولیدات بیش از حد گازهای گلخانه ای توازن انرژی زمین را برهم می‌زنند. ادامه این روند افزایش میزان تقاضا و مصرف انرژی در چند دهه آینده، تغییر کاربری زمین و افزایش ضایعات جامد و مایع پدیده گلخانه‌ای را در جو زمین تشدید خواهد داد (نظامی، ۱۳۸۹: ۸). صرف نظر از قسمت‌های مختلف ساختمان عواملی چون نحوه استقرار ساختمان و فرم ساختمان نیز در میزان اتلاف انرژی نقش موثری دارد. نحوه استقرار و فرم ساختمان از دو جهت می‌تواند اتلاف انرژی را کاهش دهد، یکی از جهت تابش خورشید و دیگری جهت وزش باد می‌باشد. جهت یابی ساختمان نسبت به تابش آفتاب و وزش باد بستگی به نوع اقلیم محیط داشته و فرم ساختمان نیز می‌تواند به گونه ای طراحی گردد که هماهنگی لازم را با تابش آفتاب و وزش باد داشته باشد. بهینه سازی مصرف انرژی برای یک فرایند می‌تواند به صورت موضعی یا جامع برای یک سیستم که متشکل از چندین فرایند است، انجام شود. بر اساس تئوری بهینه‌سازی، نتیجه بهینه سازی برای چندین فرایند به صورت جدا لزوما برابر با نتیجه بهینه سازی به صورت جامع نیست و بنا بر تعریف، بهینه‌سازی به صورت جامع به درک صحیح دینامیک انرژی بری تجهیزات هر یک از فرایندها نیاز دارد و به مراتب پیچیده‌تر از به‌کارگیری روش بهینه‌سازی موضعی است (محمدی اردهالی،۱۳۸۱: ۱۷).

روش تحقیق

در این تحقیق با استفاده از اطلاعات اسنادی و مطالعه کتب و مقالات موجود و نیز استناد به آمار سازمان‌های خدمات‌رسان نظیر هواشناسی، اطلاعات پایه جمع آوری شده است. با استفاده از مدل سازی نمونه در نرم افزار دیزاین بیلدر(Design Builder) و تحلیل میزان مصرف انرژی در جهت‌های استقرار مختلف به بررسی و مقایسه داده‌ها پرداخته شده است. به منظور بررسی دقیق میزان مصرف انرژی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر، ابتدا منطقه مورد نظر را که شهر همدان می‌باشد، انتخاب کرده و سپس فایل‌های آب و هوایی مربوط به همدان در سال‌های اخیر که در این مورد فایل‌ها مربوط به سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸ می‌باشند در نرم افزار به عنوان اطلاعات پایه وارد گردید. برای آزمودن فرضیه تحقیق لازم است از مدلی استفاده شود که بتوان از نتایج آن برای سایر ساختمان‌ها با فرم و پلان‌های متفاوت استفاده کرد. به این منظور مطابق تصویر ۱ از مدل نمونه منتخب ۹۰۰ پیشنهاد شده توسط استاندارد اشری به عنوان نمونه یکسان برای این طرح استفاده گردید.



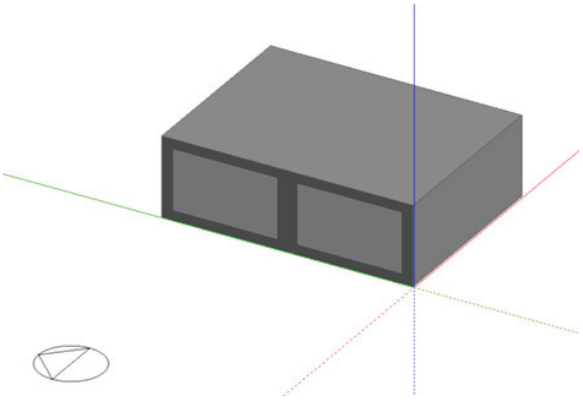
تصویر ۱- مدل هندسی پیشنهاد شده منتخب ۹۰۰ اشری



تصویر ۲-جزئیات اجرایی پوسته خارجی استفاده شده در شبیه‌سازی

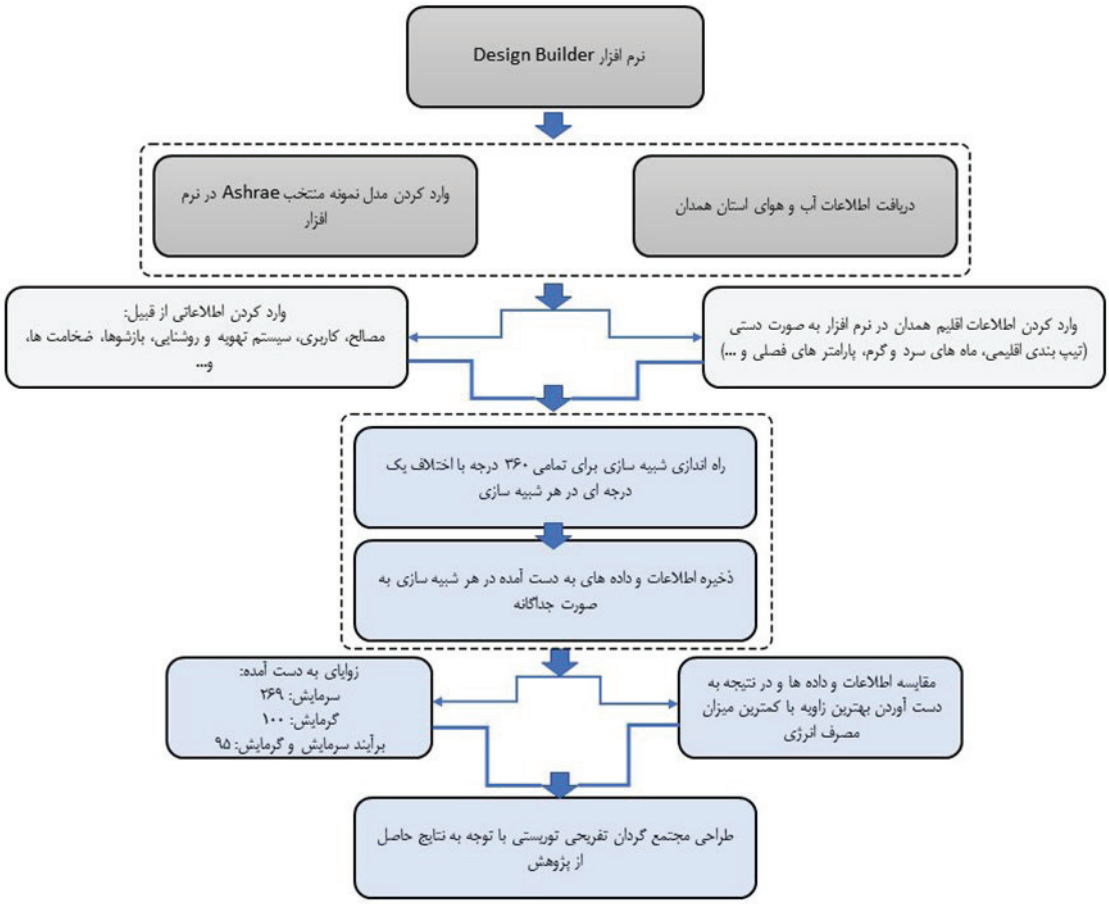
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

پس از وارد کردن اطلاعات آب و هوایی همدان، مدل منتخب استاندارد اشری را در نرم‌افزار دیزاین بیلدر، وارد و مطابق با تصویر ۲ به آن مصالح و جزئیات پوسته مربوطه داده شده است. به منظور شبیه‌سازی میزان مصرف انرژی در زوایای مختلف، مدل یاد شده در ۳۶۰ زاویه مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، بدین صورت که مدل اولیه مطابق تصویر ۳ حول یک محور قائم در تمام زوایا که هر یک نسبت به دیگری دارای اختلاف یک درجه‌ای بوده است و هر زاویه به صورت جدا شبیه‌سازی و نتایج آن مورد تحلیل قرار گرفته است.



تصویر ۳- مدل هندسی پیشنهاد شده منتخب ۹۰۰ اشری در محیط نرم‌افزار دیزاین بیلدر

همان‌طور که در شکل ۳ مشخص می‌باشد بازشوهای این مدل به منظور استفاده بهینه از نور خورشید جهت روشنایی و گرمایش، به سمت جنوب در نظر گرفته شده است.

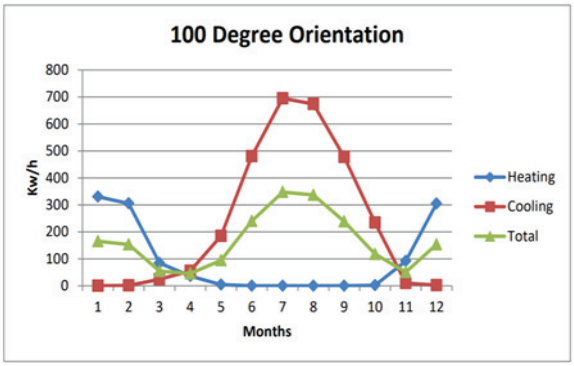


تصویر ۴- مدل مفهومی پژوهش

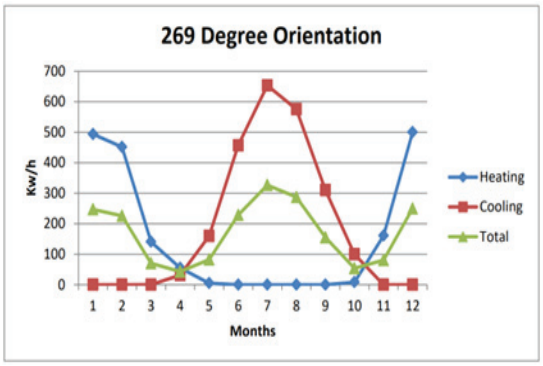
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

یافته‌های تحقیق

یکی از مسائل مهم در تحلیل داده‌ها و نتایج کاربری موضوع مورد مطالعه می‌باشد. میزان مصرف انرژی در هر کاربری خاص با توجه تعداد افراد موجود در مجموعه به صورت همزمان و انرژی مصرفی توسط آن‌ها و سایر دستگاه‌ها و ماشین آلات و امثال آن متفاوت می‌باشد. در نرم‌افزار دیزاین بیلدر برای کف و سقف این مدل از پیش‌فرض‌های برنامه استفاده شده و سامانه گرمایش و سرمایش آن نیز به صورت پیش‌فرض برنامه است. با توجه به داده‌های ذکر شده ابتدا تمامی تحلیل‌های به دست آمده از نظر میزان مصرف انرژی (گرمایش) مورد بررسی قرار گرفته است. طبق نتایج بهترین زاویه از لحاظ کمترین میزان مصرف انرژی(گرمایش) مربوط به زاویه ۱۰۰ درجه به صورت پاد ساعت‌گرد بوده است(تصویر ۵). سپس تمامی زوایای شبیه‌سازی شده از نظر کمترین میزان مصرف انرژی(سرمایش) مورد بررسی قرار گرفته است. طبق نتایج بهترین زاویه از نظر کمترین میزان مصرف انرژی (سرمایش) زاویه ۲۶۹ درجه به صورت پاد ساعت‌گرد می‌باشد(تصویر ۶).

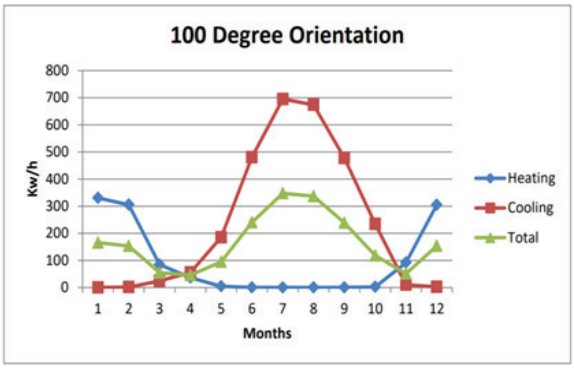


تصویر ۵- نمودار کمترین میزان مصرف انرژی به منظور گرمایش

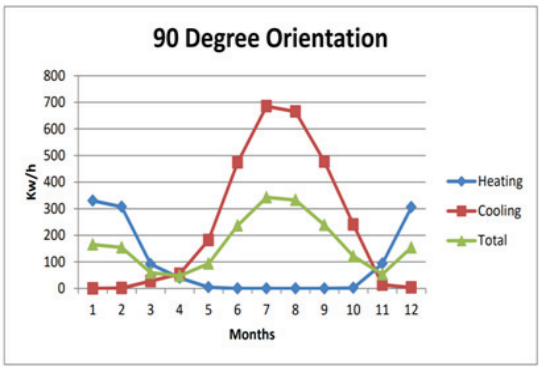


تصویر ۶- نمودار کمترین میزان مصرف انرژی به منظور سرمایش

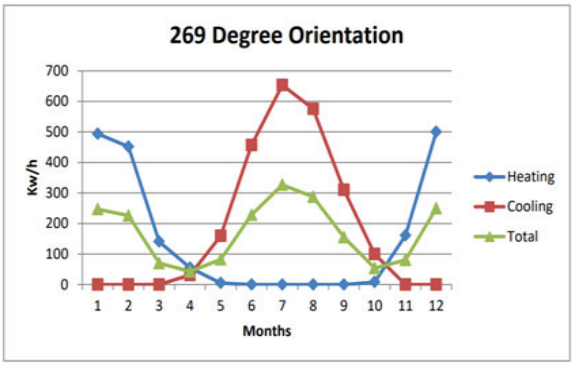
به عنوان نمونه در شکل‌های زیر به مقایسه چند نمودار میزان مصرف انرژی در حالت استقرار مدل در زوایای مختلف پرداخته شده است.



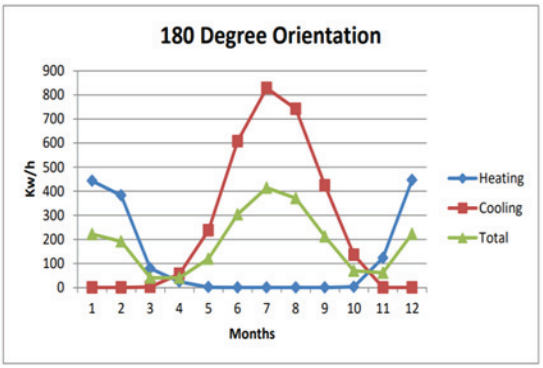
تصویر ۷- میزان مصرف انرژی زاویه ۹۰ درجه



تصویر ۸- میزان مصرف انرژی زاویه ۱۰۰ درجه

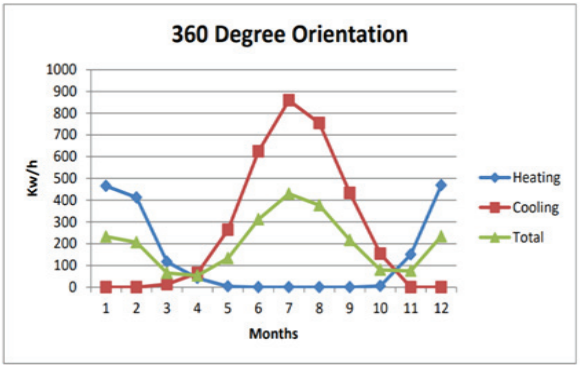


تصویر ۹- میزان مصرف انرژی زاویه ۱۸۰ درجه

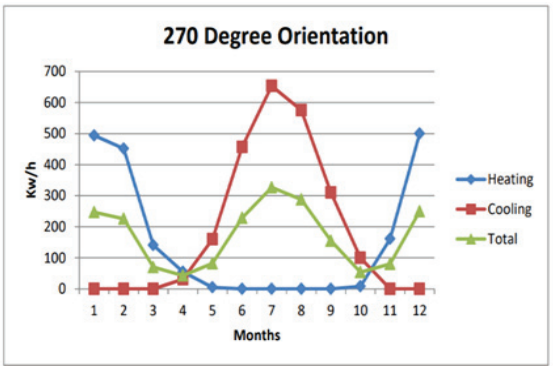


تصویر ۱۰- میزان مصرف انرژی زاویه ۲۶۹ درجه

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

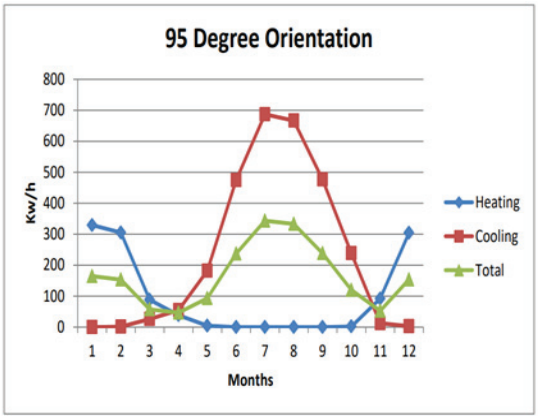


تصویر ۱۱–میزان مصرف انرژی زاویه ۲۷۰ درجه



تصویر ۱۲–میزان مصرف انرژی زاویه ۳۶۰ درجه

هر چقدر زاویه استقرار بنا به سمت زوایای منتخب پیش رفته میزان مصرف انرژی سرمایش و گرمایش هر کدام به صورت جداگانه کمتر و هر چه از زوایای منتخب دور شده است میزان مصرف سرمایش و گرمایش به صورت جداگانه اضافه شده است. لازم به ذکر است که داده‌ها برای گرمایش(گاز) و برای سرمایش(الکتریسیته) بر اساس کیلووات بر ساعت و به صورت میانگین ماهانه در سال می‌باشد. بر همین اساس هر چقدر که جهت‌گیری به سمت زاویه ۱۰۰ درجه رفته است میزان مصرف انرژی برای گرمایش کمتر و هرچه از زاویه ۱۰۰ درجه دورتر شده بر میزان مصرف انرژی برای گرمایش افزوده شده است. میزان مصرف انرژی برای سرمایش زمانی در کمترین میزان خود می‌باشد که جهت‌گیری بنا به سمت زاویه ۲۶۹ پیش رفته و بعد از عبور از این زاویه به میزان مصرف انرژی برای سرمایش افزوده شده است. برای تصمیم‌گیری درباره بهترین زاویه‌ای که در آن میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی هر دو به صورت همزمان در کمترین حالت خود باشد برآیند سرمایش و گرمایش در هر ماه برای کل سال محاسبه شده است. بدین ترتیب بار دیگر برآیندهای به دست آمده را در تمامی زوایا مقایسه کرده و بهترین زاویه که کمترین میزان مصرف را داشته، به دست آورده شده است. این استقرار برای زاویه ۹۵ درجه به صورت پاد ساعت‌گرد است (تصویر ۱۳).



تصویر ۱۳–کمترین مصرف انرژی جهت سرمایش و گرمایش به صورت همزمان در زاویه ۹۵ درجه

در پژوهش‌های متعددی رابطه مستقیم مصرف انرژی و تولید دی‌اکسیدکربن مورد تائید قرار گرفته است (ولایت‌زاده و دوازده امامی، ۱۳۹۸: ۵۲). در پژوهشی عنوان شده که به ازا هر یک کیلووات‌ساعت برق به طور متوسط ۶۷۸ گرم دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود(صادقی و خاکسار آستانه، ۱۳۹۳: ۱۸۷). همچنین برای تولید هر کیلووات‌ساعت برق از نیروگاه بخاری ۸۱۷ گرم کربن‌دی‌اکسید به عنوان اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای منتشر می‌شود(صادقی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳). براساس خروجی‌های به دست آمده از شبیه‌سازی نرم‌افزار چنانچه مقایسه‌ای بین جهت استقرار بهینه مدل نمونه با سایر جهت‌ها صورت گیرد، مشاهده می‌شود که بر پایه زاویه استقرار و نیز ماه مورد نظر، تا ۱۰۰ کیلووات‌ساعت میزان کاهش مصرف انرژی در طول ماه برای مصارف گرمایشی و سرمایشی را با استقرار بهینه می‌توان تامین نمود. بر این اساس چنانچه متوسط ۶۷۸ گرم تولید و انتشار دی‌اکسیدکربن به ازا هر کیلووات‌ساعت مصرف انرژی در نظر گرفته شود، می‌توان انتظار داشت که در چنین ماه‌هایی تا ۶۷/۸ کیلوگرم انتشار دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از اصلی‌ترین گازهای گلخانه‌ای برای جهت بهینه مدل پژوهش حاضر کاهش یابد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی و تحلیل داده‌ها و نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که با استقرار ساختمان‌ها در زاویه بهینه می‌توان به مقدار قابل توجهی در طول یک سال میزان مصرف انرژی را کاهش داد. این مقادیر برای شهر همدان در نمونه منتخب۹۰۰ اشری در زمانی که تنها مصرف انرژی به منظور گرمایش فضاهای داخلی در فصول مختلف تا سطح آسایش حرارتی مورد نظر باشد، معادل استقرار بنا در زاویه ۱۰۰ درجه پاد ساعت‌گرد و برای سرمایش به تنهایی معادل زاویه ۲۶۹ درجه پاد ساعت‌گرد می‌باشد. چنانچه حالت‌های همزمان گرمایش و سرمایش به صورت توام با یکدیگر مورد بررسی واقع شود، زاویه بهینه استقرار معادل ۹۵ درجه پاد ساعت‌گرد بوده که مجموع بار حرارتی نمونه برای سرمایش و گرمایش فضای داخلی در کل ایام سال، نسبت به دیگر زوایای استقرار در کمترین میزان خود می‌باشد. عوامل بسیار زیادی در مبحث کاهش میزان مصرف انرژی وجود داشته که هر یک از این مباحث مهم و کارآمد می‌باشند. جهت استقرار بنا یکی از مهم ترین و اساسی ترین مباحث کاهش میزان مصرف انرژی می‌باشد. شرایط اقلیمی از جمله زاویه و جهت تابش نور خورشید در شهرهای مختلف متفاوت است لذا جهت‌گیری بناها در شهرهای مختلف نیز متفاوت می‌باشد. در این تحقیق صرفاً به بررسی جهت استقرار بنا در شهر همدان پرداخته شده است. پیدا کردن بهترین زاویه برای ساخت و استقرار بنا با کمک برنامه‌های شبیه‌سازی قدرتمندی همچون دیزاین بیلدر سبب کاهش میزان هدر رفتن و صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های گران‌قیمتی همچون برق و سوخت‌های فسیلی می‌شود.

منابع

- ابراهیم‌پور، ع.، کریمی واحدی، ی. (۱۳۹۱). روش‌های مناسب بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان دانشگاهی در تبریز. مهندسی مکانیک مدرس ۱۲ (۴): ۹۱-۱۰۴.
- اربابیان، ه. (۱۳۸۰). بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان. سومین همایش ملی انرژی ایران. تهران. ۸۳۶-۸۴۹.
- ایرانمنش، ل. (۱۳۹۰). نقش فرم بنا در کاهش مصرف انرژی در ساختمان و معماری پایدار. اولین همایش منطقه‌ای عمران و معماری. آمل. آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما واحد آیت‌اله آملی. ۴۹۸-۵۰۲.
- خداکرمی، ج.، قبادی، پ. (۱۳۹۵). بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری مجهز به سیستم مدیریت هوشمند. مهندسی مدیریت انرژی ۶ (۲): ۱۲-۲۳.
- صادقی، ح.، خاکسار آستانه، س. (۱۳۹۳). ارایه یک الگوی بهینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد بهینه‌یابی استوار. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ۳ (۱۱): ۱۵۹-۱۹۴.
- صادقی، ح.، نوری شیرازی، م.، بیابانی خامنه، ک. (۱۳۹۳). نقش تولید برق از منابع تجدیدپذیر در کاهش گازهای گلخانه‌ای: یک رویکرد اقتصادسنجی. انرژی ایران ۱۷ (۳): ۲۳-۳۸.
- طباطبایی، م. (۱۳۹۰) محاسبات تأسیسات ساختمان، چاپ پانزدهم، تهران، انتشارات روزبهان.
- عظمتی،ع.، حسینی، ح. (۱۳۹۲). بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان‌های آموزشی بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم‌های مختلف. علوم و تکنولوژی محیط زیست ۱۵ (۲): ۱۴۷-۱۵۷.
- مدیری، م. (۱۳۹۱). بررسی جهت مناسب استقرار ساختمان‌ها بر اساس تابش آفتاب و جهت باد (مطالعه موردی: شهر گرگان). جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای ۲ (۲): ۱۴۱-۱۵۶.
- محمدی اردهالی، م. (۱۳۸۱). مدیریت انرژی: مفاهیم بهینه‌سازی مصرف انرژی. اقتصاد انرژی ۶ (۴۲): ۱۷-۱۹.
- نظامی، م. (۱۳۸۹). بهره‌برداری از استانداردهای بین‌المللی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی، ماهنامه استاندارد، ۲۲۱، ۸-۱۱
- واتسون، د.، کنت، ل. (۱۳۹۶). طراحی اقلیمی اصول اجرای کاربرد انرژی در ساختمان، وحید قبادیان، محمد فیض مهدوی، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ولایت زاده، م.، دوازده امامی، س. (۱۳۹۸). ارزیابی انتشار ردپای کربن و ارتباط آن با مصرف انرژی در میدان نفتی یادآوران استان خوزستان. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ۱۷ (۱): ۴۷-۶۰.
- هاشمی، ف.، حیدری، ش. (۱۳۹۱). بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد در شهر اردبیل. صفه (۵۶): ۷۵-۸۶.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

- Andersson, B., Place, W., Kammerud, R., & Scofield, M. P. (1985). The impact of building orientation on residential heating and cooling. *Energy and buildings*, 8(3), 205-224.
- Cooperman, A., Dieckmann, J., & Brodrick, J. (2011). Commercial Envelopes. *ASHRAE Journal*, 53(7).
- Djuric, N., Novakovic, V., Holst, J., & Mitrovic, Z. (2007). Optimization of energy consumption in buildings with hydronic heating systems considering thermal comfort by use of computer-based tools. *Energy and Buildings*, 39(4), 471-477.
- Khodakarami, J., Knight, I., & Nasrollahi, N. (2009). Reducing the demands of heating and cooling in Iranian hospitals. *Renewable Energy*, 34(4), 1162-1168.
- Maurer, E., & Deshmukh, A. (2010). Achieving radically energy efficient retrofits: The empire state building example. *ASHRAE Transactions*, 116, 236.
- Neymark, J., Judkoff, R., Beausoleil-Morrison, I., Ben-Nakhi, A., Crowley, M., Deru, M., ... & Witte, M. (2008). International energy agency building energy simulation test and diagnostic method (IEA BESTEST): in-depth diagnostic cases for ground coupled heat transfer related to slab-on-grade construction (No. NREL/TP-550-43388). *National Renewable Energy Lab*.(NREL), Golden, CO (United States).
- Wetter, M., & Wright, J. (2004). A comparison of deterministic and probabilistic optimization algorithms for nonsmooth simulation-based optimization. *Building and environment*, 39(8), 989-999.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]

Evaluation of the building orientation effect on reducing energy consumption, Simulated example (Tourism recreational complex in Abbasabad Area, Hamadan City)

Mahsa Mazhari, MSc,Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
Mahdi Shaabanian*, Assistant Professor, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

Received: 2021/11/1 *Accepted: 2022/6/6*

Introduction: Environmental pollution caused by the high consumption of fossil fuels has caused adverse consequences for human health and life. These pollutions are increasing day by day due to the consequences of urban life and the widespread use of all kinds of cars. Buildings, as one of the major consumers of energy resources, play an effective role in this situation. The unprecedented increase in the number of buildings, especially in cities, exacerbates this trend. Applying appropriate measures to reduce the use of fossil resources in cooling and heating the interior spaces of the building can lead to the adjustment of these adverse consequences. One of the effective solutions in this field is the proper orientation of buildings according to the climatic conditions of each region, in order to obtain the maximum natural benefit from environmental power and solar energy and reduce the burden of fossil energy consumed by buildings. The purpose of this research is to investigate the effect of building placement at different geographical angles on the amount of fossil energy consumption for cooling and heating the interior of a building, so that by finding the best possible angle for building placement in Hamadan city in a practical way in order to reduce the dependence of buildings on fossil fuels and the reduction of pollution caused by their consumption, including electricity and gas, were achieved during different seasons of the year.
Methodology: First, the geographic location of the sample was determined. In the next step, the weather data related to Hamedan City was obtained and entered into the design-builder program. ASHRAE Standard sample space was considered the basic model in Hamadan city. In the next step, a 3D model was created and the physical characteristics of the space were defined in the Design-Builder software. Then, by gradually changing the angle of the geographical location of the model in different seasons, energy consumption was analyzed under each of the mentioned angles.
Results: The findings show that by changing the angle of the model, the amount of energy consumption for cooling and heating the indoor space changes throughout the year and provides different numerical values for each of these cases at different angles. This number shows different values for the cooling and heating of a specific building based on the time period and season under review.
Conclusion: the geographical orientation of the building towards the angle of 100 degrees in Hamadan city puts the amount of energy consumption for heating at the lowest value compared to other angles. Accordingly, the energy consumption for cooling is at its lowest value in the orientation towards the 269 angle. Therefore, for each period of time, the optimal angle specific to that time can be defined for the establishment of the building.
Keywords: establishment, orientation, energy consumption, simulation, design builder, Hamedan.

* Corresponding Author's E-mail: shaabanianmahdi@iauh.ac.ir

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2023-08-27]