نشریه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
شاپای چاپی ۵۹۶۸- ۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۵۹۵X- ۲۵۳۸
http:// www.JSHSPiaurasht.ac.ir
دوره شانزدهم، شماره ۳ (پیاپی ۵۶)، پاییز ۱۴۰۰
صص. ۶۱۳-۵۹۹

تحلیل کمی جهت گیری و شاخص تناسبات ساختمان اداری با هدف بهره گیری حداکثر از تهویه طبیعی در جهت کاهش مصرف انرژی (مطالعه موردی: شهر رشت)

سیده حدیثه صدیق ضیابری- دانشجوی دکتری معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
حسن ذوالفقارزاده*- دانشیار گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین ، قزوین، ایران
فرزانه اسدی ملک جهان - استادیار گروه معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
سیده مامک صلواتیان - استادیار گروه معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۴

چکیده

مقدمه: با در نظر گرفتن اقلیم منطقه، طراحی ابعاد و تناسبات پلان بنا و قرارگیری مناسب ساختمان، سبب کاهش بار حرارتی، برودتی و بهبود برخورداری ساختمان از تهویه طبیعی می گردد.
هدف پژوهش: اهدف این پژوهش تحلیل وضعیت موجود، ارائه پیشنهاد بهبود رفتار تهویه- انرژی مصرفی بر اساس تناسبات پلان، جهت گیری هستند. همچنین بر این اساس الگوهایی جهت طراحی ساختمانهای اداری در اقلیم معتدل و مرطوب ارائه می شوند.
روش شناسی تحقیق: در این مقاله یک نمونه موردی ساختمان اداری در اقلیم معتدل و مرطوب شهر رشت با نرم افزار Designbuilder 5.4 شبیه سازی و مقادیر تهویه طبیعی و انرژی مصرفی کل سالانه آن محاسبه می شوند. بر این اساس ساختمان مورد مطالعه در ۷ جهت مختلف جنوبی، ۴۵، ۳۰ و ۱۵ درجه جنوب شرقی و غربی شبیه سازی و مقادیر تهویه و انرژی مصرفی سالانه محاسبه می شوند. در مرحله بعد با پیشنهاد تغییر شاخص تناسبات پلان ساختمان مورد مطالعه از ۲:۳ به ۱:۳، ۱:۲ و ۱:۱ ، شبیه سازی هر یک به ازای ۷ جهت مورد نظر انجام می شود. همچنین با هدف تحلیل کمی مقایسه ای شاخص های تغییر تهویه و انرژی مصرفی به ازای تغییر جهت برای چهار شاخص تناسب محاسبه می شوند.
یافته‌ها و بحث: کمترین میزان انرژی مصرفی کل سالانه ساختمان با شاخص تناسب۱:۳ و جهت گیری شمالی-جنوبی و بیشترین مقدار تهویه طبیعی نیز با همین شاخص تناسب در جهت گیری ۳۰ درجه جنوب غربی و جنوب شرقی حاصل می گردد. بیشترین شاخص تهویه به ازای کمترین شاخص رشد انرژی مصرفی در شاخص تناسب ۱:۲ به ازای زاویه ۱۵ درجه جنوب شرقی و غربی حاصل می شود.

واژه‌های کلیدی: جهت گیری ساختمان، تهویه طبیعی، انرژی مصرفی سالانه، تناسبات پلان، نرم افزار دیزاین بیلدر

نحوه استناد به مقاله:
صدیق ضیابری، سیده حدیثه، ذوالفقار زاده، حسن، اسدی ملک جهان، فرزانه و صلواتیان، سیده مامک. (۱۴۰۰). تحلیل کمی جهت گیری و شاخص تناسبات ساختمان اداری با هدف بهره گیری حداکثر از تهویه طبیعی در جهت کاهش مصرف انرژی (مطالعه موردی: شهر رشت). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۶(۳)، ۵۹۹-۶۱۳.
DOR: 20.1001.1.25385968.1400.16.3.12.9

* نویسنده مسئول
E- Mail: hzolfagharzadeh@yahoo.com

مقدمه

میزان مصرف انرژی سالانه در ایران با نرخ بالایی در حال افزایش است، به گونه ای که اگر روند تولید و مصارف انرژی به شکل فعلی ادامه یابد، ایران در آینده ای نزدیک به وارد کننده انرژی تبدیل می شود (فراستی و همکاران،۲۰۱۷: ۱-۱۷). کلیه ساختمان های جدید الاحداث تا سال ۲۰۲۰ باید بر اساس مقررات انرژی ساختمان عملکرد انرژی ساختمان را افزایش داده و سیستم های تامین انرژی، به مصرف انرژی نزدیک به صفر برسند. میزان مصرف انرژی در ساختمانهای اداری، به موقعیت و ابعاد ساختمان، سیستم های تهویه مطبوع، سیستم های روشنایی، انواع و تعداد تجهیزاتی که در آن استفاده می شود، بستگی داشته و در محدوده بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلووات ساعت در هر متر مربع است (سی یوا و همکاران[1]،۲۰۱۱:۳۷۱-۳۶۳). نیاز انرژی ساختمانها تا حد بسیار زیادی به شرایط اقلیمی محیط شان بستگی دارد که بر عملکرد حرارتی آن تاثیر بسیاری دارد. از این رو، برای طراحی بهینه در ساختمان، اقلیم باید به عنوان یکی از مهم ترین ضوابط در نظر گرفته شود (مهدوی نژاد،۲۰۱۲:۱۸۱ -۱۷۵).

شرایط محیطی داخل و خارج و نیز اقلیم منطقه، تأثیرات فیزیکی خاصی بر انسان دارند که باید با توجه به نیاز گرمایشی و سرمایشی درهنگام طراحی ساختمان لحاظ گردد (تابان و همکاران، ۲۰۱۲: ۹۰-۷۹). در ساختمان ایجاد محیطی مطلوب با آسایش حرارتی و روانی ساکنان اهمیت زیادی دارد. حدود ۴۰ درصد از انرژی تولیدی در جوامع توسعه یافته در بخش ساختمان مصرف می شود که بخش بزرگی از آن مربوط به دستگاه های تهویه مطبوع است (کارول و همکاران[2] ، ۱۹۸۲).

بطور کلی ساختمانهای اداری در مقایسه با انواع دیگر ساختمانها انرژی بیشتری مصرف می کنند. اگر محیط داخل ساختمان اداری از لحاظ حرارتی مناسب باشد، علاوه بر ایجاد آسایش برای ساکنان باعث سلامت، بالا رفتن میزان بهره وری و نیز بهبود روحیه کارکنان و صرفه جویی در مصرف انرژی، خواهد شد (نیکول و همکاران[3]، ۲۰۰۲: ۵۷۲-۵۶۳).

تهویه یکی از سامانه های ایستا برای سرمایش است که اساس آن جابه جایی هواست؛ با ورود جریان باد از طریق بدنه ساختمان به محیط داخلی که با طراحی فرم و جهت گیری مناسب حاصل می شود، می توان میزان مصرف انرژی برای ایجاد تهویه طبیعی، کاهش داد. در معماری سنتی ایران، تهویه طبیعی، بخش مهمی از طراحی ساختمان ها بوده که امروزه به دلیل تراکم ساختمان ها در کنار هم، استفاده بهینه از انرژی باد تا حد بسیار زیادی نادیده گرفته شده است. جهت صحیح استقرار ساختمان یکی از عوامل موثر در بهبود آسایش حرارتی در ساختمانها می باشد. اگر جهت استقرار ساختمان بدرستی مشخص شود، می توان تا حد زیادی به اهداف جلوگیری از نفوذ تابش به داخل بنا در مواقع گرم، هدایت تابش به داخل ساختمان در مواقع سرد و جلوگیری از اتلاف حرارت ساختمان به وسیله باد دست یافت (حسین آبادی و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۱۶-۱۰۳). تناسبات ساختمان نیز می تواند در دریافت میزان باد، جهت ایجاد تهویه طبیعی بیشتر و کاهش مصرف انرژی سالانه موثر باشد. یکی از عمده ترین و پر هزینه ترین مشکلات ساختمانهای مدرن امروزی در اقلیم های گرم و حتی معتدل جهان، سرمایش و تهویه مطبوع است. ساخت آپارتمانها، آسمان خراشها، مراکز تجاری، ساختمانهای اداری، به لحاظ شکل ظاهری به گونه ای طراحی شده اند که امکان تهویه طبیعی وجود نداشته و در بسیاری از ساختمانهای اداری، به علت گرمای ناشی از رایانه های متعدد و روشنایی مصنوعی، حتی در فصول سرد نیز تهویه و تبرید مکانیکی با هزینه بسیار بالا انجام می گیرد (قیابکلو، ۲۰۱۶). مبنای جریان باد و حرارت به عنوان نیروهای محرکه، یک اختراع جدید در سیستم تهویه طبیعی نمی‌باشد. هزاران سال برای انسان‌ها و حیوانات از جمله موارد در دسترس برای ایجاد شرایط زندگی بهتر، استفاده از نیروی طبیعی برای ایجاد تهویه بوده است. تهویه طبیعی هوا در طول کانال‌های هواکش توسط محرکه مکانیکی مثل فن ها، در طی قرن بیستم به وقوع پیوست (دمارتی و همکاران[4]، ۲۰۰۱: ۲۷۱-۲۶۱).

امروزه با مطالعه ی ساختمانهای بومی در هر اقلیم، به روشنی این نکته ملاحظه می شود که تمامی ساختمانهای بومی، کاملاً بر اساس اصول اقلیمی و در جهت استفاده ی حداکثر از انرژیهای طبیعی و مقابله با سرما و گرمای آزاردهنده، طراحی و ساخته شده اند. این مبحث به طور کامل با فرهنگ مردم هر منطقه همسو بوده و معماری بومی و بوم آورد تعریف شده است(قبادیان،

[1] C.C.Siewa et al
[2] Carroll et al
[3] Nicol et al
[4] Demrati et al

۲۰۰۰:۴۲). برای ایجاد آسایش در ساختمان، جهت استقرار آن باید طوری طراحی شود که بهترین تابش آفتاب را، در فصول سرد و بهترین کوران را در فضاهای داخلی در فصول گرم سال به همراه داشته باشد(کسمایی، ۲۰۱۰).

در مباحث جهت گیری، شاخص تناسب ساختمانها و تهویه طبیعی، مطالعاتی به صورت کلی صورت گرفته است که در حال حاضر با توجه به شرایط اقلیم منطقه، چگونگی فرم و هندسه ساختمان ها قابل تغییر است. در این زمینه، کمتر تحقیقی در ارتباط بهبود تهویه در ساختمان ها با کاربری اداری در اقلیم معتدل و مرطوب صورت گرفته است. لذا در مقاله حاضر سعی شده است، این مهم توسط شبیه سازی های مختلفی به منظور دست یابی به مناسب ترین زاویه جهت گیری و شاخص تناسب ساختمان با توجه به باد غالب برای ایجاد تهویه طبیعی بیشتر و کاهش مصرف انرژی انجام شود. تشریح خلاصه آخرین پژوهش های انجام شده در این موضوع در جدول ۱ مشاهده می شود.

جدول۱. پیشینه تحقیق

نام نویسنده	سال	نرم افزار مورد استفاده پژوهش	عنوان ها	توضیحات
تویتو[1]	۲۰۱۹	با استفاده از نرم افزار انرژی پلاس	تحقیق بر روی یک نمونه موردی ساختمان اداری که در پایتخت مصر	نویسنده به دنبال شکل مناسب پلان ساختمان توسط نرم افزار شبیه ساز در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و نور روز می باشد.
پاتیرانا[2]	۲۰۱۹	با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر	تاثیر شکل ساختمان، جهت و نسبت پنجره به دیوار را در راستای بهره وری انرژی و آسایش حرارتی و افزایش تهویه طبیعی بر روی منازل مسکونی اقلیم گرمسیری	این پژوهش بر روی ۳۰۰ مدل خانه دو طبقه برای اشکال با ساختار مربع، مستطیل،Lشکل شبیه سازی گردید. نتیجه مصرف انرژی با توجه به نسبت پنجره به دیوار و جهت گیری ساختمان بر روی هر شکل آورده شده است
پی چانگ و دیگران[3]	۲۰۱۴	با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر	عملکرد تهویه متقاطع دودکش خورشیدی مؤثر در خانه های تراس دار مالزی در آب و هوای گرم و مرطوب	با هدف دستیابی به عملکرد حرارتی بالا، روش استفاده دودکش خورشیدی در خانه های تراس دار به عنوان یکی از گزینه های افزایش عملکرد تهویه و حرارت موثر معرفی شده است.
پراجنگسون و شارپلس[4]	۲۰۱۲	با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر	افزایش تهویه طبیعی، آسایش حرارتی و صرفه جویی در انرژی در ساختمان های بلند مرتبه مسکونی در بانکوک از طریق استفاده ازشفت های تهویه	سرعت هوا در مناطقی که از قبل مشخص شده بود در دو اتاق با و بدون استفاده از شفت تهویه که به ترتیب اتاق مرجع و آزمایش هستند، بررسی می شود. همچنین زمانهای آسایش در تابستان در هر دو اتاق بر اساس دمای مؤثر اتاق، بعد از اینکه سرعت جریان هوای افزایش یافته کاهش پیدا کرد، مورد بررسی قرار گرفتند
محمودی و پورموسی	۲۰۱۰	با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر	پتانسیل سنجی انرژی باد و نقش بنیادین آن در تهویه مطبوع و زدودن رطوبت، نمونه موردی: شهرستان رشت (منطقه گلسار)	به بررسی وضع جریان باد در چند بلوک مسکونی در شهر رشت پرداخته شده تا با بررسی کوران هوا در خارج و داخل ساختمان، راهکارهایی جهت استفاده بهتر از جریان هوا به دست آید. ویژگی های پوسته خارجی،فضاهای داخلی و تأثیر محوطه از عوامل مهم در بررسی ساختمانها در این تحقیق است که از طریق مطالعات نقشه های پلان و محوطه، مورد بررسی قرار گرفته و با در نظر گرفتن فاصله بین و جهت گیری ساختمان ها، قرار ساختمان ها و جهت گیری آنها، استقرار مناسب بازشوها و امکان ورود جریان هوا ما بین بلوک ها، می توان موجبات استفاده بهتر از تهویه طبیعی در این منطقه را فراهم ساخت.

همچنین کتاب آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، رازجویان (۱۳۸۸) به طراحی ساختمان با توجه به موقعیت خورشید و محاسبه ی موقعیت آن پرداخته و پیشنهاد هایی عملی جهت طراحی بنای مناسب در محیطهای جغرافیایی گوناگون با توجه به تابش آفتاب و باد ارائه کرده است.

رساله دکترا در سال۱۳۹۲ در دانشگاه علم و صنعت ایران با عنوان «تاثیر ترکیبی ویژگیهای کالبدی پوسته بنا و الگوهای تهویه طبیعی بر میزان مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی (نمونه موردی ساختمانهای تهویه یکطرفه در اقلیم گرم و خشک شیراز)»،

[1] Toutou
[2] Pathirana
[3] Pchung et al
[4] Prajongson,Sharples

به بررسی میزان جهت گیری ساختمان در اقلیم گرم و خشک و تاثیر آن در انواع تهویه روزانه، شبانه با استفاده از نرم افزارهای انرژی پلاس و فلوئنت پرداخته است. این رساله با هدف ایجاد راهکارهای طراحی برای معماران جهت ایجاد ساختمانی انرژی کارآمد و بهره مند از مزایای تهویه طبیعی، با توجه به زوایای جهت گیری پیشنهاد شده، تدوین گردیده است (وکیلی نژاد،۲۰۱۳).
در این پژوهش، یک نمونه موردی ساختمان اداری در اقلیم معتدل و مرطوب شهر رشت انتخاب و در محیط نرم افزار Designbuilder 5.4 شبیه سازی می شود. در این شبیه سازی مقادیر تهویه طبیعی و انرژی مصرفی کل سالانه آن محاسبه می شوند. براین اساس تحلیل وضعیت موجود، ارائه پیشنهاد بهبود رفتار تهویه- انرژی مصرفی بر اساس مهندسی شاخص های تناسبات پلان و جهت گیری انجام می شود. در ادامه بر پایه نتایج عددی حاصل شده الگوهایی جهت طراحی این دسته ساختمان ها در اقلیم معتدل و مرطوب در راستای افزایش تهویه و کاهش مصرف انرژی کل ارائه می شود.

تهویه طبیعی و انرژی در ساختمان

امروزه رشد مصرف انرژی علاوه بر تشدید خطر اتمام منابع فسیلی، جهان را با تغییرات تهدید آمیزی مواجه نموده است؛ از این رو در برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های بین المللی، در راستای توسعه پایدار جهانی، از منابع تجدید پذیر و انرژی های پایدار در بخش ساختمان و برای سرمایش، گرمایش و تهویه استفاده می شود. مصرف انرژی یک ساختمان به شدت وابسته به اقلیم است. از این رو اقلیم باید به عنوان یکی از ضوابط مهم راهبردی در طراحی بهینه ساختمان در نظر گرفته شود (مهدوی نژاد،۲۰۱۲).
واژه تهویه[1]، به معنی حرکت و جابه جایی هوا می‌باشد. در صنعت به جانشین کردن و یا حرکت دادن در یک فضا توسط وسایل مکانیکی یا طبیعی، تهویه مطبوع گفته می‌شود (واتسون[2]، ۲۰۰۵). در درون یک ساختمان، تهویه یعنی ورود و خروج هوا از یک فضای بسته. جریان هوای طبیعی در درون یک فضا به دلیل اختلاف فشار در دریچه های ورود و خروج هوا اتفاق می‌افتد و این اختلاف فشار ممکن است توسط دو عامل مهم وزش باد یا اختلاف دما در اثر خاصیت شناوری صورت پذیرد. هر چه اختلاف فشار بین بازشوهای ورود و خروج هوا بیشتر باشد، سرعت جریان هوا در داخل ساختمان بیشتر می‌شود (قیابکلو، ۱۳۹۵).
سرمایش و تهویه مطبوع یکی از معضلات عمده و پرهزینه ، ساختمانهای مدرن امروزی در بسیاری از مناطق گرم و حتی معتدل جهان است. این گونه بناها شامل آپارتمانها، آسمان خراشها، مراکز تجاری، ساختمانهای اداری و غیره به لحاظ شکل ظاهری در برخی موارد به گونه ای طراحی شده اند که عملا امکان تهویه طبیعی وجود ندارد و در بسیاری از ساختمانهای اداری، به دلیل گرمای ناشی از رایانه های متعدد و روشنایی‌های مصنوعی، حتی در فصول سرد نیز تهویه و تبرید مکانیکی با هزینه گزاف صورت می‌گیرد (قیابکلو، ۱۳۹۵). بنابراین می توان با استفاده از تهویه طبیعی میزان قابل توجهی از انرژی مصرفی در ساختمانها را در برخی از روزهای سال کاهش داد. کاربرد تهویه طبیعی سبب کاهش تولید دی اکسید کربن نیز می‌گردد که در رابطه با مسائل زیست محیطی و توسعه پایدار اهمیت بسزایی دارد. علاوه بر این تهویه طبیعی به دلایلی چون وابستگی کمتر به لوازم مکانیکی و منابع سوخت فسیلی هزینه های کمتر و کاهش احتمالی خرابی و کارآیی نیز در مقایسه با تهویه مطبوع برتری دارد (وکیلی نژاد، ۱۳۹۲). رفتار پنجره بیشترین تاثیر را در میزان تهویه و محیط داخلی دارد. عوامل موثر بر آن می تواند به عوامل محیطی و غیر محیطی تقسیم شود (پن و همکاران[3]،۲۰۱۵). تهویه طبیعی توسط پنجره یک روش موثر تهویه، که به کاهش تقاضای انرژی برای استخراج گرمای اتاق و عرضه هوای تازه و بهبود رضایت ساکنان در محیط داخلی کمک می کند.یکی از راه حل هایی که از مداخلات ساده به کاهش مصرف انرژی کمک می کند، مهم است (بایومی[4]،۲۰۱۷).

روش پژوهش

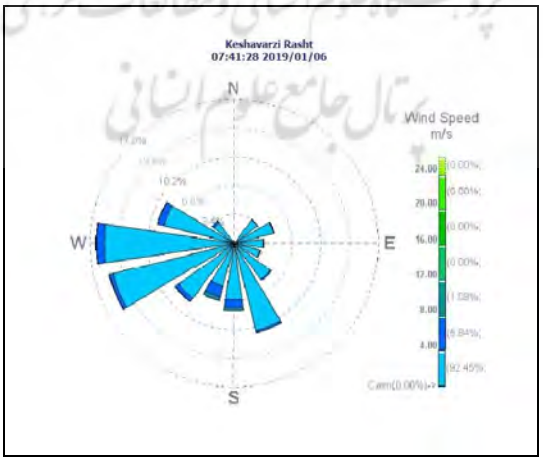
در این تحقیق جهت بررسی شاخص تغییرات رفتار تهویه طبیعی و انرژی مصرفی سالانه ساختمان نمونه، با استفاده از راهبرد شبیه سازی رایانه ای و تحلیل های استدلال منطقی نتایج مورد نظر حاصل شده اند. در این تحقیق ابتدا ویژگی های فیزیکی و پلان ها

[1] Ventilation
[2] P.Watson
[3] S. Pan et al
[4] Bayoumi

و جهت قرار گیری چند ساختمان اداری در شهر رشت بررسی شد. ساختمان اداری دانشگاه آزاد اسلامی شهر رشت به عنوان نمونه موردی، در اقلیم معتدل و مرطوب که تا حد زیادی معرف ویژگی های عمومی ساختمانهای اداری این شهر می باشد، انتخاب شد.
با استفاده از شبیه ساز رایانه ای Designbuilder 5.4 و موتور Energy Plus8 شبیه سازی این ساختمان اداری با در نظر گرفتن تناسبات و جهت گیری موجود انجام می شود. شاخص های تهویه طبیعی و انرژی مصرفی گرمایش، سرمایش و کل سالانه آن در این شبیه سازی محاسبه می شوند. اطلاعات آب و هوایی شهررشت با استفاده از نرم افزار Meteonorm بخش خروجی انرژی پلاس به صورت فایلی با فرمت EPW 4 به عنوان بانک اطلاعات آب و هوایی بر روی نرم افزار دیزاین بیلدر استفاده می شود. در ورودی شبیه سازی این ساختمان مشخصات مصالح و سطوح ساختمان(شامل دیوارهای خارجی، دیوارهای داخلی، پارتیشن ها، طبقات، سقف ها، بام، درب ها و پنجره ها) بر مبنای وضع موجود، گردآوری می گردد. در خصوص مشخصات فیزیکی مصالح نیز اطلاعات بر اساس استانداردها و مشخصات ارائه شده در نرم افزار تنظیم می شود. بر اساس تحلیل وضعیت موجود، ساختار جدید بهبود یافته از دیدگاه تهویه– انرژی مصرفی بر اساس مهندسی شاخص های تناسبات پلان و جهت گیری این ساختمان پیشنهاد می شود.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

با توجه به اینکه شهر رشت در اکثر روزهای گرم سال دارای رطوبت بسیار بالا است، ایجاد کوران هوا بین ساختمان ها و در پاره-ای موارد در داخل ساختمان اهمیت زیادی دارد. لذا در این پژوهش شاخص های جهت گیری و شاخص تناسب ساختمان اداری در فضایی تقریبا غیر متراکم در شهر رشت تعریف و بر این اساس مشخصه های تهویه طبیعی و انرژی مصرفی تحلیل می شوند. همچنین راهکارهایی جهت دستیابی به تهویه بهتر و کاهش انرژی مصرفی بر اساس مهندسی شاخص های جهت گیری و شاخص تناسب ارائه خواهد شد.
جهت و اندازه بادهای غالب شهر رشت در شکل ۱ مشاهده می شود. با توجه به تصویر گلباد که از سازمان هواشناسی گیلان برای وزش باد سالانه شهر رشت در سال ۲۰۱۹ دریافت می شود، بیشتر از ۹۷ درصد وزش باد در شهر رشت در جهت غرب و جنوب غربی می باشد که با سرعت کمتر از ۸ m/s می وزد و به عنوان باد غالب در نظر گرفته می شود. با جهت گیری مناسب ساختمان می توان از ورود بادهای نامطلوب در ماههای سرد و گرم سال به داخل ساختمان جلوگیری کرد. از این رو شایسته است از قرار دادن بازشوهای وسیع در این جهات جلوگیری شود. بر این اساس در این بخش مفروضات اولیه پژوهش، شاخص های جهت گیری و شاخص تناسب ساختمان مورد نظر در جدول ۱ مشاهده می شوند.

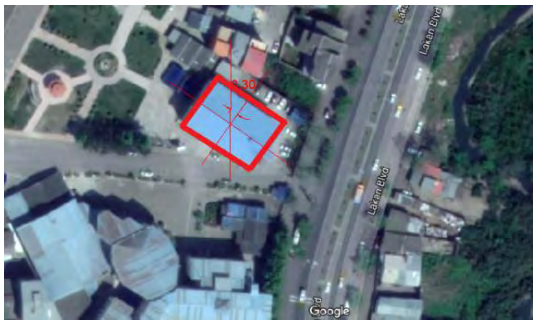


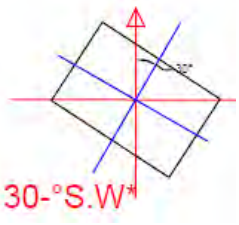
شکل۱. موقعیت بادهای غالب شهر رشت
منبع: اداره هواشناسی استان گیلان

جدول ۲. مشخصات ساختمان اداری مورد مطالعه در اقلیم معتدل و مرطوب شهر رشت

موقعیت : موقعیت نمونه موردی در نقشه گوگل

زاویه جهت گیری : ۳۰ درجه جنوب غربی

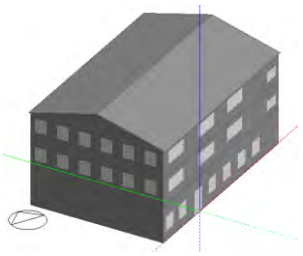


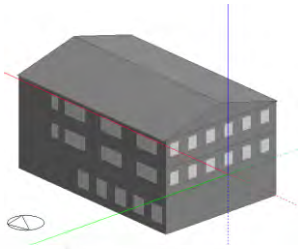


هندسه: فرم پلان: مستطیل

شاخص تناسب پلان :۲:۳

تعداد طبقات: سه طبقه





نسبت بازشو به دیوار: جهت شمال: ۲۰٪ ، جهت جنوب: ۲۵ %، جهت شرق: ۱۵% ، جهت غرب: ۱۰%

وضعیت بازشوها در هنگام شبیه سازی تهویه طبیعی: همه پنجره ها باز در نظر گرفته شده اند.

Heating:22c ،Heating Set back:12 c

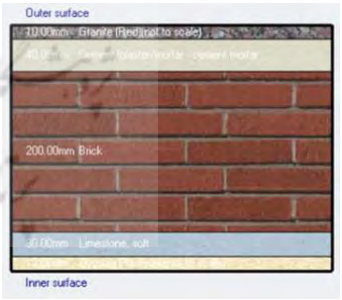
Cooling:24 c ،Cooling Set back:28 c

تعداد تجهیزات: مطابق با استانداردهای نرم افزار

تعداد افراد: مطابق با استانداردهای نرم افزار

سیستم روشنایی و برنامه زمانی عملکرد: مطابق با استانداردهای نرم افزار

ضریب انتقال حرارت دیوار خارجی: $1/765 \frac{W}{m^2.K}$



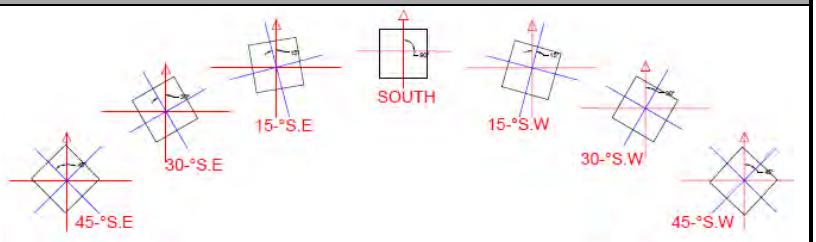
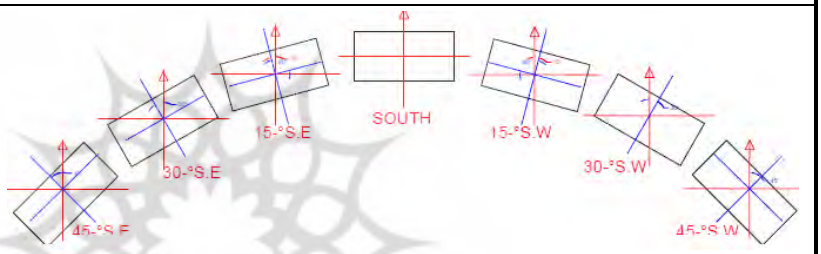
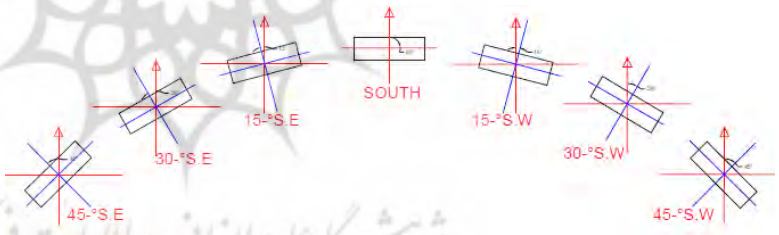
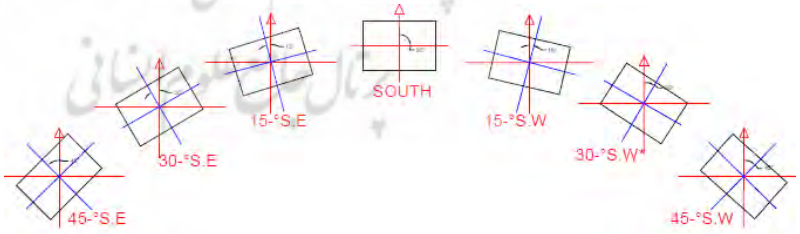
ضریب انتقال حرارت برای سقف: $۰/۳۵۵ \frac{W}{m^2.K}$

انرژی مصرفی کل و تهویه طبیعی سالانه ساختمان اداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت با در نظر گرفتن متغیرهای جهت گیری و شاخص تناسب وضع موجود شبیه سازی و محاسبه می شوند. در این پژوهش شاخص جهت گیری ساختمان، ۷ زاویه جهت گیری ۴۵ درجه جنوب شرقی،۳۰ درجه جنوب شرقی، ۱۵ درجه جنوب شرقی، جنوب، ۱۵ درجه جنوب غربی، ۳۰ درجه جنوب غربی و ۴۵ درجه جنوب غربی، مطابق جدول ۲ پیشنهاد می شود. با انجام این ۷ شبیه سازی میزان تهویه طبیعی و انرژی کل مصرفی در طول ماه و سال محاسبه و بررسی می شوند.

جدول ۳. زاویه جهت گیری پیشنهادی ساختمان اداری مورد مطالعه

سطح متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
زاویه جهت گیری	۴۵درجه جنوب شرقی	۳۰ درجه جنوب شرقی	۱۵ درجه جنوب شرقی	جنوب	۱۵ درجه جنوب غربی	۳۰ درجه جنوب غربی*	۴۵ درجه جنوب غربی
	45-S.E	30-S.E	15-S.E	SOUTH	15-S.W	30-S.W	45-S.W
* زاویه جهت گیری ساختمان مورد نظر(نمونه موردی)							

جدول۴. متغیر های پیشنهادی شبیه سازی

متغیر های پیشنهادی شبیه سازی	عناوین
	جهت گیری نمونه موردی با شاخص تناسب پلان ۱:۱
	جهت گیری نمونه موردی با شاخص تناسب پلان ۱:۲
	جهت گیری نمونه موردی با شاخص تناسب پلان ۱:۳
	جهت گیری نمونه موردی با شاخص تناسب پلان ۲:۳

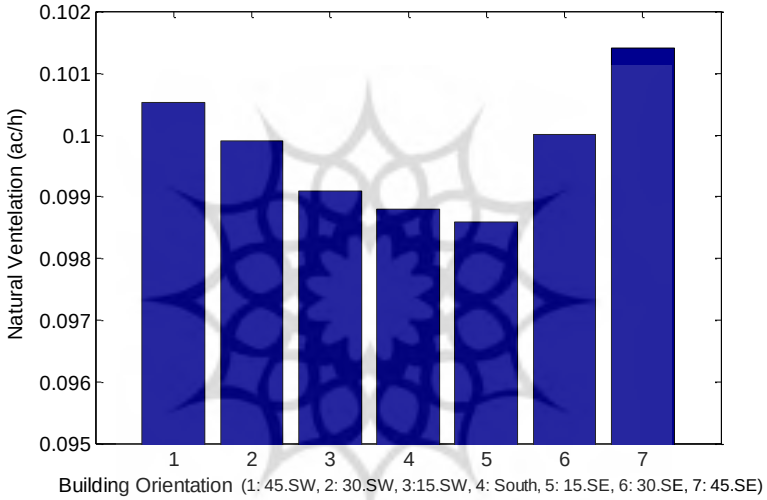
در مرحله بعد با توجه به شاخص تناسب موجود پلان نمونه موردی (۲:۳)، شاخص تناسب (۱:۱)، (۱:۲)، (۱:۳) با ثابت در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی و ارتفاع ساختمان مورد نظر جهت شبیه سازی پیشنهاد می شوند. به ازای هر یک از شاخص های تناسب، جهت گیری ساختمان با ۷ زاویه متفاوت در جدول ۲ مطابق جدول ۳ شبیه سازی می شوند. با اجرای فرایند شبیه سازی مطابق روند جدول ۳ و محاسبه میزان تهویه طبیعی و انرژی کل مصرفی، نتایج حاصل شده تحلیل مقایسه ای می شوند. بر این اساس بیشترین تهویه طبیعی بوجود آمده و کمترین مقدار انرژی مصرفی با توجه به جهت گیری ساختمان و شاخص تناسب ارائه می

گردد. بر اساس این نتایج به ارائه الگوهای مهندسی، جهت‌گیری ساختمان اداری در اقلیم رشت از جهت انرژی مصرفی و کیفیت تهویه می پردازیم.

یافته ها و بحث

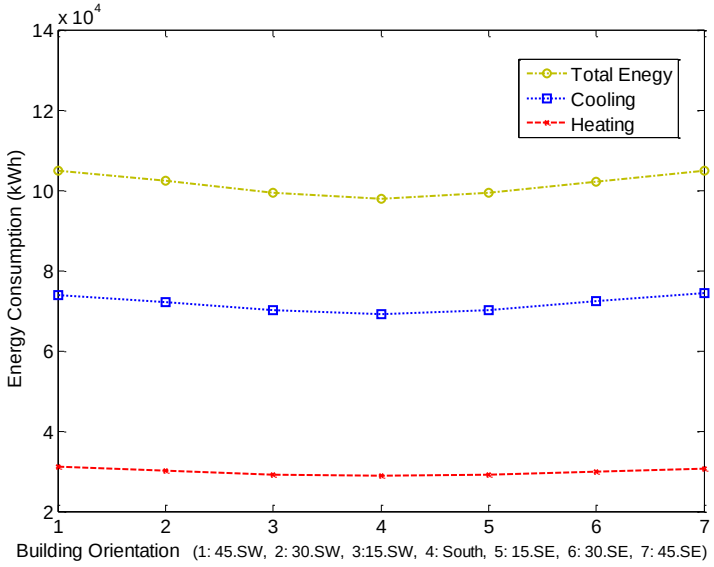
تهویه طبیعی و انرژی مصرفی سالانه نمونه مورد مطالعه

شبیه سازی انجام شده درنمونه موردی با شاخص تناسب ۲:۳(وضع موجود) با نرم افزار دیزاین بیلدر، با ۷ آزمایش با جهت گیری های مشخص شده در جدول ۳ و اقلیم شهر رشت، انجام شده است. منحنی تهویه سالیانه حاصل شده در شکل ۲ مشاهده می شود. همانطور که در این شکل مشاهده می شود اگر ساختمان مورد نظر در جهت 45.S.E قرار گیرد از بیشترین تهویه طبیعی در طول سال و در جهت ۱۵.S.E ازکمترین میزان تهویه طبیعی برخوردار است. حتی چنانچه وضعیت موجود ساختمان (30.S.W) به هنگام ساخت به میزان ۱۵ درجه به سمت غرب تغییر می داد (45.S.W)، تهویه طبیعی بیشتری برای فضاهای داخلی آن فراهم می‌شد.



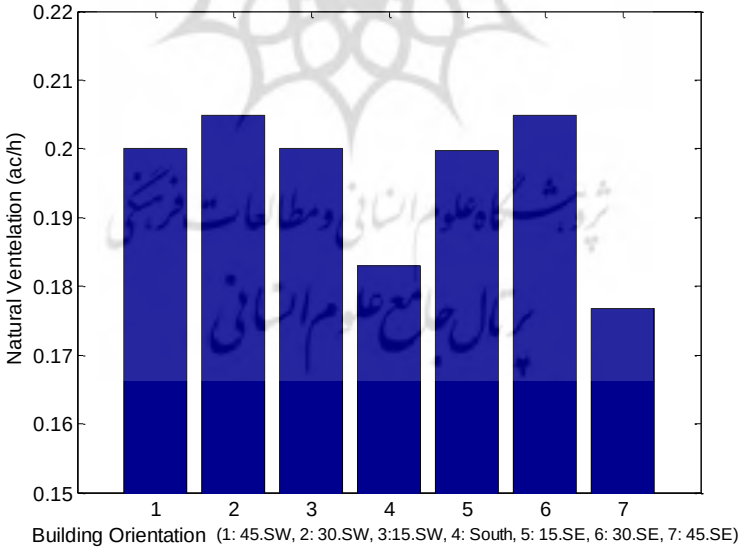
شکل ۲. تهویه طبیعی سالیانه نمونه موردی با شاخص تناسب ۲:۳ در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

انرژی مصرفی گرمایشی، سرمایشی و کل ساختمان مورد نظر محاسبه شده و در شکل ۳ نشان داده می شود. بر اساس این شکل کمترین مصرف انرژی کل مربوط به زاویه صفر درجه (شمالی- جنوبی) بوده و با تغییر زاویه به سمت غرب یا شرق انرژی مصرفی افزایش می یابد.

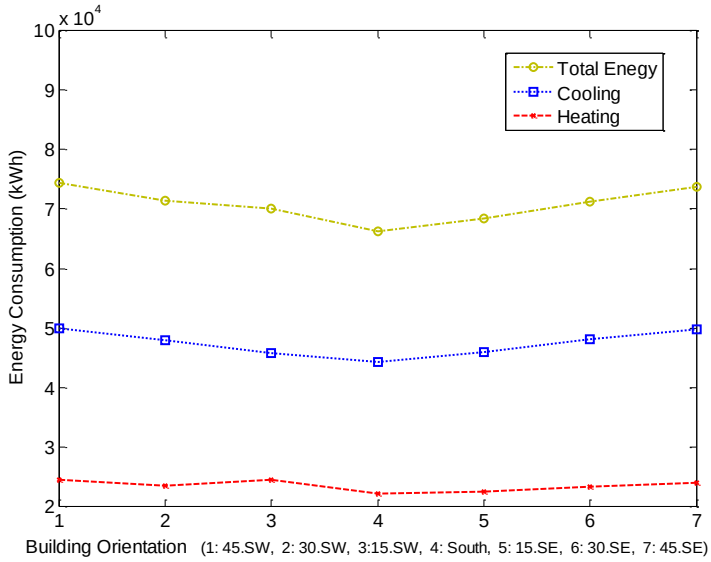


شکل ۳. انرژی مصرفی سالیانه نمونه موردی با شاخص تناسب۲:۳ (وضع موجود) در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

در آزمون بعدی شاخص تناسب ۱:۳ را در نظر می گیریم. شبیه سازی آن برای نمونه موردی با ثابت در نظر گرفتن درصد بازشو ها به دیوار، تعداد طبقات و سایر مشخصات فیزیکی، در ۷ زاویه جهت گیری مطابق جدول ۳ انجام می شود. منحنی های مشخصه تهویه سالانه و انرژی مصرفی در شکل های ۴ و ۵ مشاهده می شوند. بیشترین میزان تهویه طبیعی در ساختمان مورد نظر با تغییر شاخص تناسب از ۲:۳ به ۱:۳ در جهت 30.S.W و 30.S.E است. اگر این ساختمان در جهت موجود با ضریب تناسب ۱:۳ طراحی می شد تهویه بسیار بهتری داشت. همچنین ساختمان با جهت گیری شمالی– جنوبی کمترین مصرف انرژی را دارد.

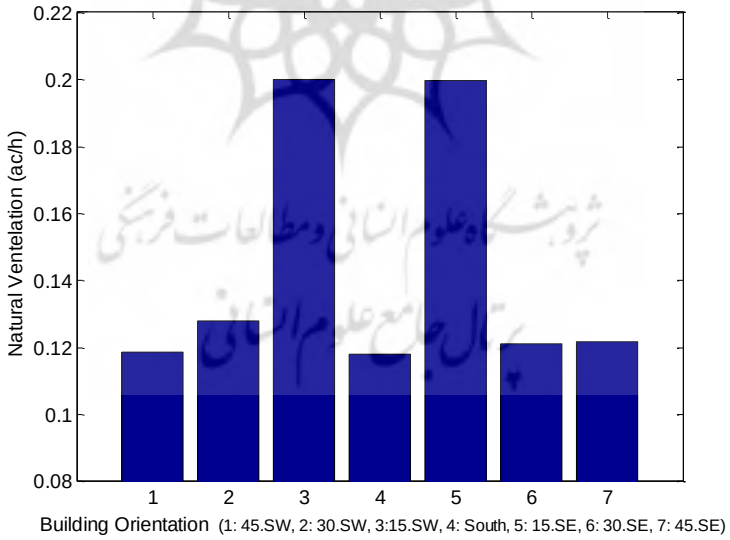


شکل ۴. تهویه طبیعی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب۱:۳در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

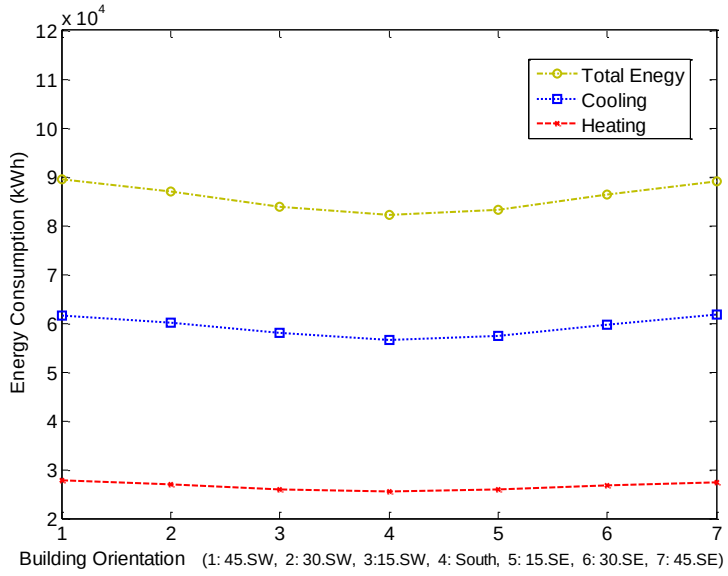


شکل ۵. انرژی مصرفی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب۱:۳در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

در مرحله سوم از فرایند شبیه سازی ها، شاخص تناسب ۱:۲ و هفت جهت جدول ۳ لحاظ می شوند. نمودار های تهویه و انرژی مصرفی در شکل های ۶ و ۷ مشاهده می شوند. بیشترین میزان تهویه طبیعی در ساختمان مورد نظر با تغییر شاخص تناسب از ۲:۳ به ۱:۲ در جهت S.W. ۱۵ و S.E. ۱۵ است و سایر جهت ها به میزان نسبتا یکسانی از تهویه طبیعی در طول سال برخوردارند. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می شود بیشترین مقدار انرژی مصرفی در ساختمان مورد نظر با تغییر شاخص تناسب از ۲:۳ به ۱:۲ در جبهه 45.S.W بوده و ساختمان با جهت گیری شمالی- جنوبی کمترین میزان مصرف انرژی را متحمل می شود.

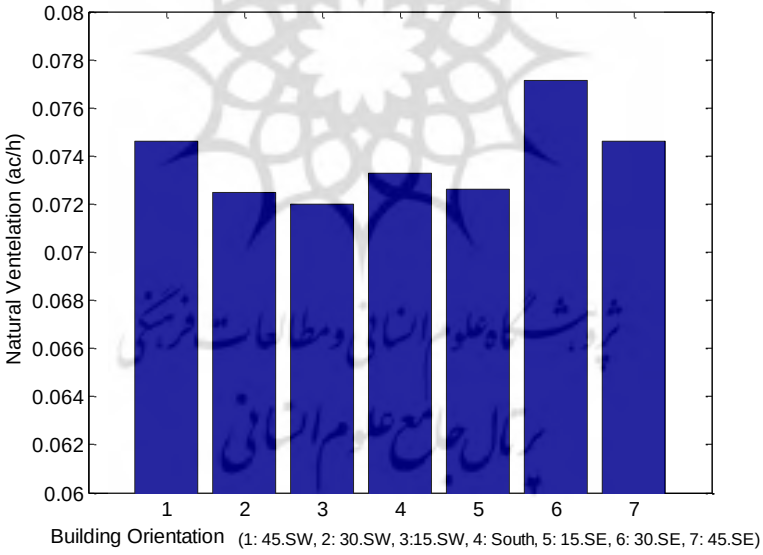


شکل ۶. تهویه طبیعی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب۱:۲در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

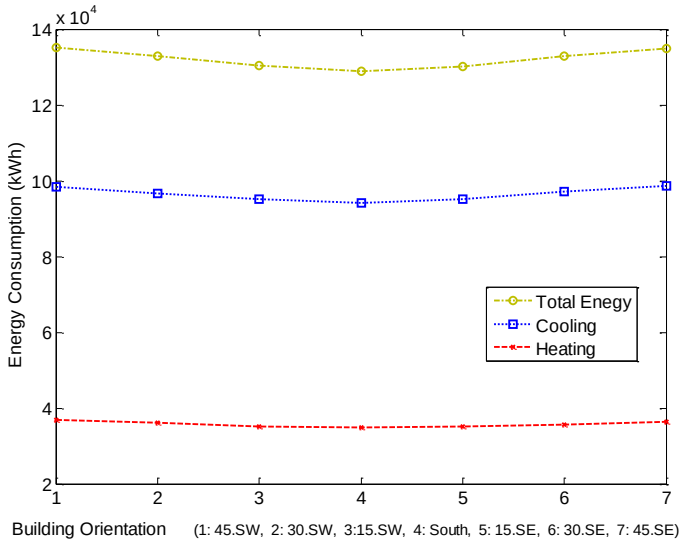


شکل ۷. انرژی مصرفی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب۱:۲در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

در مرحله آخر از شبیه سازی ها، با در نظر گرفتن شاخص تناسب ۱:۱ مقادیر تهویه و انرژی مصرفی محاسبه و نمودار آنها در شکل ۸ و ۹ مشاهده می شوند.



شکل ۸. تهویه طبیعی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب۱:۱در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت



شکل ۹. انرژی مصرفی سالانه نمونه موردی با شاخص تناسب ۱:۱ در جهت گیری های پیشنهادی در شهر رشت

بررسی کمی مقایسه ای نتایج تهویه طبیعی و انرژی مصرفی در نگاه کلی

مقایسه بیشینه مقدار تهویه در خروجی های شبیه سازی نمونه موردی با شاخص تناسب موجود و شاخص های تناسب پیشنهادی در جدول ۴ مشاهده می شود. شاخص تناسب ۱:۲ در جهت گیری های 15.S.E و 15.S.W و ۱:۳ در جهت گیری 30.S.W و 30.S.E شرایط مناسبتری نسبت به دو شاخص تناسب دیگر دارند.

جدول ۵. میزان حداکثر تهویه سالانه برای شاخص های تناسب مختلف

شاخص تناسب ساختمان	جهت گیری	مقدار بیشترین تهویه سالانه
1: 1	30.S.E	0/07714
1: 2	15.S.W, 15.S.E	0/199809
1: 3	30.S.W, 30.S.E	0/20483
2: 3*	45.S.E	0/10142
*شاخص تناسب ساختمان نمونه موردی		

کمترین مصرف انرژی کل سالانه در هر یک از چهار شاخص تناسب پلان در جدول ۵ مشاهده می شود. شاخص تناسب۱:۳ کمینه انرژی مصرفی بهتری دارد. ساختمان با شاخص تناسب ۱:۱، دارای بیشترین مقدار کمینه مصرف انرژی است. همچنین جهت گیری شمال-جنوب (زاویه صفر) در هر چهار شاخص تناسب، کمترین میزان مصرف انرژی را نشان می دهد.

جدول6. میزان کمترین انرژی مصرفی سالانه برای شاخص های تناسب مختلف

شاخص تناسب ساختمان	جهت گیری	میزان کمترین انرژی مصرفی سالانه (kWh)
1: 1	South	128932.1
1: 2	South	82177.9
1: 3	South	66277.13
2: 3	South	97915.22

شاخص تغییرات تهویه طبیعی و انرژی مصرفی کل نسبت به جهت گیری ساختمان در ضریب تناسب مشخص

جهت بررسی عددی اثر جهت گیری بر تهویه و انرژی کل سالیانه در شاخص تناسب مشخص، شاخص های تغییرات تهویه، انرژی مصرفی کل نسبت به جهت گیری ساختمان را بر اساس روابط زیر تعریف می کنیم:

$$i_V\ (\%) = \{(\text{تهویه طبیعی سالیانه مبنا}) / (\text{تهویه طبیعی سالیانه مبنا} - \text{تهویه طبیعی سالیانه جدید})\} * 100$$

i_t (٪)= {(انرژی مصرفی کل سالیانه جدید) – (انرژی مصرفی کل سالیانه مبنا)/ (مصرف انرژی مصرفی کل سالیانه مبنا) * 100

شاخص های i_v و i_t با فرض جهت مبنای شمال–جنوب (زاویه صفر) برای چهار شاخص تناسب جدول ۳ محاسبه و در جدول ۶ نمایش می دهیم. در نگاه تحلیلی به این جدول نتایجی به شرح ذیل بدست می آید:

الف– در شاخص تناسب ۲:۳ (وضعیت موجود) گردش به سمت غرب شاخص تغییرات تهویه بیشتر نسبت به شاخص تغییرات انرژی مصرفی را نتیجه می دهد. پس گردش به غرب افزایش بیشتر تهویه نسبت به افزایش انرژی مصرفی را ایجاد می کند. در نتیجه این رفتار گردش به جهت شرق مناسب نیست.

ب– در شاخص تناسب ۱:۳ با جهت گیری 30.S.W و 15.S.E شاخص تهویه بزرگتر از شاخص افزایش مصرف انرژی است. در نتیجه آن این دو جهت انتخاب مناسبی هستند.

ج– در ضریب تناسب ۱:۲ در جهت گیری 15.S.W و 15.S.E شاخص تهویه بسیار بزرگتر شاخص انرژی است. این دو حالت انتخاب بسیار خوبی هستند. همچنین در شاخص تناسب ۱:۱ مقادیر شاخص های تهویه و انرژی مناسب نیستند.

جدول ۷. شاخص های i_v و i_t با فرض جهت مبنای شمال–جنوب (زاویه صفر) برای چهار شاخص تناسب

شاخص ها (٪)	45-S.W	30-S.W**	15-S.W	S*	15-S.E	30-S.E	45-S.E
i_v (تناسب ۲:۳)	7/81	4/72	1/43		0/94	3/62	6/04
i_t (تناسب ۲:۳)	7/04	4/46	1/5		1/36	4/33	7/07
i_v (تناسب ۱:۳)	2 9/	11/97	9/32		9/23	11/97	-3/36
i_t (تناسب ۱:۳)	12/24	7/76	5/81		3/1	7/58	11/32
i_v (تناسب ۱:۲)	0/49	8/45	69/39		62/24	2/7	3.26
i_t (تناسب ۱:۲)	8/80	5/83	2/16		1/34	5/17	8/43
i_v (تناسب ۱:۱)	1/77	-1/16	-1/79		-1/03	5/17	1/77
i_t (تناسب ۱:۱)	4/79	3/01	1/03		0/97	3/03	4/59
**30-S.W وضع موجود							

نتیجه گیری

امروزه یکی از پر هزینه ترین شاخص های ساختمانها در اقلیم های مختلف جهان، سرمایش و تهویه مطبوع است. طراح با در نظر گرفتن پتانسیل های موجود در هر اقلیم هنگام طراحی با در نظر گرفتن جهت و تناسبات پلانی مناسب ساختمان، قادر است با در نظر گرفتن تهویه دریافتی و انرژی مصرفی، کمک قابل توجهی به صرفه جویی در هزینه های انرژی ساختمان نماید. در این تحقیق شبیه سازی و تحلیل اثر پذیری تهویه و انرژی مصرفی یک نمونه موردی ساختمان اداری در اقلیم معتدل و مرطوب با آزمون متغیرهای جهت گیری و تناسبات پلان انجام شد. بر این اساس تحلیل وضعیت موجود، ارائه پیشنهاد بهبود رفتار تهویه–انرژی مصرفی و ارائه الگوهایی جهت طراحی ساختمان های اداری در اقلیم مشابه انجام شد. نمونه موردی ساختمان اداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، با مشخصات فیزیکی وضع موجود، پلان مورد نظر با شاخص تناسب۲:۳، ۱:۳، ۱:۲، و ۱:۱ و هر یک در ۷ جهت گیری جنوبی، ۴۵، ۳۰ و ۱۵ درجه جنوب شرقی و غربی پیشنهادی در نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی شد. مشاهده شد که بیشینه مقدار تهویه در شاخص تناسب ۱:۲ به ازای جهت گیری های 15.S.E و 15.S.W و در شاخص تناسب ۱:۳ با جهت گیری 30.S.W و 30.S.E حاصل شده و شرایط مناسبی نسبت به دو شاخص تناسب دیگر دارد. چنانچه ساختمان مورد مطالعه در جهت شمالی جنوبی مستقر شود، به ازای شاخص تناسب ۱:۳ کمینه انرژی مصرفی و در شاخص تناسب ۱:۱، دارای بیشترین مقدار انرژی مصرفی مشاهده می شود.

همچنین با هدف تحلیل عددی مقایسه ای اثر جهت گیری بر تهویه و انرژی کل سالیانه در شاخص تناسب مشخص، شاخص های تغییرات تهویه و انرژی مصرفی کل نسبت به جهت گیری ساختمان تعریف شد. شاخص های i_v و i_t با فرض جهت مبنای شمال–جنوب (زاویه صفر) برای چهار شاخص تناسب محاسبه شد. در شاخص تناسب ۲:۳ (وضعیت موجود) گردش به سمت غرب شاخص تغییرات تهویه بیشتر نسبت به شاخص تغییرات انرژی مصرفی را نتیجه می دهد. از این رو گردش به غرب افزایش بیشتر تهویه

نسبت به افزایش انرژی مصرفی راموجب می شود. در نتیجه این رفتار، گردش به جهت شرق مناسب نیست. در شاخص تناسب ۱:۳ با جهت گیری 30.S.W و 15.S.E شاخص افزایش تهویه بزرگتر از شاخص افزایش مصرف انرژی بوده و در نتیجه این دو جهت گیری انتخاب مناسبی برای شاخص تناسب مذکور می باشند. همچنین مشاهده شد که در ضریب تناسب ۱:۲ در جهت گیری 15.S.W و 15.S.E شاخص تهویه بسیار بزرگتر شاخص انرژی بوده و کمک قابل توجهی به بهبود تهویه ساختمان در ازای حداقل رشد مصرف انرژی می نماید.

منابع

Bayoumi.M. (2017), Impacts of window opening grade on improving the energy efficiency of a façade in hot climates, *Building and Environment*, 04.008

Carroll. D. (1982). Energy Consumption and Conservation in buildings: An International Comparison. Proceedings of the *Third International Symposium on Energy Conservation in the Building Environment*, vol. IA, CIB/An Foras Forbartha, Dublin, s. 190-203.

Demrati. H., Boulard. T., Bekkaoui. A., Bouirden. L., Natural Ventilation and Microclimatic Performance of a Large-scale Banana Greenhouse*; J. agric. Engng Res*. (2001) 80 (3), 261-271doi:10.1006/jaer.2001.0740

Farasati. F., Mozaffar. F., Nasrollahi. F., Molaei Hashjin. N., (2017). Environmental Quality Analysis of Interior Spaces for Local Housing in Mountainous Regions of Guilan with an Emphasis on Thermal Comfort (The Case Study: Dowsaledeh Village, Rudbar), *Journal of Studies of Human Settlements Planning (JSHSP)*, Volume12 (In persion)

Fergus. N, Humphreys. M, (2002). "Adaptive thermal comfort and Sustainable thermal standard for building, *Energy and Building*, 34(6),563- 572.

Ghiabaklou.Z. Fundamentals of Building Physics4 (Passive Cooling),(2016), *Amirkabir University*,Tehran,Iran (In persion)

Ghobadian. V. (2000). Climate Analysis of The Traditional Iranian Buidings, *University of Tehran Press*, p:42 (In persion)

HosseinAbadi. S., Lashkari. H., Salmani Moqadam. M., (2012),Climatic Design of Residential Building of Sabzevar with Emphasis on Building Orientation and Depth of Canopy, *Geography And Development Iranian Journal*,Volum 10,Issue27, 103-116.(In persion)

Kasmai.M. Edited: Ahmadinezhad. M., (2010), *Clamate &Architecure*, Esfehan, nashr khak. (In persion)

Mahdavinejad. M., Ghasempourabadi. M., H.Ghaedi, The Role of Form Compositions in Energy Consumption of High rise Buildings (Case Study: Iran, Tehran), *Advanced Materials Research*, (2012) Vols.488 - 489, pp 181 -175.

Mahmoudi. M., pourmosa. M., (2010)."Wind Energy Potential Evaluation and Its Fundamental Role in Air Conditioning and Humidity Annihilation", Case study: Rasht county (Golsar Region), *Armanshahr Architecture Journal*, Volume 3, Issue 4, Summer, 147-156.(In persion)

Pan.S, Xu.C, Wei.S, Hassan.T.M, Xie.L, Xiong. Y. (2015). A research on window behavior of an office building in Beijing. *Building Science*, 31 (10) 212-217.

Pathirana. Sh., Rodrigo. A., Halwatura, R., (2019). Effect of building shape, orientation, window to wall ratios and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate, *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, Volume 10, Issue 1, pp 107–120, DOI:org/10.1007/s40095-018-0295-3

PChung. L., Ahmad. M.H., Ossen. D.R., Hamid. M. (2014). Effective solar chimney cross section ventilation performance in Malaysia terraced house. *International Conference Green Architecture for Sustanable Living and Environment (GASLE)*, p: 29.

Prajongsan. P., Sharples. S., (2012). Enhancing natural ventilation, thermal comfort and energy savings in high-rise residential buildings in Bangkok through the use of ventilation shafts, *Building and Environment* 50 , 104-113

Razjouyan. M. (2009) .*Comfort Design with Climate*, Tehran, University of shahid beheshti (In persion)

Siewa. C.C., Che-Anib. A.I, Tawilb. N.M., Abdullahb. N.A.G., Mohd-Tahirb. M., (2011).Classification of Natural Ventilation Strategies in Optimizing Energy Consumption in Malaysian Office Buildings, *The 2nd International Building Control Conference*, 363 – 371

Taban. M., Pourjafa. M., Bemanian. M., Heidari. SH. (2012)."Climate Impact on Architecture Ornament Analyzing the Shadow of Khavoon in Dezful Historical Context with the Use of Image Processing, *Naghshejahan*, 2(3),79- 90(In persion)

Toutou. A. M.Y. (2019). Parametric Approach for Multi-Objective Optimization for Daylighting and Energy Consumption in Early Stage Design of Office Tower in New Administrative Capital City of Egypt, *International Journal The Academic Research Community Publication*,DOI: 10.21625/archive.v3i1.426

Vakilinezhad. R. (2013). *Effect Of Building Envelope And Ventilation Patterns On Energy Consumption Of Residential Buildings (Case Study: Buildings With Single –Sided Ventilation In Hot And Dry Climate Of Shiraz)*,Thesis submitted in Partial Ful Fillment Of Philosophy In Architecture,Iran University Of Science And Technology Faculty Of Architecture And Urbanism (In persion)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی