Archive of SID

ISSN: 2008-5079 / EISSN: 2538-2365
DOI: 10.22034/AAUD.2019.92428

تعیین جهت بهینه در ساختمان‌های اداری اقلیم سرد، مورد مطالعاتی: شهر کرمانشاه

مریم انصاری‌منش[۱*]- نازنین نصراللهی[۲]- محمدجواد مهدوی‌نژاد[۳]

۱. استادیار معماری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران (نویسنده مسئول).
۲. دانشیار معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۳. دانشیار معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۶ تاریخ اصلاحات: ۹۵/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۶/۰۱/۲۷ تاریخ انتشار: ۹۸/۰۶/۳۰

چکیده

سرانه مصرف انرژی در ایران بالاتر از بسیاری کشورهاست. در این میان سیاست‌های دولت در جهت واقعی‌سازی قیمت انرژی، توجه به راه‌کارهای انرژی کارا در بخش ساختمان را افزایش داده است. یکی از راه‌کارهای مؤثر در کاهش مصرف انرژی، طراحی اقلیمی ابنیه و از جمله تعیین جهت بهینه ساختمان است. به این ترتیب اولین و مهم‌ترین وظیفه معمار، قرار دادن ساختمان در جهتی است که بیشترین دریافت نور خورشید را در فصل زمستان و کمترین دریافت را در فصل تابستان داشته باشد. بهره‌گیری از نور خورشید علاوه بر تأثیری که بر کاهش نیاز گرمایشی ساختمان دارد، با بهینه‌سازی کیفیت محیط داخل می‌تواند باعث سلامت و بهره‌وری بیشتر ساکنان و در نتیجه ایجاد منافع اقتصادی فراوان برای کشور شود. اولگی[۱] با توجه به شدت تابش آفتاب بر سطوح قائم در جهات مختلف جغرافیایی و نیز ساعت‌ها و فصول مختلف، مناسب‌ترین جهات را برای چهار منطقه اقلیمی ایالات متحده آمریکا به‌دست آورد که برای مناطق دیگر با شرایط و عرض‌های جغرافیایی یکسان از جمله ایران نیز به‌کار می‌رود. هدف از مطالعه حاضر بررسی صحت و سقم جهت‌گیری بهینه تعریف شده برای ساختمان‌ها در اقلیم سرد ایران (شهر کرمانشاه) می‌باشد. از آنجا که دانش شبیه‌سازی، مطالعه رفتار پیچیده ساختمان را با توجه به اقلیم ممکن ساخته و طراحان را در اتخاذ روش‌های مناسب اقلیمی، یاری می‌رسانند؛ لذا در این تحقیق برای تعیین جهت بهینه ساختمان از نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر استفاده شده است. به این منظور یک تیپ ساختمان اداری پرتکرار در این شهر، در نرم‌افزار مورد نظر با ویژگی‌های نزدیک به واقعیت شبیه‌سازی و سپس انرژی اولیه مورد نیاز ساختمان در جهات مختلف محاسبه شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با در نظر گرفتن شاخص میزان مصرف انرژی، کشیدگی غربی- شرقی، بهترین جهت‌گیری در ساختمان‌های اداری شهر کرمانشاه می‌باشد.

واژگان کلیدی: جهت بهینه، مصرف انرژی، اقلیم سرد، ساختمان‌های اداری، شهر کرمانشاه.

* Email: m.ansarimanesh@iauksh.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

سالانه میلیون‌ها بشکه نفت و کیلووات ساعت‌ها برق برای تأمین نیازمندی‌های جمعیت ساکن در شهرها و روستاها، به‌منظور گرمایش و سرمایش محل کار و زندگی، حمل‌ونقل، انجام فعالیت‌های روزانه و غیره مصرف می‌شود (Keirstead, Jennings, & Sivakumar, 2012, p. 3848) که در این میان بخش ساختمان مسئول حدود ۴۰ درصد از مصرف انرژی و نیز انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Rodriguez-Soria, Dominguez-Hernandez, Perez-Bella, & Del Coz-Diaz, 2014, p. 79). رشد سریع مصرف منابع انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان، افزایش قیمت آن‌ها و نیز مشکلات زیست‌محیطی بر اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش ساختمان تأکید می‌کند (Aksoy & Inalli, 2006, p. 1742). تلاش برای کاهش مصرف انرژی، انسان‌ها را به تحقیق و مطالعه بیشتر در پی یافتن جایگزینی مناسب برای آن از میان انرژی‌های تجدیدپذیر سوق داده است (Mahdavinejad, Bemanian, & Motavar, 2013, p. 41). از آنجا که انرژی در دست‌یابی به شهری پایدار دارای جایگاه ویژه‌ای است (Mahdavinejad, 2013, p. 36)؛ لذا امروزه به بحث چالش‌برانگیزی در کشورهای در حال توسعه مانند ایران تبدیل شده است (Mahdavinejad & Setayesh Nazar, 2017, p. 92). بدین ترتیب با توجه به نقش موثر انرژی در توسعه فیزیکی محیط مصنوع (Heidari, Mahdavinejad, & Sotodeh, 2018) و افزایش مصرف آن به موازات رشد جوامع بشری، توجه به محدودیت منابع و پیشگیری از مواجهه با بحران انرژی، لزوم صرفه‌جویی از طریق مدیریت مصرف انرژی ضروری است. هدف از مدیریت انرژی کاهش دادن و منطقی کردن مصرف انرژی به نحوی است که توجیه اقتصادی داشته و در عین حال منجر به بروز تأثیرات منفی در سطح رفاه و آسایش حرارتی ساکنین نشود (Habib, Barzegar, & Cheshmehghasabani, 2014, p. 56). ساختمان‌هایی که براساس متدها و معیارهای بهره‌وری انرژی ساخته می‌شوند، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، باعث کاهش هزینه‌ها و نیز کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شده و در واقع به نفع جامعه هستند (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3560). یکی از راه‌کارهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان، جلوگیری از هدر رفت آن است و هدر رفت انرژی به‌طور غالب تحت تأثیر میزان انتقال حرارت از پوسته‌ها، فاکتور تراکم و نیز دمای داخلی است (Rodriguez-Soria et al., 2014, p. 78). لیکن علاوه بر در نظر گرفتن عایق‌های حرارتی، بهره‌گیری از راه‌کارهای مناسب می‌تواند تا حدود زیادی بر میزان مصرف انرژی ساختمان، مؤثر باشد (Mahdavinejad, 2013, p. 35). در تمامی اقلیم‌ها، ساختمان‌هایی که براساس اصول طراحی اقلیمی ساخته شده‌اند، با استفاده از انرژی‌های طبیعی موجود در اطرافشان، ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل می‌رسانند (Ibid, p. 37) و علاوه بر آن تا حدود زیادی موجب آسایش بیشتر ساکنین می‌شوند (Modiri, Zahabnazouri, Alibakhshi, Afsharmanesh, & Abbasi, 2012, p. 141). برای این منظور راه‌کارهای زیادی وجود دارد از جمله جهت گیری، شکل ساختمان و نیز میزان سطوح شفاف که در نظر گرفتن بسیاری از این راه کارها مربوط به فاز طراحی است (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3560; Aksoy & Inalli, 2006, pp. 1742-43). فاز طراحی ساختمان اولین خط دفاعی در مقابل عوامل اقلیمی خارج بنا (Mahmoudi & Nivi, 2011, p. 37) و بهترین زمان برای مدنظر قرار دادن راهبردهای پایدار است؛ چرا که حداقل نسبت به راهبردهایی که بعد از ساخت ساختمان مدنظر قرار می‌گیرند، بسیار کم‌هزینه‌ترند (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3560). در واقع مبالغ صرفه‌جویی شده در درازمدت، به اجرای روش‌های طراحی اقلیمی به‌عنوان بهترین نوع سرمایه‌گذاری برای مالکان تأکید می‌کند ضمن این‌که سبب بهبود شرایط آسایش در داخل ساختمان می‌شوند (Mahmoudi & Nivi, 2011, p. 37). به‌عنوان یک قاعده تجربی در طراحی ایستای خورشیدی، همواره به فرم و جهت ساختمان توجه ویژه‌ای می‌شود (Hemsath & Bandhosseini, 2015, p. 526). لیکن در میان پارامترهای مورد توجه قرار گرفته در فاز طراحی، جهت از مهم‌ترین و یکی از مواردی است که بیشتر از بقیه مورد مطالعه قرار گرفته است (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3561). 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. در واقع به‌کار بردن اصول اقلیمی در طراحی معماری و قرارگیری ساختمان در جهت مناسب، کمک شایانی در تقلیل مضرات و استفاده بهینه از تابش آفتاب و بادهای مطلوب می‌نماید (Modiri et al., 2012, p. 141). در مطالعه‌ای که توسط موریسی و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام گرفته است جهت‌گیری ساختمان به‌منظور بهره‌گیری از حداکثر منافع خورشیدی، به‌عنوان یک گزینه کم‌هزینه پیشنهاد می‌شود (Morrissey, Moore, & Horne, 2011, p. 568).

قرار دادن ساختمان در جهت بهینه فواید بسیاری دارد:

۱. معیاری کم‌هزینه است که در مراحل اولیه طراحی قابل کاربرد است.

۲. تقاضای انرژی را کاهش می‌دهد.

۳. استفاده از سیستم‌های ایستای پیچیده‌تر را کاهش می‌دهد.

۴. کارایی دیگر تکنیک‌های ایستا را افزایش می‌دهد.

۵. کیفیت نور روز را افزایش و نیاز به نور مصنوعی را کاهش می‌دهد و بار گرمایشی داخل ساختمان را کمتر می‌کند.

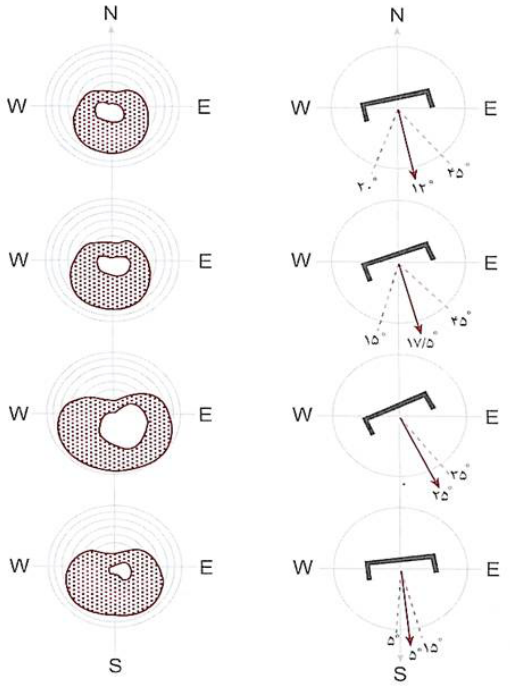
۶. کارایی کنترل کننده‌های خورشیدی را ارتقا می‌بخشد (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3562).

www.SID.ir

Archive of SID

در مناطق سردسیر جهت ساختمان باید به‌گونه‌ای باشد که بیشترین میزان جذب انرژی خورشید اتفاق بیافتد. ضمن این‌که طراحان ساختمان باید با محاسبه شارژ تابشی خورشید در ساعات مختلف روز و روزهای مختلف سال (که مکان و زاویه تابش خورشید تغییر می‌کند) جهت ساختمان را طوری تعیین کنند که میزان تابش جذب شده، سبب گرمای بیش از حد ساختمان نشود (Modiri et al., 2012, p. 142). ویکتور اولگی با توجه به شدت تابش آفتاب بر سطوح قائم در جهات مختلف جغرافیایی و نیز در ساعت‌ها و فصول مختلف، مناسب‌ترین جهات را برای چهار منطقه اقلیمی ایالات متحده آمریکا به‌دست آورد که برای مناطق دیگر با شرایط و عرض‌های جغرافیایی یکسان از جمله ایران نیز به‌کار می‌رود (Kasmai, 2011, p. 127) (شکل ۱). نام این روش، روش نموداری است. روش نموداری می‌تواند در بررسی و تعیین مناسب‌ترین جهت استقرار ساختمان مفید واقع شود، بدین‌صورت که ساختمان در جهتی که در فصول گرم کمترین و در فصول سرد بیشترین تابش آفتاب را دریافت می‌کند، بهترین جهت استقرار را خواهد داشت. یعنی در واقع این دو ویژگی توأمان باید وجود داشته باشد (Modiri et al., 2012, p. 148).

شکل ۱: جهت‌گیری ساختمان براساس روش اولگی: به‌ترتیب اقلیم سرد، اقلیم معتدل و مرطوب، اقلیم گرم و خشک، اقلیم گرم و مرطوب



(Kasmai, 2011, p. 127)

می‌توان گفت در تمامی نظریه‌هایی که به بررسی ارتباط جهت ساختمان با تابش آفتاب می‌پردازند (مانند روش نموداری اولگی)، این توافق وجود دارد که که جهت جنوب برای دریافت گرما در زمستان و کنترل اشعه‌های خورشیدی در تابستان بهینه است. بدین معنی که طولانی‌ترین دیوار به سمت جنوب باشد (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3562). یقیناً این جهت سبب دریافت بیشترین انرژی خورشیدی در زمستان و کمترین میزان آن در تابستان می‌شود، لیکن علاوه بر تابش آفتاب، دمای هوا نیز در بهبود شرایط داخلی ساختمان بسیار مؤثر است که در این مطالعات مورد توجه قرار نگرفته است. هم‌چنین اهمیت تابش به نوع اقلیم و نیز فصول مختلف سال بستگی دارد، به‌عنوان مثال برای دستیابی به آسایش در تابستان، بایستی میزان تابش آفتاب به بدنه‌های ساختمان کم باشد. می‌توان گفت جهت ساختمان باید در ارتباط با بهینه‌سازی دیگر پارامترها مانند کل اشعه خورشیدی دریافتی، شکل ساختمان، سطح پلان همکف، میزان تقاضای سالانه انرژی (Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3562) و نیز ویژگی‌های طرح، نوع مصالح ساختمانی و رنگ سطح خارجی دیوارها بررسی شود (Kasmai, 2011, p. 127). در کل برای ایجاد آسایش در ساختمان، جهت آن باید طوری باشد که بهترین تابش آفتاب را در فصول سرد و بهترین کوران را در فصول گرم به همراه داشته باشد. نور خورشید همیشه برای ایجاد روشنایی در یک ساختمان مورد نیاز است؛ اما از آنجا که این نور سرانجام به حرارت تبدیل می‌شود، باید میزان آن با توجه به نوع ساختمان و شرایط اقلیمی محل تعیین شود (Modiri et al., 2012, p. 143). تحقیق حاضر جهت بررسی صحت و سقم جهت‌گیری بهینه تعریف شده برای اقلیم سرد ایران و در شهر کرمانشاه، با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انجام گرفته است؛ چرا که امروزه دانش شبیه‌سازی، مطالعه کارایی انرژی ساختمان را ساده کرده و پیش‌بینی رفتار پیچیده ساختمان را با توجه به اقلیم ممکن ساخته است. در واقع ابزارهای شبیه‌ساز قادرند طراحان را در اتخاذ روش‌های اقلیمی مناسب در فاز طراحی از جمله انتخاب جهت بهینه ساختمان، یاری برسانند.

۲. پیشینه تحقیق

مطالعات زیادی در مورد نحوه جهت‌گیری صحیح ساختمان‌ها انجام شده است که در ادامه تعدادی از آن‌ها آورده می‌شود. مطابق مطالعات لیتلفیر[۲] در سال ۲۰۰۱ بیشترین کتاب‌ها، راهنماها و غیره در مورد تکنیک‌های ایستای خورشیدی، ساختمانی را پیشنهاد می‌کنند که به سمت جنوب رو کرده باشد. لیکن برخی بهترین گزینه‌ها را ۳۰-۲۰ درجه به سمت جنوب بیان می‌کنند.

شویو[۳] در سال ۱۹۸۱ در مورد جهت سطوح شفاف ساختمانی مطالعه کرده است. نتایج بررسی‌های وی نشان داد که برای دستیابی به بیشترین صرفه‌جویی در مصرف انرژی، مخصوصاً در اقلیم گرم و مرطوب، باید سطوح شفاف ساختمان به سمت جنوب باشد و اگر این جهت‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

امکان‌پذیر نبود، جهت جنوب‌شرقی مناسب است.
در تحقیقی دیگر، میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی یک مدل بزرگ ساختمانی که نسبت به جهت جنوب ۳۰-۴۵ و ۶۰ درجه چرخانده شد، مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج نشان دادند که بیشترین میزان صرفه‌جویی در انرژی وقتی است که بزرگترین دیوار ساختمان ۳۰ درجه به سمت جنوب چرخیده باشد (as cited in Pacheco, Ordóñez, & Martinez, 2012, p. 3562).
جابر و عجیب در سال ۲۰۱۱، بهترین جهت‌گیری ساختمان، اندازه پنجره و نیز ضخامت عایق حرارتی برای یک ساختمان مسکونی در منطقه مدیترانه را بررسی کردند. نتایج دال بر این امر بود که حدود ۲۷٫۵۹ درصد از مصرف انرژی سالانه را می‌توان با انتخاب بهترین جهت، اندازه بهینه پنجره‌ها، سایه‌بان و ضخامت مطلوب عایق، صرفه‌جویی نمود (Jaber & Ajib, 2011, p. 1830).
آکسوی و اینالی در سال ۲۰۰۶ با انجام تحقیقاتی در شهر الازیگ[۴] واقع در منطقه سرد ترکیه، چرخش صفر و ۸۰ درجه‌ای ساختمان به سمت جنوب را مناسب‌ترین جهت، برای ساختمانی با نسبت طول به عمق تقریباً دو به یک و یک به دو، تعیین کردند (Aksoy & Inalli, 2006, p. 1742).
مینگ فانگ جنوب را بهترین جهت ساختمان، هم به‌منظور دریافت گرمای خورشیدی در زمستان و هم کنترل آن در تابستان تعریف کرد (Mingfang, 2002).
نتایج تحقیقات انجام شده توسط مهدوی‌نژاد و فلاح تفتی در سال ۲۰۱۵ نشان داد که جهت بهینه ساختمان در شهر تهران تا حدود زیادی وابسته به عناصر ایستای دریافت‌کننده حرارت خورشیدی، جهت آن‌ها و نیز موقعیت‌شان در ساختمان است. ضمن این‌که در میان تمامی عوامل بررسی شده در این تحقیق، میزان سطوح شیشه‌ای ساختمان بیشترین نقش را در تعیین جهت ساختمان داشت (Mahdavinejad & fallahtafti, 2015).

۳. نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انرژی ساختمان

نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انرژی ساختمان، اساساً برای محاسبه و تعیین مصرف انرژی ساختمان در یک دوره مشخص و نیز تخمین پیک بارهای حرارتی سیستم‌های گرمایشی-سرمایشی و در نتیجه مطالعه کارایی انرژی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدین‌ترتیب شبیه‌سازی می‌تواند از طریق مدل کردن راهبردهای مختلف، به کم شدن مصرف انرژی (قبل از ساخت آن‌ها) کمک کند. در واقع روش دیگری غیر از این ابزار برای دستیابی به تکنیک‌های صرفه‌جویی انرژی در مرحله طراحی وجود ندارد. این تکنیک‌های معمارانه می‌توانند جهت، فرم ساختمان، نسبت بازشوها، سایه‌بان‌ها، تهویه طبیعی و غیره باشند.
در سال‌های اخیر نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به شکل سریعی پیشرفت کرده‌اند و به‌طور مکرر ورژن‌های مختلف این برنامه‌ها ارائه می‌شود. نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌ساز انرژی با قابلیت‌ها و ویژگی‌های مختلف وجود دارد که در این میان برنامه انرژی پلاس[۵] یکی از محبوب‌ترین و مؤثرترین برنامه‌های شبیه‌سازی انرژی است که بسیاری از ویژگی‌های مکانیکی، محیطی، ساختاری و معمارانه را مدل می‌کند؛ اما از آنجا که این نرم‌افزار خروجی‌ها را به شکل فایل متنی ارائه می‌دهد، لذا برای ارائه گرافیکی نتایج، نرم‌افزار دیزاین بیلدر[۶] به‌کار می‌رود.

۳-۱- نرم‌افزار دیزاین بیلدر

نرم‌افزار دیزاین بیلدر که با موتور انرژی پلاس کار می‌کند، یک نرم‌افزار گرافیکی است که می‌تواند تهویه طبیعی، نور روز، سایه‌اندازها و حتی سایه‌بان‌های پیچیده همراه با تأثیرات سایه‌اندازی و غیره را مدل کرده و آنالیز کند. این نرم‌افزار برای محاسبه بارهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان، داده‌های آب و هوایی ساعتی واقعی را با توجه به استاندارد ASHRAE 55[۷] استفاده می‌نماید و قادر است نتایج زیر را به شکل سالانه، ماهانه، روزانه و ساعتی و یا حتی کمتر از ساعت ارائه دهد:
الف. مصرف انرژی؛
ب. دمای عملکردی، دمای متوسط تشعشعی، دمای هوای داخلی و نیز رطوبت؛
ج. خروجی‌های مرتبط با آسایش حرارتی: PMV، DISC و غیره بر اساس استاندارد ASHRAE 55؛
د. انتقال حرارت از طریق دیوارها، کف، تهویه، درزها و غیره؛
و. بارهای گرمایشی و سرمایشی؛
ی. میزان تولید دی‌اکسیدکربن (Nasrollahi, 2009, pp. 148-150).
لازم به ذکر است که نصراللهی در سال ۲۰۰۹ در رساله دکتری معماری خود با موضوع «خانه‌های پاسخگو به اقلیم و انرژی در اقلیم‌های قاره‌ای: مناسبت خانه‌های غیرفعال برای اقلیم سرد و خشک ایران[۸]» که در دانشگاه صنعتی برلین انجام گرفته است به بررسی راه‌های کاهش مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی در اقلیم سرد ایران می‌پردازد. او همچنین هماهنگی استاندارد خانه‌های غیرفعال را با شرایط اقلیمی، اقتصادی و تکنیکی ایران بررسی می‌نماید و برای این منظور از نرم‌افزار دیزاین بیلدر استفاده کرده است (Nasrollahi, 2009). در رساله دکتری سرکرده‌یی با عنوان «امکان‌سنجی ترکیب دو سامانه (سرمایشی-گرمایشی) ایستا با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی» که در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه هنر اصفهان به انجام رسید نیز در بخش شبیه‌سازی، از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر استفاده شده است (Sarkardehi, 2018). همچنین عبدالله‌زاده در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان «طراحی و تحلیل الگوی کارآمد و بهینه آتریوم در ساختمان‌های اداری شهر تهران» برای

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌سازی جنبه‌های مختلف ساختمان از این نرم‌افزار بهره گرفت (Abdollahzadeh, 2013). به‌دلیل قابلیت‌های ویژه این نرم‌افزار و این‌که نتایج حاصل از آن در بسیاری از تحقیقات اعتبارسنجی شده؛ لذا در این تحقیق نیز به منظور دستیابی به جهت بهینه، از این برنامه شبیه‌ساز استفاده شده است.

۴. روش تحقیق

شهر کرمانشاه در عرض جغرافیایی ۳۴٫۲۳ درجه شمالی و طول جغرافیایی۴۷٫۰۳ درجه شرقی در منطقه سرد ایران قرار دارد. مطابق نمودار بیوکلماتیک اولگی این منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. میانگین حداکثر و حداقل دما و شهرهای بزرگ این منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگین حداقل و حداکثر دما در شهرهای بزرگ منطقه سرد ایران

ویژگی‌ها	میانگین حداکثر دما در تابستان بر حسب °C	میانگین حداقل دما در زمستان بر حسب °C	شهرها
- تابستان گرم و خشک - زمستان سرد	۳۵ تا ۴۰	۰ تا ۵-	تهران - شیراز- مشهد- کرمانشاه

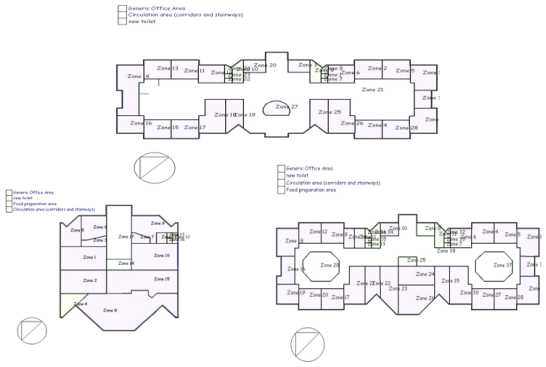
(Kasmai, 2011, p. 99)

جهت بهینه تعریف شده برای ساختمان‌های این شهر همان جهت تعریف شده برای منطقه سرد در روش نموداری اولگی است. به دلایلی که قبلاً توضیح داده شد، در این تحقیق، درستی این جهت‌گیری به چالش کشیده شده است؛ لذا برای بررسی تأثیر جهت‌گیری ساختمان بر مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری شهر کرمانشاه و در نتیجه به‌دست آوردن جهت بهینه، یک ساختمان اداری دو طبقه انتخاب شد. از آنجا که این شهر دارای یک تیپ غالب در ساختمان‌های اداری نیست و تنها وجه مشترک غالب ساختمان‌های اداری این شهر، فضای اداری بسته است؛ لذا در انتخاب نمونه مورد نظر این ویژگی‌ها مد نظر قرار گرفت. علاوه بر این بیشتر ساختمان‌های اداری این شهر دارای سیستم گرمایش و سرمایش مکانیکی بوده و توجه چندانی به بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در آن‌ها نشده بود (شکل ۲).

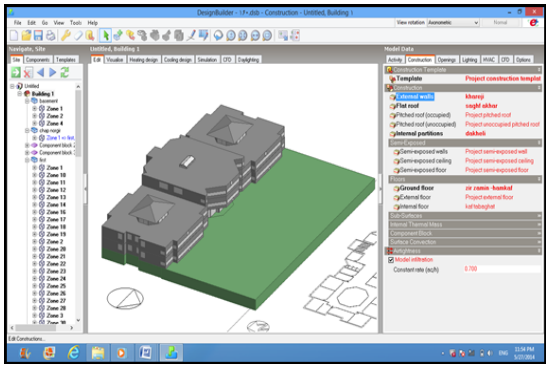
شکل ۲: ساختمان اداری انتخاب شده

سپس ساختمان مورد نظر با نرم‌افزار دیزاین بیلدر شبیه‌سازی شد. بدین ترتیب که پس از انتقال فایل دو بعدی ساختمان از نرم‌افزار اتوکد، با وارد نمودن داده‌های لازم سه بعدی ساختمان ترسیم و فضای داخل ساختمان نیز بر حسب نوع کاربری زون‌بندی شد (شکل ۳). پس از ساخته شدن سه بعدی، تمام اطلاعات مربوط به ساختمان از جمله جزییات دیوارهای داخلی و خارجی و حتی نوع رنگ استفاده شده در آن‌ها، جنس در و پنجره‌ها، نوع شیشه آن‌ها، نوع سیستم گرمایشی و سرمایشی به‌کار رفته در ساختمان و تمام داده‌هایی که کمک می‌کند تا ساختمان با ویژگی‌های نزدیک به واقعیت ساخته شود وارد شد (شکل ۴) و در انتها فایل اقلیمی شهر مورد نظر (کرمانشاه) بارگذاری شد تا خروجی‌های مورد نیاز استخراج شود.

شکل ۳: پلان‌های ساختمان شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار دیزاین بیلدر



شکل ۴: ساختمان شبیه‌سازی شده در محیط نرم‌افزار



www.SID.ir

Archive of SID

۵. نتایج حاصل از شبیه‌سازی

پس از شبیه‌سازی ساختمان، جهت شمال ۱۰ درجه به ۱۰ درجه نسبت به ساختمان چرخانده شد و هر بار مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان در گرم‌ترین و سردترین ماه سال و نیز به‌صورت سالانه محاسبه شد. نتایج حاصل از این شبیه‌سازی‌ها (۱۰۸ بار عملیات شبیه‌سازی) در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: مصرف انرژی سالانه، در گرم‌ترین و سردترین ماه سال در جهات مختلف به منظور دستیابی به جهت بهینه

مصرف انرژی در سردترین ماه سال (KWH/M2) JAN 15 - FEB 15	مصرف انرژی در گرم‌ترین ماه سال (KWH/M2) AUG 15 - JUL 15	مصرف انرژی سالانه (KWH/M2)	تغییر جهت شمال نسبت به ساختمان در جهت عقربه‌های ساعت
۸,۶۸	۱۲,۶۳	۲۲۵,۷۸	۱۰
۸,۷۳	۱۲,۷۵	۲۲۷,۳	۲۰
۸,۸۲	۱۲,۹	۲۲۹,۵۵	۳۰
۸,۸۷	۱۳,۰۷	۲۳۱,۹۲	۴۰
۸,۸۹	۱۳,۲۱	۲۳۴,۰۲	۵۰
۸,۸۸	۱۳,۳۲	۲۳۵,۵۵	۶۰
۸,۸۴	۱۳,۴	۲۳۶,۷۹	۷۰
۸,۸	۱۳,۴۴	۲۳۷,۳۷	۸۰
۸,۷۹	۱۳,۴۶	۲۳۷,۵۱	۹۰
۸,۷۶	۱۳,۴۵	۲۳۷,۳	۱۰۰
۸,۷۶	۱۳,۴۱	۲۳۷,۶۱	۱۱۰
۸,۷۵	۱۳,۳۴	۲۳۵,۴۱	۱۲۰
۸,۷۲	۱۳,۲۳	۲۳۳,۶۵	۱۳۰
۸,۶۳	۱۳,۰۹	۲۳۱,۴	۱۴۰
۸,۵۶	۱۲,۹۲	۲۳۱,۷۱	۱۵۰
۸,۴۹	۱۲,۷۶	۲۲۶,۳۲	۱۶۰
۸,۴۶	۱۲,۶۳	۲۲۴,۵۳	۱۷۰
۸,۴۴	۱۲,۵۹	۲۲۳,۷۳	۱۸۰
۸,۴۷	۱۲,۶۳	۲۲۴,۳۸	۱۹۰
۸,۵۶	۱۲,۷۵	۲۲۶,۰۷	۲۰۰
۸,۶۴	۱۲,۹۱	۲۲۸,۴۷	۲۱۰
۸,۷	۱۳,۰۷	۲۳۰,۹۷	۲۲۰
۸,۷۶	۱۳,۲۲	۲۳۳,۲۴	۲۳۰
۸,۷۸	۱۳,۳۳	۲۳۵,۰۹	۲۴۰
۸,۸۱	۱۳,۴	۲۳۶,۴۳	۲۵۰
۸,۷۹	۱۳,۴۴	۲۳۷,۱۳	۲۶۰
۸,۸۱	۱۳,۴۵	۲۳۷,۴۴	۲۷۰
۸,۸۳	۱۳,۴۳	۲۳۷,۳۵	۲۸۰
۸,۸۵	۱۳,۴	۲۳۶,۸۱	۲۹۰

www.SID.ir

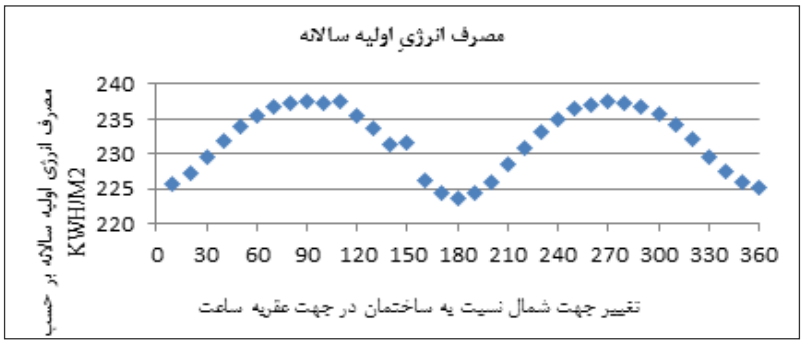
Archive of SID

۳۰۰	۲۳۵,۷۹	۱۳,۳۱	۸,۸۶
۳۱۰	۲۳۴,۲۴	۱۳,۲۱	۸,۸۷
۳۲۰	۲۳۲,۱۸	۱۳,۰۷	۸,۸۷
۳۳۰	۲۲۹,۵۳	۱۲,۹۱	۸,۸
۳۴۰	۲۲۷,۵۵	۱۲,۷۵	۸,۷۲
۳۵۰	۲۲۵,۸۹	۱۲,۶۳	۸,۶۷
۳۶۰	۲۲۵,۲۱	۱۲,۵۹	۸,۶۴

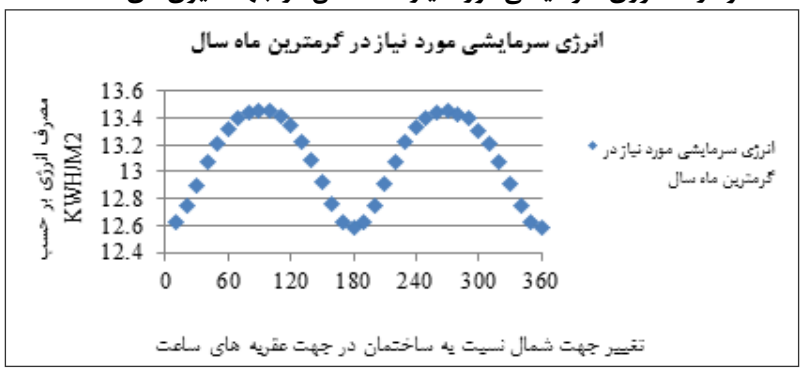
۶. تجزیه تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی

برای فهم بهتر، نتایج حاصل از این شبیه‌سازی در نمودارهای ۱تا ۳ آورده شده است. مطابق این نمودارها، جهت بهینه ساختمان زمانی است که جهت شمال ۱۸۰ درجه نسبت به ساختمان چرخانده می‌شود. یعنی زمانی‌که ساختمان کشیدگی غربی- شرقی دارد.

نمودار ۱: مصرف انرژی اولیه ساختمان در جهت‌گیری‌های مختلف



نمودار ۲: انرژی سرمایشی مورد نیاز ساختمان در جهت‌گیری‌های مختلف



نمودار ۳: انرژی گرمایشی مورد نیاز ساختمان در جهت‌گیری‌های مختلف

www.SID.ir

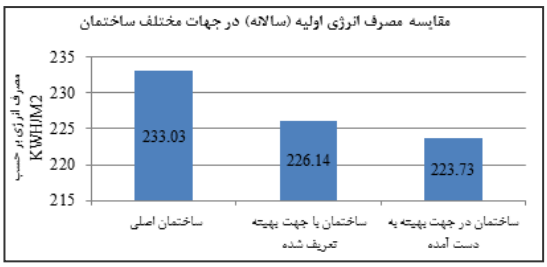
Archive of SID

در این جهت ساختمان کمترین مصرف انرژی سالانه و نیز کمترین مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی را در سردترین و گرم‌ترین ماه سال در مقایسه با سایر جهات و نیز جهت بهینه تعریف شده ساختمان دارد (شکل ۵).

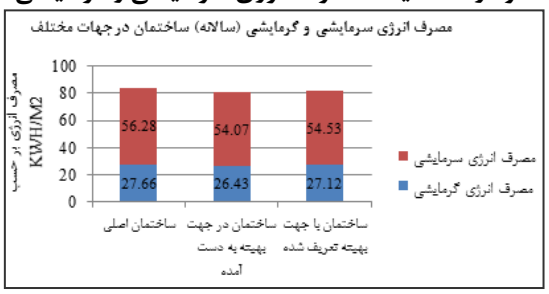
شکل ۵: جهت بهینه ساختمان (کشیدگی غربی- شرقی)

همانطور که در نمودار ۴ دیده می‌شود در حالتی‌که ساختمان در جهت بهینه به‌دست آمده قرار می‌گیرد، مصرف انرژی سالانه ساختمان ۲۲۳,۷۳ KWH/M2 است که در مقایسه با جهت بهینه تعریف شده برای این اقلیم حدود ۲,۵ KWH/M2 کمتر است. علاوه بر این در این جهت میزان مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی سالانه ساختمان نیز کمتر می باشد (نمودار ۵).

نمودار ۴: مصرف انرژی اولیه در جهات مختلف ساختمان مورد بررسی



نمودار ۵: مقایسه مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی



۷. نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت جهت‌گیری ساختمان در بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی، این تحقیق با شبیه‌سازی یک ساختمان پر تکرار اداری شهر کرمانشاه در نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر و محاسبه نیاز انرژی آن در جهات مختلف، در پی تعریف جهت بهینه ساختمان برآمد. نتایج نشان داد کمترین میزان مصرف انرژی سالانه در کشیدگی غربی- شرقی ساختمان ۲۲۳,۷۳ KWH/M2 در سال است که در مقایسه با مصرف انرژی در جهت واقعی ساختمان یعنی ۲۲۳۳,۰۳ KWH/M2 کمتر می‌باشد. لازم به ذکر است که در جهت بهینه ارائه شده برای ساختمان‌های این منطقه میزان مصرف انرژی اولیه سالانه KWH/M2 ۲۲۶,۱۴ می‌باشد که به میزان KWH/M2 ۲,۸ (حدود ۱,۲ درصد) بیشتر از زمانی است که ساختمان کشیدگی غربی- شرقی دارد. لازم به ذکر است که جهت تعمیم‌دهی جهت به دست آمده، باید این تحقیق در ساختمان‌های با کاربری‌های متفاوت تکرار شود، ضمن این‌که وجود آشفتگی‌های بسیار زیاد در تیپ‌های ساختمانی هر بخش می‌تواند نتایج حاصله از این نرم‌افزار را تحت تأثیر قراردهد.

پی‌نوشت

1. Olgyay
2. Little Fair
3. Shaviv
4. Elazig
5. Energy Plus
6. Design Builder
7. American Society of Heating Refrigerating and Air -Conditioning Engineers
8. Climate and Energy Responsive Housing in Continental Climates

www.SID.ir

Archive of SID

References

- Abdollahzadeh, S. (2013). *Optimum Pattern Design of Atrium in Tehran Office Buildings*. Master'S Thesis in Architecture, Payame Nour University, East Branch, Tehran.
- Aksoy, U.T., & Inalli, M. (2006). Impacts of Some Building Passive Design Parameters on Heating Demand for a Cold Region. *Building and Environment*, 41(12), 1742-1754.
- Habib, F., Barzegar, Z., & Cheshmehghasabani, M. (2014 - 2015). Prioritization of Effective Building Energy Consumption Parameters Using AHP. Naghshejahan, 4(2), 55-61.
- Heidari, F., Mahdavinejad, M., & Sotodeh, S.H. (2018). *Renewable Energy and Smart Hybrid Strategies for High Performance Architecture and Planning in Case of Tehran, Iran*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 159.
- Hemsath, T.L., & Bandhosseini, K.A. (2015). Sensitivity Analysis Evaluating Basic Building Geometry'S Effect on Energy Use. *Renewable Energy*, 76, 526-538.
- Jaber, S., & Ajib, S. (2011). Optimum, Technical and Energy Efficiency Design of Residential Building in Mediterranean Region. *Energy and Buildings*, 43(8), 1829-1834.
- Kasmai, M. (2011). *Climate and Architecture; Ahmadinejad, Mohammad*. Esfahan:(Khak Publication).
- Keirstead, J., Jennings, M., & Sivakumar, A. (2012). A Review of Urban Energy System Models: Approaches, Challenge and Opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3847-3866.
- Mahdavinejad, M. (2013). Establishment of Optimum Designing Pattern in Buildings Roof Shape Based on Energy Loss. *Naqshejahan: Basic Studies and New Technologies of Architecture and Urbanism*, 3(2), 35-42.
- Mahdavinejad, M., & Fallahtafti, R. (2015). Optimization of Building Shape and Orientation for Better Energy Efficient Architecture. *International Journal of Energy Sector Management*, 9(4), 593 - 618.
- Mahdavinejad, M., & Setayesh Nazar, N. (2017). Daylighting High-Performance Architecture: Multi-Objective Optimization of Energy Efficiency and Daylight Availability in BSk Climate. *Journal of Energy Procedia*, 115, 92-101.
- Mahdavinejad, M., Bemanian, M., & Motavar, S. (2013). Estimation Performance of Horizontal Light Pipes in Deep-Plan Buildings; Case Study Office Building. HONAR-HA-YE-ZIBA (MEMARI-VA-SHAHRSAZI), 17(4), 41-48.
- Mahmoudi, M., & Nivi, S. (2011). Improving of Climatic Technology According to Sustainable Development. *Naqshejahan: Basic Studies and New Technologies of Architecture and Urbanism*, 1(1), 35-55.
- Mingfang, T. (2002). Solar Control for Buildings. *Building and Environment*, 37(7), 659-664.
- Modiri, M., Zahabnazouri, S., Alibakhshi, Z., Afsharmanesh, H., & Abbasi, M. (2012). Investigation of Optimum Orientation in Buildings based on Solar Radiation and Wind Direction in Gorgan City. *Journal of Geography*, 2(2), 141-156.
- Morrissey, J., Moore, T., & Horne, R.E. (2011). Affordable Passive Solar Design in a Temperate Climate: An Experiment in a Residential Building Orientation. *Renewable Energy*, 36(2), 568-577.
- Nasrollahi, F. (2009). *Climate and Energy Responsive Housing in Continental Climates: The Suitability of Passive Houses for Iran's Dry and Cold Climate*, Univerlagtu berlin.
- Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G. (2012). *Energy Efficient Design of Building: A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559-3573.
- Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G. (2012). Energy Efficient Design of Building: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559-3573.
- Rodriguez-Soria, B., Dominguez-Hernandez, J., Perez-Bella, J.M., & del Coz-Diaz, J.J. (2014). Review of International Regulation Governing the Thermal Insulation Requirements of Residential Building and the Harmonization of Envelop Energy Loss. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 78-90.
- Sarkardehi, E. (2018). Feasibility Study on the Combination of two Passive (Heating / Cooling) Systems with the Aim of Saving Energy in Residential Buildings in Yazd. Ph.D. Thesis, Isfahan Art University, Isfahan.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir