فصلنامه مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار
سال هفتم، شماره ۱ (پیاپی: ۲۳)، بهار ۱۴۰۲
ISSN: 2588-4255

بررسی تأثیر نوع کشیدگی و جانمایی پنجره بر روشنایی و آسایش‌حرارتی ساختمان با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت در شهر کرمان

زهرا ظهیری[۱]، منصور نیک‌پور[۲]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵
کد مقاله: ۶۹۶۸۶

چکـیده

تأمین روشنایی فضا با بهره‌گیری مناسب از نور طبیعی روز از مواردی است که می‌بایست در طراحی معماری مورد توجه قرار گیرد. از جمله نکات اولیه در طراحی معماری پایدار ابعاد پنجره است که در صرفه‌جویی مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی بسیار مؤثر می‌باشد. با هدف استفاده حداکثر از تابش اشعه خورشید در زمستان و حداقل آن در تابستان در کنار فراهم آوردن روشنایی مورد نیاز ساکنین به کمک نور روز و در نتیجه کاهش هزینه‌های مربوط به انرژی مصرفی حرارتی و روشنایی است؛ مقاله حاضر در پی بررسی تأثیر نوع کشیدگی و جانمایی پنجره بر میزان دریافت روشنایی داخلی و ارتباط آن با مدت زمان ایجاد آسایش حرارتی دربناهای اقلیم گرم و خشک شهر کرمان می‌باشد. جهت انجام این پژوهش، تحقیق مقایسه‌ای در دو مرحله و ۴ نمونه طراحی پنجره انجام شده است؛ دو پنجره با سطح ۵/۲۵ متربع با دو نوع کشیدگی در دو نوبت و دو پنجره که دو به دو مساوی و موازی در جهت افقی و عمودی که سطح هر دو پنجره مشابه بر روی هم برابر با ۳/۷۵ متر مربع بوده است. برای هر دو مرحله پژوهش یک مدل حجمی در نرم‌افزار اکوتکت طراحی و خروجی گرفته شده است. مدت زمان آسایش در مرحله اول و دوم در مدلسازی با پنجره افقی بیشتر و با متوسط روشنایی ارتباط معکوس داشته است.

واژگـان کلـیدی: کشیدگی و جانمایی پنجره، روشنایی، آسایش حرارتی، نرم‌افزار اکوتکت، کرمان

۱- گروه معماری، مؤسسه آموزش عالی بعثت،کرمان، ایران
۲- گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران (نویسنده مسئول)
Mansour.Nikpour@iau.ac.ir

۱- مقدمه

توسعه فیزیکی شهرها فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی، از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد و در نتیجه، سیستم‌های شهری با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد شد. فرآیند توسعه، امری طبیعی است ولی این روند باید برنامه‌ریزی شده باشد. ساختمان به عنوان جزئی از کل شهر باید به گونه ای باشد که کمترین تأثیرات ممکن را در جهت افزایش دمای شهر و ناپایداری داشته باشد.(محمدرضائی و همکاران،۱۳۹۵:۲) امروزه به اعتقاد بسیاری از دانشمندان و صاحب نظران حوزه معماری توسعه پایدار بدون توجه به مصرف انرژی و محیط پیرامون زندگی بشر امکان پذیر نیست. از این رو طراحی در راستای معماری پایدار با توجه به اینکه کمترین اثر مخرب بر محیط را دارد، فرآیندی پیچیده و در عین حال برنامه‌ریزی شده است. از اهداف مهم معماری پایدار می توان عملکردهای چند منظوره و قابل انعطاف، حداکثر استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، طراحی متناسب با اقلیم و ارتقاء سطح کیفی زندگی در کنار کاهش مصارف انرژی را برشمرد. (نسیم‌سبحان و یزدان‌فر،۱۳۹۰:۲) امروزه طراحی ساختمان‌ها می‌بایست، بر اساس عمر ساختمان و تغییرات آزمایشی که در استفاده از منابع انرژی، آب، موارد نهان انرژی و آب مصرفی در تولید مواد است، باشد. زیرا که چشم‌انداز منابع نسل‌های آینده، بسیار بعید است که همانند امروز، باقی بماند. این امر موجب چالش جالب توجه برای حرفه‌های معماری و مهندسی شده است. این که چگونه می‌توانند با طراحی اقلیمی و بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر، مصرف انرژی فسیلی و معایب آن‌ها را کاهش دهند و از سوی دیگر بتوان انرژی و محیط زیست پاک را برای نسل‌های آینده ذخیره کرد.(پیمان راد و همکاران،۱۳۹۵:۲)

با وجود چالش های پیش رو در خصوص تخریب محیط زیست از جمله تغییر اقلیم و کاهش روزافزون سوخت‌های فسیلی، معماران و شهرسازان، مؤلفه‌ها و شاخص‌های پایداری را تعیین و به بررسی رفتار حرارتی ساختمان و تصمیم‌های معماری مؤثر بر آن پرداخته‌اند. بررسی تطابق اقلیمی به عنوان یکی از شاخص های معماری پایدار، به نقش ترکیب عناصر ساختمانی با توجه به شرایط اقلیمی، تأکید دارد. با مطالعه بر پیشینه موضوع چنین به نظر می رسد که از میان کلیه متغیرهای مؤثر بر رفتار حرارتی ساختمان، نباید از مشخصات هندسی ساختمان و ابعاد کالبدی غافل ماند که خود در حقیقت اولین سد حرارتی برای ممانعت از ورود عوامل نامطلوب محیطی است. به حداقل رساندن سطح خارجی و کاهش حجم یا افزایش آن از جمله راه‌کارها و اصول تجربی- اقلیمی به کاررفته در معماری پیشینیان است.(قدسی و همکاران،۱۳۹۷:۱۴۴) که امروزه می‌توان به کمک تکنولوژی جدید و نرم‌افزارهای موجود مانند اکوتکت،دیزاین‌بیلدر و... محاسبات دقیق‌تری انجام داد و از راهکارها و ترفندهایی بهره برد که کمک به کاهش مصرف انرژی و پایداری معماری شود.

۲- مبانی نظری

۲-۱- نور و روشنایی

عنصر نور یکی از مباحث کلیدی زیبائی‌شناسی و هنر است. یکی از شاخه‌های علوم که نور در آن نقش اساسی دارد هنر معماری می‌باشد که روند بهره گیری از نور طبیعی و غیرطبیعی در آن مورد توجه معماران و هنرمندان قرار داشته است. هنر معماری نور را به عنوان یک عنصر در طراحی می‌شناسد. یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های نور طبیعی، توالی و دگرگونی آن در طول روز است که باعث حرکت و تغییر حالت در ساعات مختلف می‌شود. (مرادی،۱۳۹۷:۵۹)

۲-۲- پنجره و پارامترهای آن در مصرف انرژی

جایگاه پنجره یا دریچه در معماری ساختمان برای ورود نور و ایجاد گردش هوا در داخل فضا است. پنجره ساختمان بر اساس مصرف انرژی از نظر نور و حرارت دارای سه بخش اصلی پارامترهای ورودی، محاسبات تحلیلی و نتایج خروجی می باشد. (منتصر کوهساری و همکاران،۱۳۹۳:۲) پنجره جهت ورود نور طبیعی و گردش هوا (تهویه طبیعی) بر جداره‌های جانبی یا بام طراحی و فیلتری برای چگونگی تأثیر کلیه عوامل اقلیمی و محیطی نسبت به ساختمان محسوب می‌شود. یکی از فاکتورهای مهم در تأمین آسایش حرارتی است که ارتباط مستقیم با مصرف انرژی دارد منبع نور طبیعی می‌باشد؛ که در تحقیق حاضر منبع عبور نور(پنجره) به صورت یکپارچه و مرکب در دو جهت عمودی و افقی و در یک جبهه (جنوبی) مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۳- واحد اندازه گیری شدت روشنایی

یکای شدت روشنایی درSI ،Lux است. لوکس مقدار شار نوری تابیده شده بر سطح و لومن مقدار نور منبع نور را بیان می‌کند. یک لوکس برابر است با یک لومن نور که بر یک متر مربع از سطح تابیده می‌شود. بنابراین، زمانی که مقدار ۱۰۰۰ لومن نور بر روی یک سطح با مساحت یک مترمربع تابیده می‌شود، شدت روشنایی برابر است با ۱۰۰۰ لوکس. اگر همان ۱۰۰۰ لومن بر

یک سطح ۱۰ مترمربعی تابیده شود شدت روشنایی برابر است با ۱۰۰ لوکس. از مقایسه عددی ذکر شده، نتیجه می‌گیریم که برای روشن نمودن یک محیط بزرگتر، به تعداد بیشتری از منبع‌های نوری نیاز داریم. در پژوهش حاضر علاوه بر بزرگتر یا کوچکتر بودن منبع نور که عامل اصلی ورود نور و میزان روشنایی است تأثیر عوامل فرعی مانند نوع کشیدگی و محل قرارگیری منبع نور بر آسایش حرارتی و روشنایی فضای داخلی بررسی شده است.

۲-۴- آسایش حرارتی و عوامل مؤثر برآن

بر طبق نظر پژوهشگران آسایش حرارتی را به سادگی نمی‌توان تعریف کرد. چرا که عوامل محیطی و اختصاصی فراوانی در به وجود آمدن آن نقش دارند. آسایش حرارتی را شرایط ذهنی می‌دانند که بیان کننده‌ی میزان رضایت افراد از شرایط محیط است. ترکیب دو کلمه شرایط و ذهنی در تعریف آسایش حرارتی دلالت بر آمیختگی شرایط روحی و فیزیولوژی در احساسی با عنوان آسایش حرارتی دارد. (هاشمی‌رفسنجانی و حیدری،۴۷:۱۳۹۷) پنج عامل اقلیمی دما، رطوبت، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا (باد) و تابش نور خورشید به جداره‌ها در تعیین محدوده آسایش حرارتی مورد توجه می‌باشند و سایر عوامل از جمله نوع فعالیت، پوشش، سن و جنس افراد به دلیل اینکه قابل کنترل نیستند، ثابت فرض شده است. (صادقی‌روش و طباطبایی،۴۰:۱۳۸۸) معماری مانند سایر علوم در حال تغییر پی‌درپی و تکامل است. در گذر زمان برای جزبه‌جزء عناصر معماری تکنولوژی جدید رونمایی شده است. که می‌توان به پنجره دو یا چندجداره به عنوان جدیدترین نوع پنجره که انتخاب آن با نیاز کاربر و شرایط محیطی و طراحی معماری ارتباط مستقیم دارد، اشاره کرد؛ که آسایش و آرامش بی‌نظیری را برای ساکنین در محله‌های شلوغ به ارمغان آورده است. پنجره دو یا چند جداره در واقع، نوعی عایق صوتی و حرارتی می‌باشد که به میزان قابل توجهی از هدر رفت انرژی و انتقال صدا در ساختمان جلوگیری می‌کند و در رسیدن معمار به اهداف از جمله آسایش حرارتی و آرامش کاربر بسیار کارآمد واقع شده است. با نرم‌افزار اکوتکت و بررسی کارکرد آیتم های اصلی و جانبی ساختمان از جمله منبع نور و هوا مانند پنجره،در، سایبان‌های متحرک ، لوورهای افقی با قابلیت تنظیم و کنترل زاویه و مقدار تابش نور خورشید و آیتم‌هایی از این قبیل راه رسیدن به آسایش حرارتی هموارتر شده است.

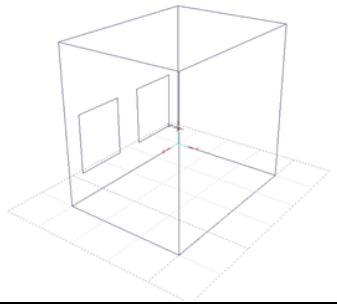
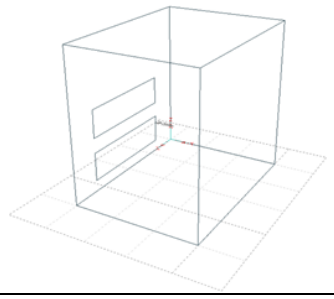
۲-۵- اقلیم شهر کرمان

کرمان با طول جغرافیایی۵۹ درجه،۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۶ درجه،۳۲دقیقه و ۸ ثانیه شمالی در قسمت جنوب شرقی کشور واقع شده است و دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد. (هاشمی‌رفسنجانی و حیدری،۴۸:۱۳۹۷) ویژگی‌های اقلیمی این منطقه، خشکی، کم آبی، گرمای شدید در تابستان به همراه طوفان های شنی در برخی از مواقع سال و وزش باد در جهات مختلف و همچنین سرمای شدید در زمستان می‌باشد. به علت تابش شدید نور خورشید در تابستان و سرمای زیاد زمستان، جهت قرارگیری ساختمان در سمت جنوب تا جنوب شرقی می‌باشد تا بیشترین میزان انرژی را در فصل زمستان دریافت کند. استفاده بهینه از انرژی تجدیدپذیر همچون جریان هوا و نور خورشید می‌تواند موجب کاهش استفاده از انرژی های فسیلی شده و بدین طریق پایداری محیط را تضمین کند.(رافتی سخنگو و شکوهیان،۵:۱۳۹۲)

۳- مراحل و روش تحقیق

۳-۱- روش و یافته‌های مرحله اول

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر جهت کشیدگی و جانمایی پنجره بر میزان هدایت نور طبیعی،ایجاد روشنایی و بازه آسایش حرارتی داخل فضا بوده است. فضایی به مساحت ۱۲ متر مربع، با طول ۴ متر(شرقی-غربی) و عرض ۳ متر(شمالی-جنوبی) و ارتفاع ۴ متر در نرم‌افزار اکوتکت مدل‌سازی و مطابق با مشخصات هندسی جدول و تصاویر شماره ۱ در ضلع جنوبی دو پنجره با ابعاد ۱/۲۵ (عرض) ، ۱/۵۰ (ارتفاع) و اکابه ۰/۷۰ متر (مدل۱) طراحی و بار دیگر دو پنجره به عرض ۲/۵۰ ،ارتفاع ۰/۷۵ به فاصله ۰/۴۰ و ۰/۳۰ متر از سطح زمین (مدل ۲) جایگزین شده است. متوسط روشنایی و مدت زمان سالانه در آسایش بر حسب لوکس و ساعت مندرج در جدول شماره ۲ توسط نرم‌افزار اکوتکت محاسبه گردیده است. تصویر تابش خورشید و توزیع‌پذیری نور بر سطح فعالیت کاربر برای مدل ۱ و ۲ در تصویر شماره ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

Case 1	Case 2
	

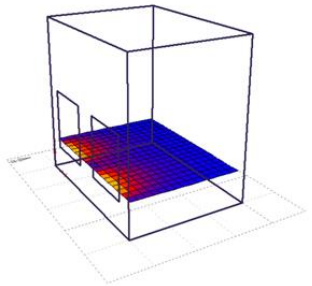
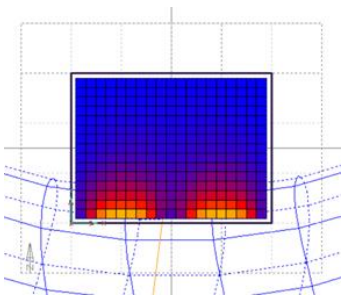
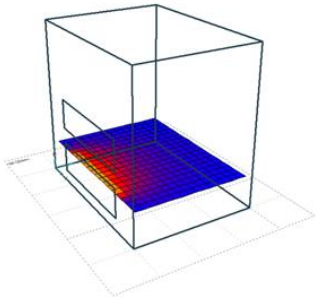
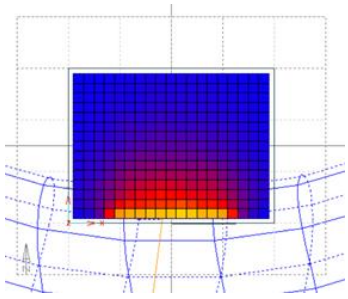
تصویر شماره ۱ : احجام نمونه با سطح پنجره ۵/۲۵ متر مربع

جدول شماره ۱ : مشخصات هندسی حجم نمونه ۱ و ۲

Elongation of the window	O.K.B(m)	Total South Window (%)	Total South Window (m^2)	Total Surface Area(m^2)	S (m^2)	A (m^2)	case
Vertical	0.70	31.2 flr area	3.750	80.00	12.00	68.00	1
Horizontal	0.30	31.2 flr area	3.750	80.00	12.00	68.00	2

جدول شماره ۲ : خروجی روشنایی و مدت آسایش مدل ۱ و ۲

In Comfort (%)	In Comfort (h)	Comfort Band (c)	Average value (%)	Average value (lux)	case
32.90	2876	18.0 - 26.0	7.27	618.18	1
33.00	2885	18.0 - 26.0	5.65	479.94	2

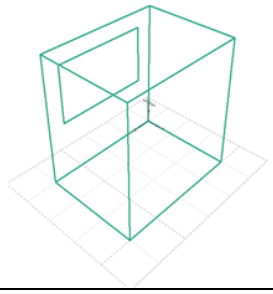
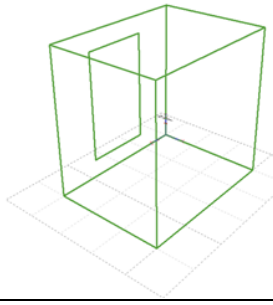
3D sunlight on the floor(+0.75m)	Sunlight on the floor(+0.75m)	Case
		1
		2

تصویر شماره ۲ : تصویر تابش خورشید و ایجاد روشنایی در سطح فعالیت کاربر(۲ مدل مورد بررسی مرحله اول)

۳-۲- روش و یافته‌های مرحله دوم

در مرحله اول پژوهش منبع نور به صورت ترکیبی (دو پنجره مساوی، موازی ، در یک ارتفاع از سطح زمین و دارای مجموع مساحت ۳/۷۵ متر مربع) و در مرحله دوم بر روی حجمی مشابه با حجم مرحله اول منبع نور به صورت یکپارچه با عرض ۳/۰۰ ، ارتفاع ۱/۷۵ متر مطابق با تصویر و جدول شماره ۳ در نظر گرفته شده است و با توجه به خروجی‌های نرم‌افزار اکوتکت در جدول

شماره ۴ مقدار روشنایی در مدل ۴ و مدت زمان آسایش حرارتی (بازه ۱۸ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد) در مدل ۳ بیشتر می‌باشد. تصویر تابش خورشید و توزیع‌پذیری نور بر سطح فعالیت کاربر برای مدل ۳ و ۴ در تصویر شماره ۴ قابل مشاهده است.

Case 3	Case 4
	

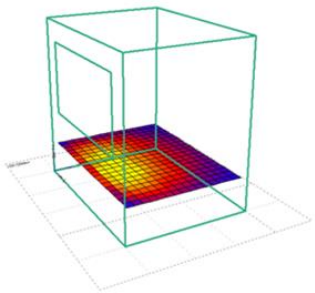
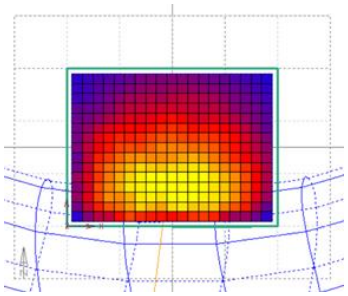
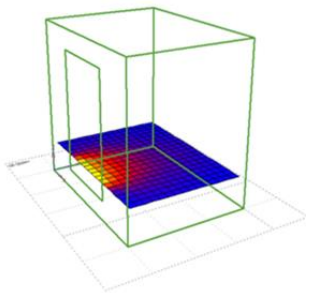
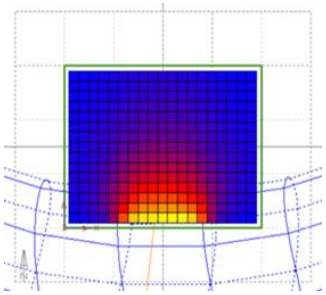
تصویر شماره ۳ : احجام نمونه با سطح پنجره ۵/۲۵ متر مربع

جدول شماره ۳ : مشخصات هندسی حجم نمونه ۱ و ۲

Elongation of the window	O.K.B(m)	Total South Window (%)	Total South Window (m^2)	Total Surface Area(m^2)	S (m^2)	A (m^2)	case
Vertical	1.75	43.8 flr area	5.250	80.00	12.00	68.00	3
Horizontal	0.50	43.8 flr area	5.250	80.00	12.00	68.00	4

جدول شماره ٤ : خروجی روشنایی و مدت آسایش مدل ۱ و ۲

In Comfort(%)	In Comfort(h)	Comfort Band(c)	Average value(%)	Average value(lux)	case
33.3	2906	18.0 - 26.0	7.55	641.51	3
33.1	2894	18.0 - 26.0	8.6	730.87	4

3D sunlight on the floor(+0.75m)	Sunlight on the floor(+0.75m)	Case
		3
		4

تصویر شماره ٤ : تصویر تابش خورشید و ایجاد روشنایی در سطح فعالیت کاربر (۲ مدل مورد بررسی مرحله دوم)

۴- تحلیل یافته‌ها

۴-۱- مرحله اول

با توجه به اعداد مندرج در جدول شماره ۱، مدل ۱ و ۲ دارای سطح جانبی، مساحت داخلی، سطح منطقه در معرض دید و سطح پنجره برابر هستند پس با توجه به اطلاعات تئوری معماری هر دو فضا باید از یک میزان روشنایی برخوردار باشند. خروجی‌ها در نرم‌افزار اکوتکت بیانگر آن است که در مدل‌سازی ۱ که دو پنجره به صورت عمودی و به فاصله ۰/۷۰ متر از یکدیگر قرار گرفته‌اند، مقدار ٪۱/۶۲ برابر با ۱۳۸/۲۴ لوکس نور بیشتری با توجه به خانه های زرد رنگ جدول شماره ۲ وارد فضا می‌کنند؛ اما دو پنجره افقی که در مدل‌سازی ۲ با ارتفاع ۰/۳۰ متر از سطح زمین و فاصله ۰/۴۰ متر از یکدیگر قرار گرفته‌اند با توجه به خروجی‌های نرم‌افزار اکوتکت مندرج در خانه های سبز رنگ جدول شماره ۲ مدت زمان ۹ ساعت برابر با ۰/۱ درصد با متوسط روشنایی کمتر در آسایش حرارتی بیشتری بوده است. باید توجه داشت که در این حالت ۰/۴۵ متر ارتفاع یکی از پنجره‌ها زیر سطح فعالیت کاربر واقع شده است. تصویر شماره ۲ توزیع‌پذیری نور خورشید بر سطح فعالیت کاربر را در مدل‌سازی ۱ و ۲ نشان می‌دهد که پنجره افقی با توجه به درصد و متوسط روشنایی کمتر، سطح بیشتری را برای فعالیت کاربر روشن کرده است.

۴-۲- مرحله دوم

در این مرحله با حفظ مشخصات هندسی حجم در مرحله اول با تغییر اندازه و طراحی منبع نور مطابق با تصویر و جدول شماره ۳ اندازه اکابه و جهت کشیدگی پنجره تغییر کرده است. با توجه به خروجی‌های نرم افزار اکوتکت (خانه‌های زرد رنگ جدول شماره ۴) متوسط روشنایی فضا با پنجره عمودی ٪۱/۰۵ برابر با ۸۹/۳۶ لوکس بیشتر و اعداد مندرج در خانه‌های سبز رنگ جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که فضا با پنجره افقی ٪۰/۲ برابر با ۱۲ ساعت بیشتر در آسایش حرارتی بوده و از متوسط روشنایی کمتری برخوردار شده است. تصویر ۴ بیانگر تابش خورشید و توزیع‌پذیری نور بر سطح فعالیت کاربر در مدل ۳ و ۴ می‌باشد. به وضوح توزیع پذیری بیشتر نور بر سطح فعالیت کاربر در مدل‌سازی با پنجره افقی با متوسط روشنایی کمتر مشاهده می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

در طراحی معماری که رشته‌ای چند بعدی (علم میان‌رشته‌ای) است اگر ما اشراف کامل به اصول طراحی و شیوه محاسبات داشته باشیم؛ با انجام مطالعات مورد نیاز درمورد بستر طراحی (جوانب تاریخی،جغرافیایی،فرهنگی و...) و کاربر (از جهت نیاز و شخصیت) امکان طراحی معماری میسر می‌شود. اما امکان محاسبه دقیق اندازه زاویه تابش نور ، روشنایی ، گرما ، سرما ، رطوبت و ... در فضا وابسته به جهت‌گیری ساختمان، ابعاد بازشوها، حجم ساختمان ، استفاده از مواد و مصالح و ... می‌باشد که محاسبه دقیق آن‌ها با بهره‌مندی از نرم‌افزارهای هوشمند اقلیم مانند اکوتکت ، دیزاین بیلدر و ... امکان‌پذیر است. در پژوهش حاضر تأثیر نوع کشیدگی و محل قرارگیری پنجره بر روشنایی و آسایش حرارتی در اقلیم گرم و خشک، شهر کرمان بررسی شده است. با توجه به خروجی های نرم‌افزار اکوتکت در پژوهش حاضر در مرحله اول با تغییر جهت کشیدگی و جابه جایی پنجره ۹ ساعت و در مرحله دوم ۱۲ ساعت تفاوت بین مدت زمان آسایش دو مدل مورد بررسی بوده و با متوسط روشنایی ارتباط معکوس داشته است؛ مدل ۱ در مرحله اول و مدل ۴ در مرحله دوم با پنجره های عمودی از متوسط روشنایی بیشتر و مدت زمان آسایش حرارتی کمتر و مدل ۲ در مرحله اول و ۳ در مرحله دوم با پنجره های افقی متوسط روشنایی کمتر و مدت زمان آسایش حرارتی بیشتر داشته‌اند. از مقایسه ۴ مدل در دو مرحله پژوهش نتیجه می‌گیریم که پنجره‌های عمودی فضای داخلی را از متوسط روشنایی بیشتری برخوردار اما مدت زمان آسایش حرارتی را کاهش می‌دهند؛ پنجره‌های افقی فضا را از متوسط روشنایی کمتر اما مدت زمان آسایش حرارتی بیشتر و طبق مدل ۲ در تصویر شماره ۲ و مدل ۳ در تصویر شماره ۴ از توزیع‌پذیری و گستردگی بیشتر نور بر سطح فعالیت کاربر نیز بهره‌مند می‌کنند. طراح می‌تواند با کمک نرم‌افزار اکوتکت، دیزاین بیلدر یا نرم‌افزارهایی از این نمونه و با توجه به نیاز کاربر نوع کشیدگی و جانمایی پنجره را تغییر دهد تا به طراحی مطلوب‌تری برسد. برای هر پروژه باید مدلسازی انجام و به خروجی مختص پروژه استناد و تغییر اعمال کرد.

منابع

۱. محمدرضائی الهه، گلی فریناز ، سلطانی‌نیا شاهرخ ، موزون مجید ،(۱۳۹۵)، راهکارهای سهم بنا درکاهش پدیده جزایر گرمایی شهرها دراقلیم گرم و خشک،ششمین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار و عمران شهری

۲. پیمان راد امیر حسین ، غلامی جواد ، سعدی سجاد ، غفارپور رضا ، (۱۳۹۵)، بررسی تأثیر هندسه و فرم ساختمان در تغییرات اقلیمی و طراحی تجدیدپذیر به منظور کاهش مصرف انرژی ساختمان،ششمین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی

۳. قدسی مهرنوش ، دانشجو خسرو ، مفیدی‌شمیرانی سیدمجید ،(۱۳۹۷)،تبیین شاخص های هندسی موثر بر رفتار حرارتی ساختمان های مسکونی در اقلیم گرم و خشک (نمونه موردی: یزد)، فصلنامه علمی - پژوهشی نقش جهان ، دوره ۸، شماره ۳

۴. رافتی‌سخنگو لیلا ، شکوهیان محمد ،(۱۳۹۲)، بهینه‌سازی مصرف انرژی با توجه به طراحی اقلیمی ساختمان های مسکونی، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار

۵. مفیدی شمیرانی سید مجید ، طاه‌باز منصوره ، مهربان آیدا ،(۱۳۹۸)، چارچوب مقایسه معیارهای ارزیابی در سامانه‌های رتبه‌بندی محیطی و پایداری، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره دو

۶. نسیم سبحان لیلا ، یزدان فر سید عباس ،(۱۳۹۰)، بررسی رفتار حرارتی آتریم و گلخانه در ساختمان های مسکونی مرتفع با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر،سومین کنفرانس بین‌المللی در پژوهش‌های عمران،معماری و شهرسازی،برلین–آلمان

۷. منتصر کوهساری آیدا ، فیاض ریما ، کاری بهروز محمد ،(۱۳۹۳)، بررسی ضوابط و استانداردهای پنجره ساختمان در معماری پایدار،اولین کنگره بین المللی افق‌های جدید در معماری و شهرسازی

۸. مرادی ابراهیم ،(۱۳۹۷)،بررسی تطبیقی عنصر نور در معماری ایرانی،مطالعات ایلام شناسی

۹. هاشمی رفسنجانی لیلی السادات ، حیدری شاهین ، (۱۳۹۷) ، ارزیابی آسایش حرارتی تطبیقی در خانه های مسکونی اقلیم گرم و خشک ، نشریه معماری اقلیم گرم و خشک .سال ششم، شماره هفتم

۱۰. صادقی روش محمد حسن ، طباطبائی سید مهدی ، (۱۳۸۸)، تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوای خشک (نمونه قابل بررسی : شهر یزد)، نشریه هویت شهر