



بررسی تأثیر چیدمان بلوک‌های مسکونی و مصالح سطوح شهری بر دستیابی به تابش خورشیدی ساختمان‌ها در اقلیم سرد و معتدل شهر کرمانشاه

الهام شکری^{*}، نازنین نصراللهی^۲

۱۳۹۹/۰۲/۰۳

تاریخ دریافت مقاله

۱۳۹۹/۱۰/۰۶

تاریخ پذیرش مقاله :

چکیده

بیان مساله: نور خورشید بر اساس شرایط جوی و موقعیت ساختمان‌ها دائماً در حال تغییر است. شرایط بیرونی محیط اطراف نیز بر میزان ورود نور خورشید به داخل ساختمان‌ها تأثیرگذار است. از طرفی نماهای شهری می‌توانند به‌عنوان رابطی بین معماری و شهر باشند. همچنین بازتاب پذیری جداره‌ها، سطوح شهری، هندسه و موقعیت همسایگی‌ها می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر توزیع نور روز داخل ساختمان‌ها و میزان روشنایی رسیده به سطوح بیرونی آن تأثیرگذار باشند؛ بنابراین برای بهبود دستیابی تابش خورشیدی در بلوک‌های شهری باید عناصر تأثیرگذار در این زمینه نیز به‌دقت موردبررسی قرار گیرند. بررسی این عوامل نیز جهت افزایش استفاده از نور روزانه خورشید، کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و محیط‌های شهری امری لازم و قابل پژوهش است.

سوال تحقیق: این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا بازتاب پذیری مصالح سطوح عمودی و افقی، چیدمان و ارتفاع بلوک‌های مسکونی به‌عنوان متغیر مستقل در میزان دستیابی به شدت روشنایی موردنیاز، به‌عنوان یک متغیر وابسته تأثیرگذار است یا خیر.

اهداف: مقاله حاضر نیز با توجه به خلأهای علمی موجود، به بررسی هندسه شهری (ارتفاع و فاصله بین ساختمان‌ها)، بازتاب پذیری مصالح نما و سطوح شهری در اقلیم سرد و معتدل ایران پرداخته است. این مطالعه باهدف بررسی تأثیر عوامل مذکور بر میزان دستیابی تابش خورشیدی در یک مجموعه بلوک مسکونی شهر کرمانشاه انجام شده است.

روش تحقیق: این مطالعه از روش اندازه‌گیری میدانی توسط دستگاه نورسنج (لوکس متر) و شبیه‌سازی رایانه‌ای (نرم‌افزار ریلوکس (Relux)) در روند پژوهش بهره برده است.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: درنهایت نتایج تحقیق نشان داده است؛ استفاده از مصالح آجر در سطوح عمودی (نمای ساختمان‌ها) و سنگ در سطوح افقی شهر (کف‌سازی‌ها) می‌تواند میزان روشنایی رسیده به نمای ساختمان‌ها را تا ۳۰ درصد افزایش دهد. همچنین چیدمان مورب و بافاصله بلوک‌های شهری نیز در توزیع مناسب روشنایی جداره نقش مؤثری داشته است.

کلمات کلیدی: تابش خورشیدی، نما ساختمان، فاصله و ارتفاع بلوک‌های شهری، بازتاب پذیری مصالح، نرم‌افزار ریلوکس

^{*} کارشناسی ارشد انرژی معماری، دانشگاه ایلام، ایران (نویسنده مسئول)، ایمیل: shokry_elham@yahoo.com
^۲ دانشیار گروه انرژی معماری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه ایلام، ایران، ایمیل: nazanin_n_a@yahoo.com

۱- مقدمه

در معماری های کهن، همواره یکی از مهم ترین فاکتورها در طراحی شهری، دستیابی به نور خورشید بوده است، چیزی که در سراسر جهان نیز شواهد متعدد گواهی بر آن بوده است (Morello et al, 2009: 34). هدف از طراحی با نظر به نور و انرژی خورشید، دستیابی هرچه بیشتر نور روز به داخل ساختمان و پیاده روها، در نتیجه ایجاد آسایش بصری، سلامتی، سرزندگی و افزایش کارایی در محیط های شهری و داخلی است. همین طور نادیده گرفتن حقوق خورشیدی ساختمان ها و فضاهای باز می تواند موجبات ناراحتی و عدم آسایش ساکنین را فراهم آورد (Capeluto et al, 2001: 56). طراح باید بداند چگونه مقدار و کیفیت مناسب نور روز را در کاربری های مختلف فراهم نماید. در مقیاس شهری، طراح باید به ساختمان های اطراف برای ترسیم موانع محلی (ساختمان های موجود، توپوگرافی و پوشش گیاهی) نیز توجه داشته باشد. این موضوع به تعیین محل مطلوب قرارگیری ساختمان از لحاظ پتانسیل های نور روز، کمک می نماید. از طرفی پیش بینی نور روز در یک ساختمان گام مهمی در طراحی نور روز است. متعاقباً روشنایی منابع طبیعی، اغلب از نظر فاکتور نور روز، بر اساس شرایط آسمان ابری و تابش مستقیم خورشید محاسبه می شود (Schmalwieser, 2010: 76). خورشید برای دید، گرما، انرژی و ریتم زندگی انسان ها منبعی ضروری است (Sanaieian et al, 2014: 23). همچنین عنصری لازم در جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش کیفیت زندگی نیز است. تابش خورشیدی یک جز مهم اقلیمی و آسایش انسانی در محیط های داخلی و خارجی است، به طوری که بی توجهی به نور خورشید در ساختمان ها و فضاهای باز می تواند موجب عدم آسایش شود (Van Esch et al, 2012: 45). همچنین بازتاب پذیری^۳ مصالح در نماهای شهری نیز در میزان ورود نور روز به داخل ساختمان و استفاده از نور مصنوعی نقش دارد (Ralegaonkaretal, 2010; Simm, 2011: 14). از طرفی برای به دست آوردن میزان فاکتور نور روز در فضاهای داخل ساختمان، تعیین مقدار شدت روشنایی

بیرونی با توجه به مقدار نور بیرونی دریافت شده در داخل ساختمان مورد نیاز است. به علاوه نور روز می تواند از طریق شیشه پنجره، نورگیر سقفی یا دیگر بازشوها به فضاهای داخل ساختمان نفوذ کند (Shailesh et al, 2010: 17). با افزایش هر یک از این مؤلفه ها می توان در افزایش میزان فاکتور نور روز داخل ساختمان تأثیرگذار بود. از آنجاکه در فضاهای داخلی ساختمان، سقف و کف، رنگ ها و متریا ل ثابتی دارند و کمتر می توان در آنها تغییر ایجاد نمود، تغییر مؤلفه جز آسمان^۴ یک راه کلیدی خوب برای تغییر فاکتور نور روز است (Shailesh et al, 2010: 26). بنابراین در این پژوهش، تأثیر بازتاب پذیری نوع مصالح سطوح شهری و همچنین چیدمان بلوک ها (فاصله و ارتفاع ساختمان ها) به عنوان متغیر مستقل در میزان دستیابی به شدت روشنایی مورد نیاز داخل ساختمان، به عنوان متغیر وابسته مورد بررسی قرار داده شده است. در نهایت می توان گفت؛ دانش موجود در زمینه بررسی تأثیر موانع بیرونی (مصالح، هندسه) بر میزان دستیابی نور خورشید در محیط های شهری و در نهایت داخل ساختمان ها به خصوص در کشور ایران و اقلیم های معتدل و کوهستانی آن محدود است. این خلأ به ویژه در جنبه های معماری و طراحی شهری بیشتر دیده می شود؛ بنابراین مطالعه در زمینه تأثیر چیدمان و نوع مصالح سطوح شهری در راستای دستیابی به میزان بهینه تابش خورشیدی در ساختمان ها می تواند منجر به ایجاد محیط های بصری مطلوب تر، دستیابی به میزان نور و روشنایی طبیعی بیشتر، متعاقباً کاهش بار گرمایشی در ساختمان ها و ارائه نتایج کاربردی شود. مقاله حاضر نیز در راستای رسیدن به اهداف مذکور به پژوهش پرداخته است.

۲- پرسش های تحقیق

۱- آیا چیدمان (فاصله و ارتفاع) بلوک های مسکونی بر میزان دریافت نور طبیعی فضاهای داخل ساختمان تأثیرگذار است؟
 ۲- نوع و میزان بازتاب پذیری مصالح سطوح و نماهای شهری تا چه حد بر میزان ورود نور طبیعی در ساختمان تأثیرگذار است؟

۳- فرضیه تحقیق



رسیده به دره‌های شهری (منظور از دره‌های شهری کوچه‌ها و خیابان‌ها با عرض و ارتفاع مشخص است) در طول سال تأثیر می‌گذارد و تفاوت در این مقدار برای جهت‌های مختلف در حدود ۵ درصد است. همچنین دره‌های شمالی - جنوبی نسبت به شرقی - غربی در تابستان تأثیرگذاری بیشتری دارند. شکل سقف هم یک تأثیر جزئی در تابش رسیده به دره‌های شهری دارد. در زمستان دره‌های تک‌شیبی تابش بیشتری نسبت به دره‌های دیگر دریافت می‌کنند. همچنین نماهای رو به جنوب به علت زاویه انسداد کوچک‌ترشان در عرض‌های جغرافیایی به تابش کمتری می‌رسند و هرچه خیابان‌ها باریک‌تر شوند تابش نماهای جنوبی هم کمتر می‌شود (Van Esch et al, 2012: 24). در مقاله‌ای دیگر نیز بیان می‌شود که در بررسی مصرف انرژی و تابش خورشیدی باید همسایگی‌ها، مصالح و محیط اطراف ساختمان به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شود. این مقاله در زمینه ابزارهای ارزیابی طراحی شهری همچون لید در اقلیم‌ها و ساختمان‌های مختلف شهر فنلاند به مطالعه می‌پردازد (Haapio, 2012). تحقیق دیگری نیز در زمینه بررسی تأثیر پارامترهای اصلی بر توانایی کسب تابش خورشیدی در ساختمان‌های دوطبقه با چیدمان‌ها و همسایگی‌های مختلف در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد و معتدل مونترال کانادا انجام شده است. در این تحقیق از جمله پارامترهای؛ شکل هندسی مستطیل و ال شکل ساختمان‌ها، زاویه سقف و چیدمان بلوک‌ها به‌طور مستقیم رو به جنوب، شمال و نیم‌دایره در نظر گرفته شده است. همچنین بررسی‌ها در ۲۶ حالت مختلف در نرم‌افزار انرژی پلاس انجام شده است (Hachem et al, 2011). در مقالاتی دیگر نیز به‌طور کلی در زمینه نور روز پژوهش‌هایی صورت گرفته است که به دلیل عدم وجود فضای کافی برای ذکر مباحث آن‌ها، تنها به اشاره‌ای از آن‌ها در این زمینه اکتفا شده است (Nabil et al, 2006- Mukherjee, 2014- Kim et al, 2010- Cetegen et al, 2013). همچنین مطالعات زیادی در زمینه اهمیت عوامل فیزیکی شهر بر میزان دستیابی نور خورشید به پژوهش پرداخته‌اند (Fay - and etc) et al, 2010- Yamaguchi et al, 2007- با توجه به مقالات و تحقیقاتی که تا به امروز در این زمینه انجام گرفته است می‌توان دریافت که؛ توجه به کاربری و

۱- نوع و میزان بازتاب پذیری مصالح سطوح عمودی و افقی ساختمان‌ها و سطوح شهری می‌تواند در میزان دریافت تابش خورشیدی تأثیرگذار باشد.
۲- ارتفاع و چیدمان بلوک‌های شهری بر توزیع و دریافت بهینه نور طبیعی روزانه در ساختمان‌ها مؤثر است.

۴-پیشینه تحقیق

از نظر پیشینه پژوهشی باید ذکر کرد که در مقالات بسیاری به بحث در زمینه تحقیق حاضر پرداخته شده است، از جمله تحقیقات معتبر انجام‌گرفته در جهان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود؛ ثنائیان و همکارانش در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۴ به مطالعه همسایگی‌ها بر رفتار حرارتی ساختمان‌ها، تابش خورشید و تخمین پتانسیل خورشیدی در مقیاس شهری پرداخته‌اند. این مطالعه بیان می‌کند که موقعیت بلوک‌های شهری در ایجاد خرده اقلیم و میزان مصرف انرژی نقش مهمی داشته و نمی‌توان ساختمان را به‌تنهایی و بدون توجه به همسایگی‌ها و محیط اطرافش در نظر گرفت. این مقاله، مطالعه‌ای کلی در زمینه تأثیر فرم بلوک‌های شهری با کاربری‌ها و اقلیم‌های مختلف بر کارایی حرارتی محیط و تابش خورشیدی است که در سه بخش کلی؛ رفتار حرارتی، دستیابی به تابش خورشیدی داخل و بیرون ساختمان‌ها و تهویه طبیعی ساختمان‌ها در ایران انجام شده است (Sanaieian et al, 2010: 25). همچنین در تحقیقات اخیر تأثیر پارامترهای طراحی شهری، (پهنای خیابان و جهت‌گیری) و طراحی ساختمان (شکل سقف و طراحی توسعه ساختمان) بر میزان دستیابی نور خورشید در ساختمان‌های مسکونی مورد مطالعه قرار گرفته است. پژوهشی توسط وان در زمینه تأثیر پهنای جهت‌گیری خیابان، شکل و پوسته ساختمان بر دستیابی تابش خورشیدی در یک ساختمان سه‌طبقه مسکونی شهر هلند با اقلیم معتدل دریایی با استفاده از ابزار شبیه‌سازی ترنسیس انجام شده است. این پژوهش بیان می‌دارد که عرض خیابان یک تأثیر مهم افزایشی در تابش رسیده به نمای ساختمان‌ها دارد و با افزایش ۵ متر عرض خیابان تابش رسیده به‌نما ۱۷ تا ۲۰ درصد افزایش می‌یابد چیزی که در زمستان کمتر و در تابستان تأثیر آن بیشتر است. در واقع هر ۵ متر افزایش عرض خیابان نزدیک به ۱۹ درصد در تابش رسیده به نمای ساختمان‌ها در بلوک‌های شهری تأثیرگذار است. از طرف دیگر جهت عرض خیابان به‌سختی بر میزان تابش جهانی



هر قسمت از ساختمان به یک روش سایه اندازی متفاوتی نیاز دارد، زیرا که نور خورشید از زوایای مختلف به هر سمت ساختمان ضربه می زند. به طور معمول دستگاه های سایه انداز خارجی نسبت به دستگاه های داخلی در جلوگیری از افزایش گرمای خورشیدی مؤثرتر هستند. از طرفی نور زیاد در قسمتی از فضا منجر به کاهش استفاده نورهای مصنوعی در فضا نمی شود بلکه یکنواختی نور روز است که در این زمینه نقش مؤثری دارد. در واقع تضاد نوری شدید در قسمت های مختلف اتاق نوعی عدم آسایش بصری را به وجود می آورد (Dogan, 2012:19). مهم ترین فاکتور برای سنجش میزان و چگونگی نور طبیعی روزانه در یک فضا شاخص فاکتور نور روز (%) است. برای دستیابی به حداقل فاکتور روشنایی ۲٪ (دو درصد) ابتدا باید سطوح روشنایی در یک فضای معماری در لوکس یا فوت کندل اندازه گیری شوند. برای روشنایی طبیعی روز منبع نور، طاق آسمان بیرون از ساختمان است. همچنین برای نصب پنجره ها، نورگیرها، دریافت نور روز کافی و رفع نیازهای فضا روشنایی آسمان مورد نیاز است. به علاوه از آنجاکه این منبع نوری به طور مداوم در حال تغییر است و به شرایط آب و هوایی و زمان روز نیز بستگی دارد، طراحی برای سطوح دقیق نور با استفاده از نور روز نسبتاً مشکل است؛ بنابراین به جای محاسبه سطوح دقیق نور (فوت کندل یا لوکس) در فضای دارای نور روز، یک عامل نور روز برای اندازه گیری نسبی شدت روشنایی سطوح ایجاد شده است (Kittler, 1967:29). در تحقیق حاضر نیز میزان فاکتور نور روز (%) به عنوان متغیر وابسته برای بررسی چگونگی ورود و توزیع نور روزانه در ساختمان ها و بلوک های مسکونی در نظر گرفته شده است.

۷- مطالعات و بررسی ها

۱-۷- نمونه مطالعاتی

در این پژوهش یک مجموعه بلوک مسکونی در مرکز شهر کرمانشاه، اقلیم سرد و معتدل ایران با جهت گیری شرقی - غربی مطابق شکل ۲ و ۳ در نظر گرفته شده است. انتخاب نمونه مطالعاتی باهدف بررسی میزان دریافت انرژی تابشی

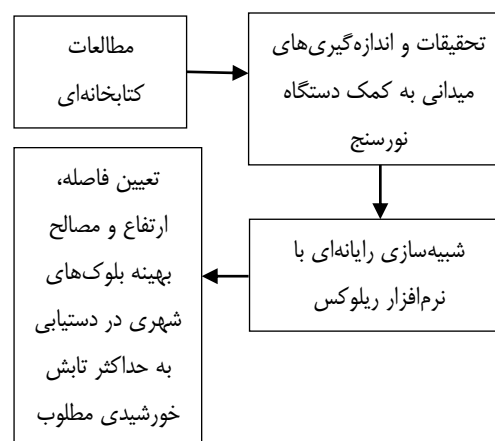
فرم ساختمان، شکل و موقعیت بلوک های شهری، پهنا و جهت گیری خیابان، شکل سقف ساختمان ها و انعکاس مصالح سطوح شهری از جمله پراهمیت ترین عواملی هستند که در میزان دستیابی به نور خورشید در محیط های باز شهری، روشنایی رسیده به پوسته ساختمان ها، افزایش دستیابی به تابش خورشیدی تأثیرگذار می باشند که در مقاله حاضر سعی شده است که به بررسی چند مورد از آن ها پرداخته شود (Sanaieian et al, 2014- Van Esch et al, 2012 and etc).

۵- روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و تحقیقات میدانی عوامل مؤثر بر میزان دستیابی تابش خورشیدی در بلوک های شهری مشخص شده است. سپس به عنوان نمونه مطالعاتی، یک ناحیه شهری، شامل چند بلوک مسکونی انتخاب گردیده است. اندازه گیری های میدانی توسط دستگاه نورسنج (برای انجام اعتبار سنجی^۵ نتایج) و همچنین شبیه سازی رایانه ای برای بررسی متغیرهای مختلف تحقیق با استفاده از نرم افزار روشنایی ریلوکس انجام شده است. روند کلی پژوهش نیز از چپ به راست در شکل ۱ آمده است. برای درک بهتر روند تحقیق در پژوهش حاضر، در ادامه به توضیح هر یک از بخش ها پرداخته شده است.

۶- مبانی نظری

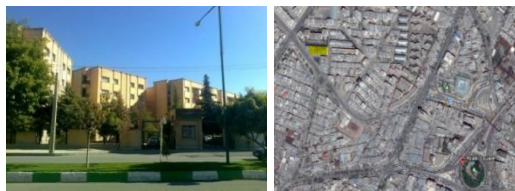
۱-۶- فاکتور نور روز



شکل ۱- روند کلی تحقیق در طول پژوهش (مآخذ: نگارنده)

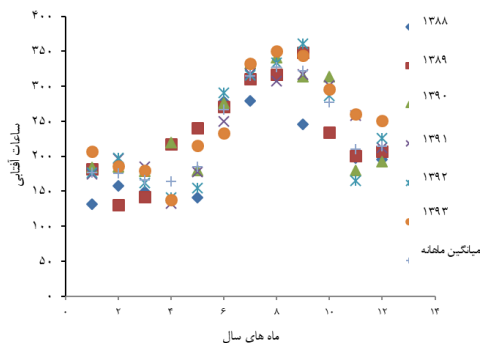


سناریوها و متغیرهای مستقل، اهداف تحقیق موردبررسی قرار داده شده است.



شکل ۲- (سمت راست) موقعیت سایت موردنظر در مرکز شهر (مآخذ: نگارنده و نرم افزار گوگل ارث)

شکل ۳- (سمت چپ) نمایی از بلوک های مسکونی (مآخذ: نگارنده)



شکل ۴ - میانگین ماهانه تعداد ساعات آفتابی طی سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ (مآخذ: سازمان آب و هواشناسی)

۲-۷- نرم افزار روشنایی، ریلوکس


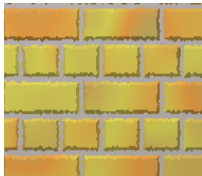

در روند تحقیق از نرم افزار شبیه ساز روشنایی ریلوکس جهت بررسی تأثیر متغیرهای تحقیق استفاده شده است. همچنین در معرفی این نرم افزار می توان بیان کرد. در سال ۲۰۰۴، نرم افزار ریلوکس به عنوان شبیه ساز روشنایی مورد استفاده قرار گرفت و مشخص شد که این نرم افزار قادر به مدل سازی شدت روشنایی^۷ نور روز در شرایط مختلف آسمان، نوع هندسه، پیکربندی اتاق، طیف گسترده ای از بازتابها و انتقال های^۸ سطوح، ارزیابی توزیع روشنایی، نمودار کوه سه بعدی از روشنایی و ارتفاع خورشید است. از این ابزار شبیه سازی روشنایی پیشرفته برای بررسی و دیدن چگونگی رفتار نور روز در محیط های داخلی و بیرونی استفاده می شود (Bhavani and et al, 2011). موتور

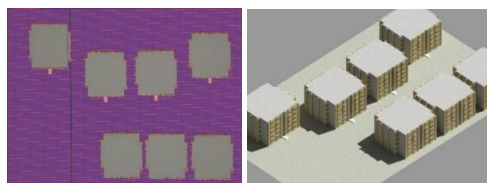
خورشید به سطوح شهری و داخل ساختمان ها در زمان پیک گرمایش سال بوده است. میانگین ساعات آفتابی کرمانشاه به ۲۹۹۹ ساعت می رسد که بیشترین آن در ماه های تیر، مرداد و کمترین آن در ماه های دی و بهمن است. طولانی ترین روز سال در تیرماه است به طوری که خورشید در حدود ساعت ۵ صبح طلوع و در حدود ساعت ۷ عصر غروب می کند. در این روز آفتاب در ساعت ۱۲ ظهر تحت زاویه ای ۸۰ درجه با سطح زمین می تابد. کوتاه ترین سایه ها نیز در این ماه اتفاق می افتند. شکل ۴ میزان ساعات آفتابی در ماه های مختلف را طی سال های ۱۳۸۸-۱۳۹۳ نشان می دهد. از نمودار به دست می آید که در سال های ۹۲، ۹۰، ۸۹، ۸۸ و ۹۳ ماه های تیر و مرداد دارای بیشترین ساعات آفتابی بوده اند. میانگین ماهانه طی این ۶ سال نیز مشخص می کند که در نهایت بیشترین ساعات آفتابی در ماه های تیر و مرداد است. همچنین با استفاده از داده های روزانه ساعات آفتابی به دست آمده از سایت هواشناسی، ۱۲ تیر به عنوان دارنده بیشترین تعداد ساعات آفتابی در طول سال شناخته شده است؛ بنابراین شبیه سازی ها در زمان پیک گرمایش (۱۲ تیر) در شرایط آسمان ابری استاندارد انجام شده است. از جمله برخی از مهم ترین دلایل انتخاب اقلیم، شهر و نمونه مطالعاتی حاضر؛ دستیابی به بیشترین میزان نور و انرژی خورشید در سطوح شهری، دسترسی و موقعیت جغرافیایی نمونه مطالعاتی، وجود سطوح عوامل طبیعی مختلف شهری در یک مجموعه ساختمانی، توجه به بلوک های رایج امروزی و روند گسترش ساختمان سازی ها در قرن های اخیر بوده است. همچنین این نمونه بلوک مسکونی جز ساخت و سازهای جدید و رایج امروزی بوده و از نظر دسترسی در مرکز شهر قرار گرفته و نیز به خاطر محدوده و وجود بلوک های مختلف در کنار یکدیگر به خوبی می تواند در راستای اهداف تحقیق مورد بررسی قرار گیرد. به عبارت دیگر نسبت به سایر بلوک های مسکونی شهری برای بررسی اهداف تحقیق حاضر گزینه ایده آل تری است. تحقیق حاضر ابتدا به انجام شبیه سازی بلوک های مسکونی موجود با در نظر گرفتن شرایط واقعی، طبق جداول و اطلاعات حاضر با استفاده از نرم افزار ریلوکس پرداخته است. همچنین با استفاده از دستگاه اندازه گیری نورسنج اعتبار سنجی داده های به دست آمده از نرم افزار مربوطه تأیید شده است. سپس با مقایسه نتایج حاصل از بررسی



شبهه سازی	
نوع آسمان	آسمان ابری
زمان	۱۱:۲۱ ساعت

جدول ۲- خصوصیات مصالح سطوح بیرونی در وضع موجود بلوک های مسکونی نمونه مطالعاتی شبهه سازی شده (مأخذ: نگارنده)

جداره ۱*	نوع مصالح	ضریب بازتاب مصالح	تصویر
دیوارهای خارجی	بتن	۴۱/۲	
دیوارهای خارجی	آجر	۴۶/۳	
سطوح افقی بیرونی	سنگ	۶۱/۹	



شکل ۵: (سمت چپ) نمای بالا از موقعیت بلوک های مسکونی

محاسباتی این نرم افزار بر اساس نرم افزار رادیانس^۴ است که از فرایند شبهه سازی روشنایی ری ترسینگ برای تولید تصاویر باکیفیت و واقعی در آن استفاده می شود. همچنین در این راه تکنیک های رادیوسیتی نیز به کار گرفته می شود (Yu and et al, 2014). به علاوه فرایند محاسبات ریلوکس بسیار سریع است در حالی که محاسبات سایر نرم افزارها همچون اسپات و دیسیم محاسباتی پرهزینه و وقت گیر می باشند (Doulos et al, 2005:29). در سال ۲۰۰۶ نیز یک اعتبار سنجی برای دو نرم افزار شبهه سازی روشنایی تحت سناریوی توسط آژانس بین المللی انرژی انجام شد. نرم افزار ریلوکس یکی از این ابزارهای شبهه سازی روشنایی بود که نتایج آن یک توافق خوب را با تخمین های آنالیزی تحت اکثر نمونه های تست شده نشان داد (Maamari et al, 2006:17). از جمله مقالاتی که از این نرم افزار در تحقیقات خود استفاده کرده اند نیز می توان به این چند مورد اشاره نمود (Iversen et al, 2013- Bhavani et al, 2011- Yu et al, 2014 and etc). در نهایت در تحقیق حاضر روش کار به این شکل است که ابتدا مدل سازی نمونه مطالعاتی مورد نظر طبق استاندارد (SN 8:2011) - EN 12464 در نرم افزار ریلوکس انجام گردیده است، سپس سایر جزئیات لازم بر طبق جدول ۱ و همچنین مصالح، مشخصات کلی و جزئی بلوک های مسکونی در سطوح مختلف شهری نیز بر طبق جدول ۲ اضافه شده است. در بررسی مدل های پیشنهادی نیز روند کار به همین شکل بوده است. برای درک بهتر روند تحقیق نیز در شکل های ۵ و ۶ پلان و سه بعدی بلوک های مسکونی شبهه سازی شده در نرم افزار ریلوکس آورده شده است.

جدول ۱- داده های ورودی نرم افزار برای شبهه سازی وضع موجود نمونه مطالعاتی

(مأخذ: نگارنده)

مقدار	مشخصات
۴۷	طول جغرافیایی
۳۴	عرض جغرافیایی
۰/۷۵ متر	ارتفاع سطح اندازه گیری در



(مآخذ: نگارنده)



شکل ۶: (سمت راست) نمای سه بعدی از بلوک های مسکونی

(مآخذ: نگارنده)

۷-۳- اعتبار سنجی نرم افزار

پس از معرفی نرم افزار مورد استفاده در این پژوهش به انجام اعتبارسنجی آن بر طبق اندازه گیری شدت روشنایی در یک نمونه واقعی پرداخته شده است. به این منظور یک اتاق ۳ × ۴ با ارتفاع ۲ متر و ۸۰ سانتی متر با یک بازشوی جنوبی ۱/۵ در ۲ متر در ارتفاع ۷۰ سانتی متر بالاتر از کف در نظر گرفته شده است. دیوارها و سقف باروکش رنگ سفید با کف سیمان در جهت گیری شمالی جنوبی بر طبق شکل ۷ می باشند. جهت انجام اندازه گیری های میدانی، دستگاه نورسنج (لوکس متر) (طبق شکل ۸ و جدول ۳) برای اندازه گیری پارامتر شدت روشنایی (لوکس) به کار گرفته شده است. به این ترتیب به کمک دستگاه لوکس متر، میزان شدت روشنایی نور روزانه بدون وجود نور مصنوعی در ۴۰ نقطه داخل اتاق اندازه گیری شده است. به منظور انجام اندازه گیری ها در تاریخ ۱۲ تیرماه (بیشترین میزان ساعات آفتابی در اقلیم و سایت مورد نظر و همچنین نزدیک ترین و منطقی ترین زمان به انجام روند پژوهش) ساعت ۱۱ و ۳۰ دقیقه ظهر (وجود حداکثر نور و انرژی خورشید در سطوح شهری و همچنین زمان مفید در استفاده کاربران ساختمان)، شبکه بندی شطرنجی در فاصله های ۰/۵ متر در طول و عرض اتاق مطابق شکل ۹ انجام شده است.

شکل ۸- تصویری از لوکس سنج مورد استفاده در اندازه گیری های میدانی (مآخذ: نگارنده)

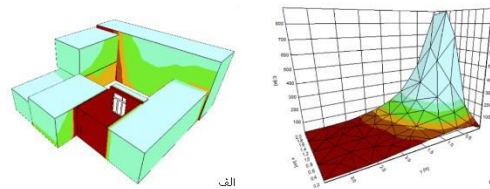
جدول ۳- مشخصات لوکس متر مورد استفاده در اندازه گیری های میدانی (مآخذ: نگارنده)

مقدار	مشخصه
لوکس ۴۰۰۰۰۰	بیشترین محدوده اندازه گیری
لوکس ۰/۱	بیشترین رزولوشن
ثانیه ۱/۵	نرخ اندازه گیری
گرم ۴۰۳	وزن

پس از به دست آمدن نتایج اندازه گیری، به شبیه سازی نمونه مطالعاتی مذکور در نرم افزار ریلوکس پرداخته شده است. داده های ورودی به نرم افزار بر طبق جدول ۴ بوده است. در اندازه گیری و شبیه سازی مدل پایه سعی شده است که محیط به شکل خالص در نظر گرفته شود و از هرگونه عاملی که موجب ایجاد خطا در نتایج شود اجتناب شود. همچنین همسایگی های اطراف و وجود سایه اندازی ها نیز برای ایجاد شرایط واقعی تر در شبیه سازی ها لحاظ گردیده است. در نهایت طبق شکل ۹ مقایسه مقادیر حاصل از شبیه سازی و اندازه گیری ها با یکدیگر انجام گرفته است.

جدول ۴ - داده های ورودی به نرم افزار جهت اعتبارسنجی (مآخذ: نگارنده)

مقدار	مشخصه
۵۰۰	شدت روشنایی (لوکس)
۰/۶	نرخ یکنواختی



شکل ۷- (الف) نمایش هندسه سه بعدی نمونه واقعی مدل سازی شده (ب) نمایش کوه سه بعدی توزیع شدت روشنایی در نمونه واقعی

(مآخذ: نگارنده)



$$RRMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\hat{x}_i - x_i}{x_i} \right)^2} = 0.3$$

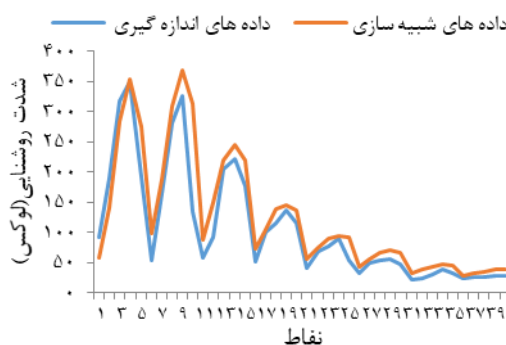
۸- یافته‌های تحقیق

در این مرحله از تحقیق به شبیه‌سازی و آنالیز نمونه مطالعاتی موجود و مدل‌های پیشنهادی جهت دستیابی به اهداف پژوهش پرداخته شده است. نتایج سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده به‌عنوان آترناتیو برای نمونه مطالعاتی، در قالب جدول، نمودار و تصاویر گرافیکی آورده شده است. از آنجاکه میانگین فاکتور نور روز و شدت روشنایی باید در ۷۵٪ از یک فضا (مسکونی) به ترتیب حداقل ۲٪ و ۲۰۰ لوکس باشد (Waldram, 1925)؛ بنابراین باید میزان روشنایی در محیط بیرون یعنی میزان لوکس نوری که وارد فضا می‌شود و در خارج از بازشو قرار دارد به‌طور میانگین به ۱۰۰۰۰ لوکس یا یک کیلو لوکس برسد (Simm, 2011)، چیزی که در آنالیز و بررسی نتایج شبیه‌سازی‌ها در نظر گرفته شده است.

۸-۱- مدل‌سازی وضع موجود نمونه مطالعاتی

همان‌طور که گفته شد ابتدا وضعیت موجود نمونه مطالعاتی، در نرم‌افزار ریلوکس مدل‌سازی شده است. سپس با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این بخش، مدل‌های پیشنهادی ارائه گردیده‌اند. شکل ۱۰ نحوه توزیع شدت روشنایی بر سطح پلان و نمای بلوک‌های مسکونی را نشان می‌دهد. همان‌طور که از قسمت B مشخص است در فاصله بین بلوک‌ها شدت روشنایی در محدوده کمتر از ۷۵۰۰ لوکس است اما در فواصل دورتر، این میزان بیشتر و به ۱۰۰۰۰-۱۵۰۰۰ رسیده است. در محدوده باز میانی بلوک‌های مسکونی نیز به بیشترین مقدار خود یعنی ۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰ رسیده است. از منحنی ایزولاین نیز به دست می‌آید که در محدوده نزدیک به بلوک‌ها خط روشنایی ۱۰۰۰۰ لوکس دیده می‌شود. شکل ۱۱ نیز میزان درصد روشنایی رسیده به نماهای شمالی و جنوبی بلوک‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که از نمودار به دست می‌آید میزان روشنایی رسیده به نمای شمالی و جنوبی در بلوک‌های A و D تا حد زیادی به هم نزدیک و به میزان کمی در نمای جنوبی بیشتر بوده است. در بلوک‌های B, C, E, F به ترتیب میزان روشنایی رسیده به نماهای شمالی نسبت به نمای جنوبی

۰/۸	ارتفاع سطح اندازه‌گیری
ابری	نوع آسمان
۴۷	طول جغرافیایی (درجه)
۳۴	عرض جغرافیایی (درجه)
۱۴۰	زاویه شمال (درجه)
۰/۳	میزان ضریب بازتاب مترتال کف
۰/۳	میزان ضریب بازتاب مترتال دیوارها
۰/۳	میزان ضریب بازتاب مترتال سقف



شکل ۹: مقایسه مقادیر شدت روشنایی حاصل از اندازه‌گیری و شبیه‌سازی در نمونه واقعی (مآخذ: نگارنده)

نتایج بیان می‌دارند که اندازه‌گیری‌های میدانی^۸ و داده‌های به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی رفتار یکسانی نسبت به یکدیگر داشته‌اند و تنها اختلاف اندکی بین آن‌ها دیده می‌شود. همچنین با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی و اندازه‌گیری‌های میدانی این نتیجه به دست می‌آید که مقادیر به‌دست‌آمده به ترتیب برابر با ۶۴۸۲/۰۹۵، ۷۸۰۷/۵۲ و ۰/۳۱ لوکس است که باید به‌عنوان ضریب واقعیت در مقادیر نهایی به‌دست‌آمده اعمال گردد.

$$\bar{X} = 6482.095 \text{ lux}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2} = 78.07/52$$



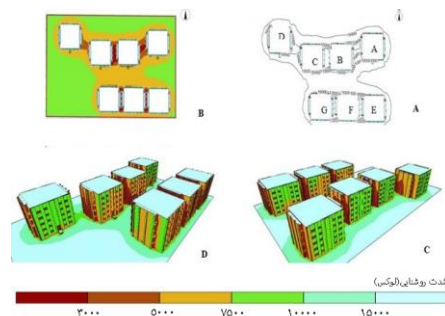
مقیاس شهری بر میزان نور روز وارد شده به داخل ساختمان ها تأثیرگذار است، در این بخش از تحقیق به بررسی تأثیر این متغیر پرداخته شده است. برای بررسی نقش پارامتر شدت روشنایی موردنظر تحقیق، با توجه به تعدد روزهای سال و عدم نیاز به همه آن نتایج، متوسط سالانه میزان شدت روشنایی برای سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده است. به این صورت که میانگین نتایج شبیه سازی ها برای پیک گرمایش و سرمایش سالانه در نظر گرفته شده است. جدول ۵ مصالح انتخاب شده با ضرایب بازتاب مختلف برای جداره های شهری در نمونه مطالعاتی را نشان می دهد. با توجه به تنوع زیاد مصالح با درصد بازتاب پذیری مختلف، تعدادی از مصالح رایج و پرکاربرد در نماهای شهری با ضریب بازتاب مختلف در نظر گرفته شده است. میزان شدت روشنایی متوسط در محوطه بیرونی بلوک های مسکونی نیز برای هر سناریو نوشته شده است.

جدول ۵- میزان درصد ضریب بازتاب، مقدار و توزیع شدت روشنایی متوسط بر سطح افق و نمای ساختمان ها برای متریکال های در نظر گرفته شده در جداره های بلوک های مسکونی

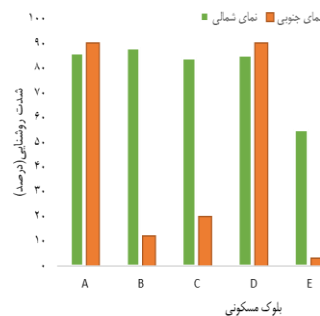
(مأخذ: نگارنده)

میانگین شدت روشنایی سالانه (لوکس)	ضریب بازتاب پذیری	نوع متریکال نما	سناریو و	الف: جداره بتنی بلوک های مسکونی
۱۵۴۰۰	۴۱/۲	بتن	وضع موجود	
۱۵۴۰۰	۳۸/۷	چوب بلوط	۱	
۱۵۶۰۰	۶۳/۱	چوب توس	۲	
۱۵۶۰۰	۸۹/۹	چوب زبان گنجشک	۳	
۱۵۸۰۰	۷۱/۲	سنگ	۴	
۱۵۶۰۰	۲۰/۱	آجر	۵	
۱۵۳۰۰	۷۷/۷	آجر روشن	۶	
۱۵۴۰۰	۴۶/۳	آجر	وضع موجود	ب: جداره آجری بلوک های
۱۵۴۰۰	۳۸/۷	چوب بلوط	۱	
۱۵۵۰۰	۶۳/۱	چوب توس	۲	

بسیار بیشتر بوده است، به طوری که این میزان برای بلوک E در کمترین مقدار خود بوده است. دلیل این امر می تواند وجود فضای باز، خالی، نبود عامل محیطی مزاحم در سمتی از بلوک مسکونی، سایه اندازی ساختمان های اطراف، فواصل بین بلوک ها و مصالح استفاده شده در نمای جبهه های مختلف بلوک های مسکونی بوده باشد که در بخش های بعدی به بررسی بیشتر چگونگی تأثیر این عوامل پرداخته شده است.



شکل ۱۰- نتایج شبیه سازی بلوک مسکونی موجود (منحنی ایزولاین شدت روشنایی بر سطح افق: A، پلان توزیع شدت روشنایی: B، توزیع شدت روشنایی در نماهای شمالی و شرقی: C، توزیع شدت روشنایی در نماهای جنوبی و غربی: D) (مأخذ: نگارنده)



شکل ۱۱- درصد شدت روشنایی رسیده به نماهای شمالی و جنوبی در وضعیت موجود بلوک های مسکونی

(مأخذ: نگارنده)

۸-۲- بهینه سازی روشنایی نمونه مطالعاتی

۸-۲-۱- بازتاب پذیری مصالح سطوح

همان طور که در بخش مقدمه و مبانی نظری نیز گفته شد، از آنجاکه تغییر مصالح سطوح عمودی و افقی ساختمان ها در

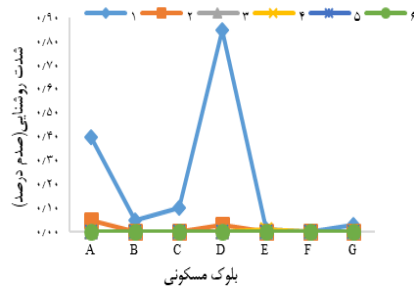


مسکونی در حالت جایگزینی مصالح بدنه بتنی نما (که بیشترین سطح از نما را تشکیل داده است) را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است در همه سناریوها بلوک‌های A,B,C نسبت به D,E,F,G میزان روشنایی بیشتری را دریافت کرده‌اند. در سناریو ۱، ۲، ۴، ۵ این روند به‌طور منظم کاهش یافته است که از بین آن‌ها سناریو ۵ میزان بیشتری را به خود اختصاص داده است. از طرفی سناریو ۳ و ۶ نامنظم بوده و از الگوی خاصی پیروی نمی‌کنند. در حالت ۲ نیز سناریوی ۵ نسبت به سایر سناریوها میزان روشنایی بیشتری را برای بلوک‌های مسکونی به‌ویژه A و D فراهم کرده است؛ بنابراین حالت انتخاب آجر به‌جای بتن نما در این مرحله مناسب‌تر بوده است. دلیل این امر می‌تواند نوع بافت و رنگ موجود در آجر نسبت به بتن باشد. در واقع با تغییر در بازتاب پذیری و میزان انعکاس نور خورشید مقدار و محدوده فاکتور نور روز رسیده به نمای ساختمان نیز تغییر یافته که همین امر تأثیر این متغیر را به‌خوبی نشان می‌دهد. در حالت ۳ نتایج سناریوهای موردنظر به‌عنوان آلترناتیو برای متریکال آجرنما (حالتی که به‌جای بدنه آجری نما که سطح کمی از نما را به خود اختصاص داده است مصالح دیگری جایگزین شود، همراه با بدنه بتنی) در نمای شمالی بلوک‌های مسکونی آورده شده است. همان‌طور که مشخص است در اکثر سناریوها میزان روشنایی مطلوب رسیده به‌نما صفر است و تنها سناریوی ۱ نسبت به بقیه بهتر عمل کرده است. این نتایج همچنین از حالت ۴ نیز به دست می‌آید. با مقایسه حالات ۲ و ۴ می‌توان دریافت که روند دریافت روشنایی در بلوک‌های مختلف برای این دو حالت بسیار به هم نزدیک بوده و به میزان کمی در حالت ۲ بیشتر است. همچنین با مقایسه حالات ۳ و ۴ می‌توان دریافت که با تغییر مصالح جداره آجری نما در نماهای شمالی و جنوبی برخلاف حالت ۱ تغییر چندانی به وجود نمی‌آید، دلیل این امر می‌تواند کمتر بودن سطوح آجری در نما و تأثیر کمتر آن‌ها بر میزان روشنایی در نماهای مختلف و همچنین تأثیر کمتر عوامل بیرونی بر ساختمان باشد؛ بنابراین سناریوی یک یعنی متریکال چوب کاج به‌عنوان متریکال انتخابی آجر نما ساختمان میزان روشنایی بیشتری را در بلوک‌ها به خود اختصاص داده است. حالت ۵ سناریوهای در نظر گرفته شده برای متریکال کف را نشان می‌دهد که سناریوی یک نسبت به بقیه بهتر عمل کرده

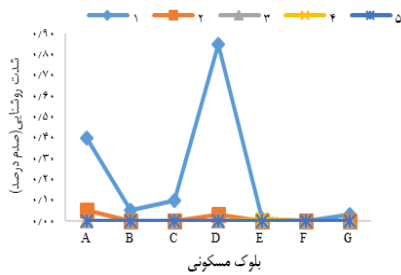
۱۵۷۰۰	۸۹/۷	چوب زبان گنجشک ک	۳	مسکونی
۱۵۷۰۰	۷۱/۳	سنگ	۴	
۱۵۳۰۰	۲۰/۱	آجر	۵	
۱۵۳۰۰	۷۷/۷	آجر روشن	۶	
۱۵۴۰۰	۶۱/۹	سنگ	وضع موجود	
۱۵۴۰۰	۲۶/۵	آسفالت روشن	۱	
۱۵۴۰۰	۵/۸	خاک	۲	
۱۵۴۰۰	۱۹/۸	گیاه	۳	
۱۵۴۰۰	۴/۱	آسفالت تیره	۴	
۱۴۸۰۰	۰/۰	آب	۵	
۱۵۵۰۰	۲۰/۱ و ۷۷/۷	آجر تیره و روشن	۱	د: کف و جداره‌ها ی بیرونی بلوک‌های مسکونی
۱۵۴۰۰	- ۲۶/۵ و ۲۰/۱ و ۷۷/۷	بتن، آجر و آسفالت روشن	۲	
۱۵۴۰۰	- ۵/۸ و ۲۰/۱ و ۷۷/۷	بتن، آجر، خاک	۳	
۱۵۴۰۰	- ۱۹/۸ ۲۰/۱ و ۷۷/۷	بتن، آجر، گیاه	۴	
۱۵۴۰۰	- ۴/۱ و ۲۰/۱ و ۷۷/۷	بتن، آجر، آسفالت تیره	۵	
۱۴۸۰۰	- ۰/۰ و ۲۰/۱ و ۷۷/۷	بتن، آجر، آب	۶	

همان‌طور که از جدول ۵ مشخص است، برای بررسی تأثیر نوع متریکال جداره‌های بیرونی (نما و سطوح شهری) و بازتاب پذیری آن‌ها در میزان روشنایی دریافتی در نمای بلوک‌های مسکونی، در سه مرحله؛ ابتدا به‌جای متریکال بتن نما سپس به‌جای متریکال آجرنما و همچنین به‌جای کف سنگی مصالح رایج و مناسب با ضریب بازتاب پذیری متفاوت انتخاب شده است. همچنین چند سناریو ترکیبی به‌منظور بررسی تأثیر هم‌زمان مصالح نما و کف در نظر گرفته شده است. در نهایت در این مرحله ۲۳ سناریو برای بهینه‌سازی وضعیت روشنایی نمونه مطالعاتی مورد شبیه‌سازی قرار گرفته است که نتایج آن‌ها به‌صورت نمودار آورده شده است. شکل ۱۲ حالت ۱ میزان روشنایی در محدوده ۷۰۰۰-۱۰۰۰۰ برای نمای شمالی بلوک‌های

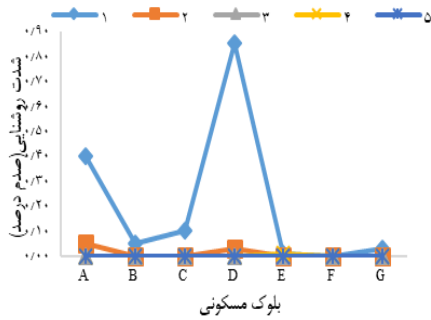




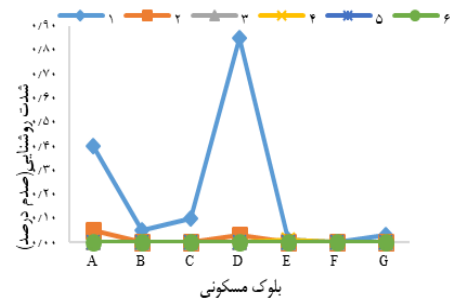
D



E

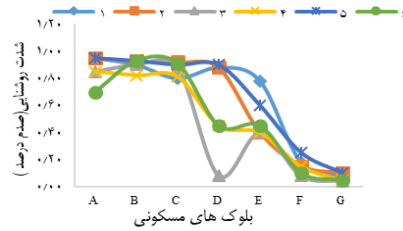


F

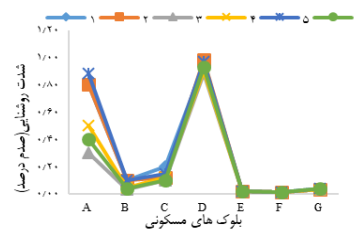


G

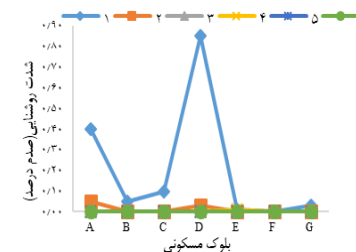
است. این نتیجه از حالت ۶ نیز به دست می آید؛ بنابراین انتخاب متریال آسفالت درشت روشن برای سطوح شهری گزینه مناسبتری است. در حالات ۷ و ۸ نیز نتایج سناریوهای ترکیبی در نظر گرفته شده برای جداره های بیرونی و سطوح شهری در نمونه مطالعاتی مشاهده می شود. طبق آن، سناریو یک که ترکیبی از انتخاب آجر تیره- آجر روشن و کف سنگی است. به عنوان گزینه بهتر عمل کرده است. در حالات ۳ تا ۸ نیز نتایج گرافیکی بسیار به یکدیگر نزدیک بوده است اما باید توجه کرد که نوع و تعداد سناریوها در هر یک از آن ها متفاوت است. در واقع مصالحی که تأثیرشان در میزان روشنایی بسیار کم بوده است در همه حالات دیده می شود. همچنین نوع تغییرات در سناریو مطلوب نیز در همه حالات به این صورت است که در بلوک های A و D بیشتر و در سایر بلوک ها کمتر بوده است. تفسیر و دلایل این اتفاق نیز در بخش های قبلی (در بررسی وضع موجود بلوک های مسکونی) بیان شده است.



A



B



C

دوفصلنامه آتیشنامه معماری، نشریه علمی، سال پنجم، شماره نهم

پاییز و زمستان ۱۴۰۰

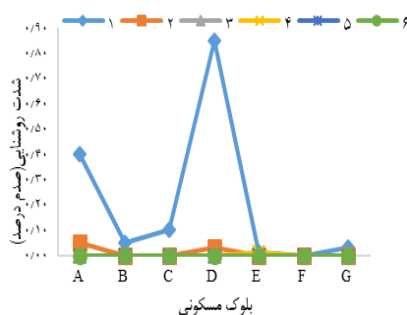


سنار یو	ارتفاع بلوک های مسکونی	موقعیت بلوک های مسکونی	(متوسط شدت روشنایی سالانه)
۱	ارتفاع ۱۷ متر		۱۳۲۰۰
۲	ارتفاع ۲۲ متر		۱۲۸۰۰
۳	ارتفاع ۱۴ متر		۱۳۶۰۰
۴	ارتفاع بلوک های شمالی ۲۲ متر		۱۱۴۰۰
۵	ارتفاع بلوک های جنوبی ۲۲ متر		۱۱۱۰۰
۶	ارتفاع ۱۷ متر		۱۱۶۰۰

جدول ۷- توزیع شدت روشنایی متوسط در بلوک های مسکونی طبق سناریوهای جدول ۶

(مأخذ: نگارنده)

سنار یو	پلان توزیع شدت روشنایی در پیک سرمايش سال	پلان توزیع شدت روشنایی در پیک گرمايش سال
۱		



H

شکل ۱۲- شدت روشنایی رسیده به بلوک های مسکونی طبق جدول ۵ (حالت ۱: نمای شمالی بلوک های مسکونی برای سناریوهای دسته I طبق جدول ۵) (حالت ۲: نمای جنوبی برای سناریوهای دسته II) (حالت ۳: نمای شمالی برای سناریوهای دسته II) (حالت ۴: نمای جنوبی برای سناریوهای دسته II) (حالت ۵: نمای شمالی برای سناریوهای دسته III) (حالت ۶: نمای جنوبی برای سناریوهای دسته III) (حالت ۷: نمای شمالی برای سناریوهای دسته IV) (حالت ۸: نمای جنوبی برای سناریوهای دسته IV) (مأخذ: نگارنده)

۲-۲-۸- چیدمان بلوک های مسکونی

با توجه به موارد گفته شده در مقدمه، در این بخش از تحقیق موقعیت بلوک های مسکونی (ارتفاع و چیدمان بلوک ها) به عنوان یک راهکار پیشنهادی جهت تعدیل شدت روشنایی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی در جدول ۷، ۶ و شکل ۱۴ آمده است. سناریو ها به این شکل بوده است که در سناریو ۱ ارتفاع بلوک های مسکونی همچون وضعیت موجود ۱۷ متر بوده است و تنها نوع چیدمان آن ها تغییر یافته است. در سناریو های ۲ تا ۵ با ثابت بودن همان چیدمان تغییرات ارتفاع بررسی شده است. در سناریو ۶ نیز با ثابت بودن همان ارتفاع ۱۷ متر نوع چیدمان دیگری برای بلوک های مسکونی بررسی شده است.

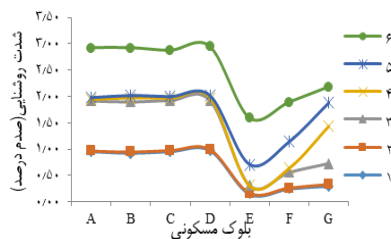
جدول ۶- میزان ضریب بازتاب، مقدار و توزیع شدت روشنایی متوسط بر سطح افق در فرم و موقعیت های پیشنهادی برای بلوک های مسکونی

(مأخذ: نگارنده)

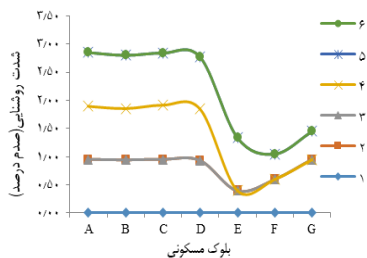


ساختمان در حالت چیدمان نامنظم بلوک های مسکونی همراه با افزایش ارتفاع آن به صورت بهینه تری است.

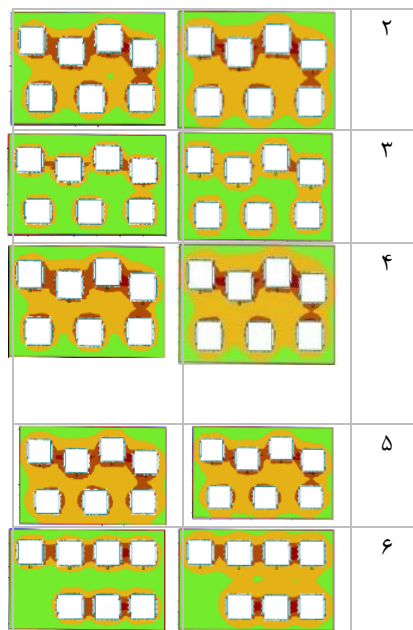
همچنین سناریو ۶ که چیدمان منظم بلوک ها است باعث ایجاد فضاهایی تاریک در بین بلوک ها و محدود شدن محدوده توزیع مناسب روشنایی شده است. در سناریو سوم نیز که با کاهش ارتفاع بلوک های مسکونی روبه رو شده است، دیده می شود که سطوح روشنایی بیشتری فراهم آمده است؛ بنابراین کاهش ارتفاع بلوک های مسکونی همراه با افزایش فاصله بین آنها تأثیر مطلوب و مناسبی در نحوه توزیع روشنایی در سطوح افقی و عمودی نمونه مطالعاتی گذاشته است. در واقع با زیاد شدن فاصله بین بلوک های شهری و کاهش ارتفاع آنها میزان دستیابی به روشنایی خورشید در سطوح مختلف بیشتر می شود. در نهایت در بین سناریوهای پیشنهادی سناریو ۳ از نظر دستیابی به تابش خورشیدی در بلوک های شهری گزینه مناسب تری است. در بیان تفسیر نتایج باید عنوان کرد که با تغییر در فاصله و موقعیت بلوک های مسکونی و نیز تنوع ارتفاعی، مسیر عبور و بازتاب مقدار نور خورشید رسیده به نمای ساختمان و فضاهای داخلی به صورت بهتر و توزیع آن نیز متعادل تر بوده است. این نتایج با توجه به رفتار فیزیکی نور و عملکرد آن نیز تأیید می شود. در فصول گرم سال نیز برای متعادل تر شدن شرایط دمایی و تابش خورشیدی می توان از سایه اندازهای مناسبی استفاده نمود.



A



B



در سناریو شماره یک، همان طور که از شکل ۱۳ مشخص است تنها با تغییر در چیدمان بلوک ها نسبت به وضعیت موجود آنها و با ثابت بودن ارتفاع ۱۷ متری برای هر یک از بلوک ها، شرایطی متعادل تر و بهینه تر از وضعیت موجود نمونه مطالعاتی به دست آمده است. همچنین افزایش ارتفاع بلوک ها تأثیر مثبت و کاهش ارتفاع تأثیر منفی در این نتایج گذاشته است. افزایش ارتفاع نیمی از بلوک ها طبق سناریوی ۴ و ۵ تا حدود زیادی همانند سناریو ۲ عمل کرده است. همان طور که از شکل ۱۳ به دست می آید برای نماهای شمالی و جنوبی در دو حالت D و B سناریوهای ۳ و ۶ در پایین ترین مقدار خود می باشند و سناریو ۲ در محدوده میانی با وجود نوساناتی در مقادیر خود است. همچنین سناریوهای ۱-۴-۵ دارای نوسانات زیادی هم در سمت مقادیر پایین نمودار و هم در مقادیر بالا می باشند. به علاوه در حالات A و C نیز سناریوهای ۱-۳-۴-۵ با نوسانات مقادیر خود روبرو هستند و تنها نمودار ۶ در محدوده میانی مقادیر قرار گرفته است. به علاوه سناریو ۲ در حالت A و تا حدودی C دارای مقادیر پایین خود است؛ بنابراین با توجه و بررسی تغییرات مقادیر سناریوهای ۱ تا ۶ مشخص می شود که سناریو ۲ به نسبت سایر سناریوها در چهار حالت برای نماهای شمالی و جنوبی در محدوده مناسب تری از مقادیر شدت روشنایی در بلوک های مسکونی است. در واقع نتایج شدت روشنایی رسیده به نما و نیز داخل



میزان دریافت شدت روشنایی در نمای ساختمان ها شده است. همچنین با تغییر در موقعیت و ارتفاع بلوک ها نیز دیده می شود که طبق جدول ۶ از لحاظ دریافت میزان روشنایی در نمای شمالی بلوک ها سناریوهای ۲-۴-۵ نسبت به بقیه بهتر عمل کرده اند و در بین این سه سناریو نیز سناریو ۵ (افزایش ارتفاع بلوک های جنوبی) توزیع روشنایی بهتری در محدوده ۷۰۰۰-۱۵۰۰۰ لوکس را در نمای شمالی تمامی بلوک ها موجب شده است. از نظر دریافت میزان روشنایی در نماهای جنوبی نیز سناریو ۴ (افزایش ارتفاع بلوک های شمالی) نسبت به بقیه توزیع مناسب تری را داشته است. همچنین در نمای شمالی و جنوبی در بین سناریوهای ۲ و ۳، سناریو ۳ (افزایش ارتفاع بلوک ها) بهتر عمل کرده است؛ بنابراین از نظر نوع چیدمان بلوک های مسکونی بهتر است بلوک ها به صورت مورب و با وجود فضای خالی بین آن ها ایجاد شوند تا افزایش و کاهش ارتفاع در بعضی از آن ها بر روی میزان روشنایی دریافتی بقیه بلوک ها تأثیر منفی ایجاد ننماید. در مطالعات بعدی نیز پیشنهاد می شود که میزان دقیق فاصله بلوک ها از یکدیگر (در جهت x و y) و نسبت آن با ارتفاع ساختمان ها در یک بلوک شهری، جهت دریافت روشنایی بیشتر و مناسب تر خورشیدی در پوسته ساختمان ها، استفاده از سایه اندازهای مناسب و بهینه، همچنین تأثیر این عوامل بر میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

۱۰- تشکر و قدردانی

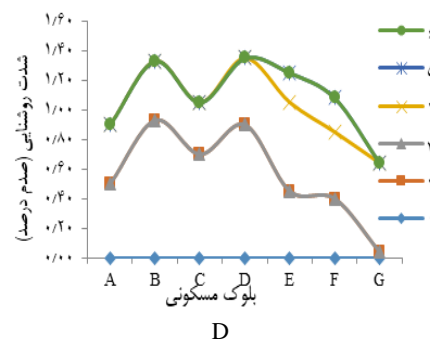
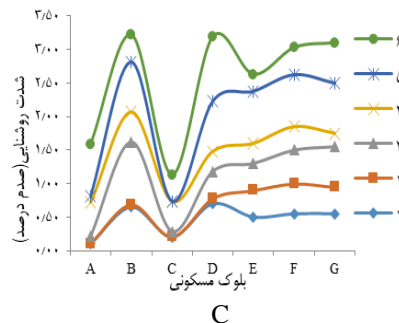
از همکاری و همراهی سرکار خانم دکتر نصراللهی و سایر همراهان تشکر ویژه را تقدیم می نمایم.

۱۱- پی نوشت ها

- ۱- Daylight factor (DF)
- ۲- Comfort
- ۳- Reflection
- ۴- sky component (SC)
- ۵- Urban geometry
- ۶- Validation
- ۷- U_o
- ۸- Field measurement

۱۲- منابع فارسی و لاتین

- Bhavani, R. and Khan, M. (2011). Advanced Lighting Simulation Tools for Daylighting Purpose: Powerful Features and Related Issues. Trends in Applied Sciences Research, 6(4).



شکل ۱۳- درصد شدت روشنایی رسیده به بلوک های مسکونی
 A: لوکس در نمای شمالی -B: محدوده (۷۰۰۰-۱۰۰۰۰)
 C: لوکس در نمای شمالی -C: (۱۵۰۰۰-۱۰۰۰۰)
 D: لوکس در نمای جنوبی -D: (۱۵۰۰۰-۱۰۰۰۰) لوکس
 در نمای جنوبی) (مأخذ: نگارنده)

۹- نتیجه تحقیق

در این مقاله تأثیر بازتاب پذیری مصالح جداره های نما ساختمان، سطوح شهری و همچنین ارتفاع و چیدمان بلوک های مسکونی بر میزان تابش خورشیدی (%) کسب شده در یک مجموعه بلوک شهری اقلیم سرد و معتدل شهر کرمانشاه مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داده است؛ انتخاب متریکال آجر با ضریب بازتاب پذیری ۰,۱٪ می تواند میزان کسب روشنایی خورشیدی در نما و بازشوهای ساختمان را تا ۳۰٪ افزایش دهد و میزان فاکتور نور روز (%) مناسب تری را در فضاهای داخلی ساختمان ایجاد نماید. در واقع به نوعی ترکیب متریکال آجر با ضریب بازتاب ۲۰ درصد ۴۶/۳ درصد و کف سنگی با ضریب بازتاب ۶۱/۹ درصد توانسته است ترکیب مناسبی از نظر دریافت تابش خورشیدی در سطوح شهری باشد. جایگزین کردن سایر مصالح در جداره بلوک های مسکونی نتیجه مطلوبی را نشان نداده است و باعث افت شدید در



https://www.researchgate.net/publication/257048731_Towards_sustainable_urban_communities

• Hachem, C. A., Athienitis, and P. Fazio. (2011). Investigation of solar potential of housing units in different neighborhood designs. *Energy and Buildings*, 43(9).

https://www.researchgate.net/publication/251589934_Investigation_of_solar_potential_of_housing_units_in_different_neighborhood_designs

• Kim, G., and Kim, J.T. (2010). Healthy-daylighting design for the living environment in apartments in Korea. *Building and Environment*, 45(2).

<https://coek.info/pdf-healthy-daylighting-design-for-the-living-environment-in-apartments-in-korea-.html>

• Kittler, R. (1967). Standardization of outdoor conditions for the calculation of daylight factor with clear skies. in Proc. the CIE International Conference on Sunlight in Buildings.

<https://ci.nii.ac.jp/naid/10004232052/>

• Miguet, F., and Groleau., J.T. (2002). A daylight simulation tool for urban and architectural spaces—application to transmitted direct and diffuse light through glazing. *Building and environment*, 37(8).

<https://www.semanticscholar.org/paper/A-daylight-simulation-tool-for-urban-and-to-directMiguetGroleau/5edd35b8cce8f44628303ef13635a5d4db9e1c6c>

• Morello, E., and Ratti ,C. (2009). Sun scape. Solar envelopes' and the analysis of urban DEMs. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1).

https://www.researchgate.net/publication/220666533_SunScapes_%27Solar_envelopes%27_and_the_analysis_of_urban_DEMs

• Mukherjee, S. (2014). CIE standard general Sky type identification for Delhi during winter and summer. *Journal of Optics*, 43(3).

https://www.researchgate.net/publication/271914315_CIE_standard_general_Sky_type_identification_for_Delhi_during_winter_and_summer

• Nabil, A., and Mardaljevic., J. (2006). Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and buildings*, 38(7).

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4434083/mod_resource/content/0/Useful%20daylight%20illuminances.%20A%20replacement%20for%20daylight%20factors.pdf

• Ralegaonkar, R.V., and Gupta., R. (2010). Review of intelligent building construction: A passive solar architecture approach.

<https://scialert.net/abstract/?doi=tasr.2011.345.363>

• Capeluto, I., and Shaviv, E. (2001). On the use of 'solar volume 'for determining the urban fabric. *Solar Energy*, 70(3).

https://www.researchgate.net/publication/223151367_On_the_use_of_%27solar_volume%27_for_determining_the_urban_fabric

• Carrasco-Hernandez, R., Smedley, A.R., and A.R. (2015). Using urban canyon geometries obtained from Google Street View for atmospheric studies: Potential applications in the calculation of street level total shortwave irradiances. *Energy and Buildings*, 86.

https://www.researchgate.net/publication/268159605_Using_urban_canyon_geometries_obtained_from_Google_Street_View_for_atmospheric_studies_Potential_applications_in_the_calculation_of_street_level_total_shortwave_irradiance

• Cetegen, D. J.A., and Newsham, G.R. (2008). View size and office luminance effects on employee satisfaction. *Proceedings of Balkan Light*.

<https://nrcpublications.canada.ca/eng/view/accepted/?id=624bb7cf-3e0e-4478-b193-266800491009>

• Dogan, T., C. Reinhart, and P. Michalatos. (2012). Urban daylight simulation calculating the daylight area of urban designs. *Proceedings of SimBuild*.

<http://ibpsausa.org/index.php/ibpusa/article/view/2>

• Doulos, L. A., Tsangrassoulis., and Topalis., F. (2005). A critical review of simulation techniques for daylight responsive systems. in *Proceedings of the European Conference on Dynamic Analysis, Simulation and Testing applied to the Energy and Environmental performance of Buildings DYNASTEE*.

<https://www.semanticscholar.org/paper/A-CRITICAL-REVIEW-OF-SIMULATION-TECHNIQUES-FOR-Doulos-Tsangrassoulis/48bb4dc2a8c3dc1a190296e667815b8264cc5743>

• Fay, R., G. Treloar., and Iyer Raniga, U. (2010). Life-cycle energy analysis of buildings: a case study. *Building Research & Information*, 28(1).

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0961321100369073>

• Haapio, A. (2012). Towards sustainable urban communities. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1).



https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-3558-7_81

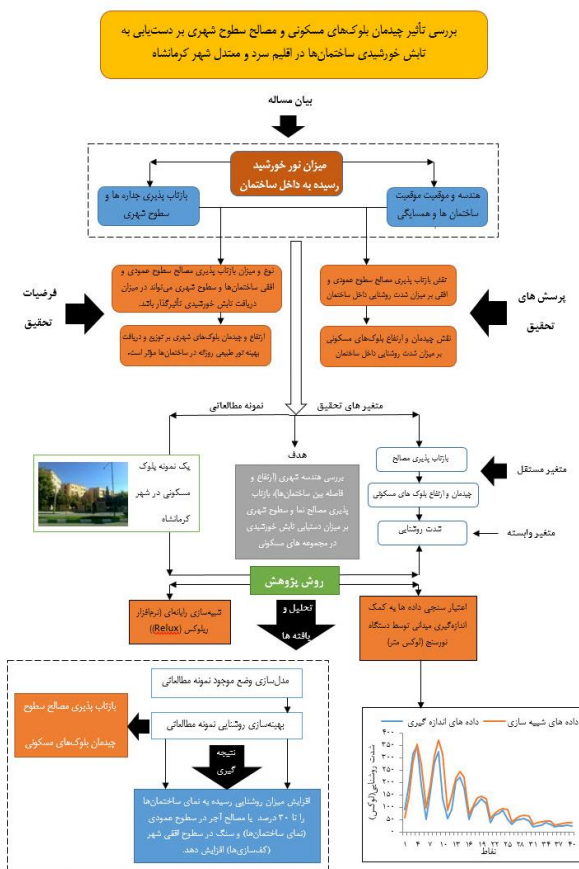
- Yu, X. Y. Su, and Chen, X. (2014). Application of RELUX simulation to investigate energy saving potential from daylighting in a new educational building in UK. Energy and Buildings, 74.

<https://nottingham-repository.worktribe.com/output/728024>

- Waldram, P. (1925). The natural and artificial lighting of buildings. The Journal of the Royal Institute of British Architects, 32(13).

<https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/12463/2/RTL-2.pdf>

۱۳- چکیده تصویری



Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(8).

https://www.researchgate.net/publication/227421309_Review_of_intelligent_building_construction_A_passive_solar_architecture_approach

- Sanaieian, H., et al. (2014). Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۳۸.

https://www.researchgate.net/publication/263892375_Review_of_the_impact_of_urban_block_form_on_thermal_performance_solar_access_and_ventilation

- Schmalwieser, A.W, et al. (2010). UV exposition during typical lifestyle behavior in an urban environment. Photochemistry and photobiology, 86(3).

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-1097.2010.00714.x>

- Shailesh, K R and Raikar. (2010). Tanuja Application of RELUX Software in Simulation and Analysis of Energy Efficient Lighting Scheme. International Journal of Computer Applications, 9 (7).

https://www.researchgate.net/publication/49587599_Application_of_RELUX_Software_in_Simulation_and_Analysis_of_Energy_Efficient_Lighting_Scheme

- Simm, S. and Coley, D. (2011). The relationship between wall reflectance and daylight factor in real rooms. Architectural Science Review, 54(4).

https://www.researchgate.net/publication/254213849_The_relationship_between_wall_reflectance_and_daylight_factor_in_real_rooms

- Van Esch, M., Looman, R, and de Bruin-Hordijk, G. (2012). The effects of urban and building design parameters on solar access to the urban canyon and the potential for direct passive solar heating strategies. Energy and Buildings, 47.

https://www.researchgate.net/publication/257227051_The_effects_of_urban_and_building_design_parameters_on_solar_access_to_the_urban_canyon_and_the_potential_for_direct_passive_solar_heating_strategies

- Yeganiantz, T. N. Silva, and Lima, E. (2013). Computer Simulation Applied to the Design of Urban Public Spaces: Day Lighting in the Squares, in Emerging Trends in Computing, Informatics, Systems Sciences, and Engineering. Springer.

دوفصلنامه آئینده معماری، نشریه علمی، سال پنجم، شماره دهم پاییز و زمستان ۱۴۰۰

