ISSN: 2538-3019, EISSN: 2676-4806
DOI: 10.30479/AT.2020.13150.1496
دوفصلنامهٔ اندیشهٔ معماری، نشریهٔ علمی، سال پنجم، شمارهٔ دهم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صص۲۰۲-۲۱۷

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]

تاریخ دریافت مقاله **۱۳۹۹/۰۲/۰۳**

تاریخ پذیرش مقاله : **۱۳۹۹/۱۰/۰۶**

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 به‌شدت 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 انجام‌شده 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 معماری‌های کهن، همواره یکی از مهم‌ترین 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 پیاده‌روها، درنتیجه ایجاد آسایش بصری، سلامتی، سرزندگی و افزایش کارایی در محیطهای شهری و داخلی است. همین‌طور نادیده گرفتن حقوق خورشیدی ساختمان‌ها و فضاهای باز می‌تواند موجبات ناراحتی و عدم آسایش ساکنین را فراهم آورد (Capeluto et al, 2001:56). طی طراحی، طراح باید بداند چگونه مقدار و کیفیت مناسب نور روز را در کاربری‌های مختلف فراهم نماید. در مقیاس شهری، طراح باید به ساختمان‌های اطراف برای ترسیم موانع محلی (ساختمان‌های موجود، توپوگرافی و پوشش گیاهی) نیز توجه داشته باشد. این موضوع به تعیین محل مطلوب قرارگیری ساختمان ازلحاظ پتانسیل‌های نور روز، کمک می‌نماید. از طرفی پیش‌بینی نور روز در یک ساختمان گام مهمی در طراحی نور روز است. متعاقباً روشنایی منابع طبیعی، اغلب ازنظر فاکتور نور روز[1] بر اساس شرایط آسمان ابری و تابش مستقیم خورشید محاسبه می‌شود (Schmalwieser,2010:76). خورشید برای دید، گرما، انرژی و ریتم زندگی انسان‌ها 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[2] انسانی در محیطهای داخلی و خارجی است، به‌طوری‌که بی‌توجهی به نور خورشید در ساختمان‌ها و فضاهای باز می‌تواند موجب عدم آسایش شود (Van Esch et al,2012: 45). همچنین بازتاب پذیری[3] 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 موردنیاز است. به‌علاوه نور روز می‌تواند 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 مؤلفه‌ها می‌توان در افزایش میزان فاکتور نور روز داخل ساختمان تأثیرگذار بود. ازآنجاکه در فضاهای داخلی ساختمان، سقف و کف، رنگ‌ها و متریال ثابتی دارند و کمتر می‌توان در آن‌ها تغییر ایجاد نمود، تغییر مؤلفه جز آسمان[4] یک‌راه 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 بلوک‌ها (فاصله و ارتفاع ساختمان‌ها) به‌عنوان متغیر مستقل در میزان دستیابی به‌شدت روشنایی موردنیاز داخل ساختمان، به‌عنوان متغیر وابسته مورد بررسی قرار داده‌شده است. درنهایت می‌توان گفت؛ دانش موجود در زمینهٔ بررسی تأثیر موانع بیرونی (مصالح، هندسه) بر میزان دستیابی نور خورشید در محیطهای شهری و درنهایت داخل ساختمان‌ها به‌خصوص در کشور ایران و اقلیم‌های معتدل و کوهستانی آن محدود است. این خلأ به‌ویژه در جنبه‌های معماری و طراحی شهری بیشتر دیده می‌شود؛ بنابراین مطالعه در زمینهٔ تأثیر چیدمان و نوع مصالح سطوح شهری در راستای دستیابی به میزان بهینه تابش خورشیدی در ساختمان‌ها می‌تواند منجر به ایجاد محیطهای بصری مطلوب‌تر، دستیابی به میزان نور و روشنایی طبیعی بیشتر، متعاقباً کاهش بار گرمایشی در ساختمان‌ها و ارائه نتایج کاربردی شود. مقاله حاضر نیز در راستای رسیدن به اهداف مذکور به پژوهش پرداخته است.

۲-پرسش‌های تحقیق

۱-آیا چیدمان (فاصله و ارتفاع) بلوک‌های 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

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

ازنظر پیشینه پژوهشی باید ذکر کرد که در مقالات بسیاری به بحث درزمینهٔ تحقیق حاضر پرداخته‌شده است، ازجمله 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 درزمینهٔ 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 انجام‌شده 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 موردمطالعه قرارگرفته است. پژوهشی توسط وان درزمینهٔ تأثیر پهنا، 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 انجام‌شده 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 میابد چیزی که در زمستان کمتر و در تابستان تأثیر آن بیشتر است. درواقع 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 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 درزمینهٔ ابزارهای ارزیابی طراحی شهری همچون لید در اقلیم‌ها و ساختمان‌های مختلف شهر فنلاند به مطالعه می‌پردازد (Haapio,2012). تحقیق دیگری نیز درزمینهٔ 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 انجام‌شده است. در این تحقیق ازجمله پارامترهای؛ شکل هندسی مستطیل و ال شکل ساختمان‌ها، زاویه سقف و چیدمان بلوک‌ها به‌طور مستقیم رو به جنوب، شمال و نیم‌دایره در نظر گرفته‌شده است. همچنین بررسی‌ها در ۲۶ حالت مختلف در نرم‌افزار انرژی پلاس انجام‌شده است (Hachem et al,2011). در مقالاتی دیگر نیز به‌طورکلی درزمینهٔ 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 درزمینهٔ اهمیت عوامل فیزیکی شهر بر میزان دستیابی نور خورشید به پژوهش پرداخته‌اند(Fay - et al,2010- Yamaguchi et al,2007- and etc). با توجه به مقالات و تحقیقاتی که تا به امروز در این زمینه انجام‌گرفته است می‌توان دریافت که؛ توجه به کاربری و

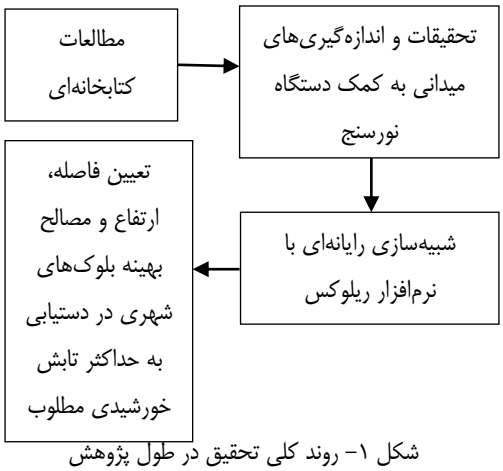
فرم ساختمان، شکل و موقعیت بلوک‌های شهری، پهنا و جهت‌گیری خیابان، شکل سقف ساختمان‌ها و انعکاس مصالح سطوح شهری ازجمله پراهمیت‌ترین عواملی هستند که در میزان دستیابی به نور خورشید در محیط‌های باز شهری، روشنایی رسیده به پوسته ساختمان‌ها، افزایش دستیابی به تابش خورشیدی تأثیرگذار می‌باشند که در مقاله حاضر سعی شده است که به بررسی چند مورد از آن‌ها پرداخته شود (Sanaieian et al,2014- Van Esch et al,2012- Haapio, 2012 and etc).

۵-روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی عوامل مؤثر بر میزان دستیابی تابش خورشیدی در بلوک‌های شهری مشخص‌شده است. سپس به‌عنوان نمونه مطالعاتی، یک ناحیه شهری، شامل چند بلوک مسکونی انتخاب گردیده است. اندازه‌گیری‌های میدانی توسط دستگاه نورسنج (برای انجام اعتبار سنجی[5] نتایج) و همچنین شبیه‌سازی رایانه‌ای برای بررسی متغیرهای مختلف تحقیق با استفاده از نرم‌افزار روشنایی ریلوکس انجام‌شده 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 بخش‌ها پرداخته‌شده است.

۶-مبانی نظری

۶-۱-فاکتور نور روز



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

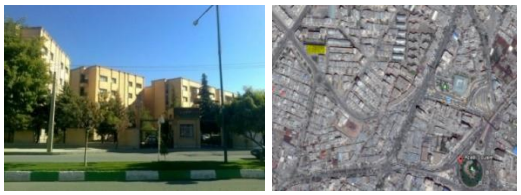
هر قسمت از ساختمان به یک روش سایه‌اندازی متفاوتی نیاز دارد، زیرا که نور خورشید از زوایای مختلف به هر سمت ساختمان ضربه می‌زند. به‌طورمعمول دستگاه‌های سایه‌انداز خارجی نسبت به دستگاه‌های داخلی در جلوگیری از افزایش گرمای خورشیدی مؤثرتر هستند. از طرفی نور زیاد در قسمتی از فضا منجر به کاهش استفاده نورهای مصنوعی در فضا نمی‌شود بلکه یکنواختی نور روز[6]است که در این زمینه نقش مؤثری دارد. درواقع تضاد نوری شدید در قسمت‌های مختلف اتاق نوعی عدم آسایش بصری را به وجود می‌آورد (Dogan, ۲۰۱۲:۱۹). مهم‌ترین 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 اندازه‌گیری شوند. برای روشنایی طبیعی روز منبع نور، طاق آسمان بیرون از ساختمان است. همچنین برای نصب پنجره‌ها، نورگیرها، دریافت نور روز کافی و رفع نیازهای فضا روشنایی آسمان موردنیاز است. به‌علاوه ازآنجاکه این منبع نوری به‌طور 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 به‌جای محاسبه سطوح دقیق نور (فوت کندل یا لوکس) در فضای دارای نور روز، یک عامل نور روز برای اندازه‌گیری نسبی شدت روشنایی سطوح ایجادشده است (Kittler,1967:29). در تحقیق حاضر نیز میزان فاکتور نور روز (٪) به‌عنوان متغیر وابسته برای بررسی چگونگی ورود و توزیع نور روزانه در ساختمان‌ها و بلوک‌های مسکونی در نظر گرفته‌شده است.

۷-مطالعات و بررسی‌ها

۷-۱-نمونه مطالعاتی

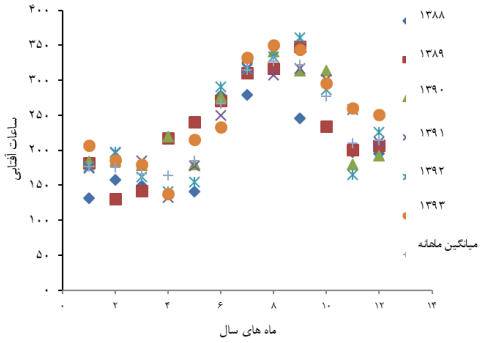
در این پژوهش یک مجموعه بلوک مسکونی در مرکز شهر کرمانشاه، اقلیم سرد و معتدل ایران با جهت‌گیری شرقی – غربی مطابق شکل ۲ و ۳ در نظر گرفته‌شده است. انتخاب نمونه مطالعاتی باهدف بررسی میزان دریافت انرژی تابشی

خورشید به سطوح شهری و داخل ساختمان‌ها در زمان پیک گرمایش سال بوده است. میانگین ساعات آفتابی کرمانشاه به ۲۹۹۹ ساعت می‌رسد که بیشترین آن در ماه‌های تیر، مرداد و کمترین آن در ماه‌های دی و بهمن است. طولانی‌ترین روز سال در تیرماه است به‌طوری‌که خورشید در حدود ساعت ۵ صبح طلوع و در حدود ساعت ۷ عصر غروب می‌کند. در این روز آفتاب در ساعت ۱۲ ظهر تحت زاویه‌ی ۸۰ درجه با سطح زمین می‌تابد. کوتاه‌ترین سایه‌ها نیز در این ماه اتفاق می‌افتند. شکل ۴ میزان ساعات آفتابی در ماه‌های مختلف را طی سال‌های ۱۳۸۸- ۱۳۹۳ نشان می‌دهد. از نمودار به دست می‌آید که در سال‌های ۸۸،۸۹،۹۰،۹۱،۹۲ و ۹۳ ماه‌های تیر و مرداد دارای بیشترین ساعات آفتابی بوده‌اند. میانگین ماهانه طی این ۶ سال نیز مشخص می‌کند که درنهایت بیشترین ساعات آفتابی در ماه‌های تیر و مرداد است. همچنین با استفاده از داده‌های روزانه ساعات آفتابی به‌دست‌آمده از سایت هواشناسی، ۱۲ تیر به‌عنوان دارنده بیشترین تعداد ساعات آفتابی در طول سال شناخته‌شده است؛ بنابراین شبیه‌سازی‌ها در زمان پیک گرمایش (۱۲ تیر) در شرایط آسمان ابری استاندارد انجام‌شده است. ازجمله برخی از مهم‌ترین 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 بلوک‌های رایج امروزی و روند گسترش ساختمان‌سازی‌ها در قرن‌های اخیر بوده است. همچنین این نمونه بلوک مسکونی جز ساخت‌وسازهای جدید و رایج امروزی بوده و ازنظر دسترسی در مرکز شهر قرارگرفته و نیز به خاطر محدوده و وجود بلوک‌های مختلف در کنار یکدیگر به‌خوبی می‌تواند در راستای اهداف تحقیق موردبررسی قرار گیرد. به‌عبارت‌دیگر نسبت به سایر بلوک‌های مسکونی شهری برای بررسی اهداف تحقیق حاضر گزینه ایده آل تری است. تحقیق حاضر ابتدا به انجام شبیه‌سازی بلوک‌های مسکونی موجود با در نظر گرفتن شرایط واقعی، طبق جداول و اطلاعات حاضر با استفاده از نرم‌افزار ریلوکس پرداخته است. همچنین با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری نورسنج اعتبار سنجی داده‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار مربوطه تائید شده است. سپس با مقایسه نتایج حاصل از بررسی سناریوها و متغیرهای مستقل، اهداف تحقیق موردبررسی قرار داده‌شده است.



شکل۲- (سمت راست) موقعیت سایت موردنظر در مرکز شهر (مآخذ: نگارنده و نرم‌افزار گوگل ارث)

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



شکل ۴ – میانگین ماهانه تعداد ساعات آفتابی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳

(مآخذ: سازمان آب و هواشناسی)

۲-۷-نرم‌افزار روشنایی، ریلوکس

درروند تحقیق از نرم‌افزار شبیه‌ساز روشنایی ریلوکس جهت بررسی تأثیر متغیرهای تحقیق استفاده‌شده است. همچنین در معرفی این نرم‌افزار می‌توان بیان کرد. در سال ۲۰۰۴، نرم‌افزار ریلوکس به‌عنوان شبیه‌ساز روشنایی مورداستفاده قرار گرفت و مشخص شد که این نرم‌افزار قادر به مدل‌سازی شدت روشنایی[۷] نور روز در شرایط مختلف آسمان، نوع هندسه، پیکربندی اتاق، طیف گسترده‌ای از بازتاب‌ها و انتقال‌های[۸] سطوح، ارزیابی توزیع روشنایی، نمودار کوه سه‌بعدی از روشنایی و ارتفاع خورشید است. از این ابزار شبیه‌سازی روشنایی پیشرفته برای بررسی و دیدن چگونگی رفتار نور روز در محیطهای داخلی و بیرونی استفاده می‌شود(Bhavani and et al, 2011). موتور

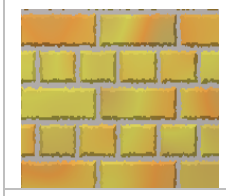
محاسباتی این نرم‌افزار بر اساس نرم‌افزار رادیانس[۹]است که از فرایند شبیه‌سازی روشنایی ری تریسینگ برای تولید تصاویر باکیفیت و واقعی در آن استفاده می‌شود. همچنین در این راه تکنیک‌های رادیوسیتی نیز به کار گرفته می‌شود (Yu and et al, 2014). به‌علاوه فرایند محاسبات ریلوکس بسیار سریع است درحالی‌که محاسبات سایر نرم‌افزارها همچون اسپات و دیسیم محاسباتی پرهزینه و وقت‌گیر می‌باشند(Doulos et al,2005:29). در سال ۲۰۰۶ نیز یک اعتبار سنجی برای دو نرم‌افزار شبیه‌سازی روشنایی تحت سناریوی توسط آژانس بین‌المللی انرژی انجام شد. نرم‌افزار ریلوکس یکی از این ابزارهای شبیه‌سازی روشنایی بود که نتایج آن‌یک توافق خوب را با تخمین‌های آنالیزی تحت اکثر نمونه‌های تست‌شده نشان داد(Maamari et al,2006:17). ازجمله مقالاتی که از این نرم‌افزار در تحقیقات خود استفاده کرده‌اند نیز می‌توان به این چند مورداشاره نمود(Iversen et al,2013- Bhavani et al,2011- Yu et al,2014 and etc). درنهایت در تحقیق حاضر روش کار به این شکل است که ابتدا مدل‌سازی نمونه مطالعاتی موردنظر طبق استاندارد (SN EN 12464-8:2011) در نرم‌افزار ریلوکس انجام گردیده است، سپس سایر جزییات لازم بر طبق جدول ۱ و همچنین مصالح، مشخصات کلی و جزئی بلوک‌های مسکونی در سطوح مختلف شهری نیز بر طبق جدول ۲ اضافه‌شده است. در بررسی مدل‌های پیشنهادی نیز روند کار به همین شکل بوده است. برای درک بهتر روند تحقیق نیز در شکل‌های ۵ و ۶ پلان و سه‌بعدی بلوک‌های مسکونی شبیه‌سازی‌شده در نرم‌افزار ریلوکس آورده شده است.

جدول ۱–داده‌های ورودی نرم‌افزار برای شبیه‌سازی وضع موجود نمونه مطالعاتی

(مآخذ: نگارنده)

مشخصات	مقدار
طول جغرافیایی	۴۷
عرض جغرافیایی	۳۴
ارتفاع سطح اندازه‌گیری در	۰/۷۵ متر
شبیه‌سازی	
نوع آسمان	آسمان ابری
زمان	۱۱:۲۱ ساعت

جدول ۲–خصوصیات مصالح سطوح بیرونی در وضع موجود بلوک‌های مسکونی نمونه مطالعاتی شبیه‌سازی‌شده (مآخذ: نگارنده)

جداره[۱۰]	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 بلوک‌های مسکونی

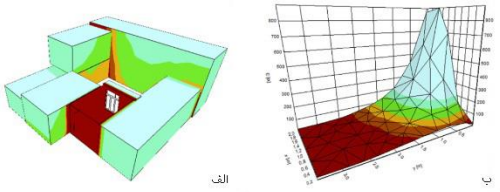
(مآخذ: نگارنده)

شکل ۶: (سمت راست) نمای سه‌بعدی از بلوک‌های مسکونی

(مآخذ: نگارنده)

۷-۳-اعتبار سنجی نرم‌افزار

پس از معرفی نرم‌افزار مورداستفاده در این پژوهش به انجام اعتبارسنجی آن بر طبق اندازه‌گیری شدت روشنایی در یک نمونه واقعی پرداخته‌شده است. به این منظور یک اتاق ۳ × ۴ با ارتفاع ۲ متر و ۸۰ سانتی‌متر با یک بازشوی جنوبی ۱/۵ در ۲ متر در ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از کف در نظر گرفته‌شده است. دیوارها و سقف باروکش رنگ سفید با کف سیمان در جهت‌گیری شمالی جنوبی بر طبق شکل ۷ می‌باشند. جهت انجام اندازه‌گیری‌های میدانی، دستگاه نورسنج (لوکس متر) (طبق شکل ۸ و جدول ۳) برای اندازه‌گیری پارامتر شدت روشنایی (لوکس) به کار گرفته‌شده است. به‌این‌ترتیب به کمک دستگاه لوکس متر، میزان شدت روشنایی نور روزانه بدون وجود نور مصنوعی در ۴۰ نقطه داخل اتاق اندازه‌گیری شده است. به‌منظور انجام اندازه‌گیری‌ها در تاریخ ۱۲ تیرماه (بیشترین میزان ساعات آفتابی در اقلیم و سایت موردنظر و همچنین نزدیک‌ترین و منطقی‌ترین 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)، شبکه‌بندی شطرنجی در فاصله‌های ۰/۵ متر در طول و عرض اتاق مطابق شکل ۹ انجام‌شده است.



شکل ۷ – الف) نمایش هندسه سه‌بعدی نمونه واقعی مدل‌سازی شده ب) نمایش کوه سه‌بعدی توزیع شدت روشنایی در نمونه واقعی

(مآخذ: نگارنده)

شکل ۸– تصویری از لوکس سنج مورداستفاده در اندازه‌گیری‌های میدانی
(مآخذ: نگارنده)

جدول ۳– مشخصات لوکس متر مورداستفاده در اندازه‌گیری‌های میدانی
(مآخذ: نگارنده)

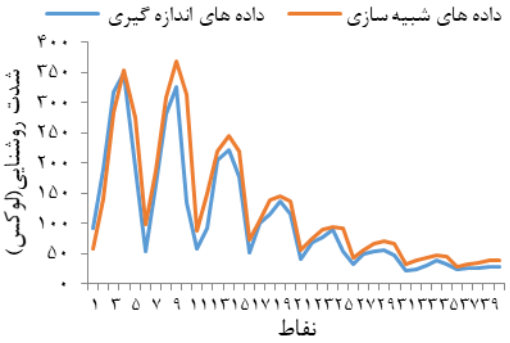
مشخصه	مقدار
بیشترین محدوده اندازه‌گیری	لوکس ۴۰۰۰۰۰
بیشترین رزولوشن	لوکس ۰/۱
نرخ اندازه‌گیری	ثانیه ۱/۵
وزن	۴۰۳ گرم

پس از به دست آمدن نتایج اندازه‌گیری، به شبیه‌سازی نمونه مطالعاتی مذکور در نرم‌افزار ریلوکس پرداخته‌شده است. داده‌های ورودی به نرم‌افزار بر طبق جدول ۴ بوده است. در اندازه‌گیری و شبیه‌سازی 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 همسایگی‌های اطراف و وجود سایه‌اندازی‌ها نیز برای ایجاد شرایط واقعی‌تر در شبیه‌سازی‌ها لحاظ گردیده است. درنهایت طبق شکل ۹ مقایسه مقادیر حاصل از شبیه‌سازی و اندازه‌گیری‌ها با یکدیگر انجام‌گرفته است.

جدول ۴ – داده‌های ورودی به نرم‌افزار جهت اعتبارسنجی
(مآخذ: نگارنده)

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

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



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.

$\overline{X}$=۶۴۸۲/۰۹۵ lux

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\hat{x}_i)^2}=۷۸۰۷/۵۲$$

$$RRMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\hat{x}_i-x_i}{x_i}\right)^2}=۰/۳$$

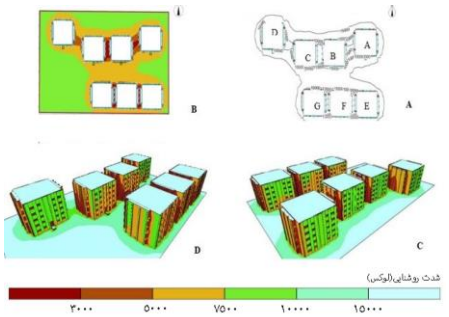
۸-یافته‌های تحقیق

در این مرحله از تحقیق به شبیه‌سازی و آنالیز نمونه مطالعاتی موجود و مدل‌های پیشنهادی جهت دستیابی به اهداف پژوهش پرداخته‌شده است. نتایج سناریوهای مختلف در نظر گرفته‌شده به‌عنوان آلترناتیو برای نمونه مطالعاتی، در قالب جدول، نمودار و تصاویر گرافیکی آورده شده است. ازآنجاکه 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 گرفته‌شده است.

۸-۱-مدل‌سازی وضع موجود نمونه مطالعاتی

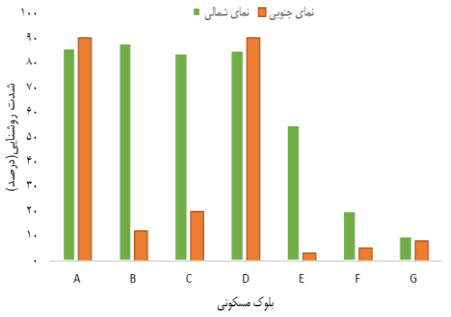
همان‌طور که گفته شد ابتدا وضعیت موجود نمونه مطالعاتی، در نرم‌افزار ریلوکس مدل‌سازی شده است. سپس با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این بخش، مدل‌های پیشنهادی ارائه گردیده‌اند. شکل ۱۰ نحوه توزیع شدت روشنایی بر سطح پلان و نمای بلوک‌های مسکونی را نشان می‌دهد. همان‌طور که از قسمت B مشخص است در فاصله بین بلوک‌ها 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

بسیار بیشتر بوده است، به‌طوری‌که این میزان برای بلوک E در کمترین مقدار خود بوده است. دلیل این امر می‌تواند وجود فضای باز، خالی، نبود عامل محیطی مزاحم در سمتی از بلوک مسکونی، سایه‌اندازی ساختمان‌های اطراف، فواصل بین بلوک‌ها و مصالح استفاده‌شده در نمای جبهه‌های مختلف بلوک‌های مسکونی بوده باشد که در بخش‌های بعدی به بررسی بیشتر چگونگی تأثیر این عوامل پرداخته‌شده است.



شکل۱۰-نتایج شبیه‌سازی 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)

(مآخذ: نگارنده)



شکل۱۱- درصد شدت روشنایی رسیده به نماهای شمالی و جنوبی در وضعیت موجود بلوک‌های مسکونی

(مآخذ: نگارنده)

۸-۲-بهینه‌سازی روشنایی نمونه مطالعاتی

۸-۲-۱-بازتاب پذیری مصالح سطوح

همان‌طور که در بخش مقدمه و مبانی نظری نیز گفته شد، ازآنجاکه تغییر مصالح سطوح عمودی و افقی ساختمان‌ها در مقیاس شهری بر میزان نور روز واردشده به داخل ساختمان‌ها تأثیرگذار است، در این بخش از تحقیق به بررسی تأثیر این متغیر پرداخته‌شده 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 گرفته‌شده است. به این صورت که میانگین نتایج شبیه‌سازی‌ها برای پیک گرمایش و سرمایش سالانه در نظر گرفته‌شده است. جدول ۵ مصالح انتخاب‌شده با ضرایب بازتاب مختلف برای جداره‌های شهری در نمونه مطالعاتی را نشان می‌دهد. 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 گرفته‌شده است. میزان شدت روشنایی متوسط در محوطه بیرونی بلوک‌های مسکونی نیز برای هر سناریو نوشته‌شده است.

جدول ۵-میزان درصد ضریب بازتاب، مقدار و توزیع شدت روشنایی متوسط بر سطح افق و نمای ساختمان‌ها برای متریال های در نظر گرفته‌شده در جداره‌های بلوک‌های مسکونی

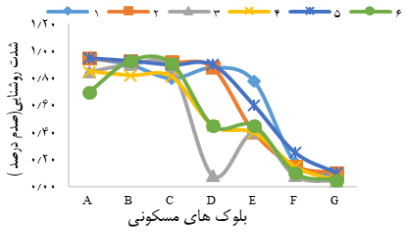
(مآخذ: نگارنده)

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

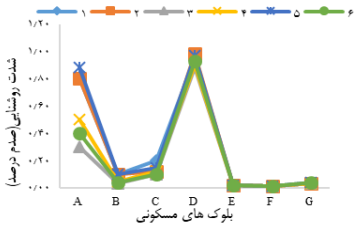
مسکونی	۳	چوب زبان‌گنجشک	۸۹/۷	۱۵۷۰۰
	۴	سنگ	۷۱/۲	۱۵۷۰۰
	۵	آجر	۲۰/۱	۱۵۳۰۰
	۶	آجر روشن	۷۷/۷	۱۵۳۰۰
ج: کف بیرونی بلوک‌های مسکونی	وضع موجود	سنگ	۶۱/۹	۱۵۴۰۰
	۱	آسفالت روشن	۲۶/۵	۱۵۴۰۰
	۲	خاک	۵/۸	۱۵۴۰۰
	۳	گیاه	۱۹/۸	۱۵۴۰۰
	۴	آسفالت تیره	۴/۱	۱۵۴۰۰
	۵	آب	۰/۰	۱۴۸۰۰
ذ: کف و جداره‌های بیرونی بلوک‌های مسکونی	۱	آجر تیره و روشن	۲۰/۱ و ۷۷/۷	۱۵۵۰۰
	۲	بتن، آجر و آسفالت روشن	۲۶/۵ – ۲۰/۱ و ۷۷/۷	۱۵۴۰۰
	۳	بتن، آجر، خاک	۵/۸ – ۲۰/۱ و ۷۷/۷	۱۵۴۰۰
	۴	بتن، آجر، گیاه	۱۹/۸– ۲۰/۱ و۷۷/۷	۱۵۴۰۰
	۵	بتن، آجر، آسفالت تیره	۴/۱ – ۲۰/۱ و ۷۷/۷	۱۵۴۰۰
	۶	بتن، آجر، آب	۰/۰ – ۲۰/۱ و ۷۷/۷	۱۴۸۰۰

همان‌طور که از جدول ۵ مشخص است، برای بررسی تأثیر نوع متریال جداره‌های بیرونی (نما و سطوح شهری) و بازتاب پذیری آن‌ها در میزان روشنایی دریافتی در نمای بلوک‌های مسکونی، در سه مرحله؛ ابتدا به‌جای متریال بتن نما سپس به‌جای متریال آجرنما و همچنین به‌جای کف سنگی مصالح رایج و مناسب با ضریب بازتاب پذیری متفاوت انتخاب‌شده است. همچنین چند سناریو ترکیبی به‌منظور بررسی تأثیر هم‌زمان مصالح نما و کف در نظر گرفته‌شده است. درنهایت در این مرحله ۲۳ سناریو برای بهینه‌سازی وضعیت روشنایی نمونه مطالعاتی مورد شبیه‌سازی قرارگرفته است که نتایج آن‌ها به‌صورت نمودار آورده شده است. شکل ۱۲ حالت ۱ میزان روشنایی در محدوده ۷۰۰۰– ۱۰۰۰۰ برای نمای شمالی بلوک‌های 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 کاهش‌یافته 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. درواقع با تغییر در بازتاب پذیری و میزان انعکاس نور خورشید مقدار و محدوده فاکتور نور روز رسیده به نمای ساختمان نیز تغییریافته که همین امر تأثیر این متغیر را به‌خوبی نشان می‌دهد. در حالت ۳ نتایج سناریوهای موردنظر به‌عنوان آلترناتیو برای متریال 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 متریال چوب کاج به‌عنوان متریال انتخابی آجر نمای ساختمان میزان روشنایی بیشتری را در بلوک‌ها به خود اختصاص داده است. حالت ۵ سناریوهای در نظر گرفته‌شده برای متریال کف را نشان می‌دهد که سناریوی یک نسبت به بقیه بهتر عمل کرده

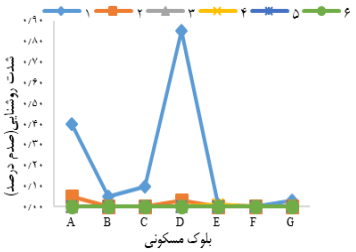
است. این نتیجه از حالت ۶ نیز به دست می‌آید؛ بنابراین انتخاب متریال آسفالت درشت روشن برای سطوح شهری گزینه مناسب‌تری است. در حالات ۷ و ۸ نیز نتایج سناریوهای ترکیبی در نظر گرفته‌شده برای جداره‌های بیرونی و سطوح شهری در نمونه مطالعاتی مشاهده می‌شود. طبق آن، سناریو یک که ترکیبی از انتخاب آجر تیره- آجر روشن و کف سنگی است. به‌عنوان 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 آن‌ها متفاوت است. درواقع مصالحی که تأثیرشان در میزان روشنایی بسیار کم بوده است در همه حالات دیده می‌شود. همچنین نوع تغییرات در سناریو مطلوب نیز در همه حالات به این صورت است که در بلوک‌های A و D بیشتر و در سایر بلوک‌ها کمتر بوده است. تفسیر و دلایل این اتفاق نیز در بخش‌های قبلی (در بررسی وضع موجود بلوک‌های مسکونی) بیان‌شده است.



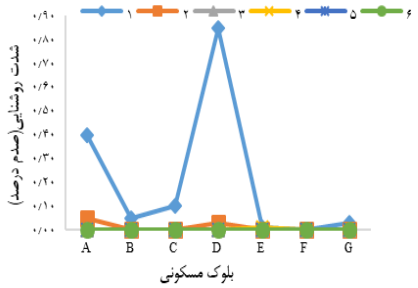
A



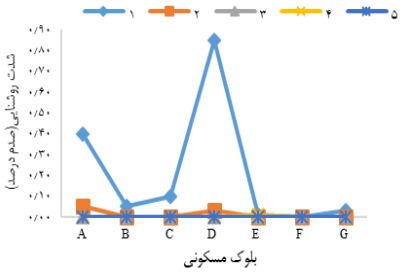
B



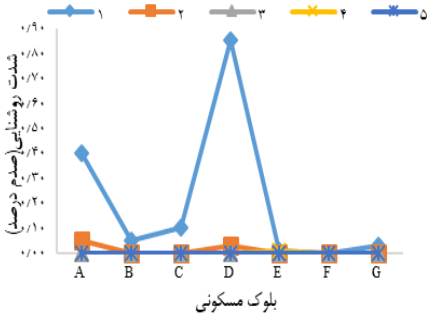
C



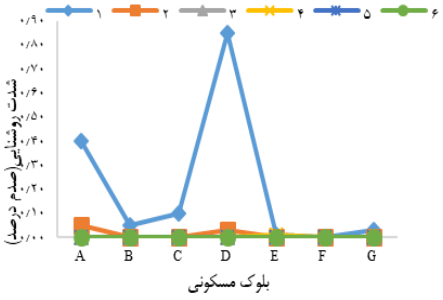
D



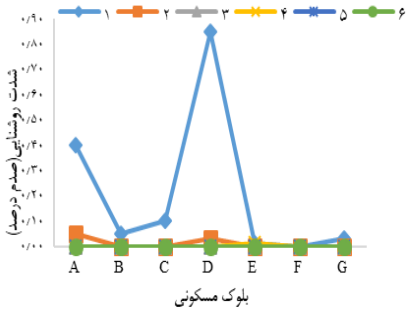
E



F



G



H

شکل۱۲- شدت روشنایی رسیده به بلوک‌های مسکونی طبق جدول ۵(حالت ۱: نمای شمالی بلوک‌های مسکونی برای سناریوهای دسته I طبق جدول ۵) (حالت ۲: نمای جنوبی برای سناریوهای دسته I)(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)

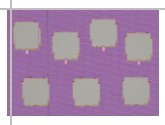
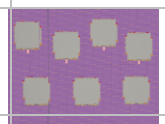
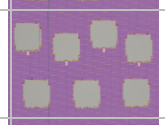
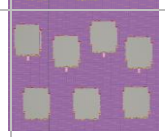
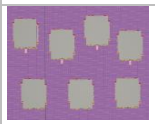
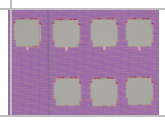
(مآخذ: نگارنده)

۸-۲-۲-چیدمان بلوک‌های مسکونی

با توجه به موارد گفته‌شده در مقدمه، در این بخش از تحقیق موقعیت بلوک‌های مسکونی (ارتفاع و چیدمان بلوک‌ها) به‌عنوان یک راهکار پیشنهادی جهت تعدیل شدت روشنایی، موردبررسی قرارگرفته است. نتایج این بررسی در جدول، ۷، ۶ و شکل ۱۴ آمده است. سناریوها به این شکل بوده است که در سناریو ۱ ارتفاع بلوک‌های مسکونی همچون وضعیت موجود ۱۷ متر بوده است و تنها نوع چیدمان آن‌ها تغییریافته است. در سناریوهای ۲ تا ۵ با ثابت بودن همان چیدمان تغییرات ارتفاع بررسی‌شده است. در سناریو ۶ نیز با ثابت بودن همان ارتفاع ۱۷ متر نوع چیدمان دیگری برای بلوک‌های مسکونی بررسی‌شده است.

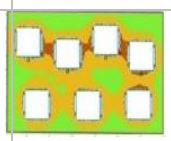
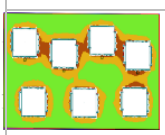
جدول ۶-میزان ضریب بازتاب، مقدار و توزیع شدت روشنایی متوسط بر سطح افق در فرم و موقعیت‌های پیشنهادی برای بلوک‌های مسکونی

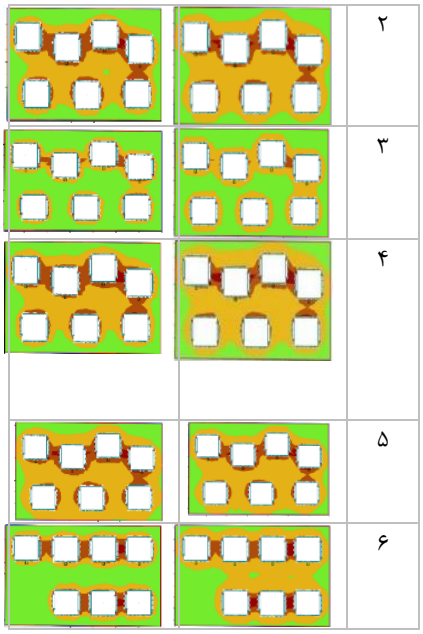
(مآخذ: نگارنده)

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

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

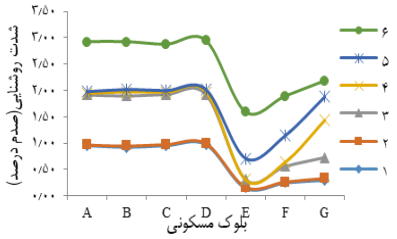
(مآخذ: نگارنده)

سناریو	پلان توزیع شدت روشنایی در پیک سرمایش سال	پلان توزیع شدت روشنایی در پیک گرمایش سال
۱		

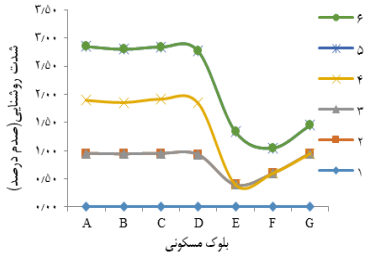


در سناریو شماره یک، همان‌طور که از شکل ۱۳ مشخص است تنها با تغییر در چیدمان بلوک‌ها نسبت به وضعیت موجود آن‌ها و با ثابت بودن ارتفاع ۱۷ متری برای هریک از بلوک‌ها، شرایطی متعادل‌تر و بهینه‌تر از وضعیت موجود نمونه مطالعاتی به‌دست‌آمده است. همچنین افزایش ارتفاع بلوک‌ها تأثیر مثبت و کاهش ارتفاع تأثیر منفی در این نتایج گذاشته است. افزایش ارتفاع نیمی از بلوک‌ها طبق سناریوی ۴ و ۵ تا حدود زیادی همانند سناریو ۲ عمل کرده است. همان‌طور که از شکل ۱۳ به دست می‌آید برای نماهای شمالی و جنوبی در دو حالت D و B سناریوهای ۳ و ۶ در پایین‌ترین مقدار خود می‌باشند و سناریو ۲ در محدوده میانی باوجود نوساناتی در مقادیر خود است. همچنین سناریوهای ۱- ۴- ۵ دارای نوسانات زیادی هم در سمت مقادیر پایین نمودار و هم در مقادیر بالا می‌باشند. به‌علاوه 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 قرارگرفته است. به‌علاوه 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 می‌شود که سناریو ۲ به نسبت سایر سناریوها در چهار حالت برای نماهای شمالی و جنوبی در محدوده مناسب‌تری از مقادیر شدت روشنایی در بلوک‌های مسکونی است. درواقع نتایج شدت روشنایی رسیده به‌نما و نیز داخل ساختمان در حالت چیدمان نامنظم بلوک‌های مسکونی همراه با افزایش ارتفاع آن به‌صورت بهینه‌تری است.

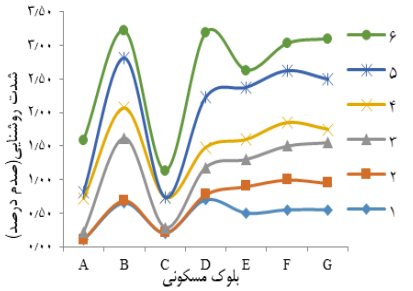
همچنین سناریو ۶ که چیدمان منظم بلوک‌ها است باعث ایجاد فضاهایی تاریک در بین بلوک‌ها و محدود شدن محدوده توزیع مناسب روشنایی شده است. در سناریو سوم نیز که با کاهش ارتفاع بلوک‌های مسکونی روبه برو شده است، دیده می‌شود که سطوح روشنایی بیشتری فراهم آمده است؛ بنابراین کاهش ارتفاع بلوک‌های مسکونی همراه با افزایش فاصله بین آن‌ها تأثیر مطلوب و مناسبی در نحوه توزیع روشنایی در سطوح افقی و عمودی نمونه مطالعاتی گذاشته است. درواقع با زیادشدن فاصله بین بلوک‌های شهری و کاهش ارتفاع آن‌ها میزان دستیابی به روشنایی خورشید در سطوح مختلف بیشتر می‌شود. درنهایت در بین سناریوهای پیشنهادی سناریو ۳ ازنظر دستیابی به تابش خورشیدی در بلوک‌های شهری گزینه مناسب‌تری است. در بیان تفسیر نتایج باید عنوان کرد که با تغییر در فاصله و موقعیت بلوک‌های مسکونی و نیز تنوع ارتفاعی، مسیر عبور و بازتاب مقدار نور خورشید رسیده به نمای ساختمان و فضاهای داخلی به‌صورت بهتر و توزیع آن نیز متعادل‌تر بوده است. این نتایج با توجه به رفتار فیزیکی نور و عملکرد آن نیز تائید می‌شود. در فصول گرم سال نیز برای متعادل‌تر شدن شرایط دمایی و تابش خورشیدی می‌توان از سایه‌اندازهای مناسبی استفاده نمود.



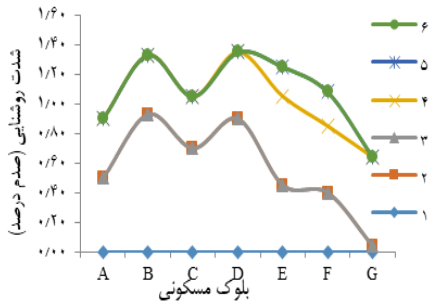
A



B



C



D

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

۹-نتیجه تحقیق

در این مقاله تأثیر بازتاب پذیری مصالح جداره‌های نما ساختمان، سطوح شهری و همچنین ارتفاع و چیدمان بلوک‌های مسکونی بر میزان تابش خورشیدی (٪) کسب‌شده در یک مجموعه بلوک شهری اقلیم سرد و معتدل شهر کرمانشاه موردمطالعه قرارگرفته است. نتایج این پژوهش نشان داده است؛ انتخاب متریال آجر با ضریب بازتاب پذیری ۲۰٫۱٪ می‌تواند میزان کسب روشنایی خورشیدی در نما و بازشوهای ساختمان را تا ۳۰٪ افزایش دهد و میزان فاکتور نور روز (٪) مناسب‌تری را در فضاهای داخلی ساختمان ایجاد نماید. درواقع به‌نوعی ترکیب متریال آجر با ضریب بازتاب ۲۰ درصد ۴۶/۳ درصد و کف سنگی با ضریب بازتاب ۶۱/۹ درصد توانسته است ترکیب مناسبی ازنظر دریافت تابش خورشیدی در سطوح شهری باشد. جایگزین کردن سایر مصالح در جداره بلوک‌های مسکونی نتیجه مطلوبی را نشان نداده است و باعث افت شدید در میزان دریافت شدت روشنایی در نمای ساختمان‌ها شده است. همچنین با تغییر در موقعیت و ارتفاع بلوک‌ها نیز دیده می‌شود که طبق جدول ۶ ازلحاظ دریافت میزان روشنایی در نمای شمالی بلوک‌ها سناریوهای ۲-۴-۵ نسبت به بقیه بهتر عمل کرده‌اند و در بین این سه سناریو نیز سناریو ۵ (افزایش ارتفاع بلوک‌های جنوبی) توزیع روشنایی بهتری در محدوده ۷۰۰۰-۱۵۰۰۰ لوکس را در نمای شمالی تمامی بلوک‌ها موجب شده است. ازنظر دریافت میزان روشنایی در نماهای جنوبی نیز سناریو ۴ (افزایش ارتفاع بلوک‌های شمالی) نسبت به بقیه توزیع مناسب‌تری را داشته است. همچنین در نمای شمالی و جنوبی در بین سناریوهای ۲ و ۳، سناریو ۳ (افزایش ارتفاع بلوک‌ها) بهتر عمل کرده است؛ بنابراین ازنظر نوع چیدمان بلوک‌های مسکونی بهتر است بلوک‌ها به‌صورت مورب و باوجود فضای خالی بین آن‌ها ایجاد شوند تا افزایش و کاهش ارتفاع در بعضی از آن‌ها بر روی میزان روشنایی دریافتی بقیه بلوک‌ها تأثیر منفی ایجاد ننماید. در مطالعات بعدی نیز پیشنهاد می‌شود که میزان دقیق فاصله بلوک‌ها از یکدیگر (در جهت x و y) و نسبت آن با ارتفاع ساختمان‌ها در یک بلوک شهری، جهت دریافت روشنایی بیشتر و مناسب‌تر خورشیدی در پوسته ساختمان‌ها، استفاده از سایه‌اندازهای مناسب و بهینه، همچنین تأثیر این عوامل بر میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان‌ها نیز موردمطالعه قرار گیرد.

۱۰-تشکر و قدردانی

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

۱۱-پی‌نوشت‌ها

۱-Daylight factor (DF)
۲-Comfort
۳-Reflection
٤- sky component(SC)
٥-Urban geometry
٦-Validation
۷-Uo
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).

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(۸).

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.2011.345.۳۶۳

- 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_irradiances

- 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-b193-۲۶۶۵□□۴۹۱□□۹

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

http://ibpsausa.org/index.php/ibpusa/article/vi/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/10.1080/۰۹۶۱۳۲۱۰۰۳۶۹۰۷۳

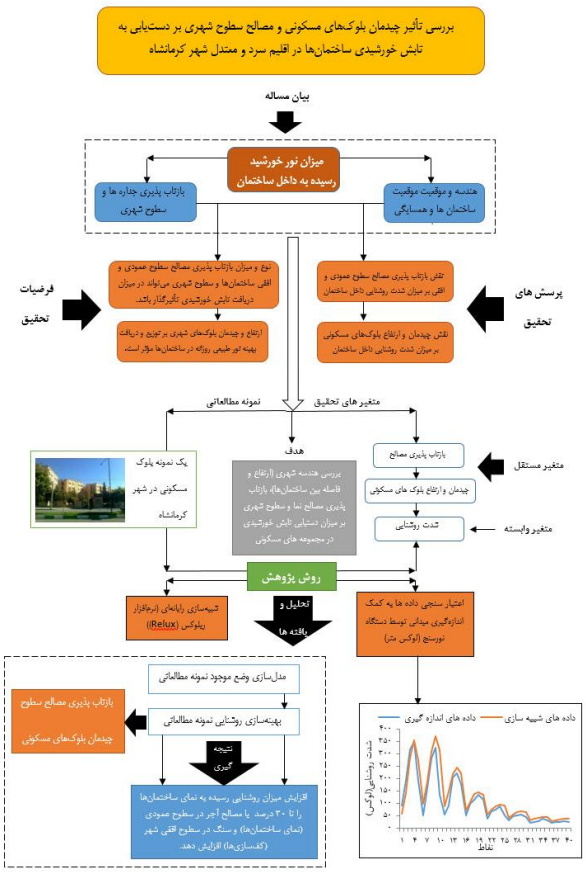
- Haapio, A. (2012). Towards sustainable urban communities. Environmental Impact Assessment Review, 32(1).

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
- Schmal wieser, 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.