

سنجش آسایش روشنایی شبانه و آلودگی نوری در محیط‌های رفاهی مجتمع‌های تجاری

پریسا مردی^۱، علی عسگری^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، دانشگاه هنر، تهران، ایران.
^۲ استادیار، گروه معماری، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. نویسنده مسئول.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵

چکیده

آلودگی بصری در محیط‌های اجتماع‌پذیر غیررسمی اماکن تجاری معاصر، ضمن کاهش کیفیت کالبدی فضاها و تعاملات اجتماعی، می‌تواند به‌مرور منجر به آسیب‌های جبران‌ناپذیری به دلیل عدم اطلاع کاربران از حضور در فضای آلوده و غیرقابل‌اندازه‌گیری بودن خیرگی، کنتراست نامناسب و یا وجود نور مستقیم گردد. که این موضوع در محوطه کافه-رستوران‌های تجاری که در دهه اخیر سهم بالایی از جذب مخاطب و ایجاد پیوندهای انسانی به‌واسطه ماهیت مکث و توقف مشابه با فضاهای رفاهی دارند، حائز اهمیت بالاتر می‌باشد. هدف پژوهش حاضر شناسایی نقاط و شرایط تشدیدکننده حداکثری خیرگی و آشفته‌گی نوری در محیط‌های اجتماع‌پذیر کافه-رستوران‌های مجتمع‌های تجاری-اداری شمیران سنتر، سون سنتر و سام سنتر به عنوان سه مجموعه شهری معاصر و جدید تهران است. پژوهش حاضر دارای هدف کاربردی علمی و ماهیت علی - تجربی است که بر پایه مدل‌های ریاضی و ارزیابی فوتومتریک فضا به سنجش فضای موجود در محدوده مطالعه با نمونه‌گیری غیرتصادفی و وابسته به استقبال مخاطبین می‌پردازد. برای این منظور تحلیل شدت روشنایی به کمک طیف لومینانس ناشی از تصویربرداری دینامیک نرم‌افزار لوپین متر، نسخه ۱.۱.۸ سال ۲۰۱۷ م. حین عکاسی صورت می‌پذیرد. از بین عوامل ایجادکننده خیرگی در فضاهای داخلی، نورپردازی‌های نقطه‌ای (به‌ویژه بر روی بستر روشن یا صیقلی سطوح) و سطوح شفاف و جداره‌های دارای ضریب انعکاس بالاتر در محوطه کافه-رستوران‌های انتخابی حداکثر خیرگی را سبب شده‌اند. خیرگی‌ها و آلودگی‌های روشنایی در بخش‌های مرتبط با قسمت‌های مرکزی بیشتر و در مقابل در قسمت‌های کنج کمتر است. همچنین تحقیق میدانی پژوهش نشان داد که با وجود رعایت «زاویه استقرار» و «میزان روشنایی لامپ‌های انتخابی» در محیط‌های مورد نظر پژوهش، تاثیر هم‌زمان «درخشندگی مصالح صیقلی»، «رنگ پس‌زمینه» و «تجمع نورپردازی در محیط‌های مرکزی و فضاهای اتصال» در هر سه مجموعه، باعث بوجود آمدن خیرگی ناشی از میزان درخشندگی خطوط و سطوح مقابل رویت کاربران در این حوزه‌ها گردیده است.

■ واژگان کلیدی: نورپردازی، آلودگی نوری، معماری داخلی، فضاهای تجاری، نور مصنوعی.

* نویسنده مسئول: E-mail: ali.asgari@iau.ac.ir

■ مقدمه

فضاهای رفاهی در مجتمع‌های تجاری که امروزه به نیابت مکان‌های اجتماع‌پذیر شهری، به ایجاد پیوندهای انسانی و تجمع‌های عمومی و غیررسمی کمک می‌نمایند، مکانی مستعد جهت تعاملات اجتماعی و زندگی جمعی به‌ویژه در اوقات فراغت افراد به شمار می‌روند (محمدی سالک و عسگری، ۱۴۰۱، ۸۶). این کارکرد که رابطه محکمی با کیفیت فضایی دارد، نیازمند توجه به آسایش افراد می‌باشد. نور نیز یکی از ابعاد کالبدی مکان می‌باشد که سبب ایجاد کیفیات مختلفی می‌شود. آسایش بصری نوری که همان عدم آزردهی مانند خیرگی، کنتراست نامناسب و یا وجود نور مستقیم خورشید تعریف می‌شود (Jakubiec & Rainhart, 2013) از مواردی است که می‌تواند کیفیت نهایی یک مکان را تحت تأثیر قرار داده و به‌نوبه خود بر حس تعلق به مکان تأثیر بگذارد (Nikzad et al., 2021, 196).

تأثیرات منفی آلودگی بصری یا آشفته‌گی نوری ناشی از نور طبیعی یا مصنوعی، بر زندگی روزمره، کمتر از سایر آلودگی‌های طبقه‌بندی‌شده و شناخته‌شده همچون آلودگی‌های آب، زمین، هوا و صوتی، قابل‌اندازه‌گیری است (فهیمی نیا و همکاران، ۱۴۰۱، ۴۵۸). همین امر سبب خطرناک‌تر بودن آسیب‌های ناشی از آن می‌شود. به‌بیان‌دیگر، شخص در زمان حضور در معرض آلودگی‌های محیط واکنش‌های متنوعی داشته که همین امر سبب خروج فرد از فضا یا اخذ توجه جهت رفع مشکل می‌شود. اما در خصوص آلودگی بصری، روند آهسته آسیب می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری را ممکن شود. این موضوع می‌تواند باعث کم‌بینایی، نابینایی مقطعی، خونریزی داخلی شبکیه چشم و حتی نابینایی دائم برای افراد و کاربران حاضر در این نوع فضاها گردد. این موضوع در کنار نیاز به روشنایی و کارکردهای زیبایی‌شناختی نورپردازی در جذب مخاطب یا خاطره‌انگیزی محیط‌های داخل و یا خارج ساختمان به‌واسطه نور مصنوعی، ضرورت توجه بر ارزیابی محیط‌ها را تقویت می‌نماید.

در این راستا پژوهش حاضر با پرسش «چه عواملی در تشدید آشفته‌گی نوری و ایجاد خیرگی در محیط‌های کافه-رستوران‌های^۱ مجتمع‌های تجاری مورد‌بحث موثر بوده و این میزان تا چه اندازه‌ای از متوسط روشنایی فضا^۲ فاصله دارد؟» و هدف ارزیابی پس از طراحی محیط‌های مورد‌بحث و به‌ویژه محیط‌های دارای پتانسیل مکث برای مراجعین در ابنیه تجاری، با تمرکز بر شناسایی نقاط و شرایط تشدیدکننده آلودگی بصری، اقدام به تحقیق در سه نمونه از فضاهای جمعی غیررسمی در اماکن تجاری - اداری تهران نموده است.

■ پیشینه پژوهش

کیفیت کالبدی یکی از مولفه‌های تأثیرگذار در ارتقای تجمع‌پذیری فضاهای غیررسمی مجتمع‌های چندمنظوره شهری است. این موضوع که با عملکرد یک فضا تعامل نزدیکی دارد، همواره مورد توجه علاقه‌مندان اجتماع‌پذیری فضاهای عمومی است (Dudek, 2019). دودک در پژوهشی با عنوان «تأثیر مکان سوم بر کیفیت حوزه عمومی» در سال ۲۰۱۹ م. با بررسی مستندات و مشاهدات میدانی از طریق مصادیق مشابه و جمع‌بندی بر پایه آن‌ها، شاخص سازی، ارتباطدهی هویتی، نفوذپذیری و کنش اجتماعی را از عوامل موثر بر این داستان تلقی نمود. در همین رابطه در پژوهش دیگری، اهمیت این کیفیت کالبدی و شاخصه موثر بر تشکیل آن، به‌عنوان عاملی موثر و تأثیرگذار در ثمربخشی هدف اصلی معرفی گردید (Asgari, 2023). در این میان تأثیر نور و روشنایی به‌عنوان مشخصه‌ای ذهنی

و عینی بر کیفیت کالبدی فضا بر کسی پوشیده نیست. میشل (1995)، با تشریح توان و نحوه نورپردازی محیط‌های مختلف، نور را نه تنها عاملی بر تقویت کیفیت فضا، بلکه سازنده فضا می‌داند (Michel, 1995, 47). پژوهشی با عنوان «تاثیر ترتیبات مختلف نور بر درک فضا»، ضمن پذیرش وابستگی فرآیند درک فضا به توانمندی ادراکی مخاطبان، پردازش فضا و فهم فضا را به واسطه نور و تاثیرپذیری آن از جنبه کیفی را مورد توجه قرار می‌دهد (Manav & Yener, 1999). چک - مالیشک در حوزه معماری نور به این نتایج دست می‌یابد که معماری، با نور و رنگ تکمیل شده است؛ رنگ و شدت نور نقش مهمی در معماری دارند، چنانچه جنبه‌های زیبایی‌شناختی ساختمان‌ها با نور نشان داده می‌شوند و بافت یا رنگ آن‌ها را نشان می‌دهد. در واقع پدیده‌های نوری امکان ادراک معماری را اثربخش می‌کنند؛ و با حضور نور است که فرم بنا قابل‌رویت می‌شود (Chęć-Małyszczek, 2019). در حالی که امروز در جوامع شهری نور، باهدف تامین روشنایی و نورپردازی مورداستفاده و تحقق منظر کیفی و کالبدی می‌شود. استفاده غیراستاندارد و عدم سنجش کیفیت آن، پیشبرد مقصود و روند رو به توسعه کیفی آن را می‌کاهد. به این ترتیب در حوزه نور و آلودگی نوری تحقیقات زیادی طی سال‌های متمادی در ایران و خارج کشور صورت گرفته است.

صادقی و شمس (۱۳۹۶)، نورپردازی و توجه بر آن را در محیط‌های شهری، ارتقادهنده «ایمنی و امنیت»، «سرزندگی و حضور پذیری»، «هویت و شاخصی‌سازی» و «جهت‌یابی» می‌دانند. این پژوهشگران توجه به نورپردازی را ضمن ارتقای کیفی مولفه‌های عملکردی و کالبدی فضا، موثر در زیبایی‌شناختی نیز بیان می‌کنند. اما مسئله‌ای که در این پژوهش کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، تاثیرات منفی روان‌شناختی نور است. به طوری که آلودگی نوری، به طور صرف در بیان کاهش امکان مشاهده آسمان در شب بیان می‌گردد. شیروبی و میرزاده (۱۳۹۸) نیز در بیان جنبه‌های مثبت نورپردازی در پی پاسخ به تاثیرات رفتاری-محیطی ناشی از نور در پژوهشی با عنوان "تاثیر نور (طبیعی و مصنوعی) بر خلق‌وخو و روان انسان" که در بستر تاثیرات روان‌شناختی نور انجام شده به بیان این مطلب بسنده نموده که نور همیشه در فضا حضور دارد چه به صورت طبیعی یا مصنوعی چه به صورت مستقیم یا غیرمستقیم. ادراک و رفتار محیطی به میزان قابل‌توجهی متاثر از جنبه‌های روان‌شناختی نور است که باعث بروز رفتارهای گوناگون افراد در محیط می‌شود که بسته به ویژگی‌های فیزیکی نور متفاوت خواهد بود. مشابه با این پژوهش، رحمانیان و محمودی نیز به بیان تاثیرات مثبت روان‌شناختی نور طبیعی یا مصنوعی برای هر فضا و سلامت جسمانی و روحی افراد اشاره دارند (Rahmanian & Mahmoudi, 2020, 67). اما علاوه بر تحقیقاتی که پیرامون نور و تاثیرات کالبدی و رفتاری آن صورت گرفته است، مطالعاتی نیز پیرامون آلودگی‌های نوری و تاثیرات منفی اثرات نور صورت گرفته است. پورهاشمی و همکاران (۱۳۹۶) طی تحقیقاتی در حوزه آلودگی نور دریافت کردند، اگر نورهای مصنوعی به صورت استاندارد به کار گرفته نشوند می‌توانند نوعی آلودگی در فضا ایجاد کنند. که این موضوع سلامت انسان‌ها و کیفیت عمومی زندگی افراد را نیز تحت شعاع خود قرار می‌دهد.

در ادامه بررسی‌ها در حوزه آلودگی نوری، قربانی و همکاران (۱۳۹۳) عوامل آلودگی نوری را به این صورت شرح داده‌اند: یکی از عوامل آلودگی نوری خیرگی نور است که در نتیجه تضاد شدید فضای تاریک و روشن در میدان دید ایجاد می‌شود. این پژوهش که بر تحلیل آلودگی نوری واحدهای تجاری استوار است، لزوم توجه به کاهش آلودگی نوری، خیره‌کنندگی و فراتابی را شرطی برای افزایش مصونیت افراد جامعه از این عامل مضر بیان می‌دارد. اشاره به سایه‌های خشن و محیط‌های بیش‌ازحد روشن در کتاب «آلودگی نوری در کلان‌شهرها: تجزیه و تحلیل، تاثیرات و راه‌حل‌ها»، به حیاط زندان‌ها تشبیه شده و این موضوع را نه تنها در تقابل با سلامتی جسمی و روحی افراد، بلکه

منجر به کاهش ادراک کیفیت فضا نیز معرفی می‌دارد (Mizon, 2012, 72). مهدوی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵)، فدایی اردستانی و همکاران (۱۳۹۷) و فروزنده شهرکی و همکاران (۱۴۰۰)، آسایش روشنایی روز را در کلاس‌های درسی و یا محیط کتابخانه مورد تحقیق قرار داده‌اند؛ در این پژوهش‌ها، با عنایت به متغیرهایی ثابت همچون مساحت پنجره‌ها، شکل کلی، سایه‌بان‌ها (متحرک و یا ثابت) و جزئیات اجرایی آن‌ها، کنترل نور روز و متغیر وابسته‌ای تحت عنوان خیرگی با راهکارهایی همچون افزایش یا کاهش انعکاس، ضریب عبور یا انعکاس شیشه‌ها، عمق پنجره‌ها و تغییرات در سطوح کالبدی بیرونی ساختمان، تعدیل گردیده است. گورونچی در کتاب «آلودگی نوری در کلان‌شهرها؛ تحلیل، تاثیرات و راهکارها»، با تاکید بر نور مصنوعی، ضمن تشریح خطاهای رایج نورپردازی در محیط‌های عمومی همراه با مقایسه موردی فضاهای مختلف در شهرهای بزرگ جهان، آلودگی و آشفته‌گی نوری و خیرگی را تحت مولفه‌های متنوعی همچون، مصالح، نحوه استقرار روشنایی، نوع وسایل و ابزار روشنایی‌بخش، توزیع نور و غیره مورد تحلیل قرار می‌دهد (Goronczy, 2020).

آنچه از مقایسه پژوهش‌های پیشین استنباط می‌شود، این است که آسایش روشنایی چه در نور طبیعی و چه در نور مصنوعی، ضمن عدم تعمیم‌پذیری بحث به محیط‌های مشابه به دلیل متغیرهای پیچیده درونی و بیرونی، موضوعی مورد توجه در معماری معاصر تلقی شده و از حیث بالابردن کیفیت در فضاهای اماکن مختلف و یا شهری، مورد توجه می‌باشد. به همین دلیل، پژوهش حاضر از حیث نوع فضای مورد مداخله و شیوه پژوهش ذات نوآورانه‌ای داشته و می‌تواند در حوزه فضاهای تجاری و به‌خصوص مکان‌های سوم یا فضاهای معاشرپذیر در آن‌ها آغازکننده بحث تلقی گردد.

■ روش تحقیق

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی بوده که به جهت نگاه کنکاش‌گر پیرامون شناسایی مشکل فضاهای مورد بحث، یک پژوهش کاربردی - عملی است. همچنین به جهت سنجش وضع موجود بر پایه مدل‌های ریاضی و ارزیابی فوتومتریک فضا، یک پژوهش آمیخته علی-تجربی از منظر ماهیتی و روشی است. روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش به‌واسطه نیاز به برداشت بصری و عکاسی محیطی، میدانی بوده و جهت انتخاب مناسب‌تر فضاهایی جهت سنجش خیرگی، از نمونه‌گیری غیر تصادفی به شرح آنچه جلوتر اشاره می‌گردد استفاده نموده است.

فضاهای مورد مطالعه در پژوهش سه محوطه کافه- رستوران شمیران سنتر، سون سنتر و سام سنتر در شهر تهران در بازه زمانی بهره‌گیری از نور مصنوعی (پس از غروب آفتاب) بوده که به‌صورت غیر تصادفی و به‌واسطه ویژگی‌های فضایی و فراهم بودن امکان دسترسی جهت جمع‌آوری داده‌های لازم، انتخاب شده‌اند. همان‌گونه که در جدول (۱) نمایش داده می‌شود، مولفه‌های موثر بر آشفته‌گی نوری مصنوعی در هر یک از نمونه‌ها نمایش داده شده است. چنانچه پیش‌از این اشاره شده، علاوه بر منابع نور که به طور میانگین دارای میزان روشنایی ۵۰۰ لومن بوده‌اند، نوع و نحوه چیدمان آن، عوامل محیطی دیگری همچون مصالح به لحاظ تاثیر انعکاسی حاضر اهمیت است. برای سنجش حدودی میزان بازتاب مصالح^۱، مصالح غالب در این محیط‌ها مانند، فلز، آبنه، شیشه، سنگ، گچ، چوب، آجر و بتن، عددگذاری شده و در محاسبات حدودی با درصد نمایش داده شده است.

جدول ۱. معرفی فضاهای مورد مطالعه در تهران (نگارندگان)

| متغیر | نوع متغیر | شمیران سنتر | سون سنتر | سام سنتر ^۲ |
|-------------------------------------|------------|--|--|---|
| آدرس | | منطقه ۱ تهران - اقدیسه مجاور بزرگراه ارتش غرب | منطقه ۸ تهران - ضلع جنوب غربی میدان هفت حوض | منطقه ۴ تهران - خ پاسداران، کوچه بوستان پنجم |
| زیربنا و تعداد طبقات | | ۳۲ هزار متر - ۱۰ طبقه (URL 1) | ۲۰ هزار متر - ۱۱ طبقه (URL 2) | ۱۵ هزار متر - ۷ طبقه (URL 3) |
| محل استقرار محوطه کافه - رستوران | | طبقه چهارم | طبقه پنجم | طبقه چهارم و پنجم |
| نوع نورپردازی | سقفی | * | * | * |
| | دیواری | | | * |
| | مخفی | | * | |
| رنگ نور | سفید گرم | | * | |
| | سفید سرد | * | | * |
| | سایر نورها | | * | * |
| نوع چیدمان نورپردازی | موضعی | * | | |
| | متمرکز | | * | |
| | پراکنده | | | * |
| بازتاب مصالح | درصد | ۶۰ | ۳۵ | ۴۰ |
| نوع چیدمان مبلمان | نظام یافته | | | * |
| | متنوع | * | * | * |
| نوع منابع روشنایی | نوع چراغ | خطی توکار سقفی + سقفی LED گرد | سقفی توکار + سقفی SMD توکار مستطیلی و روکار مربعی | ریلی + دیواری + سقفی توکار و روکار + لوستر شاخه‌ای |

در این پژوهش سنجش شدت روشنایی در نقاط انتخابی که به کمک الگوی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی^۵ مبتنی بر جمعیت‌پذیری فضاها انتخاب گردیده‌اند، به کمک نرم‌افزار لویپین متر، نسخه ۱.۱.۸ سال ۲۰۱۷ م.^۶، محصول شرکت نورپردازی اندو^۷، صورت پذیرفته است. شرح روند کار به این شکل است که در نقاط انتخابی در پلان‌های مجموعه‌ها، دو زاویه دید به روبه رو (گفتگو با مخاطب) و دید به پشت (تماشای محیط) انتخاب شده و پس از عکاسی با سقف محدوده دینامیکی^۸ تعریف شده در این نسخه، تصاویر با کمک الگوریتم درخشندگی^۹ موجود در محیط نرم‌افزار، اندازه‌ها و بیشترین و کمترین میزان شدت روشنایی برداشت شده برحسب لوکس را نشان داده شده اند. در جدول (۲)، پلان‌ها و ارزیابی اجتماع‌پذیری فضاها با رنگ نمایش داده شده است (رنگ‌های تیره‌تر نشان از اجتماع‌پذیری و رنگ‌های خاکستری نشان‌دهنده سایر فضاهای کافه-رستوران‌ها می‌باشند).

جدول ۲. پلان هر یک از محوطه‌های کافه- رستوران‌ها به همراه نمایش نقاط انتخابی (نگارندگان)

| نقاط انتخابی | ارزیابی اجتماعی پذیری | نام بنا |
|---|--|-------------|
|  <p>تصویر ۲. پلان مجموعه شمیران سنتر (URL 1)</p> |  <p>تصویر ۱. لکه‌گذاری پلان مجموعه شمیران سنتر بر اساس حضور مخاطب (نگارندگان، به صورت برداشت میدانی)</p> | شمیران سنتر |
|  <p>تصویر ۴. پلان مجموعه سون سنتر (URL 2)</p> |  <p>تصویر ۳. لکه‌گذاری پلان مجموعه سون سنتر بر اساس حضور مخاطب (نگارندگان، به صورت برداشت میدانی)</p> | سون سنتر |
|  <p>تصویر ۶. پلان مجموعه سام سنتر (URL 3)</p> |  <p>تصویر ۵. لکه‌گذاری پلان مجموعه سام سنتر بر اساس حضور مخاطب (نگارندگان، به صورت برداشت میدانی)</p> | سام سنتر |
| | <p>■ فضاهای خارج از محدوده بررسی ■ فضاهای دارای متوسط مخاطب بیشتر ■ فضاهای دارای متوسط مخاطب متوسط ■ فضاهای دارای متوسط مخاطب حداقل</p> | راهنما |

■ مبانی نظری

نور به عنوان یک عنصر غیر کالبدی، تاثیر بسیاری در کیفیت فضا، ادراک مکان و تصویر ذهنی افراد از محیط، رفتار و حتی سلامت جسمی و روانی انسان دارد که با توجه به تغییر ساختار زندگی جوامع که بخش عظیمی از فعالیت‌های انسانی در ساعات شبانه صورت می‌گیرند، استفاده از نورهای مصنوعی در عدم حضور نور طبیعی روز، ضروری است؛ اما باید دانست، استفاده غیراستاندارد از این ابزار می‌تواند آسیب‌زا باشد و سبب آلودگی نوری شود (Zielińska-Dabkowska, 2020, 4997).

در کنار مفهوم نظری و کاربردی نور، روشنایی یک مفهوم کمی است که می‌تواند با واحدهایی همچون «لوکس» در محاسبات دخالت نماید. شار نوری با تابش بر احجام موجبات ادراک فضا را توسط چشمان ایجاد می‌کند و این مسئله می‌تواند ضمن تحقق کارکرد فضا، به جذابیت نیز منجر شود (علوی طبری، ۱۳۹۵، ۶۲). متوسط روشنایی فضا یکی از مولفه‌های موثر در بالابردن کیفیت فضا می‌باشد که توسط طراحان در حین طراحی روشنایی و معماری مورد توجه قرار می‌گیرد (Bovik, 2009, 555). این مفهوم که به کمک محاسباتی لگاریتمی از میزان تقریبی درخشندگی در شبکه‌ای تعریف شده، صورت می‌پذیرد، روش ساده‌ای برای میزان سنجش نور محیطی در یک فضا می‌باشد (McReynolds & Blythe, 2005, 211).

آشفته‌گی نوری به معنای هرگونه اثر منفی نور مصنوعی است. هنگامی که نورهای مصنوعی در زمان یا مکان نامناسب و یا بدون رعایت استانداردها محیط را آلوده کنند، آشفته‌گی نوری نامیده می‌شود. نور بر اساس سه عامل زمان، مکان و کیفیت استوار است که تغییر در هر کدام از این متغیرها می‌تواند شرایط را به گونه‌ای تغییر دهد که یک آلودگی نوری در وضعیت جدید دیگر به عنوان یک آلودگی شناسایی نشود (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳، ۵۲). آشفته‌گی نوری اثرات مخربی بر انسان و محیط‌زیست وارد می‌کند و سلامت آن‌ها را تهدید می‌کند. از جمله عواملی که آلودگی نوری ایجاد می‌کنند می‌توان به فراتازی نوری، روشن‌سازی بیش‌ازحد، خیره‌کنندگی، سوسوزدن و درهم‌ریختگی منابع نوری اشاره کرد (پورهاشمی و همکاران، ۱۳۹۶). عواملی همچون نوع لامپ، زاویه پرتو و توزیع نور چراغ، جهت، محل قرارگیری و برنامه‌ریزی آن‌ها به‌طور قابل‌توجهی بر درصد نهایی آلودگی نوری تاثیر می‌گذارد. محاسبات مختلفی در این خصوص با در نظر گرفتن ساختار معماری نماها، نحوه انعکاس نور ساطع شده، تاثیر انعکاس‌ها در بحث میزان سنجی آلودگی نوری دخالت دارد. در این راستا ابزارهای متنوعی برای محاسبات تجربی فوتومتریک قبل از طراحی و بعد از اجرا مورد استفاده قرار می‌گیرند که در عین زیبایی، اثرات منفی نورپردازی و به‌ویژه آلودگی نوری را کاهش دهند (Tomasovits et al., 2021, 6).

یکی از عوامل آلودگی نوری خیره‌کنندگی است. پدیده خیرگی نور زمانی رخ می‌دهد که میزان روشنایی که در میدان دید انسان قرار می‌گیرد از میزان روشنایی که چشم انسان می‌تواند با آن تطابق داشته باشد بیشتر یا کمتر باشد به گونه‌ای که سبب آزار و کاهش دید شود (علوی طبری، ۱۳۹۵، ۶۲). چنانچه در شدت و کمیت نور تغییر ایجاد شود می‌تواند عملکرد بصری کاربران را در طول روز تحت تاثیر قرار دهد. افزایش یا کاهش شدت نور می‌تواند در عملکرد بینایی اختلال ایجاد کند و در نتیجه سبب خیرگی گردد (فدایی اردستانی و همکاران، ۱۳۹۷، ۲۸). پدیده خیرگی نور، در نتیجه تضاد شدید فضای تاریک و روشن در میدان دید ایجاد می‌شود، در نتیجه چشم انسان در اثر این تضاد نوری دچار پدیده خیرگی می‌شود. از جمله مواردی که می‌توانند باعث خیرگی نوری شوند می‌توان به زاویه

نامناسب تابش، بیش از حد روشن بودن فضا، نصب چراغ در ارتفاع نامناسب، عدم وجود حفاظ روی چراغ اشاره کرد. (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳).

■ تحلیل یافته‌ها

چنانچه اشاره گردید، در هر یک از نمونه‌های موردی، تصاویری از زاویه‌های مختلف فضا، چنانچه در جدول (۲) نمایش داده شده، اخذ گردیده اند. این تصاویر در محیط نرم‌افزاری لوپین متر، نسخه ۱.۱.۸ سال ۲۰۱۷ م، در دو مرحله تحلیل گردیدند. در مرحله نخست نوع فضا مشخص شد تا میزان روشنایی طبق داده‌های اولیه نرم‌افزار در بازه ۵۵ تا ۶۵، برای محیط‌های رستورانی، مورد استناد قرار گیرند. در ادامه پس از آنالیز تصویر از حیث رنگ و نور، نقاطی در هر تصویر انتخاب شده تا با توجه بر شناخت کامل‌تر نسبت به مصالح محیطی در بازدید میدانی، مواد و مصالح در ارزیابی تحلیلی دخالت بیشتری داشته باشند.

■ مجتمع اداری-تجاری شمیران سنتر


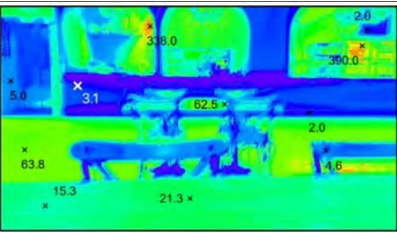


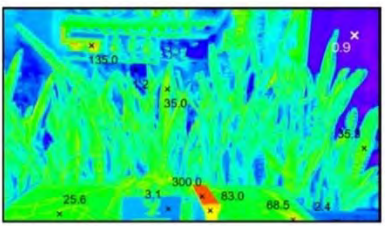

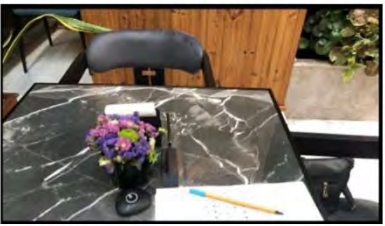
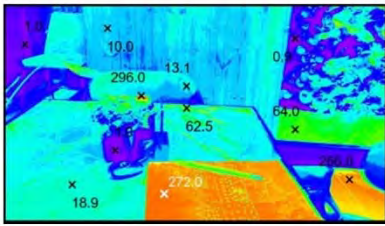

بر طبق آنچه گفته شد، در مجتمع اداری-تجاری شمیران سنتر، تصویربرداری از طبقه چهارم (تصویر ۷) که محل قرارگیری محوطه کافه-رستوران‌های این مجموعه می‌باشد، آغاز گردید. این تصویربرداری با عنایت به رعایت حقوق شهروندی افراد، در ساعت خلوتی فضا و با اجازه از ایشان در دو محدوده‌ی کلی A و B صورت پذیرفته است.



تصویر ۷. محوطه کلی محوطه کافه-رستوران‌های مجتمع اداری-تجاری شمیران سنتر (URL 1).

جدول ۳. تحلیل خیرگی در محوطه کافه-رستوران مجتمع اداری و تجاری شمیران سنتر (نگارندگان)

| مقایسه تصویر واقعی و دینامیک | | دید | میز |
|---|---------|-----|-----|
| | روبه رو | A | |
| تصویر ۸. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |

| | | | |
|--|--|---------|----------|
|  |  | پشت | |
|  | | | |
| تصویر ۹. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |
|  |  | روبه رو | B |
|  | | | |
| تصویر ۱۰. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |
|  |  | پشت | |
|  | | | |
| تصویر ۱۱. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |

همان‌گونه که در جدول (۳) نمایش داده شده است، بافت پیرامونی در محدوده میز **A** دارای شیشه، فلز و چوب در دید روبه‌رو می‌باشد. و بیشترین میزان روشنایی در مصالح فلزی مشاهده می‌شود. فلز در دسته‌بندی مصالح با شفافیت بسیار زیاد است و از ضریب بازتاب زیاد برخوردار است. مصالح چوب در دسته مصالح با شفافیت کم طبقه بندی شده اما به دلیل صیقلی بودن از ضریب بازتاب متوسط برخوردار شد. پوشش کف از جنس سنگ است که جزو مصالح با بازتاب زیاد قرار می‌گیرد؛ از آنجایی که این آیتم از میزان شفافیت متوسط برخوردار است ضریب بازتاب متوسط دارد. در محدوده میز **B** بافت پیرامونی دارای درختچه‌های پهن برگ صیقلی است؛ علی‌رغم این که این آیتم در دسته مصالح با بازتاب کم بود ولی از ضریب بازتاب متوسط برخوردار شد.

■ مجتمع اداری-تجاری سون سنتر

در مجتمع اداری-تجاری سون سنتر، به واسطه وسعت بیشتر فضا و همچنین شکستگی نود درجه سالن اصلی، انجام پژوهش مشابه با فرآیند اشاره شده در نمونه قبلی در نقاط بیشتری صورت پذیرفت. در این گستره با توجه به عدم دسترسی به نقشه‌های مجتمع در مکاتبات نگارندگان، فرآیند عکاسی و برداشت از فضا به صورت هم‌زمان انجام

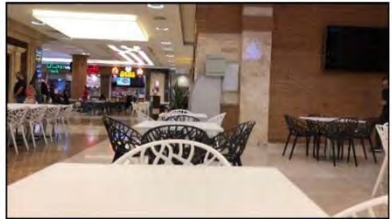
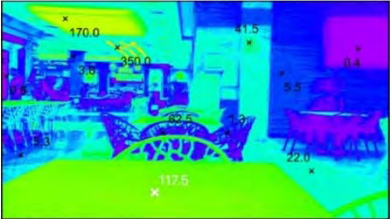

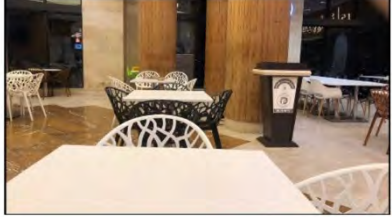
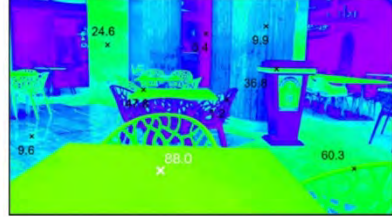
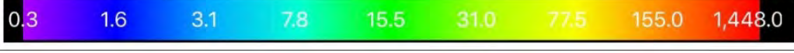
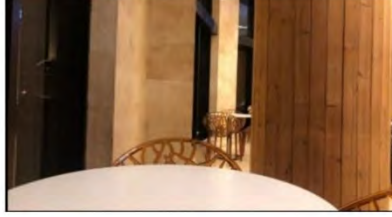
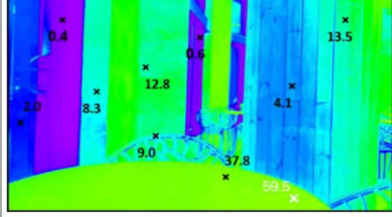
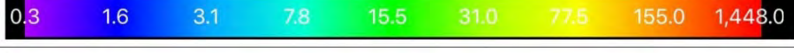
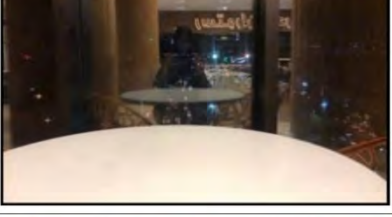
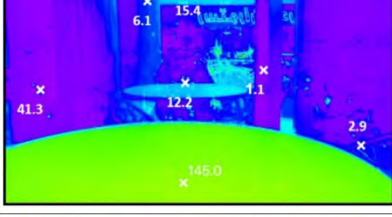

پذیرفت. به همین دلیل بخش‌های جانبی در نقشه‌های برداشت شده موجود در جدول (۲) دارای نقصان می‌باشند. صرف نظر از این موضوع، تصویربرداری‌ها با توجه به پیوستگی بیشتر فضای مورد بحث که در تراز پنجم ساختمان قرار گرفته (تصویر ۱۲)، با سیمای شهری پیرامونی، با در نظر گرفتن استقلال روشنایی فضای داخلی صورت پذیرفت. برای این منظور عکاسی در شب‌هایی انجام پذیرفته که محیط پیرامونی دارای روشنایی شهری متعارف بوده است و خیرگی افزاینده بابت نورپردازی مناسبتی شهری، در محاسبات و سنجش داخلی فضا، لحاظ نگردد.



تصویر ۱۲. محوطه کلی محوطه کافه- رستوران‌های مجتمع اداری- تجاری سون سنتر (URL 2).

جدول ۴. تحلیل خیرگی در محوطه کافه- رستوران مجتمع اداری و تجاری سون سنتر (نگارندگان)

| میز | دید | مقایسه تصویر واقعی و دینامیک |
|-----|---------|---|
| C | روبه رو | <p>تصویر ۱۳. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> |
| | پشت | <p>تصویر ۱۴. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> |

| | | | |
|--|--|---------|---|
|  |  | رویه رو | D |
|  <p>تصویر ۱۵. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
|  |  | پشت | D |
|  <p>تصویر ۱۶. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
|  |  | رویه رو | E |
|  <p>تصویر ۱۷. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
|  |  | پشت | E |
|  <p>تصویر ۱۸. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |

| | | | |
|--|--|---------|---|
| | | روبه رو | F |
| | تصویر ۱۹. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | |
| | | پشت | F |
| | تصویر ۲۰. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | |

همانگونه که در جدول (۴) نمایش داده شده است، در محدوده میز C بافت پیرامونی دارای درختچه‌های با شفافیت کم و بدون بازتاب نور است. با توجه به این که این آیتم در گروه مصالح با بازتاب کم است از ضریب بازتاب پایین نیز برخوردار است. مصالح چوب و سنگ، بافت پیرامونی در محدوده میز D را شامل می شوند. در دسته اول آیتم چوب در گروه مصالح با شفافیت کم است و از ضریب بازتاب کم برخوردار است. در دسته دوم، آیتم سنگ، دارای ضریب بازتاب متوسط است. میز E دارای مصالح شیشه و چوب در ساختار جانبی خود است. علی‌رغم این که شیشه در دسته مصالح با شفافیت زیاد است اما از ضریب شفافیت کم برخوردار است. در دسته دوم مصالح چوب، جزو مصالح با شفافیت کم است و دارای ضریب بازتاب متوسط تا کم است. جانمایی میز F در کنار غرفه‌ها شامل بافت سنگ در کف و ستون‌های چوبی در دید روبه‌رو و آیتم گیاه در دید پشت را شامل می‌شود. ضریب بازتاب مصالح بدین شرح می‌باشند: سنگ دارای ضریب بازتاب متوسط و گیاه با ضریب بازتاب کم است.

■ مجتمع اداری-تجاری سام سنتر

در مجتمع اداری-تجاری سام‌سنتر نیز، مشابه با فرآیند انجام پذیرفته در دو مجتمع قبلی، انجام تحلیل‌ها، با عکس‌برداری مقدماتی در تراز چهارم (تصویر ۲۱) مجموعه صورت پذیرفت. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در مجتمع مذکور، دو تراز برای محوطه کافه- رستوران‌ها، اختصاص یافته است که از طراحی داخلی مشابه مبلمان، نورپردازی، مصالح و بازشوها برخوردارند. لیکن با توجه به ضرورت تحلیل خیرگی روشنایی فضای داخلی بدون مداخله نورپردازی شهری پیرامونی، تراز چهارم برای مطالعات انتخاب گردید.

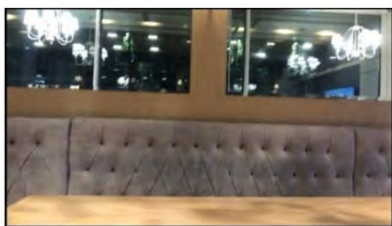
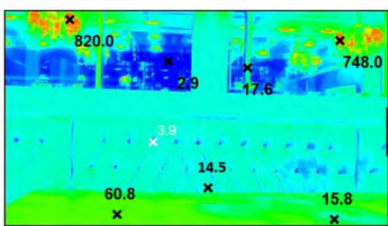

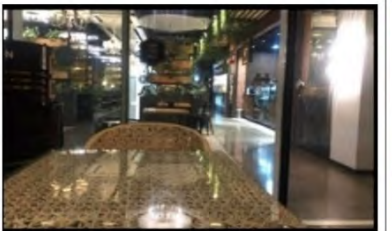
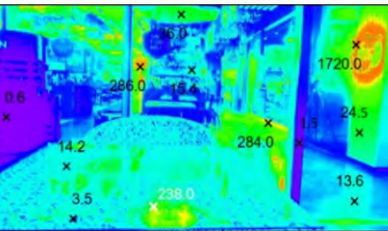
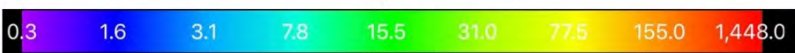

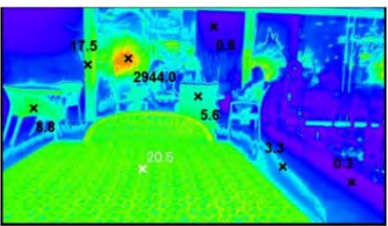



تصویر ۲۱. محوطه کلی محوطه کافه- رستوران‌های مجتمع تجاری سام سنتر (URL 3).

جدول ۵. تحلیل خیرگی در محوطه کافه- رستوران مجتمع اداری و تجاری سام سنتر (نگارندگان)

| میز | دید | مقایسه تصویر واقعی و دینامیک |
|-----|---------|---|
| G | روبه رو | <p>تصویر ۲۲. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> |
| | پشت | <p>تصویر ۲۳. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> |
| | روبه رو | <p>تصویر ۲۴. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> |
| | | |

| | | | |
|---|--|---------|---|
| | | پشت | |
| | | | |
| <p>تصویر ۲۵. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
| | | رویه رو | I |
| | | | |
| <p>تصویر ۲۶. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
| | | پشت | |
| | | | |
| <p>تصویر ۲۷. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |
| | | رویه رو | J |
| | | | |
| <p>تصویر ۲۸. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان)</p> | | | |

| | | | |
|--|--|---------|---|
|  |  | پشت | K |
|  | | | |
| تصویر ۲۹. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |
|  |  | روبه رو | K |
|  | | | |
| تصویر ۳۰. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |
|  |  | پشت | K |
|  | | | |
| تصویر ۳۱. مقایسه تصویر واقعی و دینامیک (نگارندگان) | | | |

همان‌گونه که در جدول (۵) نمایش داده شده است، بافت پیرامونی در محدوده میز G دارای فلز تیره و چوب است. علی‌رغم این‌که فلز در دسته مصالح با شفافیت زیاد طبقه‌بندی شده اما این آیتم از ضریب شفافیت بسیار کم برخوردار است. در دسته بعدی مصالح چوب در دسته مصالح با شفافیت کم گنجانده می‌شود، اما به دلیل صیقلی بودن دارای ضریب شفافیت متوسط می‌باشد. در محدوده میز H بافت پیرامونی به دو دسته جداره چوبی در دید مستقیم و مصالح چوب، گچ و گیاه آویز در محدوده دید به پشت تقسیم می‌شوند. در دید روبه‌رو؛ همان‌طور که اشاره شد؛ مصالح چوب در دسته مصالح با شفافیت کم است اما به دلیل صیقلی بودن و وجود منبع نور متمرکز (نورافشان) که با ارتفاع کم از میز قرار داشت، از ضریب شفافیت متوسط برخوردار شد. در دید پشت؛ وجود منبع نور نقطه‌ای در همجواری آیتم گیاه، ضریب بازتاب آن را با توجه به شفافیت کم، به درجه "متوسط" افزایش داده است. در دسته بعدی مصالح گچ به دو صورت بدون تمرکز منبع نور و دوم با تمرکز منبع نور اندازه‌گیری شده است. در دسته اول گچ از ضریب بازتاب زیاد و در دسته دوم این متربال دارای ضریب بازتاب متوسط است. میز J دارای آینه شفاف در جداره پشتی (در دید روبه‌رو) است، این آیتم در دسته مصالح با شفافیت بسیار زیاد است و از ضریب شفافیت بسیار زیاد برخوردار است. میز I دارای جداره شیشه‌ای نیمه شفاف در کنار خود و مصالح گچ با ضریب

بازتاب متوسط در دید پشت و همچنین دارای گیاه آویز و مصالح فلز تیره با ضریب بازتاب بسیار کم در دید رو به رو می‌باشند. در دید پشت مصالح گچ به دلیل وجود منبع نور متمرکز در بالای خود، با ضریب بازتاب متوسط بیشترین ضریب بازتاب در این دید را دارد. در دید رو به رو، وجود منبع نور سقفی در افق دید ناظر از ضریب بازتاب بسیار زیاد برخوردار است. جانمایی میز K در تراس مجموعه با پوشش کف بتن و ضریب شفافیت بسیار کم؛ و جداره شیشه‌ای با ضریب شفافیت زیاد قرار دارد. هر کدام از مصالح به ترتیب دارای ضریب بازتاب کم و ضریب بازتاب زیاد می‌باشند. همان‌طور که در جدول (۶) نمایش داده شده؛ میزان روشنایی و درخشندگی هر یک از نقاط مورد مطالعه و همچنین حداقل و حداکثر میزان درخشندگی در هر فضا برداشت شده است. در مقایسه با محدوده مناسب روشنایی برای محیط‌هایی مشابه کافه- رستوران، یعنی بازه ۵۵ تا ۶۵ لوکس، اکثر نقاط نه تنها از حداکثر روشنایی مورد بحث بالاتر نبوده، بلکه از حداقل نیز اغلب کمتر هستند. البته این موضوع با توجه به الگوهای رفتاری و کارکردی متفاوت محوطه کافه-رستوران نسبت رستوران دور از انتظار نیست. اما آنچه توجه را جلب می‌نماید، تفاوت حداقل و حداکثر درخشندگی در تحلیل‌های لوپین متر است. این مسئله نشان می‌دهد، علی‌رغم توزیع یکنواخت روشنایی، درخشندگی‌های آزاردهنده در محیط قابل توجه است. لازم به ذکر است، داده‌های موجود در جدول (۶)، از داخل نرم‌افزار لوپین متر، بخش اطلاعات بیشتر در خصوص تصاویر استخراج گردیده اند.

جدول ۶. میزان روشنایی و درخشندگی هر یک از نقاط در محوطه کافه- رستوران‌های مورد بررسی (محدوده مناسب: ۵۵ تا ۶۵) -

(نگارندگان)

| نقطه | حالت | روشنایی فضا | درخشندگی متوسط | تنوع درخشندگی | حداقل | حداکثر |
|------|---------|-------------|----------------|---------------|-------|--------|
| A | روبه‌رو | ۴۴ | ۱۵/۵۵ | ۰/۴۴ | ۰/۳ | ۱۴۴۸ |
| | پشت | ۵۰ | ۲۳ | ۰/۴۸ | ۰/۴ | ۲۴۳۲ |
| B | روبه‌رو | ۴۲ | ۱۲/۹ | ۰/۴۳ | ۰/۶ | ۵۱۶ |
| | پشت | ۵۶ | ۳۳/۷ | ۰/۵۰ | ۰/۳ | ۳۰۲ |
| C | روبه‌رو | ۴۵ | ۲۸/۴ | ۰/۷۹ | ۰/۳ | ۱۲۰۰ |
| | پشت | ۵۲ | ۳۴/۷ | ۰/۶۷ | ۰/۳ | ۱۴۰۸ |
| D | روبه‌رو | ۵۳ | ۳۶/۱ | ۰/۶۵ | ۰/۳ | ۱۳۱۲ |
| | پشت | ۴۷ | ۲۷/۵ | ۰/۷۰ | ۰/۲ | ۳۸۲ |
| E | روبه‌رو | ۴۲ | ۱۷ | ۰/۶۱ | ۰/۴ | ۲۹۰ |
| | پشت | ۴۹ | ۳۶/۵ | ۰/۸۱ | ۰/۳ | ۷۲۰ |
| F | روبه‌رو | ۵۵ | ۳۳/۵ | ۰/۵۴ | ۰/۹ | ۲۹۶۰ |
| | پشت | ۵۴ | ۲۷/۵ | ۰/۴۳ | ۱/۳ | ۵۹۳ |
| G | روبه‌رو | ۵۵ | ۳۵/۵ | ۰/۵۷ | ۰/۴ | ۴۰۸ |
| | پشت | ۴۷ | ۲۰/۶ | ۰/۵۲ | ۱/۲ | ۲۳۶۸ |
| H | روبه‌رو | ۴۶ | ۱۳/۶ | ۰/۲۷ | ۱/۲ | ۵۱/۵ |
| | پشت | ۴۸ | ۲۳/۶ | ۰/۵۵ | ۰/۳ | ۳۶۹۶ |
| I | روبه‌رو | ۴۳ | ۱۶ | ۰/۵۳ | ۰ | ۳۷۱۲ |
| | پشت | ۴۱ | ۱۴/۵ | ۰/۵۵ | ۰/۲ | ۷۳۲ |
| J | روبه‌رو | ۴۶ | ۲۱/۵ | ۰/۵۹ | ۰/۵ | ۲۵۴۴ |
| | پشت | ۵۰ | ۲۰/۲ | ۰/۳۵ | ۱/۳ | ۳۰۵۶ |
| K | روبه‌رو | ۴۹ | ۲۳ | ۰/۵۲ | ۰ | ۴۵۷۶ |
| | پشت | ۳۳ | ۸.۱ | ۰/۵۹ | ۰ | ۱۰۶۸۸ |

نتیجه گیری

در مقایسه تحلیل‌های انجام‌شده نرم‌افزار لوپین متر نسخه ۱.۱.۸ سال ۲۰۱۷ م، چنین مشاهده گردید که اغلب نورپردازی‌های نقطه‌ای، به‌ویژه نورپردازی‌های نقطه‌ای بر روی بستر روشن سقف یا دیوارها، به دلیل تقویت عملکردی نور با انعکاس پس‌زمینه، حداکثر خیرگی را در نگاه مستقیم یا پیرامون مسبب می‌گردند. از دیگر سو، پس از روشنایی نقطه‌ای، سطوح شفاف و جداره‌های دارای ضریب انعکاس بالا (جداره‌های سنگی تیره و براق)، خیرگی بالاتر را در مواجهه با زاویه‌های نامناسب نورپردازی ایجاد می‌نمودند که این موضوع به‌ویژه در جداره‌های سام سنتر مشهودتر بود.

هم‌چنین بر اساس نقطه‌زنی‌های انجام‌شده در هر سه محوطه کافه-رستوران، مشخص گردید خیرگی‌ها و آلودگی‌های روشنایی در بخش‌های مرتبط با قسمت‌های مرکزی بیشتر و در مقابل در قسمت‌های کنج کمتر است. این مهم با تشدید جداره‌های شفاف در مراکز و جداره‌های کدر در حواشی فضا، حداکثرها و حداقل‌های ارزیابی‌ها را نیز نمایش داده است. این نتایج ضمن تایید اهمیت و اولویت «نوع مصالح»، «ضریب انعکاس مصالح صیقلی»، «رنگ»، «زاویه استقرار»، «چیدمان» و «نوع لامپ و چراغ انتخابی» در پژوهش‌های پیشین، تشدید عوامل و هم‌افزایی آن‌ها را در کنار هم نیز نمایش داده است.

بدیهی است که پژوهش حاضر به جهت محدودیت مطالعاتی بر بستر نور مصنوعی و ساعات برداشت میدانی پس از غروب آفتاب (عدم بهره‌گیری از نور طبیعی) و همچنین استقرار فضای محوطه کافه-رستوران‌های انتخابی در تراز چهارم و پنجم و صرف‌نظر از روشنایی مصنوعی خارجی پس‌زمینه صورت پذیرفته است که این موضوع می‌تواند در خصوص پژوهش‌های آتی در نظر گرفته شود. همچنین پژوهش حاضر چنانچه در ابتدای مقاله نیز مطرح گردید با نفس ارتقای کیفیت محیطی فضاهای اجتماع‌پذیر در ساختمان‌های اداری-تجاری شکل‌گرفته است که این مهم می‌تواند در روش‌هایی کیفی و وابسته به آرای ادراکی مخاطبان نیز سنجش و مقایسه گردد. همچنین پژوهشگران آتی می‌توانند با مقایسه هم‌زمان عوامل موثر بر آلودگی نوری در فضای ساخته شده با طراحی شبیه‌سازی شده در محیط نرم‌افزارهای مرتبط با روشنایی، میزان دقت و کارایی هر یک از نرم‌افزارها و یا اعتبار داده‌های مرتبط با مصالح داخلی را مورد سنجش قرار دهند.

پی‌نوشت

۱. Food Court
۲. Average Luminance
۳. لازم به ذکر است که در حال حاضر دو مجموعه سام‌سنتر در سطح شهر تهران فعالیت دارند. همان‌گونه که اشاره گردید، نمونه موردی سوم در پژوهش حاضر مرتبط با مجتمع سام‌سنتر پاسداران است و ارتباطی با مجتمع سام‌سنتر الهیه ندارد.
۴. Reflection of light
۵. EIA: Environmental Impact Assessment
۶. Lupin meter, V 1.1.8 - 2017
۷. Endo Lighting Corporation
۸. HDR: High Dynamic Range
۹. Luminance
۱۰. Lux

فهرست منابع

- پورهاشمی، سید عباس و زارع، علی و موسوی مدنی، نگین. (۱۳۹۶). گسترش آلودگی نوری و راهکارهای حقوقی مبارزه با آن در کشورهای منتخب (ایران، فرانسه و چین). تحقیقات حقوق خصوصی و کیفری، ۱۳(۳۴)، ۸۹-۱۱۴.
- شیرویی، شیرین و میرزاده، مونا. (۱۳۹۸). تاثیر نور (طبیعی و مصنوعی) بر خلق و خو و روان انسان در معماری داخلی. معماری شناسی، ۲(۱۰)، ۱-۷.
- صادقی، علی رضا و شمس، فاطمه. (۱۳۹۶). ارائه راهبردهای نورپردازی فضاهای عمومی شهری با استفاده از مدل سوات و ماتریس برنامه ریزی استراتژیک کمی (مورد پژوهی: خیابان کریم خان زند، شیراز). دانش شهرسازی، ۱(۱)، ۸۵-۱۰۰.
- علوی طبری، هدا. (۱۳۹۵). اهداف و عوامل موثر در نورپردازی منظر شهری. نشریه تخصصی هنرهای کاربردی، ۵(۸)، ۷۱-۵۹.
- فدایی اردستانی، محمدعلی و ناصری مبارکی، حیدر و آیت الهی، محمدرضا و زمردیان، زهرا سادات. (۱۳۹۷). ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس های درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعه موردی: دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی. صفه، ۲۸(۸۳)، ۲۵-۴۰.
- فروزنده شهرکی، نیما و احمدی جوشقانی، هانیه و نورکجوری، هانیه و زمردیان، زهرا سادات. (۱۴۰۰). ارزیابی کمیت و کیفیت نور در سالن های مطالعه و عرضه راهکارهای اصلاحی نمونه موردی: کتابخانه های دانشگاه شهید بهشتی. صفه، ۳۱(۴)، ۳۱-۴۸.
- فهیمی نیا، محمد و جعفری منصوریان، حسین و اسکندری، اکبر و غفوری، محمد و افسر، عنایت. (۱۴۰۱). بررسی آلودگی بصری ناشی از مشاغل و کارگاه های شهری: مطالعه موردی شهر قم. سلامت و محیط زیست، ۱۵(۳)، ۴۸۶-۴۵۷.
- قربانی، نفیسه و اسعدی کردشولی، قاسم و شریعتی، محبوبه. (۱۳۹۳). بررسی اثر طراحی نورپردازی واحدهای تجاری در آلودگی نوری کلان شهرها (مطالعه موردی خیابان جمهوری تهران). نقش مایه، ۸(۲۰)، ۵۶-۵۱.
- محمدی سالک، مریم و عسگری، علی. (۱۴۰۱). عوامل موثر در تحقق پذیری مکان سوم در فضاهای غیررسمی و اجتماع پذیر شهری؛ (نمونه موردی: فضاهای نشستن غیررسمی درون مجتمع های فرهنگی و تجاری تهران). توسعه پایدار شهری، ۳(۷)، ۹۹-۸۶.
- مهدوی نژاد، محمدجواد و طاهباز، منصوره و دولت آبادی، مهناز. (۱۳۹۵). بهینه سازی تناسبات و نحوه استفاده از رف نور در معماری کلاس های آموزشی. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، ۲۱(۲)، ۹۲-۸۱.
- Asgari, Ali. (2023). *Comparing the mental model of architects with users in order to increase belonging to a place in a sociable commercial space*. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 16(42), 135-144. <https://doi.org/10.22034/aaud.2023.271382.2414>.
- Bovik, Alan C. (Ed.). (2009). *The essential guide to image processing*. Academic Press, 553-595. <https://doi.org/10.1016/B978-155860659-3.50014-7>.
- Chęć-Malyszek, Agnieszka. (2019). *The concept of light and color as a key element of experiencing 'feeling architecture'*. *Budownictwo i Architektura*, 18(1), 11-21. https://doi.org/10.24358/Bud-Arch_19_181_02.
- Dudek, Joanna. (2019). *the Influence of "Third Places" on the Quality of the Public Domain*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 603, No. 3, p. 32009). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032009>.
- Goronczy, Emlyn Etienne. (2020). *Light Pollution in Metropolises: Analysis, Impacts and Solutions*. Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-29723-7>
- Jakubiec, A., & Reinhart, F. C. (2013). *Predicting Visual Comfort Conditions in Large Daylit Space Based on Long-term Occupant Evaluations: A Field Study*. In *13th Conference of International Building Performance Simulation Association*. Chambéry. <https://doi.org/10.26868/25222708.2013.1034>.

- Manav, Banu., & Yener, Cengiz. (1999). *Effects of different lighting arrangements on space perception*. *Architectural Science Review*, 42(1), 43-47. <https://doi.org/10.1080/00038628.1999.9696847>.
- McReynolds, Tom., & Blythe, David. (2005). *Advanced graphics programming using OpenGL*. Elsevier, 211 -245. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374457-9.00021-4>.
- Michel, Lou. (1995). *Light: The shape of space: Designing with space and light*. John Wiley & Sons. <https://www.amazon.com/Light-Shape-Space-Designing/dp/0471286184>.
- Mizon, Bob. (2012). *Light pollution: responses and remedies*. Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3822-9>.
- Nikzad, Amirmohsen., & Malek, Niloufar., & Ghaffari, Abbas. (2021). *Assessing the Role of the Visual Comfort Components in the Sense of Belonging to the Place of the Students; Case Study: Shahroud University of Technology*. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 14(35), 195-204. <https://doi.org/10.22034/aaud.2020.209288.2043>
- Rahmanian, Sepideh., & Mahmoudi, Mahnoosh. (2020). *Study of the Effect of Light and Color on the Medical Interior Design; Case Study: Shahid Rahimi and Shohada-ye Ashayer Hospitals, Khorramabad City, Iran*. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 13(31), 67-78. <https://doi.org/10.22034/aaud.2020.113259>
- Tomasovits, M., & Balafoutis, T., & Doulos, L. T., & Zerefos, S. (2021, November). *Overview of a method for lighting the facades of historic buildings by considering light pollution as a design factor*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (899(1),012037). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/899/1/012037>.
- URL1: Shemiran Center. (2018). *Plans*. Retrieved 7 14, 2023, From Shemiran Center: <http://shemirancenter.com/plans/>
- URL2: Sepanja.com. (2013). *Tehran Seven Center Commercial Complex*. Retrieved 7 14, 2023, <https://b2n.ir/u76341>
- URL3: Caoi.ir. (2013). *Sam Center*. Retrieved 7 14, 2023, from Contemporary Architecture of Iran: <https://b2n.ir/z72154>
- Zielińska-Dabkowska, & Karolina M., & Kyra Xavia, & Katarzyna Bobkowska. (2020). *Assessment of citizens' actions against light pollution with guidelines for future initiatives*. *Sustainability*, 12(12), 4997. <https://doi.org/10.3390/su12124997>.

