

## بررسی نقش نور روز در ایجاد فضای معنوی در مساجد معاصر\*

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۴

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۲/۱۲/۱

مرضیه هومانی راد\*\* - منصوره طاهباز\*\*\*

### چکیده

تجلی رمزگونه نور طبیعی در فضاهای عبادی مساجد قدیمی، دگرگونی شگرفی در مکان ایجاد کرده و موجب افزایش کیفیت معنوی این فضاها شده است. در مساجد معاصر، استفاده از نور طبیعی صرفاً به استفاده کمی از آن تنزل یافته و از به کارگیری جنبه‌های کیفی آن غفلت شده است. این امر موجب از بین رفتن آثار روح‌بخش نور در فضای عبادی و نیاز به استفاده هر چه بیش‌تر از انرژی‌های الکتریکی شده است. به منظور کشف رابطه بین مشخصات معماری فضای عبادی و کیفیت روحانی آن، مقاله حاضر با بررسی نظریه‌های معتبر دانشمندان در دو عرصه متفاوت فیزیک نور و روانشناسی نور، به مطالعه فضای گنبدخانه مسجد قبا واقع در شهر تهران می‌پردازد. ویژگی طراحی روشنایی گنبدخانه مسجد قبا نمونه مناسبی برای تحلیل رابطه معماری فضا و فرم بازشو با حضور کیفی نور به شمار می‌رود. اهداف کاربردی این تحقیق ارائه راهکارهای کنترل نور طبیعی برای طراحی فضاهای عبادی و معرفی روش تحلیل کیفیت معنوی فضا از نظر روشنایی است. برای بررسی چگونگی حضور کمی و کیفی نور در گنبدخانه این مسجد از دستگاه‌های سنجش کمی نور در برداشت میدانی استفاده شده است. جهت دستیابی به الگوی توزیع نور و میزان روشنایی فضا در کل سال، داده‌ها پس از استخراج، از طریق نرم‌افزار ریدینس مورد بررسی قرار گرفت. چگونگی تأثیر فرم بازشوها و سایه‌بان بالای بازشو در کنترل حضور کیفی نور از اهم نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. تفاوت این تحقیق با تحقیقات گذشته ایجاد رابطه بین رویکرد کمی (داده‌های میدانی) و کیفی (نور معنوی و شاعرانه) است.

**واژگان کلیدی:** کمیت و کیفیت نور روز، فضای معنوی، مسجد قبا، نرم افزار ریدینس.

\* مقاله حاضر برگرفته از طرح پژوهشی «بررسی نقش نور روز در ایجاد فضای معنوی در شبستان‌های مساجد تاریخی و معاصر و ارائه راهکارهای طراحی بر اساس دانش ارگونومی» پژوهشکده هنرهای سنتی - اسلامی پژوهشگاه فرهنگ هنر و ارتباطات می‌باشد که با مسئولیت مجری طرح، نگارنده اول و نظارت نگارنده دوم انجام شده است.

\*\* کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران و مدرس دانشگاه و پژوهشگر پژوهشگاه فرهنگ، هنر و ارتباطات (نویسنده مسئول).

## مقدمه

استفاده از نور روز، ساختار ایده‌های طراحی معماری تاریخی را فراهم ساخته و به طور کلی فراتر از جنبه‌های کمی آن، استفاده از قابلیت‌های کیفی آن در خلق برخی از آثار ارزنده معماری تأثیر فراوانی داشته است. زمانی که از نور به عنوان تجلی رمزگونه از وحدت و انوار الهی در مساجد بهره گرفته می‌شود، اهمیت توجه به کیفیت بخشی حضور نور افزوده می‌شود. عاملی که جای خالی آن در معماری مساجد معاصر به چشم می‌خورد، شیوه به کارگیری کمیت و کیفیت نور طبیعی برای دستیابی به معنویت بخشی فضای مساجد معاصر است. پژوهش حاضر بر اساس برداشت میدانی و تحلیل داده‌ها، با هدف کشف رابطه ابعاد نور طبیعی با چگونگی ایجاد فضای معنوی در مسجد تهیه شده است. ویژگی برجسته طراحی روشنایی گنبدخانه مسجد قبا این مسجد را از دیگر مساجد معاصر تهران متمایز ساخته و نمونه مناسبی برای تحلیل رابطه فرم بازشو و حضور کیفی نور به شمار می‌رود.

## ۱. پیشینه تحقیق

اثر معماری همچون یک عنصر واسط، در شیوه حضور نور نقش دارد. عناصر واسطه‌ای کالبد معماری مؤثر در کیفیت نور (سطح، مصالح، رنگ و آرایه) بر چگونگی نور وارد شده از بازشوها به فضا مؤثر هستند. تغییر در تناسب فضا، نور، رنگ و سایر عناصر دخیل در فضای معماری، احساس معنویت و نیل به ملکوت را در بازدیدکننده تحریک می‌نماید. از میان عوامل فوق، بررسی رابطه بین بازشوهای ورود نور و کیفیت نور در راستای معنویت بخشی به فضای مسجد دغدغه اصلی نگارندگان است.

بررسی سوابق پژوهشی موضوع نور در معماری مساجد نشان می‌دهد، یک نمونه از پژوهش‌هایی که در پی یافتن مفاهیم نهفته در باطن معماری بوده، «خشت و خیال» اثر نوایی و حاجی قاسمی (Navaei, Hajighasemi, 2011)، «حس وحدت» اثر اردلان و بختیار از معدود کتاب‌هایی است که به معماری گذشته ایران تنها با رویکرد کیفی فضا پرداخته است (Ardalan, Bakhtiyar, 2011, 2001). «راهنمای معماری مساجد» اثر زرگر با وجود بررسی بخش اندک نور و روشنایی مسجد از منظر کیفی در این کتاب، به چرایی ایجاد معنویت و رابطه آن با نور طبیعی در فضای مسجد پرداخته نشده است (Zargar, 1998). «نور روز در معماری» اثر ایوانز به صورت اختصاصی به نور طبیعی و فاکتورهای شکل‌دهنده آن در تأمین روشنایی نور روز در ساختمان پرداخته است (Evans, 2000). «اصول طراحی معماری همساز با اقلیم با رویکرد به معماری مسجد» تألیف طاهباز و جلیلیان راهکارهای مؤثر در طراحی مساجد را از منظر اقلیم مناطق بیان می‌کند (Tahbaz, Jalilian, 2008). «مسجد در معماری ایران» اثر زمرشیدی به شرح تصویری کلیه مساجد منتخب در ایران پرداخته است (Zomarshiedi, 1996, 2006). نجم‌آبادی نیز به معرفی مکانیسم نورپردازی مسجد شیخ لطف‌الله پرداخته است (نجم‌آبادی، ۱۳۸۱). مابقی منابعی که در زمینه معماری مسجد اعم از گنجنامه مساجد اصفهان (Hajighasemi, et al., 1996; Pope, 1986; Burkhart, 2007) وجود دارد به شرح کالبدی معماری مسجد پرداخته‌اند.

گذشته از مباحث کالبدی، تاکنون آنچه در مورد معنویت فضای مساجد گفته شده جنبه فلسفی داشته و به چرایی ایجاد معنویت در این فضا و چگونگی ایجاد آن با نور طبیعی در هیچ یک از تحقیقات صورت گرفته، پرداخته نشده است. ولی آنچه امروز جای خالی آن آشکارا دیده می‌شود چگونگی ایجاد چنین فضایی است؛ زیرا در معماری مساجد معاصر فقدان این حضور احساس می‌شود. در این تحقیق بازخوانی معماری معاصر با تأکید بر نقش کیفی نور طبیعی و با نگرش تحلیلی برای دستیابی به شیوه‌های حضور جنبه‌های کیفی و معنویت بخشی نور، انجام می‌شود. دستاورد حاصل از مطالعه شگردهای به کار رفته می‌تواند راه‌گشای طراحی‌های آینده باشد.

## ۲. روش تحقیق

شیوه پژوهش حاضر به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود: گردآوری اطلاعات و تحلیل داده‌ها. گردآوری اطلاعات به سه صورت انجام شده است؛ روش میدانی (مشاهده) و روش کتابخانه‌ای. مشاهده از ابزارهای مهم جمع‌آوری اطلاعات بوده تا داده‌های با ارزش موقعیت کنونی پروژه را استخراج کند. برداشت داده‌های میدانی انجام شده و سپس توسط نرم‌افزار ری‌دینس، سیر نور طبیعی در کل سال شبیه‌سازی شده است. مقایسه اطلاعات خروجی و کشف ارتباط آن با جنبه‌های کیفی نور (ایجاد نور معنوی و شاعرانه)، می‌تواند چگونگی استفاده از شگردهای به کار رفته نور طبیعی در معماری برای رسیدن به ایجاد نور معنوی و شاعرانه را آشکار سازد. آنچه تحقیق حاضر را از تحقیقات گذشته متمایز می‌کند، ابزارهای اندازه‌گیری مورد استفاده، روش تحلیل معنویت فضا از نظر روشنایی و شیوه اندازه‌گیری آن است.

## ۲-۱- ابزارهای گردآوری اطلاعات

در ارتباط با ابزارهای اندازه‌گیری، پیشرفت‌های حاصل در صنعت دیجیتال امکان گردآوری داده‌های زیادی توسط ابزارهای سبک و کارآمد را فراهم کرده است. دستگاه لوکس‌متر ساده<sup>۱</sup> با قابلیت سنجش نور به طور خاص میزان شدت روشنایی

فضای داخل را بر اساس لوکس<sup>۲</sup> اندازه‌گیری می‌کند.<sup>۳</sup> دستگاه لوکس متر دیتالاگر<sup>۴</sup> که قابلیت ذخیره داده‌های روشنایی را دارد، برای اندازه‌گیری میزان روشنایی فضای خارج از مسجد در روی سطح بام از هنگام طلوع تا غروب خورشید استفاده می‌شود.<sup>۵</sup> دستگاه آنالیز رنگ<sup>۶</sup> آنالیز رنگ‌های سطوح را انجام می‌دهد و به تشخیص، تعیین، آنالیز و ترکیب رنگ سطح مورد نظر به طیف‌های قرمز، سبز و آبی می‌پردازد.<sup>۷</sup> دستگاه لومیننس متر<sup>۸</sup> برای اندازه‌گیری میزان درخشندگی نور در فضا، اندازه‌گیری و درخشندگی منبع نور یا سطح منعکس کننده می‌باشد. اطلاعات اخذ شده از چهار دستگاه فوق توسط نرم‌افزار ریدینس<sup>۹</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرند. نرم‌افزار ریدینس رندهایی از مقاطع مختلف پلان، نما و سه بعدی ارائه می‌دهد که برای تحلیل نور فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۱).<sup>۱۰</sup>

جدول ۱: ابزارهای اندازه‌گیری مورد استفاده

			
Lux Meter	Colour Analyser	Luminance Meter	Lux Meter Data Logger

### ۳. انجام تحقیق

برای آشنایی با برخی از راهکارهای به کار رفته در معماری مساجد معاصر که منجر به ایجاد فضای معنوی شده مقاله حاضر به بررسی گنبدخانه مسجد قبا می‌پردازد. «در مسجدهایی که شبستان‌های آن‌ها دارای گنبدخانه است این فضا بخش اصلی مسجد به حساب آمده و محراب و منبر در درون آن جای گرفته» (Zargar, 1998: 48) و در طراحی مساجد به آن توجه ویژه‌ای می‌شود. ترکیب گنبدخانه و محراب به واسطه‌ی قداستی که دارد، بسترساز فضای معنوی معماری مساجد تلقی می‌شود، لذا فضای مناسبی برای سنجش رابطه نور روز و معنویت فضا در مساجد می‌باشد. برای دستیابی به اهداف تحقیق نمونه‌های از بناها در معماری معاصر که رویکرد استفاده از نور طبیعی در آن‌ها شاخص بوده انتخاب گشته که از آن‌ها می‌توان مسجد قبا واقع در خیابان شریعتی تهران را نام برد.

### ۳-۱- محل انجام تحقیق

مسجد قبا<sup>۱۱</sup>، مسجدی با قدمتی چهار ساله است که در خیابان شریعتی تهران و در نزدیکی حسینیه ارشاد، کوچه قبا قرار دارد. پس از گذر از ورودی اصلی، راهروی عریضی دیده می‌شود که فرد پس از عبور از آن، وارد فضای تقسیم با سقف کاربندی می‌شود که در این تحقیق به عنوان نمونه مطالعاتی جهت انجام برداشت میدانی برگزیده شده است. فضای تقسیم ورودی که در این تحقیق، گنبدخانه نام گرفته، دارای شیوه نورگیری منحصر به فردی است که در دیگر مساجد معاصر شهرهای تهران و اصفهان دیده نشده و می‌توان آن را به عنوان یکی از دو شیوه نورگیری سقفی (نورگیری از اربانه گنبد و از سراسر گنبد) برای شبستان‌های گنبددار مساجد از دو منظر مورد مطالعه قرار داد. در منظر اول الگوی توزیع نور آن به عنوان سیستم نوردهی سقف در طول سال مورد تحلیل قرار می‌گیرد و در منظر دوم ارتباط الگوی توزیع نور با فضای زیرین آن (فضای شبستان مسجد و جهت قبله) جهت ارزیابی رابطه نور روز و معنویت فضا مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۳-۱-۱- نورگیرها در گنبدخانه مسجد

گنبد کاربندی بر فراز یک فضای ۸ ضلعی برپا شده است. ابعاد هر ضلع آن ۴٫۸۰ متر و قطر هشت ضلعی ۱۱٫۵ متر می‌باشد. بیشترین ارتفاع آن ۱۶ متر و کمترین ارتفاع تا دهانه ورود نور ۷ متر می‌باشد. نور گنبدخانه از طریق دو دسته بازشو تأمین می‌شود: روزنه‌هایی که در کاربندی سقف گسترده شده و بازشوهایی زیر کاربندی در منتهی‌الیه فوقانی دیوار گنبدخانه.

دسته اول بازشوها، روزنه‌هایی است که در سقف سبکی که به شیوه کاربندی اجرا شده، قرار گرفته است. در سه لپ، روزنه‌هایی برای ورود نور در آن طراحی شده است. بر فراز هر روزن یک برآمدگی مانند سایه‌بان وجود دارد تا از ورود نور

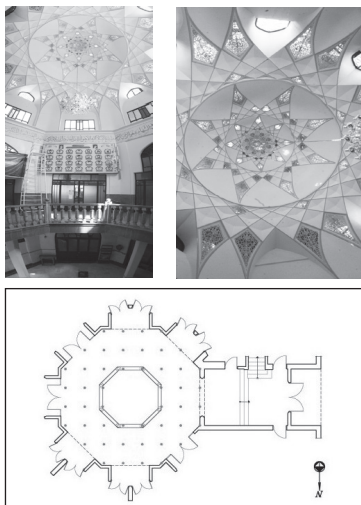
عمودی جلوگیری کند. بر فراز گنبد کاربندی سبک، گنبد شیشه‌ای ساخته شده تا سقف سبک کاربندی شده را در برابر عوامل محیطی محافظت کند. سقف شیشه‌ای نیز در نور داخل فضا تأثیرگذار است. شیوه منحصر به فرد طراحی سقف و قرارگیری بازشوهای متخلخل و مجوفی که با اسماء دوازده امام و صفات الهی تزئین گشته، توانسته نور یکنواخت و مطلوب در کل ساعات روز و آنچه که از شبیه‌سازی دیده می‌شود، در کل سال فراهم بیاورد. خیرگی پرتوهای نور فقط در برخی نقاط خاص و در ارتفاع‌های محدود به صورت نادر در ایام سال دیده می‌شود.

شکل ۱: لکه‌های نور و خیرگی ناشی از آن که در اثر بازشو یکپارچه زیر سقف در روی سطح زمین دیده می‌شود در مقایسه با لکه‌های نوری ناشی از روزنه‌های کاربندی بر دیوار کاملاً مشهود است. دایره‌های موجود در تصاویر نشان دهنده تأثیر بازشوی زیر سقف و مستطیل‌ها نشان دهنده تأثیر روزنه‌های کاربندی است.

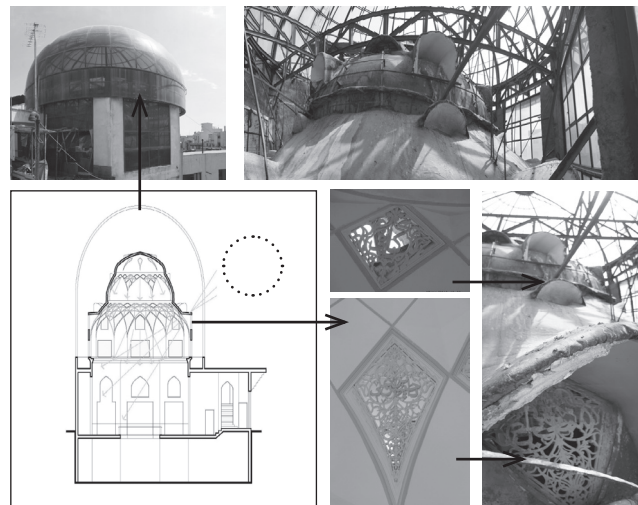


دسته دوم بازشوها، در زیر سقف کاربندی وجود دارد که برخی از شبکه‌های آن با شیشه‌های رنگی پوشیده شده است.<sup>۱۲</sup> با وجود شیشه‌های رنگی در برخی از قسمت‌های بازشوها، به علت طراحی قطعات بزرگ سطوح شیشه‌خور، لکه‌های نوری ایجاد شده با خیرگی همراه است. از سوی دیگر جنس لکه‌های نوری بازشوها بالای آن که از نقوش هندسی بهره گرفته با وجود عدم استفاده از شیشه‌های رنگی، قرابت بیشتری با لکه‌های نوری سقف کاربندی دارد. همگن بودن لکه‌های نوری منعکس شده بر سطوح بر احساس کاربر از فضا و همچنین در الگوی توزیع نور تأثیر خواهد داشت. «میزان خیرگی بازشوهایی که نسبت جرز به سطح شیشه‌خور افزایش یافته به مراتب کمتر از حالت مقابل آن است» (Tahbaz, 2012).

شکل ۳: طرح شبکه‌بندی نقاط در گنبدخانه مسجد قبا، روزنه موجود در فضا مانع از ایجاد شبکه در آن شده



شکل ۲: مقطع گنبدخانه مسجد قبا، طریقه ورود نور و انواع بازشوهای آن



تفاوت درخشندگی لکه‌های نوری نقش بسته بر سطح زمین، چگونگی نورپردازی دو دسته بازشو را به صورت همزمان نشان می‌دهد. لکه‌های نوری ناشی از بازشوه‌های وسیع روی دیوار، با درخشندگی بالا و ایجاد خیرگی، لبه‌های تند با مرز قوی تاریکی و روشنی ایجاد می‌کند، در حالی که لکه‌های نوری ناشی از روزنه‌های کاربردی در سطح زمین دارای شدت درخشندگی پایین‌تر بوده، لکه‌های کوچک و پراکنده ایجاد می‌کند و نسبت ایجاد آن در فضا کمتر از لکه‌های نور ناشی از بازشوی روی دیوار است. علت اول این امر وجود برآمدگی یا سایه‌بان بالای روزنه‌های کاربردی است که باعث شده نور مستقیم و عمودی پس از شکست از روزنه‌های آن گذشته و سپس وارد فضا شود. علت دوم ناشی از نسبت بین جرز و روزن در ورود نور به فضاست که با نقوش اسلیمی طراحی شده است. تأثیر این نسبت در مقایسه با بازشوی روی دیوار که دارای جرز نازک و سطح شیشه‌خور وسیع است در ایجاد سایه روشن‌های آن‌ها مشهود است (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

### ۲-۳- زمان انجام تحقیق

مسجد قبا در روز ۱۹ شهریور ماه برای برداشت داده‌های میدانی انتخاب شد. علت انتخاب روز برداشت با توجه به موقعیت جغرافیایی، آب و هوایی شهر تهران و آسمان آفتابی در تابستان به عنوان زمان مناسب انتخاب شده است. تهیه عکس و جمع‌آوری اطلاعات از بنا ۳ بار در روز در ساعات ۹ صبح، ۱۲ ظهر و ۳ بعداز ظهر می‌باشد. با توجه به اینکه ساعت ۱۲ ظهر از جهت برگزاری نماز حائز اهمیت می‌باشد، ساعت‌های انتخاب شده جهت اندازه‌گیری، قبل از ظهر، ظهر و بعد از ظهر در نظر گرفته شده است.

### ۳-۳- گردآوری اطلاعات میدانی

جهت اخذ اطلاعات نور طبیعی از ابزارهای تخصصی اندازه‌گیری نور، لوکس‌متر ساده (سنجش نور فضای داخلی)، لوکس‌متر دیتالاگر (سنجش نور فضای باز) و لومیننس‌متر بهره گرفته شده تا منجر به استخراج اطلاعات روشنایی طبیعی وضع موجود بنا شود. دستگاه لوکس‌متر ساده به صورت سیار توسط نگارندگان در تراز ارتفاعی ۱۴۰ سانتی‌متر (میانگین سطح دید انسان ایستاده) و تراز ۶۰ سانتی‌متر (میانگین سطح دید انسان نشسته در حالت عبادت) در شبکه‌بندی تعریف شده توسط استانداردهای اندازه‌گیری نور (SLL, 2012, pp. 89, 238-239) در فضای داخلی گنبدخانه به اخذ اطلاعات نوری در فضا می‌پردازد (شکل ۴). اطلاعات عددی بدست آمده از دستگاه لوکس‌متر دیتالاگر، در مقایسه با دستگاه لوکس‌متر ساده نسبت میزان نور فضای باز و داخل را که در ادبیات نور روز ضریب نور نامیده می‌شود (Hopkinson, 1963, pp. 50-54) به ارمغان آورده و رابطه تأثیرگذار بازشوها و فرم بنا را در چگونگی الگوی توزیع نور داخل نشان می‌دهد.

شکل ۴: شبکه‌بندی کف مسجد و اندازه‌گیری میزان روشنایی در ارتفاع مورد نظر.



بعد انجام مطالعات ذکر شده، برای پاسخگویی به فرضیه تحقیق (یکسان بودن الگوی توزیع نور در تابستان و زمستان) از نرم‌افزار ری‌دینس استفاده شد و داده‌های خروجی آن در زمان‌های انقلاب تابستانه (۱ تیر) و انقلاب زمستانه (۱ دی) مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب زمان انقلاب زمستانه و تابستانه به دلیل تغییرات روشنایی و وضعیت خورشید مربوط به طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین روز سال و همچنین بیشترین و کم‌ترین زاویه تابش خورشید به زمین است. نمودار ۱ مراحل انجام کار را نشان می‌دهد.

### نمودار ۱: مراحل تحقیق

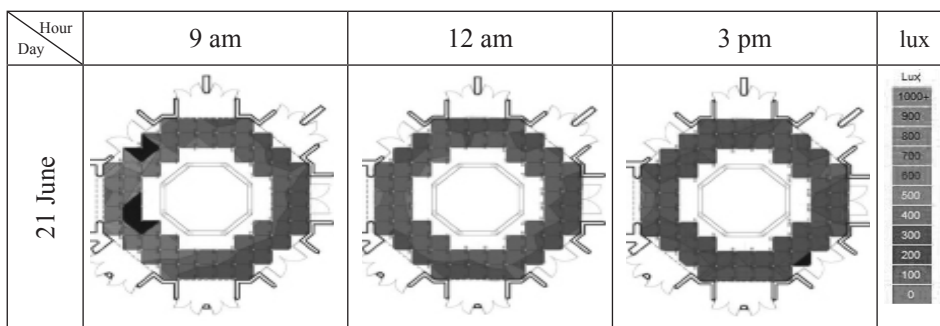


### ۴. تحلیل داده‌ها

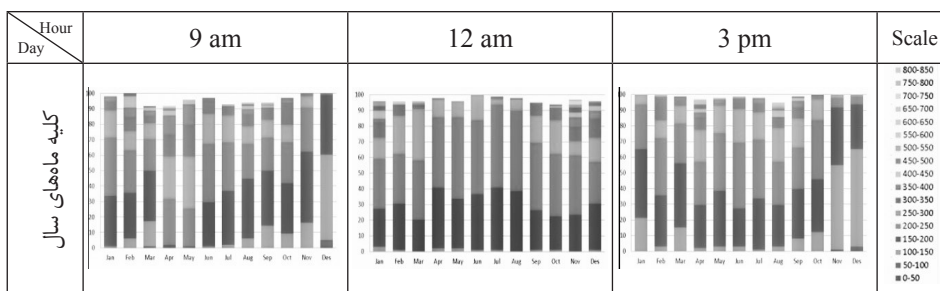
#### ۴-۱- تحلیل داده‌های کمی

در این مرحله اطلاعات عددی از دستگاه‌های لوکس متر ساده و لوکس متر دیتالاگر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. باید سری اطلاعات اخذ شده در جداول دست‌نویس پس از ثبت در نرم افزار اکسل<sup>۱۵</sup> برای استفاده در نرم افزار ریدینس<sup>۱۶</sup> آماده شود. شکل ۴ نمودارهای شبیه‌سازی نور و تغییرات آن را در تمام ماه‌های سال در ساعات ۹ صبح، ۱۲ ظهر و ۳ بعد از ظهر نشان می‌دهد. محور افقی آن ماه‌های سال از ژانویه (دی ماه) تا دسامبر (آذرماه) و محور قائم آن نشان‌دهنده میزان روشنایی روی درصد سطح اندازه‌گیری است. یعنی در ساعت ۱۲ ظهر در ماه ژانویه ۲۶٪ مساحت در ارتفاع اندازه‌گیری ۱۴۰ سانتیمتر، روشنایی کمتر از ۲۰۰ لوکس داشته است و در ماه ژوئن ۳۵٪ سطح روشنایی کمتر از این مقدار دارد. همانطور که در این نمودارها ملاحظه می‌شود حداکثر و حداقل میزان نور گنبدخانه بین بازه ۱۵۰ تا ۳۰۰ لوکس در حال تغییر می‌باشد که برای مطالعه کتب ادعیه، قرآن و عبادت مناسب است. شدت روشنایی در ساعات صبح بیش از عصر است ولی در مجموع توزیع روشنایی در فضا یکنواخت می‌باشد.

جدول ۲: توزیع نور در پلان مسجد در ارتفاع ۱۴۰ سانتیمتر در انقلاب تابستانه



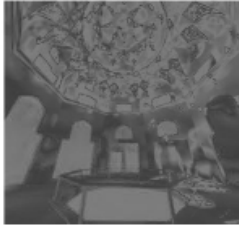
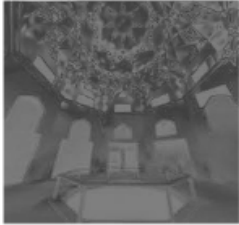




جدول ۳: تغییرات روشنایی طی یک دوره یک ساله در ساعت ۹ صبح، ۱۲ ظهر و ۳ بعد از ظهر در ارتفاع ۱۴۰ سانتیمتری در مسجد قبا



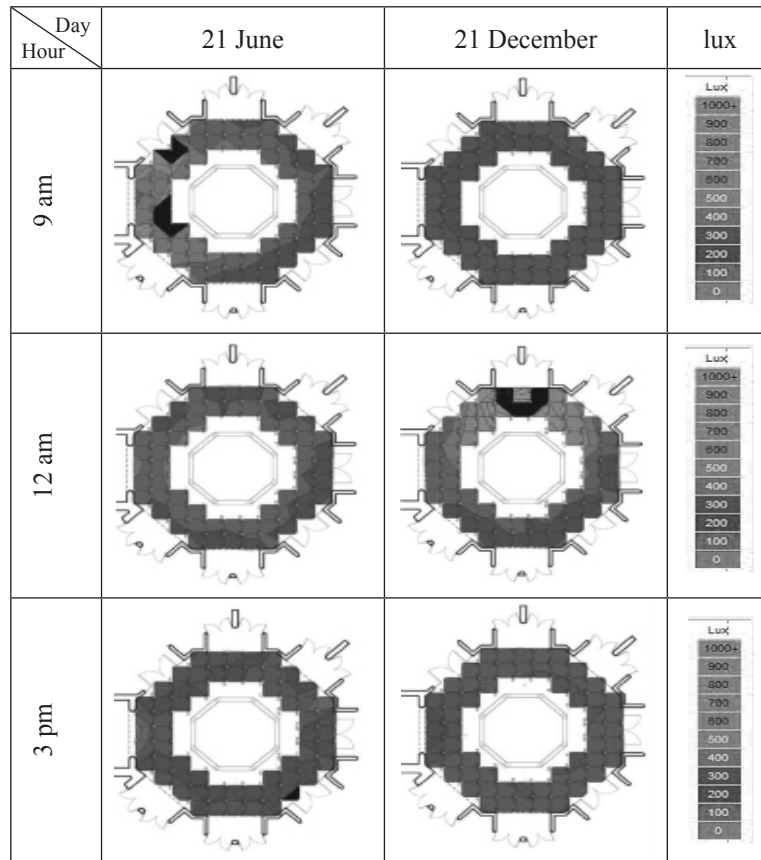
## ۴-۲- بحث و نتایج حاصل از شبیه‌سازی

آنالیز داده‌های حاصل از شبیه‌سازی بنا بر اساس دو رویکرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. در رویکرد اول الگوی توزیع نور سقف کاربردی در طول سال مورد تحلیل قرار گرفته و در منظر دوم ارتباط الگوی توزیع نور با فضای عبادی (گنبدخانه مسجد) و جهت قبله مورد بررسی قرار می‌گیرد. الگوی توزیع نور در تاریخ‌های یک تیر و یک دی (انقلاب تابستانه و انقلاب زمستانه)، نور یکنواخت و مطلوبی را نشان می‌دهد. فرم طراحی سقف (کاربندی) و طراحی روزنه‌هایی که در کل سقف، هندسه‌وار گسترده شده عامل اصلی در ایجاد الگوی توزیع نور یکنواخت در بناست. در رویکرد دوم ارتباط رندهای پلان و سه بعدی با یکدیگر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. تحلیل رندهای سه بعدی رابطه قابل استنادتری برای رابطه میان نور و معنویت در فضا را به ارمغان می‌آورد. با این هدف، از چهار جهت اصلی جغرافیایی در پلان گنبدخانه تصاویری از نرم افزار ریدینس اخذ شد تا عملکرد نور در دید طبیعی بصری کاربر برای درک فضا مورد آنالیز قرار گیرد. با فرض قرارگیری گنبدخانه به عنوان شبستان مسجد، دیوار جنوبی، محراب در نظر گرفته شده است. در کلیه رندها، میزان لوکس نور در زیر سقف بیشتر از تراز دید انسان است که باعث کشش ناخودآگاه دید ناظر به سمت بالا می‌شود. این امر به واسطه نوردهی از سقف و طراحی روزنه‌های کاربردی پدید آمده است. حضور لکه‌های نور ناشی از روزنه‌های کاربردی در هر یک از جهات چهارگانه در فضا در حال چرخش دیده می‌شود، اما به جهت خاصی تأکید نمی‌کند، لذا رابطه معناداری بین حرکت لکه‌های نور و فضای عبادی گنبدخانه علی‌الخصوص محراب وجود ندارد (جدول ۴ و ۵). ویژگی هدایت‌گری نور (جهت و زاویه) مهم‌ترین ویژگی کیفیت‌بخشی به ایجاد فضای معنوی به شمار می‌رود. لذا برای ایجاد قابلیت‌های معنوی نوری در فضا باید به حضور هدفمند پرتوها در فضا اندیشید. نکته‌ای که توانسته زمینه‌ساز ایجاد فضای معنوی توسط نور باشد، ورود پرتوهای نور از ارتفاع بالا و در نتیجه ایجاد تمرکز در فضای داخلی است که باعث کشش دید ناظر به سمت بالا می‌شود. طراحی شبکه‌های اسلیمی برای ورود نور و استفاده از تزئینات با مضامین دینی توانسته تا حدودی به ایجاد فضای روحانی کمک کند.

جدول ۴: آنالیز نور در فضای گنبدخانه در جهت جنوب (محراب) اخذ شده از نرم افزار ریدینس

Day Hour	21 June	21 December	CD/M <sup>2</sup>
9 am			<b>Lux</b> 950 850 750 650 550 450 350 250 150 50
12 am			<b>Lux</b> 950 850 750 650 550 450 350 250 150 50
3 pm			<b>Lux</b> 950 850 750 650 550 450 350 250 150 50

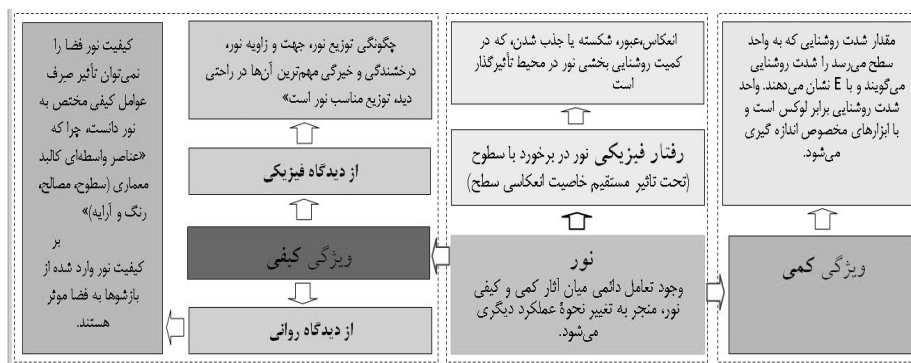
جدول ۵: آنالیز نور در پلان گنبدخانه گرفته شده از نرم افزار ریدینس در ارتفاع ۱۴۰ سانتیمتری



#### ۳-۴- تحلیل داده‌های کیفی

هنرمندان مسلمان با اشراف به معنویت، همواره کوشیده‌اند تا با به کارگیری عناصری پویا و رازگونه، معنویت و مقدسات را در کالبدی فیزیکی و مادی مساجد به تصویر بکشانند. بنابراین هدف آنان از خلق فضای مسجد، بازآفرینی حرکتی است که ناظر را به سمت جهانی دیگر یادآوری کند. «هیچ نمادی کامل‌تر از نور برای وحدت الهی وجود ندارد» (Bur- khart, 2007, p. 107). ظهور نور در بنا توانسته جلوه‌ای از ذات الهی را در مساجد نمایان کند. «نکته مهم این که کیفیت مشارکت نور در این صحنه وابسته به اندیشه و جهان‌بینی پشتیبان آن خواهد بود و این نکته‌ای بس ظریف و تعیین‌کننده و گاه نیز پنهان و مغفول است» (Nadimi, 2007, p. 100). برای آنکه معمار بتواند از نور طبیعی در طراحی فضای مسجد بهره‌گیرد مستلزم آن است که ابتدا عمیقا نور و جنبه‌های مختلف آن را شناخته و شیوه‌های به کارگیری آن را برای ایجاد جنبه‌های کیفی و معنوی نور بداند (نمودار ۲).

#### نمودار ۲: ابعاد مختلف نور





معماری بنا همچون یک عنصر مداخله‌گر در شیوه حضوررسانی نور نقش دارد. در طراحی بازشو، عوامل مکان بازشو در سطح، ابعاد، هندسه، فرم پنجره و تجهیزاتی همچون سایبان و کف بازشو که در میزان نور ورودی در فضا نقش دارد، از سوی پژوهشگران و صاحب‌نظران این عرصه مورد بررسی قرار گرفته است. «ویکتورالگی»، «یورگ گروتز»، «بنجامین اچ‌اونز» و «دیویدایگان» برخی از پیشروترین آن‌ها به شمار می‌روند. بین فاکتورهای طراحی بازشو و جنبه‌های کیفی و کمی نور حاصل از آن در فضا، رابطه مستقیمی وجود دارد و هر فضایی برحسب نور مورد نیاز و تأثیرات روانی نور بر کاربران داخل فضا به یک نوع طراحی بازشو نیازمند است.

نور آسمان، تاریخی طولانی در معماری دارد. قابلیت‌های نوردهی از بالا باعث افزایش کارایی آن شده است. گروتز می‌گوید: «تمامی توجه در نورپردازی با بازشوهای سقفی به چیزی جلب می‌شود که در این نور قرار گرفته است» (Grutter, 1996, p. 445). شکل سطوح، انعکاس سطوح و مشخصات فضاهایی که با نور از بالا روشن می‌شوند، بسیار تعیین‌کننده است. پس می‌توان استنباط کرد که شیوه نورگیری و احساس کاربر در فضای داخلی با هم ارتباط مستقیم دارند. در مکان‌هایی که در آن‌ها ارتباط بینایی بین داخل و خارج نامطلوب می‌باشد، شیوه نورگیری سقفی پیشنهاد می‌شود که در معماری فضاهای عبادی بسیار کاربرد دارد (نمودار ۳).

فراتر از تأثیرات روانی نورگیری سقفی الگوی توزیع نور آن نیز امکانات بالقوه‌ای را در اختیار معمار قرار می‌دهد. ارتفاع زیاد، پنجره در ارتفاع بالا، انعکاس و الگوی توزیع نور یکنواخت رابطه مستقیم با یکدیگر دارند. اچ‌اونز معتقد است «هر چه ارتفاع روزنه ورودی نور مرتفع‌تر باشد روشنایی روز به عمق فضای داخلی بیشتر نفوذ کرده و درخشندگی را در میدان دید کم‌تر می‌نماید» (Evans, 2000, p. 79). علاوه بر مکان بازشو، تعداد و چیدمان آن در سقف نیز بر الگوی توزیع نور تأثیرگذار است. «تعیین محل ورودی‌های نور در بیش از یک دیوار باعث توزیع نور بیشتر می‌شود» (Olgy & Egan, 2010, pp. 27-28 (نمودار ۴)).

#### نمودار ۴: الگوی توزیع نور از بالا

ورود نور از چند جهت؛ پراکندگی بیشتر نور؛ نهایتاً یکنواخت‌تر	نور بهینه و یکنواخت در طول روز	الگوی توزیع نور در نوردهی از بالا
با لحاظ کردن مهار تشعشع آسمان و نور خورشید	بهترین روش دسترسی به نور حتی در آسمان پیری	
ارتفاع سقف بیشتر؛ توزیع نور بهتر در نتیجه بازشو کمتر	سه بربر بیشتر از نوردهی از کنار	

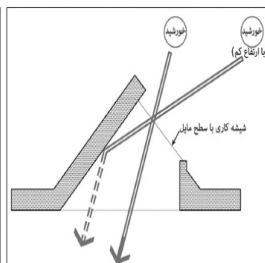
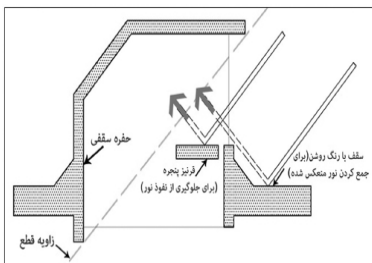
#### نمودار ۳: تأثیرات نوردهی از بالا

قطع تداوم بصری کاربر فضا با بیرون	سطوح نورپردازی شده داخلی جایگزین چشم‌انداز خارجی	تأثیرات روانی نوردهی از بالا بر محیط
اطلاعات لازم در مورد آب و هوا و گذشت زمان	حفظ سیکل حیاتی انسان با محیط بیرون	
تناسب و تمرکز روی فضای داخل	تمرکز فرد بر فعالیت عبادی و ایجاد خلوت	

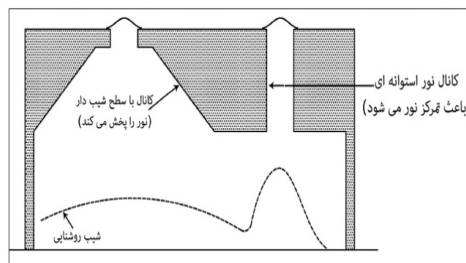
Olgy & Egan, 2010, pp. 13-14, 24, 27-28, 39-40

از سوی دیگر الگوی توزیع نوری که از طراحی بازشوها حاصل می‌شود، ارتباط مستقیم با کیفیت طراحی بازشوها دارد. «سایه‌بان‌های بالای بازشو و صفحات مجوف برای جلوگیری از ورود مستقیم نور باعث می‌شود الگوی توزیع روشنایی یکنواخت شده و کمترین تشعشعات به داخل فضا راه یابد. شیب حفره داخلی سقف تا محل بازشو باعث توزیع نور یکنواخت شده و از تباین جلوگیری می‌کند» (Olgy & Egan, 2010, pp. 44-45) (نمودارهای ۵ و ۶).

#### نمودار ۶: کنترل کننده‌های خارجی و چگونگی هدایت نور



#### نمودار ۵: رابطه فرم سقف و الگوی توزیع نور



Olgy & Egan, 2010, pp. 44-45

در نهایت باید گفت «در عمل انسان روشنایی محیط را با روشی کیفی ارزیابی می‌کند که در بسیاری موارد ارتباطی با مقادیر کمی روشنایی ندارد» (Hopkinson, 1972, Houser & Tiller, 2003). در نتیجه باید عوامل دیگری علاوه بر موارد فوق در تأثیرات روشنایی بر کاربر فضا وجود داشته باشد چراکه «روشنایی مطلوب می‌تواند در موقعیت‌های مختلف از دید

ناظر تعاریف متفاوت داشته باشد» (Biner, 1989, Knez, 1995.1998). تفاوت درک از روشنایی مطلوب ناشی از تفاوت در ویژگی‌های شخصیتی و تفاوت‌های جنسی کاربر فضا است. «محرک اصلی درون ذهن و روح انسان است، نور ابزار تحریک است نه خود محرک» (مصاحبه با رضا نبوی، آبان ماه ۱۳۹۰). در نتیجه پیچیدگی تأثیرات نور بر انسان، معمار باید پیش از اقدام به طراحی، به ابعاد آن اشراف داشته باشد. در طراحی نور طبیعی مسجد قبا عوامل مرتبط با طراحی بازشو اعم از مکان بازشو در سطح، ابعاد، هندسه، فرم پنجره و تجهیزاتی همچون سایبان و کف بازشو که در میزان و چگونگی نور ورودی در فضا نقش دارد، لحاظ شده است.

## ۵. بحث و نتایج حاصل از تحلیل‌های کمی و کیفی نور

### ۵-۱- تأثیر بازشوها در کنترل کیفیت نور

با وجود تنوع در فرم و اندازه کلیه بازشوهای گنبدخانه مسجد قبا، رندهای دریافتی از نرم افزار ریدینس در کل سال نور بهینه و یکنواختی را نشان می‌دهد. ایجاد نور یکنواخت فضای داخلی طبق نظریه ویکتور الگی با به کارگیری سه عامل ارتفاع بلند سقف، نورگیری از بالا و جنس سطوح به دست می‌آید که در طراحی گنبدخانه مسجد لحاظ شده است. اما ویژگی‌های مختص به بازشو اعم از مکان، ابعاد، فرم و نسبت شیشه به جرز آن، از عواملی است که فراتر از تأثیرگذاری بر جنبه‌های کمی نور، تأثیر مضاعف بر جنبه‌های کیفی نور دارد. پرتوهایی که از شبکه هندسی کاربرندی گنبدخانه وارد فضا شده، نه تنها به لحاظ عملکردی کمیت نور فضا را تأمین کرده بلکه می‌تواند با ایجاد لکه‌های کوچک و گذرا از نور به تنوع و زیبایی فضای داخلی کمک کند. جنبه‌های کیفی نور فقط به حضور لکه‌های پراکنده و ناپایدار در فضا ختم نمی‌شود. ویژگی هدایت‌گری نور (ویژگی کیفی نور) در این فضا دیده نشده است. تأثیر ناشی از بازشوهای کاربرندی در مقابل لکه‌های وسیع نور ناشی از بازشوهای منتهی‌الیه دیوار گنبدخانه که منجر به خیرگی و انعکاس‌های غیرقابل کنترل می‌شود، ذهن هر اهل تفکری را به سمت چگونگی طراحی صحیح بازشو متمایل می‌سازد؛ زیرا که بیشترین تأثیر کیفیت نور داخل نشأت گرفته از طراحی تمامی جزئیات مختص به بازشو بوده است.

### ۵-۲- سایه‌بان بالای بازشو تأثیر در حضور کیفی نور

سایه‌بان فراز بازشوهای گنبد کاربرندی مسجد توانسته باعث ورود نور انعکاس یافته و تلطیف شده به فضا شود. ضخامت نقاب یا پلک بازشوها در میزان نور انعکاس یافته تأثیرگذار است. این میزان در مسجد قبا (بازشوهای سطح کاربرندی گنبد) برحسب ابعاد بازشو از ۴۰ تا ۹۰ سانتیمتر متغیر می‌باشد. تفاوت کیفی نور در مقایسه با بازشویی که نقاب ندارد (بازشوی پایینی گنبدخانه مسجد قبا) کاملاً مشهود است. لذا می‌توان گفت، برای دست‌یابی به نور نرم و تلطیف شده صرف شبکه گسترده بازشوها در کل سقف و رعایت نسبت لازم بین سطح شیشه خور و جرز بازشو کافی نبوده و نیاز به سایه‌بان برای بازشوها جهت جلوگیری از ورود پرتوهای مستقیم نور خورشید در زوایای عمودی و سپس برخورد و شکست پرتوهای نور برای دستیابی به نور تلطیف شده لازم می‌باشد (شکل ۵).

## ۶. نتیجه‌گیری تحقیق

تاکنون مطالعات اندکی درباره رابطه نور و معماری مساجد معاصر ایران انجام شده است. معماری مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده و تعیین‌کننده چگونگی جنبه‌های مختلف حضور نور بر فضا است. محل عبور نور که می‌توان آن را مدخل نوری نامید در نحوه حضور نور دخیل بوده و عوامل آن را می‌توان به کارآیی مدخل، نوع و مکان مدخل و ساختار شکلی آن خلاصه کرد.

شکل ۵: تفاوت لکه‌های نور ناشی از روزن‌های کاربرندی و بازشو زیر کاربرندی مشهود است. لکه‌های سمت راست تصویر ناشی از روزن‌های کاربرندی و لکه‌های نوری سمت چپ ناشی از بازشوی زیر کاربرندی است.



بررسی همزمان دو رویکرد مدخل و محضر نور در تحلیل حضور کیفی نور حاکی از وابستگی کامل آن دو در چگونگی حضور کیفی نور است. حضور نور از نگاه اول حضوری عملکردی برای دستیابی به نیازهای مادی و از نگاه دیگر وجودی ارزشی برای دستیابی به نیازهای بیشتر معنوی است که بدین جهت دو جنبه زیبایی‌شناختی و تأثیرات روان‌شناختی بودن نور در اثر را نیز شامل می‌شود.

با نگاهی عمیق در چگونگی نور مسجد قبا می‌توان به عدم توجه معماران معاصر به جنبه‌های کیفی نور پی برد. استفاده از نور طبیعی صرفاً به استفاده کمی از آن تنزل یافته و از تأثیرات عمیق جنبه‌های کیفی نور طبیعی غفلت شده و جای خالی استفاده از ویژگی‌های روح‌بخش نور به وضوح دیده می‌شود. اکثر نورپردازان، طراحان صحنه، عکاسان و فیلمبرداران با اشراف به قابلیت‌های کیفی نور از آن در خلق صحنه‌ها و احساس‌های گوناگون بهره می‌گیرند. معماران نیز با هدف استفاده خلاقانه از ویژگی‌های کیفی و کمی نور طبیعی که با طراحی هنرمندانه فرم (فرم بازشو و کلیه عوامل مرتبط به آن و فرم فضای داخلی) حاصل می‌شود، می‌توانند از اثرات ماندگار ابعاد نورطبیعی بهره ببرند. امروزه معماران برای به کارگیری جلوه‌های اثرگذار و کیفی نور وابسته به تجهیزات نور مصنوعی شدند فارغ از آنکه هنر به کارگیری نور طبیعی اثرات ماندگار کیفی و کمی بی‌شماری دارد که در تاریخ معماری غنی ایران به شیوه‌های خلاقانه‌ای توسط معماران با ذوق و آگاه ایرانی به کار رفته است.

## تشکر و قدردانی

با تشکر ویژه از پژوهشکده هنرهای سنتی اسلامی پژوهشگاه فرهنگ، هنر و ارتباطات به واسطه تصویب طرح و تأمین منابع مالی پژوهش. خانم پیله‌فروش هیئت علمی دانشگاه کاشان برای آموزش روش ساخت گنبد کاربندی، دکتر مرضیه کاظم‌زاده برای تهیه رندهای خروجی از نرم افزار ریدینس، مریم ادیب‌زاده سرپرست گروه رولوه گنبدخانه مسجد و فاطمه جعفریان برای تهیه سه‌بعدی سقف کاربندی مسجد.

## پی‌نوشت

### 1. Lux Meter

۲. مقدار شدت روشنایی که به واحد سطح می‌رسد را شدت روشنایی می‌گویند؛ واحد آن برابر لوکس است.

۳. دستگاه لوکس‌متر ساده می‌تواند روشنایی را اندازه‌گیری کند. اطلاعات به دست آمده از این دستگاه در تهیه پلان جهت بررسی میزان نور در طی سال مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 4. Data logger

۵. جهت اندازه‌گیری میزان نور فضا در بازه‌های زمانی مشخص برای اخذ داده‌های نور در کل طول روز (طلوع تا غروب آفتاب) مورد استفاده قرار می‌گیرد. محل قرارگیری دستگاه بر روی بام با افق باز بدون سایه می‌باشد. این دستگاه اطلاعات مربوط به میزان نور را ثبت و ذخیره می‌کند.

### 6. Colour Analyser

۷. اطلاعات اخذ شده از دستگاه در نرم افزار ریدینس می‌تواند منجر به ارائه رندهای حقیقی از فضا گردد.

### 8. Luminance Meter

### 9. Radiance

۱۰. کلیه تصاویر مورد استفاده در مقاله حاضر توسط نگارندگان عکاسی شده و تصاویر رندر شده نیز از طریق نرم افزار ریدینس تهیه شده است.

۱۱. این مسجد در سال ۱۳۵۳ رسماً گشایش یافت. مسجد به همت مهندس عبدالحمید نقره‌کار طراحی و اجرا شده است.

۱۲. لازم به ذکر است که برخی از آن بازوها نورگیری نداشته، با صفحات کاغذی مسدود شده که در سنجش نور فضا در نرم افزار لحاظ شده است.

۱۳. جهت استخراج اطلاعات بر اساس مترای فضا، شبکه لازم بر کف گنبدخانه علامت‌گذاری می‌شود. ابعاد شبکه بر اساس طول زمان برداشت، دقت و وسعت اطلاعات دریافتی تنظیم می‌شود. با توجه به اینکه عملیات برداشت توسط دو نفر و یک دستگاه لوکس‌متر در گنبدخانه در سه زمان در یک روز انجام شده فواصل نقاط شبکه بندی در کف مسجد هر ۱۶۵ سانتیمتر انتخاب شده است.

### 14. Daylight Factor

### 15. Excel

۱۶. شبیه‌سازی نور یکی از رایج‌ترین انواع شبیه‌سازی در طراحی معماری محسوب می‌شود و در مراحل نخست طراحی می‌تواند تأثیر فراوانی بر طراحی داشته باشد (Inversen, M.R., Erikoosen, 2006). نرم افزار ریدینس از رایج‌ترین و معتبرترین نرم افزارهای شبیه‌سازی نور معرفی شده است (Radiance, 2010). با استفاده از مقادیر محاسبه شده نتایج نرم افزار می‌تواند به صورت تصویر رنگی سه بعدی، مقادیر عددی و نمایشی اطلاعات بر روی تصاویر ارائه شود (DNM Architect+2008). از مهم‌ترین مزایای نرم افزار ریدینس که آن را از سایر نرم افزارها متمایز می‌کند عدم محدودیت هندسه فضا و مصالح متنوع در شبیه‌سازی سازه‌های ساده نور است (Frum's-Ecotect, 2010). تصاویر سه بعدی دریافتی از نرم افزار با تکنیک رندر چشم طبیعی انسان بدست آمده که دقت تصاویر دریافتی را نشان می‌دهد.

۱۷. بر اساس استانداردهای روشنایی، در فضاهایی که کارهای بصری انجام می‌شود شدت روشنایی نباید کمتر از ۱۰۰ لوکس باشد. روشنایی بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ لوکس برای فضاهایی که فعالیت های بصری در آن انجام می‌شود مناسب است.

۱۸. در تمامی دانش و مفاهیم دقیق علمی که از منظر صاحب‌نظران عرصه نور مطرح شده جای خالی تحلیل علمی رابطه طراحی تخصصی فرم سقف و الگوی توزیع نور طبیعی به وضوح دیده می‌شود.

## References

- Ardalan, N., Bakhtiyar, L. (2001). *Sence Of Unity*. Translator Hamid Shahrokh. Esfahan: Khak Publication.
- Ahmadian tazeh-mahaleh, K. (2011). *Lighting Design and Education software DIALUX*. Tehran: Tarah publication.
- Afshar Naderi, K. (2005). *Artificial Lighting*. Memar magazine, Vol. , No. 30
- Evans, H. (2000). *Daylight in Architecture*. Translators: Shahram Poordeyhim and Hoori Adl Tabatabae: Tehran: nokhostin publication.
- Biner, P.M., Butler, D.L., Fischer, A.R., Westergren, A.j. (1989) *An Arousal Optimization Model of Lighting Level Preferences: An Interaction of Social Situation and Task Demands*. Environment and Behavior 20(1): 3-16
- Burkhart, T. (1985). *Islamic Art, Language and Expression*. Translator: Masoud Rajab Nia. Tehran: Soroush Publication.
- Burkhart, T. (2007). *Islamic Art Bascics*. Translator: Amir Nasri. Tehran: Haghighat Publication.
- DNM Architect, *The Green Virtual Building Slide Show*, <http://www.dnm-architect.com/BIMBOP/Assets/Webshow/BimBop.html>, 2008.
- Frums-Ecotect, (2010), <http://sql.com/frorums>.
- Haji Ebrahim Zargar, A. (1998). *Location Terms and Mosques Designing*. Research plan: Tehran: Shahid beheshti University, Architecture College.
- Haji Ebrahim Zargar, A. (2007). *Mosques Architecture Guide*. Tehran: Did Publication.
- Hajjighasemi, K. et al. (1996). *Ghanjnameh Mosques of Esfahan*. Two volume. Tehran: Shahid beheshti University.
- Heydari, Sh. (2009). *Architecture and Lighting*. Tehran: Tehran University Publication.
- Hoomanirad, M. (2011). Interview With Reza Nabavi.
- Hopkinson, R.G. (1972). *The Lighting of Building*. Faber and Faber Ltd., London
- Hopkinson, R. G. (1963). *Architectural Physics, Lighting*. London. Her Majesty's Stationary Office.
- Houser, K.W., Tiller, D.K. (2003). *Measuring the Subjective Response to Interior Lighting: Paired Comparison and Semantic Differential Scaling*. Lighting Research and Technology 35(3):183-198.
- Quoted from: Razavi, N.(2007). *Lighting Emotional Evaluation, Analysis of Light Emotion Works and the Position in the Architecture*. Thesis of PHD. Professor Dr. Mahmood Razjoyan. Tehran: Shahid beheshti University.
- Inversen, M.R., Erikoolsen. (2006). *Over View of Simulation*, International Building Performance Simulation Association, USA.
- Knez, I. (1998). *Effects of Indoor Lighting on Mood and Cognition*, journal of Environmental Psychology 15: 39-51.
- Tahbaz, M. (2012). *Lighting Quality Assessment for Three-door Room and Five-door in Kashan Old Housing-Ameriha House*, Colleagues: Shahrbanoo Jaliliyan and Fatemeh Mosavi, Research adjutancy: Tehran: Shahid beheshti University, Architecture College.
- Tahbaz, M., Jalilian, Sh. (2008). *Principles of Architectural Design in Harmony with the Climate in Iran with Approach to the Architecture of the Mosque*, Tehran: Shahid beheshti University.
- Grutter, J. (1996). *Aesthetic in Architecture*. Translators: Jahanshah Pakzad and Abdorreza Homayoun. Tehran: Shahid beheshti University Publication.
- Mahvash Mohammadi, M. (2006). *Light Qualitative Presence in Architecture: Rivival Of Body, Space Processing With Emphasis on the Iran Mosques*, Thesis of PHD. Professor Dr. Alireza Einifar and Professor Dr. Mahdi Hojat. Honarhaye Ziba college. Tehran University.
- Nadimi, H. (2007). *Kelk Friend, Ten Papers about Art and Architecture*, Windows 3, Razavi Publication.
- Najmabadi, M.H.(2002). *Shiekh Lotfollah Mosque and Its Features*, Tehran: Farzan Publication.
- Navaei, K., Hajjighasemi, K. (2011). *Adobe and Imagination, Description Islamic Architecture of Iran*. Tehran. Soroush Publication with Shahid beheshti University.
- Olgy. V., Egan, M.D. (2010). *Architecture Lighting*, Translator: mohammad tolou khorasanian. Tehran: Tarah Publication.
- Pope, A.A. (1986). *Architecture of Iran*, Translator: Gholam hosien Sadri Afshar. Oroumieh: Anzali Publication.

- Radiance WWW Server, <http://radsite.lbl.gov/radiance>, 2008
- The SLL Code for lighting. (2012). *London: The Society of Light and Lighting*. CIBSE.
- Zomarshiedi, H.(1996). *The Mosque in Architecture of Iran*. Tehran: Keyhan Publication.