

همبستگی شاخص‌های تکنولوژی با ارتقاء بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی در مسکن‌های اقلیمی

زهرا زمان‌پور^۱، ملیحه تقی‌پور*^۲، علی اکبر حیدری^۳، کیمیا السادات طبیب‌زاده^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹

چکیده

مساجد یکی از بناهای مهم مذهبی در بافت شهر ایرانی-اسلامی محسوب می‌شوند. ایجاد روشنایی طبیعی در این بناها یکی از دغدغه‌های معمار ایرانی بوده که با تغییر یا افزودن عناصر کالبدی در طول تاریخ سعی در خلق فضای مطلوب برای کاربر داشته است. بنابراین مسئله روشنایی روز این امر را بدیهی می‌سازد که مطالعه تغییرات الگوهای متفاوت ساخت مساجد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا هدف پژوهش حاضر، سنجش کیفیت روشنایی نور طبیعی در یکی از مساجد شهر اصفهان، یعنی شبستان جنوبی مسجد جامع (به‌عنوان نمونه‌ای که تغییرات دوره‌های مختلف را دارا است)، انجام گرفت. از این رو، همه اطلاعات لازم، بررسی و تحلیل شد و داده‌ها در چند نرم‌افزار، مدل‌سازی شدند و در نهایت، در نرم‌افزار اکوتکت، میزان تابش خورشیدی در انواع مستقیم و پراکنده آن محاسبه شد. نتایج حاکی از آن بوده‌اند که معمار ایرانی توانسته راهکارهایی جهت افزایش و حفظ نور طبیعی روز در الگوی شبستانی ارائه دهد؛ به‌عبارتی افزودن گنبدخانه و نورگیری از این فضا در دوره‌های پس از قرون اولیه اسلامی، کمک شایانی به کیفیت نورگیری کرده و پس از آن، مسجد گنبددار ایوانی نیز علاوه بر داشتن زیبایی منحصر به‌فرد، به کنترل نور جهت جلوگیری از خیرگی برای آسایش کاربر کمک کرده است.

کلیدواژه: مسجد جامع اصفهان، کیفیت نور، شبستان، مساجد گنبددار ایوانی، روشنایی فضا.

^۱ دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. (نویسنده مسئول)

Email: z.zamanpour.67@gmail.com

^۲ گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

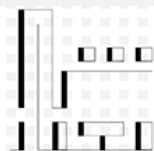
Email: Malihe.Taghipour@iau.ac.ir

^۳ دکتری معماری، استادیار گروه معماری، عضو هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

Email: Aliakbar_heidari@yu.ac.ir

^۴ گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

Email: kimia.tabibzadeh@yahoo.com

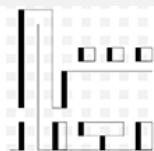


مقدمه

از ابتدای ورود اسلام به ایران، مسجد برای مسلمانان پایگاه امنیت و همیاری بوده است. بنابراین چشم‌نوازی بنا، اهمیت بسیار زیادی داشته است. در گذشته، هنگام ساخت‌وساز بنا، امکان روشن کردن فضاهای داخلی با نور طبیعی از نیازهای اصلی و بدیهی به‌شمار می‌آمد؛ به‌همین دلیل توجه به قوانین حرکت خورشید و نور آسمان، همچنین انتخاب جهت، ابعاد، تناسب و ترکیب فضاهای پروخالی مورد توجه بوده است. این نیاز موجب شد که از همان ابتدای کار، با انتخاب ایده‌های اصلی طراحی، معماران سنتی بر اساس تجربه و با ارزیابی نقاط قوت و ضعف‌های ساختاری و ساختمانی مواد، در مکان و میزان مناسب از آنها استفاده کنند (ارجمندی و همکاران، ۱۳۹۰). به‌معنای دیگر، فعالیت‌های انسانی در گذشته، تحت تأثیر نور خورشید بود و دستیابی به نور طبیعی روز در هنگام شب، ممکن نبوده است. بنابراین حضور نور به‌شکل طبیعی آن، زندگی را متحول کرده است (گاردنر و مولونی، ۱۳۸۶). الگوهای مختلف ساخت در مساجد شبستانی، گنبددار و ایوان‌دار، هر یک به‌نوعی خاص، نور را به درون بنا هدایت می‌کردند. برای سنجش روشنایی در هر الگو، به نمونه‌ای کامل جهت اندازه‌گیری نور طبیعی نیاز است که با مطالعات تاریخی جبهه جنوبی مسجد جامع اصفهان انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. اما این سؤال مطرح می‌شود که تغییرات ساختاری پلان جبهه جنوبی مسجد، به چه اندازه در کیفیت نورگیری (روشنایی روز) آن نقش داشته است. بنابراین پژوهش پیش رو با هدف یافتن پاسخ این سؤال انجام شده است.

پیشینه پژوهش

صیرفی‌پور و لوفی (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «شاخص‌های مؤثر ایجاد حس خلوت و رازگونی در مساجد (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)»، مفهوم و اهمیت خلوت را در بینش اجتماع‌گرای اسلامی و همچنین مراتب ادراک فلسفه اسلامی مورد بررسی قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص‌هایی چون آشکارگی و پنهانی، خلأ (فضای تهی)، اصل تکرار و زوجیت پویایی و سکون، همه و همه می‌توانند با حضور تزئینات، نظام فضایی، نور، رنگ و مصالح در ایجاد حس خلوت و رازگونی مؤثر واقع گردند. شاطری (۱۳۹۲) در مقاله «مسجد جامع اصفهان، تجلی‌گاه محراب‌های نهان و آشکار»، در مورد این مسجد که نمونه‌ای بسیار مناسب برای مطالعه و پژوهش سیر تاریخی و ویژگی‌های فنی و تزئینی محراب در ایران است، با هدف تنویر هرچه بیشتر تاریخچه محراب در ایران دوره اسلامی، سعی در انجام آن داشته است. حاتم و دادخواه (۱۳۹۲) در مقاله خود تحت عنوان «جستاری بر تزئینات صفا استاد مسجد جامع اصفهان»، به بررسی تزئینات صفا استاد در این مسجد پرداخته‌اند و جایگاه نقوش هندسی و اسلیمی در ایجاد زیبایی و متبرک نمودن فضای این بنا را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بمانیان و امینی (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان «بررسی شاخص‌های مؤثر در شکل‌گیری تعادل در معماری مسلمانان (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)، عوامل مؤثر در ایجاد تعادل در ساختمان را شامل: تقارن، ریتم، تناسب، مصالح همگن، فن ایستایی، تزئینات طبیعی و سلسله مراتب، دانسته‌اند. قلعه‌نویی و کلانتری (۱۳۹۲) در مقاله «بررسی تغییر نقش مسجد جامع عتیق در ساختار شهری اصفهان در گذر زمان»، مسجد جامع را یک فضای عمومی و جزء فضاهای شهری با حریم‌های خاص خود دانسته‌اند و بیان نموده‌اند که موقعیت ساختاری و تاریخی بنا و نیز جایگاه بنا در نظام شهری، از اهمیت بسیاری برخوردار است. نعمتی و شهلائی (۱۳۹۴) در مقاله «تحول فضایی در معماری مسجد چهار ایوانی نسبت به مسجد شبستانی (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)»، به قیاس دو الگو از لحاظ کارکرد و ویژگی‌های بصری پرداخته‌اند و سیر تاریخی آن را بررسی کرده‌اند و متوجه شده‌اند که الگوی چهار ایوانی نسبت به الگوی شبستانی، انسجام فضایی و کارکرد و کیفیت بصری طرح را ارتقاء می‌بخشد. در مقاله صالحی‌نیا و شاهمرادی (۱۳۹۶) با عنوان «مطالعه روانشناسانه تأثیر معماری مسجد جامع (عتیق) بر رفتار استفاده‌کنندگان»، این نتیجه حاصل شد که فاکتورهای سن، جنسیت و



هدف استفاده بر ادراک استفاده‌کنندگان مؤثر است و ویژگی‌های معماری هر حوزه از مسجد، منجر به پدید آمدن معنایی متفاوت در ذهن هر یک از گروه‌های استفاده‌کننده دارد و در نتیجه، موجب بروز رفتارهای متفاوت در آنان شده است. با توجه به پیشینه پژوهش می‌توان گفت که مطالعات زیادی در زمینه‌های مختلف درباره این مسجد صورت گرفته است، اما پژوهشی در باب میزان روشنایی و سنجش نور روز در این مسجد انجام نشده است و از این رو پرداختن به محدوده مورد مطالعه (ضلع جنوبی مسجد) که در طول تاریخ، تغییراتی داشته، از اهمیت خاصی برخوردار است. در پژوهش حاضر برای نخستین بار، این شبستان به‌عنوان نمونه‌ای که از ابتدای ساخت مسجد تاکنون پابرجا مانده، از حیث سنجش روشنایی نور روز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

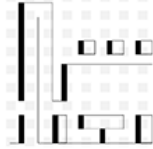
مرور ادبیات تحقیق

مساجد شبستانی

معماری مسجدهای نخستین، برگرفته از تهرانگ مسجد مدینه بود. وجود شبستان سمت قبله از وجوه الزامی معماری مساجد شبستانی معرفی می‌شود (پیرنیا، ۱۳۸۰). معماری شبستانی محصوره مستطیل شکلی است که دارای یک حیاط باز و در طرف قبله دارای یک شبستان سرپوشیده است. نمازخانه یا شبستان یا شامل چند ردیف ستون می‌شود که سقفی مسطح را برپا داشته‌اند یا دارای طاق‌بندی‌هایی است که بام شیب‌داری را نگه می‌دارند. تأکید بر ردیف ستون‌های منظم نزدیک به هم موجب می‌شود که این نوع مساجد را به نام «شبستان ستون‌دار» بنامند. هر سه عناصر دیوارهای محصورکننده، حیاط و نمازخانه بعداً دچار تغییراتی شدند و ناستوار بودند و گام و میزان تغییر هر عنصر نسبت به تغییر دو عنصر دیگر متفاوت بود (هیلن براند، ۱۳۹۱). مسجدهای شبستانی ایران در کیفیت یکرنگ فضای سرپوشیده مسجد و نوع ارتباط آن با حیاط، همانند مسجد پیامبرند. این مساجد، شبستان‌هایی ستون‌دار با دهانه‌هایی برابر و پوشیده با طاق آهنگ دارند، که در یک یا چند سوی حیاطی گرد آمده‌اند. در بسیاری از مناطق ایران، ساخت‌مایه‌ای جز خشت و گل نبود؛ پس ستون‌های چوبی و سنگی و سقف‌های تخت و تیرپوش تجربه‌شده در مساجد ستون‌دار کنار گذاشته شد و با طاق‌های آهنگ متکی بر دیوار، طاق‌های ستبر خشتی، شبستانی پدید آمد که در پایین و بر زمینه، یکرنگ و یکسان و در بالا و بر آسمانه، جهت‌دار و قبله نشان بود (صارمی و همکاران، ۱۳۹۵).

مساجد گنبددار و ایوانی

در ابتدای ساخت گنبدها در دوران ساسانیان و اوایل ورود اسلام به ایران تنها از روزنه‌ای در وسط گنبد برای ورود نور به فضا استفاده می‌شد، ولی با پیشرفت تکنیک‌های ساخت گنبد و ایجاد درک بهتری از نحوه توزیع نیروها و تنش‌ها در ساختار آن، معماران با ایجاد فرم‌های بهینه یا روش‌های سازه‌ای خاصی بر این مشکل تا حدی چیره شدند و توانستند از بدنه گنبد برای ایجاد نورگیر و روزن استفاده کنند (نعمت گرگانی، ۱۳۸۲). گنبد، شکلی واجد تصویرپردازی زنده و حیاتی است و اندیشه‌ای است که به میانجی امکانات ماده، تجلی می‌یابد (اردلان و بختیار، ۱۳۸۰). یکی از شاخصه‌های معماری اسلامی، گنبد است. گنبد را می‌توان طاقی برای پوشش دهانه بزرگ دانست که در آن، نه تنها مسائل ساختمانی پوشش مطرح است، بلکه مسائل شکلی و نمادین نیز در روند ساختمان آن مطرح بوده است (معماریان، ۱۳۶۷). فضای معماری اسلامی، یکی از بزرگ‌ترین جلوه‌های ظهور یک حقیقت هنری در کالبد مادی به‌شمار می‌آید (مهدوی نژاد، ۱۳۸۳) و همواره آکنده از جلوه‌های بصری و معنوی نور است و معماران این ویژگی را در بخش‌های اصلی و نمادین معماری در طول دوران به نمایش درآورده‌اند. ایوان نیز در معماری مساجد سنتی ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و طی سالیان، جایگاه آن در معماری مساجد، رشد و تکامل یافته است. اهمیت این عنصر در ساختار معماری



اسلامی تا آنجا است که تعداد ایوان‌های ساخته شده در مساجد، الگوی ریخت‌شناسی آنها را تعیین نموده و مصادیق آن در قالب مساجد یک تا چهار ایوانه، دسته‌بندی شده‌اند. از سوی دیگر، ایوان به‌عنوان یک فضای نیمه‌باز، ارتباط میان فضای باز حیاط را با فضای شست‌وکار می‌آورد (کیایی و همکاران، ۱۳۹۶). شکل‌گیری ایوان در معماری ایران نیز متأثر از خصوصیات فرهنگی و متناسب با محیط فرهنگی این سرزمین بوده است. کاربرد گسترده ایوان و فعالیت‌هایی که در آن صورت می‌گرفت، سبب استمرار ایوان طی بیش از دو هزار سال در معماری ایران گردید. تداوم حضور ایوان در سنت معماری ایران نشان می‌دهد که رفتاری پایدار در این فضای معماری، تحقق یافته است و این توجه موجب شد که ایوان به شاخص معماری ایران تبدیل شود (لاله و رضایی‌نیا، ۱۳۹۳).

بهره‌گیری از نور روز در مساجد

اولین جایگاه تجلی هنر ایرانی و اسلامی، در معماری مساجد است که فضا و مکانی برای ارتباط نورالنوار است (بمانیان و عالی‌نسب، ۱۳۹۰). معماران در ساختن مساجد که نماد معماری مذهبی به‌شمار می‌رود، علاوه بر استفاده مادی از نور، مفهوم نمادی اعتقادی آن را نیز لحاظ کرده‌اند (کشمیری و دیگران، ۱۳۹۲). در فضاهایی که نورگیری و در نتیجه روشنایی فضا از طریق سقف انجام می‌شود، نور به‌طور مستقیم وارد فضا شده و فقط بخشی از آن را روشن می‌نماید (نعمت‌گرگانی، ۱۳۸۱). در سبک خراسانی به‌دلیل پایین بودن ارتفاع ساختمان که استاد پیرنیا از آن به‌عنوان مردم‌واری یاد می‌کند، نورگیری به‌صورت مستقیم و از طریق ورودی‌ها انجام می‌شده و کمتر نورگیری غیرمستقیم (از طریق پنجره‌های زیر گنبد یا طاق‌ها) وجود داشته است. شاید یکی از دلایل کم‌عمق بودن مساجد را نیز بتوان تسهیل در ورود نور مستقیم دانست، اما در دوره رازی با ورود گنبدخانه و تبدیل مساجد شبستانی به مساجد ایوان‌دار و سبک کردن دیوارهای جانبی از تحمل بار و ایجاد پنجره‌های زیر گنبد، شرایطی بهینه و نورگیری مستقیم و غیرمستقیم ایجاد شد (زرگر و دیگران، ۱۳۸۶).

اهمیت نور و جایگاه آن در معماری اسلامی

در جهان‌بینی اسلامی نیز از نور در وهله نخست، به‌مثابه حقیقتی متعالی یاد شده و بر معنویت آن تأکید شده است. همچنین نور در عرفان و تصوف با تأسی از قرآن اسمی از اسماء الهی دانسته شده است. با توجه به اهمیت این مطلب، معماران ایرانی از نور روز برای معنابخشی به فضا، علاوه بر پاسخ‌گویی به نیازهای مادی و کالبدی استفاده‌کنندگان بهره برده‌اند (نوربخش، ۱۳۸۴). حضور نور در آثار معماری، در طول دوره‌های مختلف تاریخی (پیش از اسلام و پس از ورود آن به ایران)، چه از جنبه عملکردی نور که عاملی برای روشنایی و حیات‌بخشی در فعالیت‌های روزانه بوده است و چه از جهت اهمیت آن در مباحث اعتقادی ادیان، همواره مورد توجه و استفاده فراوان بوده است (مهدوی نژاد و مطور، ۱۳۹۱).

نور روز مناسب

یکی از معیارهای معتبر سنجش مقدار نور روز در فضا، متوسط نور روز است. متوسط نور روز، حاصل تقسیم میزان روشنایی داخلی فضا به روشنایی بیرون، در شرایط آسمان ابری است که به‌صورت درصدی بیان می‌شود (Baker et al. 1993). نور روز، ترکیبی از نور خورشید، نور آسمان و نور بازتاب‌شده از زمین و اجسام اطراف است. نور آسمان نوری است که در اثر برخورد پرتوهای نور خورشید به مولکول‌ها و ذرات معلق در هوا پخش می‌شود. (CIBSE, 1999). مقدار عامل نور روز در حد استاندارد، برای همه کاربری‌ها یکسان نیست؛ همچنین نرم‌افزارهایی که عامل نور روز را محاسبه می‌کنند (نظیر اکوتکت، رادیانس، دیالوکس) نیز، محاسبات را در شرایط آسمانی انجام می‌دهند.

جدول ۱- ارزیابی شدت روشنایی طبیعی با توجه به نیازهای بصری انسان در فعالیت‌های مختلف (مأخذ: Nabil&mardaljevic,2005)

شرایط نیاز به روشنایی و روشنایی مصنوعی	وضعیت روشنایی	شدت روشنایی
نیاز به روشنایی الکتریکی	روشنایی ناکافی	کمتر از ۱۰۰ لوکس
نیاز به روشنایی کمکی در برخی شرایط	روشنایی نسبتاً ناکافی	۱۰۰ تا ۳۰۰ لوکس
عدم نیاز به روشنایی کمکی	روشنایی کافی	۳۰۰ تا ۹۰۰ لوکس
عدم نیاز به روشنایی کمکی	روشنایی عادی	۹۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس
نیاز به کنترل خیرگی در برخی شرایط	احتمال خیرگی	بیشتر از ۲۰۰۰ لوکس

مسجد جامع اصفهان (نمونه مورد مطالعه)

موقعیت جغرافیایی مسجد و تغییرات تاریخی

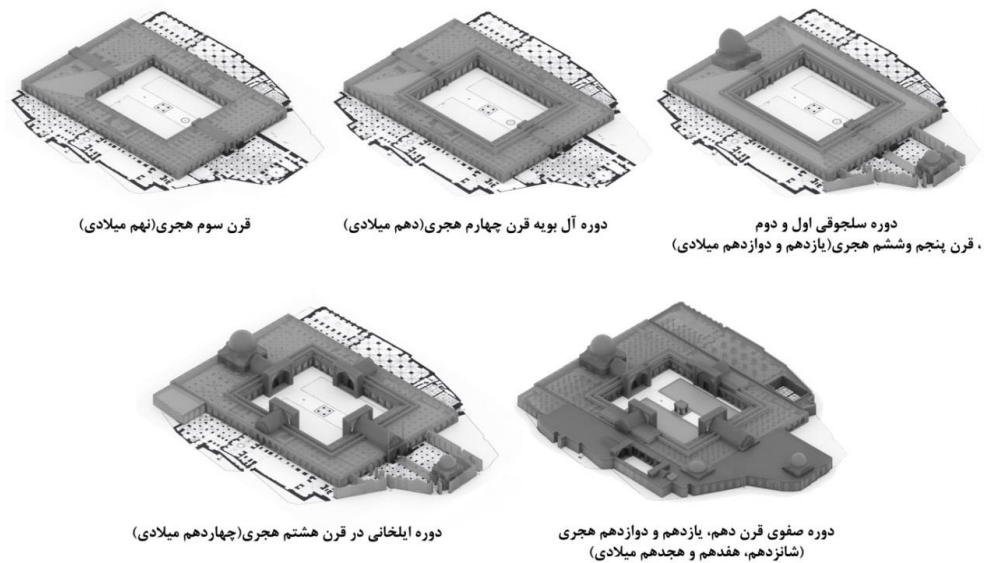
مسجد جامع عتیق اصفهان در محل روستای قدیمی یوان بنا شده است. به دلیل نقش و اهمیتی که مساجد جامع به طور کلی و مسجد جامع عتیق اصفهان به طور خاص، در زندگی مردم داشته است، این بنا در مرکز شهر و در مجاورت مراکز حکومتی، اقتصادی (بازار) و اجتماعی (میدان سلجوقی) شکل گرفته است. سپس عناصر اصلی شهر از جمله مدارس و حمام‌ها در ارتباط با این مجموعه قرار گرفتند. در دوره صفوی با ساخت میدان نقش جهان، راستای بازار و مسجد جامع جدید، مرکز شهر به سمت جنوب منتقل شد. مسجد جامع عتیق هم اکنون نیز در مرکز بافت تاریخی شهر قرار گرفته است. مسجد جامع اصفهان با گستره‌ای برابر با ۲۳۰۰ مترمربع، بزرگ‌ترین مسجد ایران به شمار می‌رود. بنای نخستین مسجد همچون دیگر مساجد اولیه از طراحی مستطیل شکل تشکیل شد که دارای شبستان‌های ستون‌دار در پیرامون حیاطی بزرگ بود. در دوران‌های بعد، مسجد به چهار ایوانی تبدیل شد؛ بدین گونه فضای پیوسته و ساده شبستان‌ها و میان‌سراها با ایوان‌ها و دو گنبد از هم گسسته شد (مرکز اسناد میراث فرهنگی اصفهان). مسجد اولیه به احتمال قریب به یقین در سال ۱۵۶ ق ساخته شد. در سال ۲۲۶ ق، پس از اصلاح جهت قبله در زمان خلافت ابوعلی بن رستم مسجد تخریب و مسجد جدیدی به صورت شبستانی و با دیوار خشتی ساخته شد (گالدیری، ۱۳۹۲). در قرن چهارم (دوره آل بویه) با کم کردن از فضای باز صحن یک دهانه با ستون‌های آجری دارای نقوش هندسی به شبستان‌های سرپوشیده دور آن اضافه گردید (گالدیری، ۱۳۵۹). مسجد جامع، بزرگ‌ترین تغییر را از نظر کالبد داخلی و خارجی در قرن پنجم و ششم هجری به خود دیده است. از آن جمله می‌توان به حذف ۲۴ ستون برای ساخت گنبد نظام‌الملک و ساخت گنبد تاج‌الملک به صورت مجزا و مستقل اشاره کرد (آیت‌الله زاده شیرازی و دیگران، ۱۳۵۸). از این رو طرح نخستین مسجد به شکل بوسلمی (شبستان ستون‌دار) بوده که در سال ۱۹۳ هجری به سبک خراسانی ساخته شده است. بعدها در شیوه رازی طرح شبستان ستون‌دار به چهار ایوانی تبدیل شد. مسجد جامع اصفهان شامل میان‌سرا، گنبد خواجه نظام‌الملک، گنبد تاج‌الملک، صفا صاحب، صفا درویش، صفا استاد، صفا شاگرد، دارالثناء یا شبستان زمستانی و مسجد کوچک الجاتیو است که در طول زمان به مسجد الحاق شده‌اند (پیرنیا، ۱۳۸۷).



تصویر ۱- پلان مسجد جامع اصفهان و محدوده مورد مطالعه (مأخذ: گالدیری، ۱۳۹۲: ۳۲۵).

مراحل احداث و تغییرات در مسجد

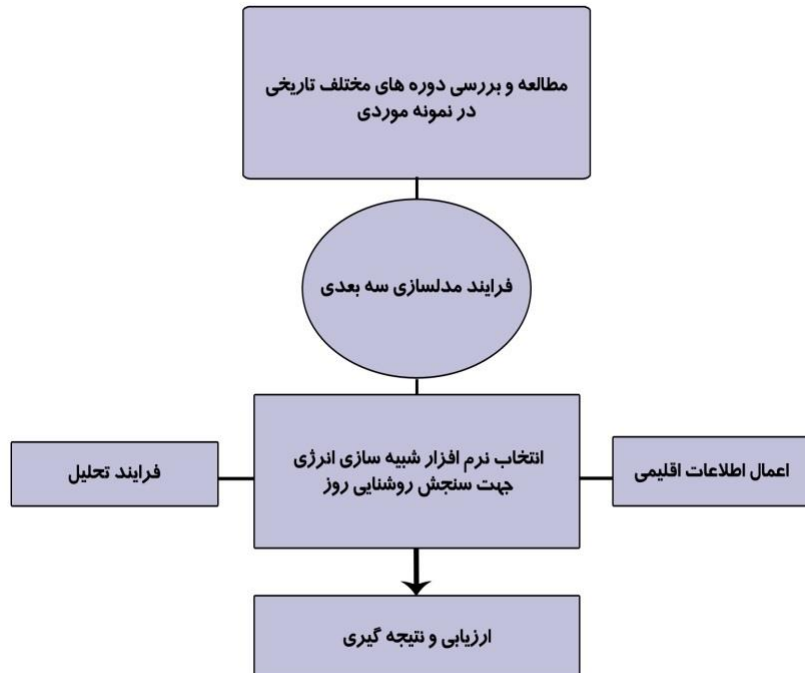
مسجد جامع اصفهان در طول ۱۲ قرن شاهد تغییرات مهمی بوده و هر دوره نسبت به دوره قبل، تکامل معماری مسجد را در پی داشته است. با توجه به موارد ذکر شده این تغییرات مدل‌سازی شده‌اند تا ادامه و انجام تحقیق به‌درستی انجام گیرد.



تصویر ۲- شبیه‌سازی تغییرات و الحاقات انجام شده در مسجد جامع اصفهان در گذر دوره‌های تاریخی (مأخذ: نگارندگان)

روش تحقیق

با مرور و تحلیل اسناد تاریخی، روند تغییرات و ایده‌های معمار برای افزایش روشنایی فضا را بررسی و نتایج شبیه سازی رایانه ای رو مورد ارزیابی قرار خواهیم داد. پس از انتخاب نمونه موردی به عنوان بنایی که خود معرف دوره های مختلف تاریخی و دارای گنجینه ای از خصوصیات معماری سنتی ایران است، مطالعاتی در این حوزه انجام گرفت. سپس جهت انجام فرایند تحلیل انرژی شبیه سازی که نمودی از واقعیت است با استفاده از نرم افزار های مورد نظر 3Dmax, Revit, Autodesk Ecotect Analysis انجام می گیرد. کیفیت نور(روشنایی نور طبیعی روز) در فاکتورهایی نظیر (DGP, DA, Da, UDI, EX-UDI, ASE) مورد بررسی قرار خواهند گرفت. روند تناسب مدل سازی در رایانه به درستی انجام گرفته و ابعاد و اندازه های واقعی بنا اعمال شده است. چرا که هماهنگی و تناسب واقعی بین مدل و واقعیت از اهمیت زیادی برخوردار است و در جهت حقیقی و صحیح بودن نتایج تحلیل این پژوهش خواهد بود. در راستای انجام این پروسه در نرم افزار اکوتکت داده های آب و هوایی شهر اصفهان بر عملیات شبیه سازی اعمال گردید و تمام محاسبات زاویه تابش، طول و عرض جغرافیایی و ... انجام پذیرفت. با بهره گیری از موارد فوق تعریف مسیر تحلیل نمونه موردی بر اساس روند نمودار زیر خواهد بود.



تصویر ۳- نمودار فرایند انجام پژوهش، از شبیه سازی تا تحلیل نتایج (مآخذ: نگارندگان)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تحلیل و اندازه‌گیری نور روز یا به عبارتی نسبت روشنایی داخل فضا به محیط خارج (Daylight factor)، ابتدا موقعیت، میزان و درجه تابش نور شهر اصفهان برای نرم‌افزار تعریف شد و پلان‌ها با کمک نرم‌افزار 3DSmax و Revit مدل‌سازی و وارد نرم‌افزار اکوتکت گردید. سپس خروجی‌های مربوط به هر پلان محاسبه شده و میانگین روشنایی روز به‌طور سالیانه (Annual daylight simulation) مشخص و بررسی شد. برای شرح این مهم، مروری بر مفهوم هر یک از فاکتورها انجام شده است:

- Daylight Glare Probability (DGP) احتمال خیرگی و تشعشع نور (درصد ساعات اختصاص داده‌شده در سال)

- annual sunlight exposure (ASE) قرار گرفتن در معرض نور خورشید (سالیانه)

این فاکتور مشخص می‌کند که چه ساعت‌هایی از سال فضای مورد نظر، بیش از ۱۰۰۰ لوکس دریافت می‌کند. فضاهای پررنگ‌تر بیش از ۲۵۰ ساعت در سال و نور بالاتر از ۱۰۰۰ دریافت می‌کنند.

- Daylight Autonomy (DA) نور روز مستقل

این فاکتور مشخص می‌کند که چند درصد از زمان مقدار بیشتر از ۳۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند و در واقع درصد زمانی است که سطح نور در بالای یک هدف مشخص درون یک فضای فیزیکی یا ساختمان قرار دارد. این محاسبه بر اساس داده‌های سالانه و سطح روشنایی از پیش تعیین شده است. برای گراف‌های بالا، ما یک آستانه استقلال نور روز (۳۰۰ DA) را انتخاب کردیم.

- Da (daylight availability) دسترسی به نور روز

این فاکتور درصدهایی از زمان که بیش از ۳۰۰ لوکس دریافت می‌کند و مشخص می‌کند که چند درصد فضا، بیش از ۳۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند.

- Useful Daylight Illuminance (UDI) روشنایی مفید روز

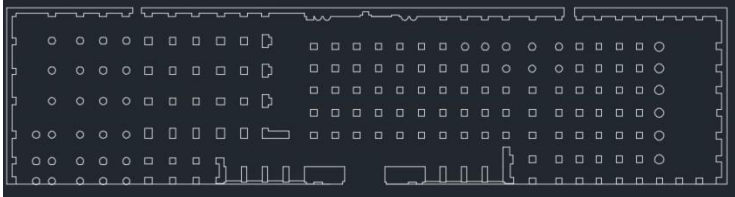
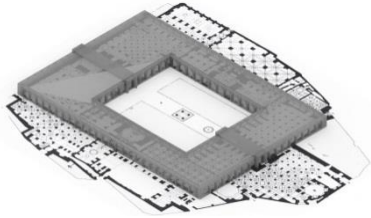
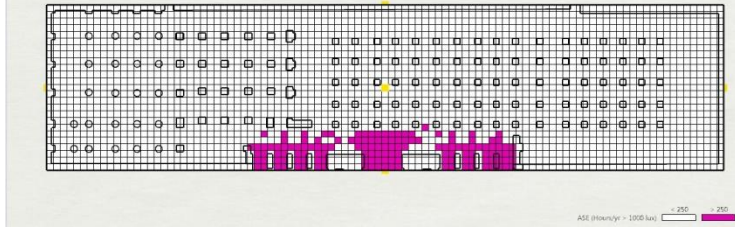
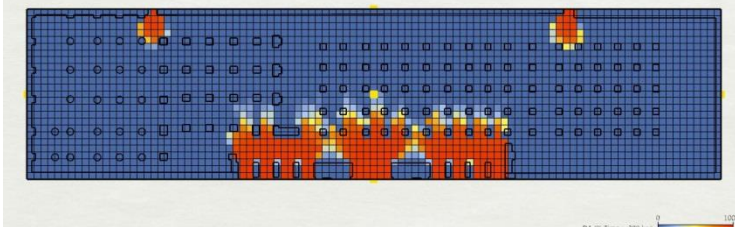
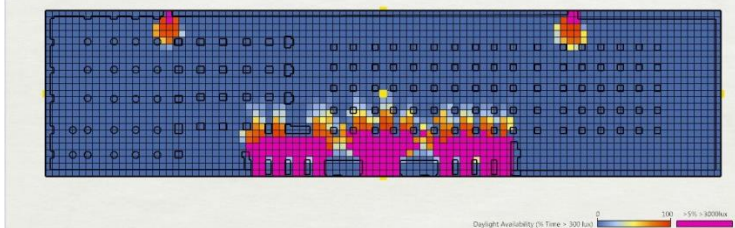
در این فاکتور، زمان‌هایی که ۱۰۰ یا کمتر از ۱۰۰ دریافت می‌کند، با رنگ آبی و زمان‌هایی که بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند، با رنگ نارنجی مشخص شده است.

- Exceeded Useful Daylight Illuminance (Ex-UDI) بیش از روشنایی مفید روز

این فاکتور مربوط به زمان‌هایی در سال است که بیش از ۲۰۰۰ لوکس دریافت می‌کند.

به دلیل وسعت زیاد فضای شبستان، هر مربع در نرم افزار در اندازه 140×140 سانتی متر در نظر گرفته شد.

جدول ۲- آنالیز نور شبستان ستون دار در جبهه جنوبی مسجد جامع اصفهان در قرن سوم و چهارم هجری (مأخذ: نگارندگان)

نوع پلان (شبستانی ستون دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>پلان شماره ۱</p> 
	<p>فاکتور ASE و DGP (تصویر ۱)</p>
	<p>فاکتور DA (تصویر ۲)</p>
	<p>فاکتور Da (daylight availability) (تصویر ۳)</p>

نوع پلان (شبستانی ستون دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>فاکتور UDI (تصویر ۴)</p>
	<p>فاکتور EX-UDI (تصویر ۵)</p>

نتیجه مدل‌سازی و تحلیل کلی این شبستان، مربوط به اوایل دوره اسلامی است. نورگیری آن از سمت صحن مسجد، به وسیله درب ورودی و پنجره‌ها تأمین می‌شود. تصویر یک، مربوط به فاکتور ASE و DGP است که نشان می‌دهد، به‌طور سالیانه تقریباً حدود ۲۵۰ ساعت از کل سال، این فضا نور بیشتر از ۱۰۰۰ لوکس دریافت می‌کند؛ به عبارتی، در هر روز از سال حدود ۱٫۵ تا ۲ ساعت این فضا دارای نور ۱۰۰۰ لوکس است. تصویر شماره دو، فاکتور DA است که مربوط به درصد از زمان‌هایی است که این فضا مقدار بیش از ۳۰۰ لوکس دریافت می‌کند. رنگ آبی مقدار فضاهایی با دریافت نور ۱۰۰ لوکس یا کمتر است که اهمیت کمی دارد و محسوس نیست. به‌طور میانگین در قسمت‌های زرد رنگ و نارنجی حدود ۳۰۰ لوکس و بیشتر نور وارد فضا می‌شود. در تصویر شماره سه، فاکتور Da (daylight availability)، درصدهایی از زمان است که میزان بیش از ۳۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند (با رنگ صورتی) و ۵ درصد از ساعات روز بیش از ۳۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کنند. درب‌های ورودی در پشت این شبستان نیز از این قاعده مستثنی نیستند و در روشنایی این فضا نقش قابل توجهی دارند. تصویر شماره چهار، فاکتور UDI است که نشان‌دهنده زمان‌هایی است که این فضا میزان ۱۰۰ لوکس یا حدود ۱۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند و با رنگ آبی مشخص گردیده است. همچنین زمان‌هایی که بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند، با رنگ نارنجی مشخص شده است. تصویر شماره پنج، فاکتور EX-UDI است که نشان می‌دهد چه زمان‌هایی در سال، این فضا مقدار بیش از ۲۰۰۰ لوکس دریافت می‌کند که در کنار ورودی نور و بازشوها به‌خوبی نمایان است. ارزیابی عملکرد نور روز (مورد اصلی) از طریق معیارهای نور روز بر اساس آبهوا نشان می‌دهد که نور کافی برای ایجاد نیازهای روشنایی این مسجد ارائه نشده است.

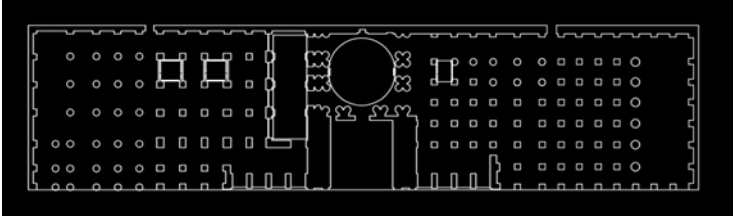
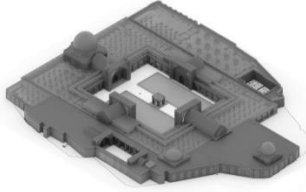
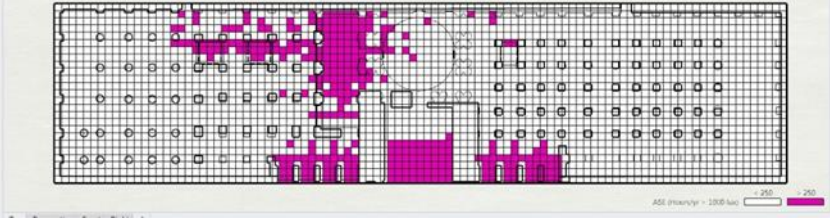
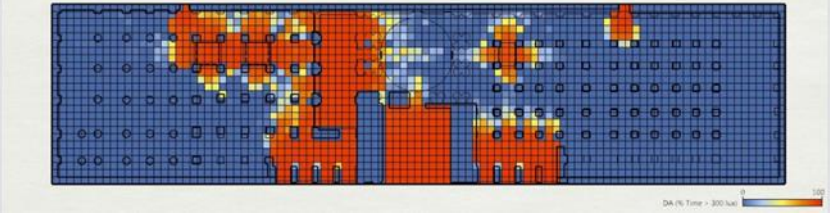
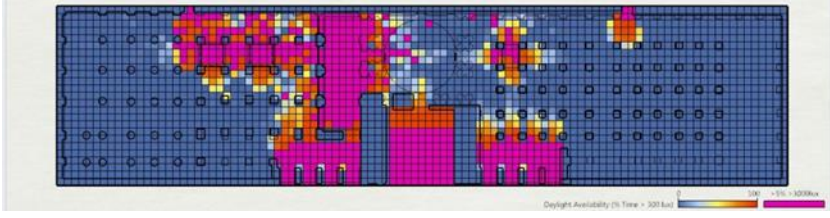
جدول ۳- آنالیز نور شبستان گنبددار در جبهه جنوبی مسجد جامع اصفهان در سده پنجم و ششم هجری (مأخذ: نگارندگان)

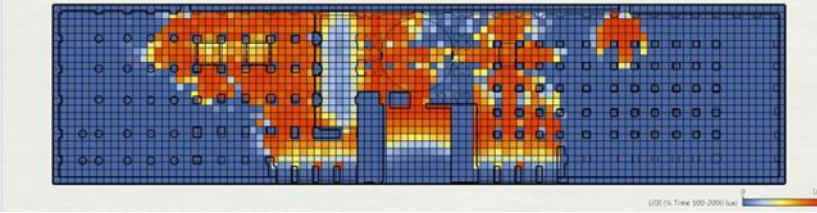
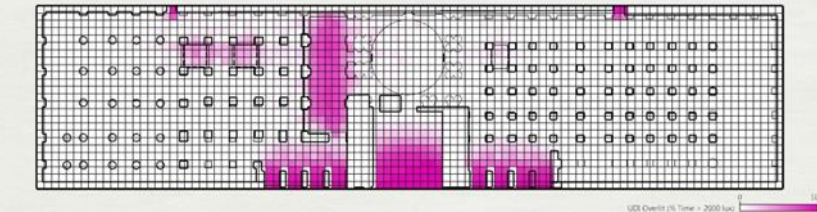
نوع پلان (شبستانی گنبد دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>پلان شماره ۲</p>
	<p>فاکتور ASE و DGP (تصویر ۶)</p>
	<p>فاکتور DA (تصویر ۷)</p>
	<p>فاکتور Da(daylightavailability) (تصویر ۸)</p>

نوع پلان (شبستانی گنبد دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>فاکتور UDI (تصویر ۹)</p>
	<p>فاکتور EX-UDI (تصویر ۱۰)</p>

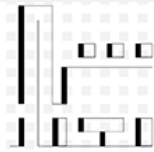
در قرن پنجم و ششم هجری، معمار ایرانی با افزودن گنبد به شبستان ستون‌دار این جبهه، به‌طور قابل توجهی راحتی بصری و عملکرد نور روز را بهبود بخشید. برای مثال در تصویر شماره شش، فاکتور ASE و DGP با افزودن بازشوهای دیواره گنبد، نور قابل قبولی در فضای زیر گنبد ایجاد شده است. این میزان از نور که حدود ۱۰۰۰ لوکس در ۲۵۰ روز از سال، به این شبستان می‌تابد، به روشن‌تر کردن فضای شبستان کمک کرده است. تصویر شماره هفت نشان می‌دهد که در فاکتور DA، فضای مورد بحث چند درصد از سال، مقدار بیش‌تر از ۳۰۰ لوکس نور دریافت کرده است که در مقایسه با پلان شبستانی از روشنایی بیشتری برخوردار گردیده است. همچنین تصویر شماره هشت و فاکتور Da (daylight availability) نشان می‌دهد که بخش زیادی از فضای شبستان و در قسمت گنبدخانه، نور بالای ۳۰۰۰ لوکس (حدود ۵ درصد) دریافت می‌کند. در محدوده نارنجی نیز مقدار نور بالای ۳۰۰ لوکس و در محدوده آبی حدود ۱۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند. در تصویر شماره ۹، فاکتور UDI مربوط به زمان‌هایی است که این فضا ۱۰۰ لوکس یا کمتر نور دریافت می‌کند و با رنگ آبی مشخص گردیده است. در مدت‌هایی که بین ۱۰۰ لوکس تا ۲۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند، با رنگ نارنجی مشخص شده است. عموماً بازشوها، درب‌های ورودی و نور وارد شده از بازشوهای گنبدخانه، در تمام ایام سال از کمترین میزان نور، تا شدیدترین میزان نور در بخش میانی شبستان وجود دارند. تصویر شماره ده، فاکتور EX-UDI است که زمان‌هایی را نشان می‌دهد که این فضا، مقدار بیش از ۲۰۰۰ لوکس، نور دریافت می‌کند و در قسمت زیر گنبد نیز، حدود نصف این میزان نور دریافت می‌کند.

جدول ۴- آنالیز نور شبستان گنبددار و ایوان دار در جبهه جنوبی مسجد جامع اصفهان از اواخر قرن ششم تا سیزدهم هجری (مأخذ: نگارندگان)

نوع پلان (شبستانی گنبددار ایوان دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>پلان شماره ۳</p> 
	<p>فاکتور ASE و DGP (تصویر ۱۱)</p>
	<p>فاکتور DA (تصویر ۱۲)</p>
	<p>فاکتور (daylight availability) Da (تصویر ۱۳)</p>

نوع پلان (شبستانی گنبددار ایوان دار)	ردیف (آنالیز فاکتور)
	<p>فاکتور UDI (تصویر ۱۴)</p>
	<p>فاکتور EX-UDI (تصویر ۱۵)</p>

پس از تغییرات در دوره‌های مختلف تاریخی نهایتاً این شبستان دارای ایوان نیز گردید. این تغییر موجب شد در قسمت ورودی به دلیل عقب‌نشینی درب ورودی اصلی این شبستان از شدت و میزان نور کاسته شود؛ ضمن اینکه نورگیری از گنبد هم به فضای میانی اضافه شده است. در دوره‌های بعد برای بهبود کیفیت نور در سقف، عناصری مانند روشن‌دان اضافه شده و در دو طرف گنبد وجود دارند و تأثیر بسیار زیادی بر میزان روشنایی داشته است. در تصویر شماره یازدهم که فاکتور ASE و DGP است، نتایج حاکی از آن است که در وسعت بیشتری از فضا در اکثر روزهای سال به‌طور میانگین، نور بیشتر از ۱۰۰۰ لوکس وجود دارد. در ۲۵۰ ساعت از سال این محدوده‌ها به میزان بالایی نور دریافت می‌کنند. تصویر شماره دوازدهم نیز با عنوان فاکتور DA نشان می‌دهد که چند درصد از سال، مقدار بیشتر از ۳۰۰ لوکس دریافت می‌کند. به‌نظر می‌رسد عموماً در این محدوده‌ها بیشتر فضاها نور مناسبی دریافت می‌کنند. در فاکتور Da (daylight availability) و تصویر شماره سیزدهم، درصدهایی از زمان را نشان می‌دهد که بیش از ۳۰۰ لوکس دریافت می‌کند (با رنگ صورتی) و ۵ درصد بیش از ۳۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کنند. نورگیری از سقف در دو طرف گنبد و شبستان کنار گنبد با بازشوهایی در سقف موجب شده تا اکثر فضاهای این شبستان، نور بسیار خوبی دریافت کنند. فاکتور UDI در تصویر شماره چهاردهم، زمان‌هایی را مشخص می‌کند که ۱۰۰ لوکس یا کمتر از ۱۰۰ دریافت می‌کند و با رنگ آبی مشخص گردیده است. زمان‌هایی که بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند، با رنگ نارنجی مشخص شده است. این محدوده، بسیار روشن و دارای نور قابل ملاحظه و مفیدی نسبت به دوره‌های قبلی شبستان بود. در تصویر شماره پانزدهم که فاکتور EX-UDI است، نشان داده است که زمان‌هایی در سال که مقدار نور مطلوب بیش از ۲۰۰۰ لوکس دریافت می‌کنند و بیشتر از نور مفید روز روشنایی ایجاد کرده است.

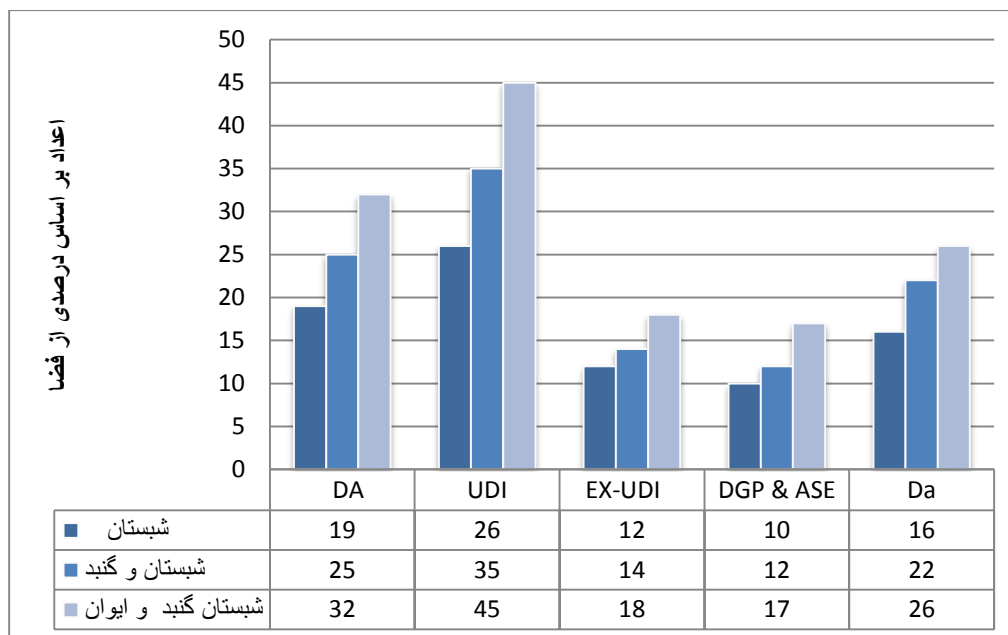


بحث

با توجه به جدول (شماره ۱) و با دقت در طراحی این شبستان می‌توان گفت که نورگیری اصلی فضا عموماً از طریق بازشوهای اصلی متصل به حیاط مرکزی مسجد تأمین شده است. کل فضای مسجد در مرحله شبستانی، به جز فضای مجاور بازشوها از درون، کاملاً تاریک و بین ۱۰ تا ۲۶ درصد از کل فضا به‌طور متوسط، از نور روز بهره‌مند شده است. برای مثال در فاکتور (DA) تنها ۱۹ درصد کل فضا دارای وسعتی است که سالیانه بیش از ۳۰۰ لوکس نور دریافت می‌کند. همچنین فاکتور (UDI) نیز نشان می‌دهد که حدود ۲۶ درصد از کل فضا نور مفید دارد و به‌طور میانگین نسبتاً ناکافی است.

در مرحله دوم تغییرات این شبستان هم نورگیری از بازشوهای حیاط مرکزی و بازشوهای بدنه گنبدخانه کمک زیادی به روشنایی شبستان کرده است. این تغییرات به‌طور میانگین در مجموع همه فاکتورها بین ۱۲ تا ۳۵ درصد از کل فضا روشنایی ایجاد کرده است. برای مثال در فاکتور (UDI) روشنایی مفید روز) نور حدود ۳۵ درصد از فضا تأمین شده است که نسبت به مرحله شبستانی که ۲۶ درصد بوده افزایش داشته است. در فاکتور (DA) دسترسی به نور روز) حدود ۲۵ درصد از کل فضا به‌طور سالیانه دسترسی به نور روز دارد؛ درحالی‌که در مرحله شبستانی این رقم ۱۹ درصد بوده است و این مقایسه نشان می‌دهد که نور عبوری از گنبدخانه به درون فضا، روند افزایشی داشته است.

در مرحله سوم که ایوان به‌عنوان یک عنصر تلطیف‌کننده نور به فضای شبستان اضافه شد، جمع‌بندی خروجی این فاکتورها تغییرات قابل ملاحظه‌ای در روشنایی این مسجد ایجاد کردند. همچنین در سقف شبستان این مسجد، روشن‌دان‌ها و فضای کنار گنبدخانه اضافه شد و این تغییرات کالبدی نیز به روشنایی بهتر این فضا افزود. برای مثال در فاکتور (UDI)، روشنایی مفید روز) روشنایی نسبت به مرحله قبل یعنی شبستان گنبددار از ۳۵ درصد به ۴۵ درصد افزایش داشته است و در فاکتور (DA، دسترسی به نور روز) نیز دسترسی از ۲۵ درصد از کل فضا به ۳۲ درصد افزایش داشته است. این دو فاکتور در سه مرحله از تغییرات شبستان به‌عنوان نمونه انتخاب و مقایسه شد. بررسی این تحلیل نشان می‌دهد که معماران این مسجد تاریخی با اشراف بر ایده‌های طراحی بر کنترل پرتوها القای معنایی مستتر در آن، به طراحی بهتر این شبستان پرداخته و برای حضور نور در این فضا ایده‌پردازی و برنامه‌ریزی کرده‌اند. در حالی‌که در قرون اولیه اسلامی کمتر به این مهم توجه شده است. به‌طور کلی زاویه نور و جهت‌دهی با هدف انتقال مفاهیم الهی و معنوی و جلب توجه انسان در مقایسه با دو مرحله قبل ارجحیت یافته است و معمار ایرانی توانسته از پتانسیل‌های کالبدی در جهت حداکثر بهره‌وری از نور روز استفاده کند.



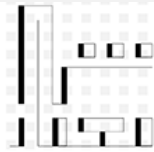
تصویر ۱۶- نمودار تحلیل و جمع‌بندی روشنایی نور روز در جبهه جنوبی مسجد جامع اصفهان (مأخذ: نگارندگان، بر اساس یافته‌های پژوهش)

نتیجه‌گیری

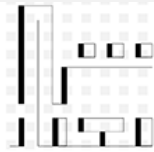
به‌طور کلی در قرون اولیه اسلامی، مساجد شبستانی که بیان‌گر سبک و فرهنگ عربی بودند، شکل گرفت. تسلط عباسیان به ایران در شیوه ساخت آنها در مساجد ایرانی بی‌تأثیر نبود؛ این درحالی است که با تضعیف سلطنت آنها اندک‌اندک ایرانیان سعی در تغییر نقشه مساجد شبستانی نمودند. پس از آن در دوره‌هایی همچون دوره سلجوقیان، عناصر معماری ایرانی مانند: ایوان و گنبد به تضعیف شیوه عربی منجر شد. این تغییرات در افزایش روشنایی طبیعی روز و استفاده از آن تأثیر قابل ملاحظه‌ای در ایجاد مساجد بدیع داشت. نورگیری از سقف، به‌وسیله بازشوهای بدنه گنبد، نقطه عطف مساجد گنبددار بود و پس از آن نیز وجود ایوان جهت کنترل نور مستقیم و خیره‌کننده و زیبایی آن، به فرآیند نور کافی و استاندارد در مساجد افزود. مستندات تاریخی نشان می‌دهد که تغییرات کالبدی به‌وسیله معمار ایرانی در جهت افزایش نور روز و استفاده بهینه از روشنایی بوده است. به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود که به سنجش روشنایی روز در دیگر فضاهای سنتی شاخص پرداخته و نتایج حاصل را با نتایج پژوهش حاضر، مقایسه نمایند.

منابع

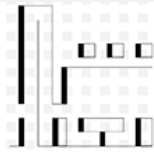
- صیرفیان پور، زهرا و لوافی، مهکامه. ۱۳۹۶. شاخص‌های مؤثر ایجاد حس خلوت و رازگونی در مساجد (نمونه موردی مسجد جامع اصفهان)، دوفصلنامه علمی ترویجی نگارینه هنر اسلامی، دوره چهارم، شماره ۱۳.



- شاطری، میترا، ۱۳۹۲. مسجد جامع اصفهان تجلی‌گاه محراب‌های نهان و آشکار، فصلنامه علمی فنی هنری اثر، شماره ۶۱.
- پور عیدی وند، نسربین و اسفنجاری کناری، عیسی، ۱۳۹۵، دگرگونی ورودی دهم (مسجد جامع اصفهان) در گذر زمان، مجله علمی پژوهشی صفا، شماره ۷۸.
- آیت الله زاده ی شیرازی باقر و پیرنیا محمدکریم و ماهرالنقش، محمود، ۱۳۵۸. مساجد جامع ایران: مسجد جامع اصفهان، تهران موزه رضا عباسی.
- گالدیری، ائوچینو، ۱۳۵۹. مسجد جمعه اصفهان در دوران آل بویه، ترجمه حسینعلی سلطان زاده پسیان، تهران: انتشارات سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران، بی تا.
- گالدیری، اوژینو، ۱۳۹۲، مسجد جامع اصفهان، ترجمه عبدالله جیل عاملی، ج ۱، ۳ و ۲، انتشارات فرهنگستان هنر.
- پیرنیا، محمدکریم، ۱۳۸۰. سبک شناسی معماری ایرانی. تدوین غلامحسین معاریان - تهران: نشر پژوهنده - نشر معمار.
- هیلن براند، روبرت، ۱۳۹۱. معماری اسلامی. ترجمه دکتر باقر آیت الله زاده شیرازی. تهران، انتشارات روزنه.
- آزاد، میترا، ۱۳۸۴. بررسی تحول بناهای مذهبی دوره ساسانی به بناهای مذهبی قرون اولیه اسلامی ایران، رساله دکتری پژوهش هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- صارمی، حمیدرضا و خدابخشی، سحر و خلاق دوست، متین، ۱۳۹۵. بررسی تطبیقی جهت گیری شبستان در مساجد سنتی و معاصر، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، شماره ۲۴.
- دادخواه، پژمان و حاتم، غلامعلی، ۱۳۹۲. جستاری بر تزیینات صفا استاد مسجد جامع اصفهان، فصلنامه علمی پژوهشی هنرهای تجسمی نقش مایه، سال پنجم، شماره ۱۶.
- بمانیان، محمدرضا و امینی، معصومه، ۱۳۹۰. بررسی شاخص های موثر در شکل گیری تعادل در معماری مسلمانان (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، شماره پنجم.
- قلعه نویی، محمود و کلانتری، مائده، ۱۳۹۲. بررسی تغییر نقش مسجد جامع عتیق در ساختار شهری اصفهان در گذر زمان، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، شماره یازدهم.
- نعمتی، محمد و شهلائی، علیرضا، ۱۳۹۴. تحول فضایی در معماری مسجد چهار ایوانی نسبت به مسجد شبستانی (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)، مجله هویت شهر، شماره ۲۲، سال نهم.
- صالحی نیا، محمود و شاهمرادی، فاطمه، ۱۳۹۶. مطالعه روانشناسانه تاثیر معماری مسجد جامع (عتیق) اصفهان بر رفتار استفاده کنندگان، فصلنامه علمی پژوهشی مرمت و معماری ایران، شماره ۱۳، سال هفتم.



- نوربخش، سیما (۱۳۸۴). نور در حکمت سهروردی، تهران: انتشارات سعید محبی.
- ارجمندی، هانیه و محمد مهدی میرلو و سمیه اسد زاده (۱۳۹۰). نور و رنگ، تاثیرات معنوی و روانشناختی نور و رنگ خانه های سنتی ایرانی بر ساکنان، ماهنامه اطلاعات حکمت و معرفت، شماره ۶۹
- گاردنر، کارل و رافائل مولونی (۱۳۸۶). تحولی در استفاده از روشنایی، بازگویی معماری، ترجمه آرن استپانیان و فاطمه هل فروش، تهران: نشر دانش پرور، شرکت نورپردازان ایده.
- کشمیری، هادی و نوشادی، زهره و عباسی، منیژه (۱۳۹۲). بررسی فیزیک و مفاهیم معنوی نور در معماری سنتی ایران) با نگاهی به مساجد و خانه ها. (همایش معماری پایدار و توسعه شهری.
- بمانیان، محمدرضا و عالی نسب. محمد علی (۱۳۹۰). بررسی نقش نور در تبیین توالی فضا در معماری اسلامی) نمونه موردی: مسجد شیخ لطف الله، معماری و شهرسازی اسلامی.
- نعمت گرگانی، ام البنین (۱۳۸۱). پیشینه نور در معماری و وسایل روشنایی در هنر اسلامی ایران. مجله اثر، شماره ۳۵.
- زرگر، اکبر، حمید ندیمی و رافونه مختار شاهی (۱۳۸۶). راهنمای معماری مساجد. تهران، نشر دید.
- مهدوی نژاد، محمد جواد (۱۳۸۳). حکمت معماری اسلامی؛ نشریه هنرهای زیبا؛ شماره ۱۱.
- معاریان، غلامحسین (۱۳۶۷) نیارش سازه های طاقی در معماری اسلامی ایران؛ جلد اول؛ چاپ اول؛ انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت ایران؛ تهران.
- مهدوی نژاد، محمد جواد و مطور سها (۱۳۹۱) کیفیت نورگیرها در گنبد های ایرانی (با رویکرد به مسائل سازه های گنبد)، مجله نقش جهان، سال دوم، شماره ۳.
- اردلان، نادر و بختیار، لاله (۱۳۸۰) حس وحدت؛ ترجمه حمید شاهرخ؛ انتشارات خاک؛ اصفهان.
- کیایی، مریم و پیوسته گر، یعقوب و حیدری، علی اکبر (۱۳۹۶) جایگاه پایه ای ایوان در ارتقای راندمان عملکردی مساجد، فصلنامه پژوهش های معماری اسلامی، شماره ۱۴، سال پنجم.
- لاله، هاید و رضایی نیا، عباس (۱۳۹۳) بررسی و تحلیل انتقادی فرضیه های خاستگاه ایوان، مطالعات باستان شناسی، دوره ۶
- Baker, N., Fanchiotti, A., & Steemers, K. (1993). *Daylighting in Architecture, A European Reference Book*. London: James and James (Science Publishers) Ltd, For the Commission of the European.
- (CIBSE). (1999). *Daylighting and window design*. London: Author.
- Nabil, A. & Mardaljevic, J. (2005) useful daylight factors energy and buildings, 38(7).



Measurement of Daylight in the South Front of Isfahan Jame Mosque with Emphasis on Physical Changes

1- Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

(Corresponding Author)

Email: z.zamanpour.67@gmail.com

2- Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

Email: Malihe.Taghipour@iau.ac.ir

3- Assistant professor, Department of Architecture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

Email: Aliakbar_heidari@yu.ac.ir

4- Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

kimia.tabibzadeh@yahoo.com Email:

Abstract

Mosques are one of the important religious buildings in the context of the Iranian-Islamic city. Creating natural lighting in these buildings has been one of the concerns of Iranian architects who have tried to create a favorable environment for the user by changing or adding physical elements. Therefore, the issue of daylight makes it obvious that the study of changes in throughout history. In this regard, the purpose different patterns of mosque construction is of particular importance. of the current research was to measure the quality of natural light in one of the mosques of Isfahan city, that is, the southern wing of the Jame Mosque (as an example that has changes in different. Therefore, all the necessary information was analyzed and the data were modeled in periods). several softwares and finally, in Ecotekt software, the amount of solar radiation was calculated in. The results indicated that the Iranian architect was able to provide its direct and scattered types. In other words, solutions to increase and preserve the natural daylight in the Shabestani pattern; the addition of a dome and lighting from this space in the periods after the early Islamic centuries has greatly contributed to the quality of lighting, and after that, the Ivani Domed Mosque, in addition to having a unique beauty, also helps to control the light to prevent glare for the comfort of the user.

Keywords: Isfahan Jame Mosque, Quality of Light, Shabestan, Mosques with Domed Porches, Space Lighting.