فصلنامه نوآوری در مهندسی و تکنولوژی شماره ۲- دوره ۲- صفحات ۴۱۰-۳۸۷
Journal of Innovation in Engineering and Technology
ISSN 3060-6098

تحلیل تاثیر نور طبیعی و مصنوعی بر فضاهای معنوی و عملکرد بصری در مساجد تاریخی ایران , اماکن مذهبی و بهبود آن باکاربرد هوش مصنوعی (مطالعه موردی: مسجد شیخ لطف الله اصفهان)

سپیده گوهری
۱-دانشجوی دکتری معماری سیتمهای پیشرفته و هوش مصنوعی (تخصص کاربرد هوش مصنوعی در پزشکی وگرایش های مختلف) واستاد حق التدریس دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال ایران

چکیده

کاربردهای هوش مصنوعی در مساجد، اماکن متبرکه و حرم‌ها روزبه‌روز گسترده‌تر و تخصصی‌تر می‌شود و می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود مدیریت، امنیت، خدمات و تجربه زائران و نمازگزاران داشته باشد. در ادامه چند حوزه اصلی کاربرد هوش مصنوعی در این اماکن را بررسی می‌کنیم . مدیریت و کنترل هوشمند نورپردازی تنظیم خودکار نور بر اساس زمان روز، شلوغی فضا و مناسبت‌ها برای ایجاد فضای معنوی بهتر. استفاده از سنسورهای هوشمند برای کاهش مصرف انرژی و ایجاد جلوه‌های ویژه در مناسبت‌های خاص . امنیت و نظارت هوشمند شناسایی چهره و کنترل ورود افراد مجاز برای افزایش امنیت. تشخیص رفتارهای غیرمعمول و هشدار به نیروهای امنیتی به صورت خودکار. استفاده از سیستم‌های ویدیویی مجهز به هوش مصنوعی برای تحلیل تصویر و ضبط وقایع.خدمات به زائران و نمازگزاران استفاده از ربات‌های راهنما مجهز به هوش مصنوعی برای هدایت زائران در اماکن بزرگ. سیستم‌های پاسخگویی هوشمند به سوالات متداول زائران. ترجمه هوشمند و صوتی دعاها و آموزش‌های دینی با هوش مصنوعی. بهینه‌سازی مدیریت جمعیت و ترافیک تحلیل جریان جمعیت برای جلوگیری از ازدحام و بهبود تجربه بازدید. پیش‌بینی و مدیریت ترافیک ورودی و خروجی در اطراف اماکن متبرکه.حفظ و نگهداری محیط و سازه‌ها بررسی وضعیت سازه‌ها و شناسایی خطرات احتمالی به کمک یادگیری ماشین و حسگرهای هوشمند. مدیریت بهینه سیستم‌های تهویه و تهویه مطبوع.تولید محتوای مذهبی و آموزش‌های هوشمند: تولید محتواهای تعاملی و متناسب با نیازهای آموزشی زائران.آموزش‌های مجازی و واقعیت افزوده برای آشنایی بهتر با تاریخچه اماکن و قوانین دینی.

نحوه کاربرد هوش مصنوعی در نورپردازی حرم‌ها، مساجد و اماکن متبرکه به گونه‌ای است که این فناوری توانمندای خود را در بهبود کیفیت، کارایی و زیبایی فضاهای مذهبی نشان می‌دهد. در ادامه، روند کلی و نحوه پیاده‌سازی این کاربردها را توضیح می‌دهم

کلمات کلیدی: نور پردازی بصری و مصنوعی اماکن متبرکه و مذهبی , بهبود با کاردهوش مصنوعی , تحلیل نورپردازی

جمع آوری داده های محیطی و سنجش لحظه ای

سنسورها و دوربین‌ها :نصب سنسورهای دما، رطوبت، نور و حضور برای جمع‌آوری داده‌های محیطی.

تشخیص حضور و جمعیت :سیستم می‌تواند تعداد افراد حاضر در فضا را شناسایی کند و بر اساس آن تنظیم نور انجام دهد.

آنالیز رویدادهای مذهبی و مناسبت‌ها :تحلیل داده‌ها درباره زمان‌ها و رویدادهای مختلف، برای تنظیم نور در زمان‌های خاص.

تحلیل داده و پیش بینی نیازهای نور :

مدل‌سازی و پیش‌بینی :هوش مصنوعی می‌تواند بر اساس داده‌های تاریخی و رویدادهای جاری، نیازهای نوری را پیش‌بینی کند.

تعریف الگوهای نوری متناسب :طراحی و آموزش مدل‌هایی برای تولید الگوهای نوری مناسب با رویدادها و فضاهای مختلف.

تنظیم و کنترل خودکار نور : سیستم کنترل هوشمند :**بر مبنای تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، سیستم‌های نورپردازی به صورت خودکار و بلادرنگ شدت، رنگ و الگوهای نوری را تنظیم می‌کنند.**

پایایی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی :کاهش مصرف با خاموش و روشن کردن یا کاهش شدت نور در زمان‌هایی که نیاز به آن نیست.

ایجاد جلوه های نوری تعاملی و زیبا : طراحی الگوهای نوری متنوع :هوش مصنوعی می‌تواند به طراحی و اجرای برنامه‌های نوری تعاملی و زیبا کمک کند، که متناسب با فضای دینی و مراسم هستند. **تطابق با موسیقی و صدا :**هم‌زمان کردن نوارهای صوتی یا مداحی‌ها با جلوه‌های نوری با کمک هوش مصنوعی و سیستم‌های ترکیبی.

ارزیابی و بهبود مداوم :بازخورد و یادگیری ماشین :**سیستم به صورت مداوم با داده‌های جدید یاد می‌گیرد و بهبود یافته‌تر می‌شود، تا بهینه‌ترین حالت را در نورپردازی ارائه دهد.**

در زیر فهرست کاملی از **تجهیزات و فناوری‌های خاصی** آورده شده که امروزه برای نورپردازی هوشمند اماکن متبرکه و حرم‌ها به‌صورت تخصصی به کار گرفته می‌شوند. هر آیتم شامل بخش سخت‌افزار، بستر نرم‌افزاری و کاربرد دقیق در فضای زیارتی است، تا مهندس پروژه بتواند فوراً بیل متریال تهیه کند یا RFP بنویسد.

۱ (ست لامپ / چراغ هوشمند (مز(

کاربرد در حرم	برند مطرح	مشخصه کلیدی	قطعه
تامین شستی و تیرچراغ بام گنبد به صورت«Zone-A»	Euchips DALI Pro	CRI ۹۷، CCT shifting ۲۷۰۰–۶۵۰۰ K، IP۶۷	PLC-IoT COB LED Flood ۵۰۰ W RGBAL
شعاع متحرک شعریه روی ضریح	Robe Architectural	آبعاد ۱۵۰ mm²، فوکوس motor از ۸ → ۴۵°	Mini Gobo Zoom ۶۰ W tunable
سقف رواق‌های طینت، خواصّ کردن آسمان شب مصنوعی در شب است	FiberFi QMAX	۲۵۶ fiber PMMA ۰.۷۵ mm + ۱ laser RGBW ۱۰ W	Fiber-Optic Star Ceiling Tile ۱ m²
داخل ضریح برای نورپردازی نسخه‌برداری فرهنگی (نور مخمل)	LG Display UX Series	۱ضخامت، قابل خم، ۳۰۰۰ mm lm	OLED Panel ۳۲۰×۳۲۰ mm flexible
جلوگیری از parabola flicker روی فیلم‌برداری همزمان	Inventronics CMG	Ripple < ۵ %، خازنRubycon	Zero-Flicker Driver ۴۸۰ W DALI-۲ D۴i
خنکی ۴۵ °C max در ۵۰ °C محیط عراق	Mingfa Tech	Cu pipe + Al۶۰۶۳ composite	Tunable-White Heatsink ۶۰۰ □□

۲ (ست سنسور جمع‌آوری داده			
نقطه‌نصب	خروجی قابل توصیه	فناوری اندازه‌گیری	حسگر
روی ستون رواق (مقابل درِ طینت)	xyz person cloud	ToF ۳ m، ۳۲۰×۲۴۰ px IR	LiDAR Terabee Evo ۶۴
داخل پروجکشن برای وایت بالانس تاج ضریح	Lux، CIE xy، TM-۳۰	۳۵۰–۱۰۰۰ nm	Spectral Sensor AS۷۳۴۱ (۱۱ ch)
سقف بالای صحن اتاق مداح، جلوگیری از Audio-NLF	دسی بل دقیق ۰.۰۱ dB	SPL & RT۶۰	Shimmer۳ GSR+ Sound
کنار dome/گنبد، جلوگیری از گرم شدن اثر نور لمر	ترموگرافی شیشه‌ها	۰–۸۰ °C	Grid-EYE AMG۸۸۳۳ ۸×۸ IR

۳ (ستEdge & Fog Computing			
ران تایم	رابط کلیدی	پردازنده	پلتفرم
Ubuntu ۲۲٫۰۴ + CUDA + DeepStream	GMSL / DALI-۲	GPU Ampere + ARM ۶۴ □□	NVIDIA Jetson AGX Orin

Advantech ARK-۱۱۲۳H	Intel i۷-۸۶۶۵UE	KNX + Modbus TCP	Yocto optimized (RTOS + Docker)
Seeed reTerminal CM٤ ٤ GB	Raspberry Pi CM٤	LoRaWAN + Zigbee	Home Assistant / Node-RED

در مجموع، این فرآیند شامل جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل هوشمندانه، کنترل خودکار و تولید جلوه‌های نوری متناسب است، که همه این مراحل به صورت یک سیستم یکپارچه و هوشمند انجام می‌شود. این فناوری نه تنها فضای معنوی و زیبا ایجاد می‌کند، بلکه مصرف انرژی را کاهش داده و امنیت و راحتی زائران و مردم را افزایش می‌دهد.

مثال‌های عملی و پروژه‌های موفق:

- استفاده از نورپردازی هوشمند در حرم امام رضا (ع) که با توجه به زمان و مناسبت‌های مختلف تنظیم می‌شود.
- به‌کارگیری سیستم‌های شناسایی چهره و نظارت هوشمند در ورودی‌های حرم‌ها برای بهبود امنیت.

فصلنامه نوآوری در مهندسی و تکنولوژی شماره ۲- دوره ۲- صفحات ۴۱۰-۳۸۷
Journal of Innovation in Engineering and Technology
ISSN 3060-6098



نورپردازی مسجد و اماکن زیارتی نقش مهمی را در طراحی معماری آن ایفا می‌کند. بیشترین میزان استفاده از نور در چنین مکان‌هایی، مربوط به فضای داخلی و حیاط‌ها است. ازآنجاکه مساجد و اماکن زیارتی، فضاهایی معنوی هستند که انسان‌ها برای راز و نیاز به آنجا می‌روند، نور باید به گونه‌ای بتابد که فضایی آرامش‌بخش ایجاد شود و درعین‌حال دید افراد را با مشکل مواجه نکند. به دلیل اهمیت این موضوع، در این مطلب قصد داریم در مورد نورپردازی اماکن زیارتی و مسجد نکاتی را در اختیارتان قرار دهیم تا با دانستن آن‌ها بتوانید فضایی معنوی به EDCاز وجود بیاورید.

اصول نورپردازی مساجد و اماکن زیارتی

نورپردازی مسجد و اماکن زیارتی علاوه بر اینکه کاربری مذهبی دارد، دارای ارزش‌های فرهنگی نیز است. هدف از نورپردازی چنین اماکنی، ایجاد فضایی آرامش‌بخش و معنوی است که حس روحانیت را القا کند. از مهم‌ترین اصولی که در نورپردازی مساجد باید مورد توجه قرار بگیرد، می‌توان به جزئیات معماری، استفاده از نورهای ملایم و گرم و پرهیز از نورهای زننده و خیره‌کننده اشاره کرد.

- برای نورپردازی مسجد، استفاده از نورهای متمرکز برای برجسته‌سازی محراب و منبر بسیار مهم هستند. علاوه بر این، نورپردازی مناره مسجد و گنبد، می‌تواند باعث ایجاد جلوه‌ای باشکوه در شب شود.
- در اماکن زیارتی نیز، نورپردازی علاوه بر ایجاد روشنایی کافی، باید فضایی آرام و معنوی را به همراه داشته باشد.
- استفاده از نورهای مخفی و ملایم و همچنین نورپردازی‌های اطراف اماکن زیارتی، می‌توانند در ایجاد این حس تاثیرگذار باشند.

نورپردازی قسمت‌های مختلف مساجد و اماکن زیارتی

در هر بخش از مساجد و اماکن زیارتی، نوع نورپردازی و چراغ‌های مورد استفاده متفاوت بوده و شامل موارد زیر می‌شوند:

نورپردازی محراب مسجد و منبر

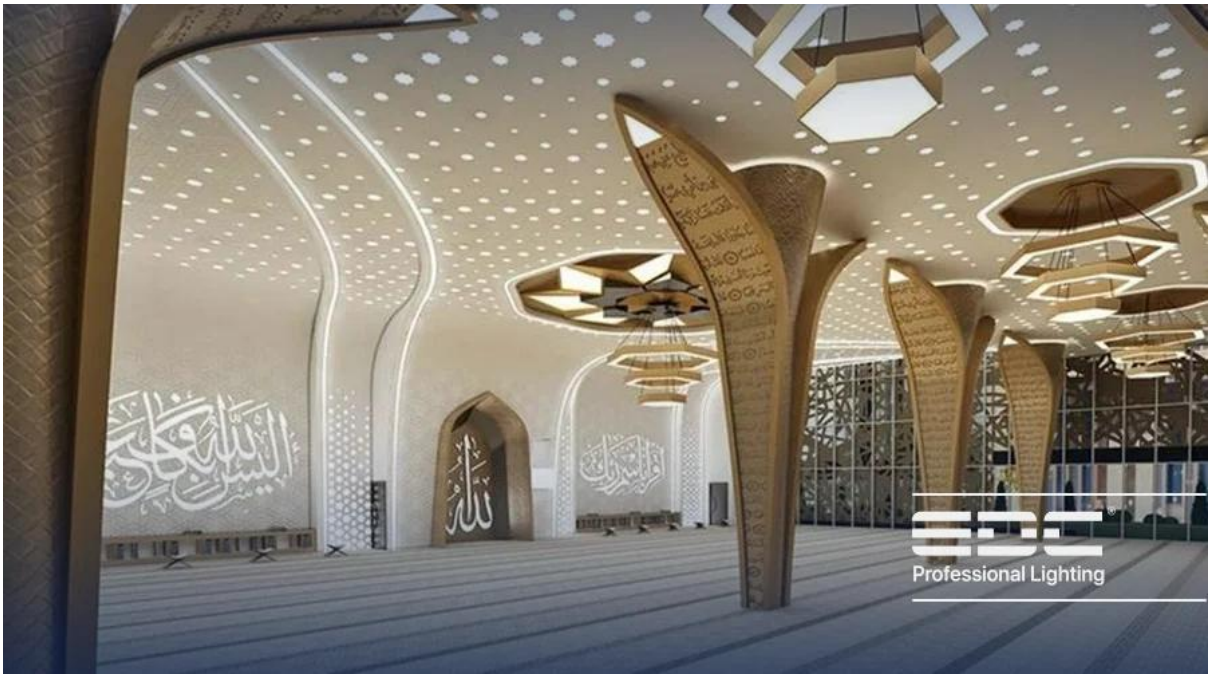
ازآنجاکه محراب و منبر دو نقطه کانونی مسجد هستند، باید برای آن‌ها از نورپردازی‌های متمرکز و برجسته استفاده شود. چراغ‌های نقطه‌ای یا همان اسپات لایت‌های دارای نور گرم و ملایم، می‌توانند جزئیات این بخش‌ها را به خوبی نشان دهند. همچنین برای ایجاد جلوه‌ای روحانی‌تر و معنوی‌تر می‌توان از نورپردازی مخفی در پشت محراب و منبر استفاده کرد. نورپردازی در چنین قسمت‌هایی باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر تاکید بر اهمیت این بخش‌ها، برای نمازگزاران مزاحمت و خیرگی ایجاد نکند.

نورپردازی گنبد و مناره‌ها



با نورهای رنگی ملایم، باعث زیباتر شدن و LED گنبد و مناره‌ها در شب باعث ایجاد جلوه‌ای باشکوه می‌شوند. استفاده از پروژکتورهای چشم‌نوازتر شدن این بخش‌ها خواهد شد. برای داخل گنبد می‌توانید به سراغ چراغ‌های مخفی و نورهای ملایم بروید تا فضایی روحانی و معنوی داشته باشید. در نورپردازی مناره‌ها نیز باید نورهایی را به کار ببرید که هم روشنایی کافی ایجاد کنند و هم جلوی ایجاد آلودگی نوری .را بگیرند

نورپردازی شبستان



در شبستان که فضای اصلی مساجد است، باید از نورپردازی‌های یکنواخت و ملایم استفاده شود .چراغ‌های سقفی با نورهای گرم و پخش‌کننده خود، می‌توانند روشنایی این بخش را تامین کنند. همچنین برای ایجاد فضایی آرامش‌بخش‌تر می‌توان از چراغ‌های دیواری داخلی و آویز استفاده کرد.

نورپردازی صحن و محوطه



صحن و محوطه، نقش مهی را در ایجاد فضایی دعوت‌کننده و ایمن در شب ایفا می‌کنند .چراغ‌های پارکی و ستون برای تامین روشنایی این بخش‌ها کافی هستند. همچنین می‌توان از نورهای ریسه‌ای برای نورپردازی مسیرها و درختان استفاده کرد.

نورپردازی اماکن زیارتی

در اماکن زیارتی، استفاده از نورهای مخفی و ملایم و همچنین نورپردازی‌های اطراف حرم، می‌توانند ایجاد فضایی آرام و معنوی را به همراه داشته باشند. علاوه بر این، استفاده از لوسترهای بزرگ در داخل اماکن زیارتی، ایجاد شکوه و عظمت را به همراه خواهد داشت.

تکنیک‌های مختلف نورپردازی مساجد و اماکن زیارتی

برای نورپردازی داخل مسجد و بیرون آن، رعایت نکات و تکنیک‌های خاص برای ایجاد فضایی همراه با آرامش ضروری است. برخی از این تکنیک‌ها و نکات کلیدی شامل موارد زیر می‌شوند:

شدت نور مناسب

شدت نور در چنین فضاهایی باید به میزانی باشد که علاوه بر تامین روشنایی کافی، دید نمازگزاران و زائران را اذیت نکند. برای شبستان‌ها و فضاهای اصلی باید از نور ملایم و یکنواخت و برای محراب و منبر باید از نور متمرکز و برجسته استفاده شود. به‌طورکلی توصیه می‌شود شدت نور در چنین فضاهایی کمتر از فضاهای تجاری و اداری باشد تا ایجاد فضایی آرام و معنوی را به همراه داشته باشد.

در مقاله پارامترهای روشنایی، با تمامی پارامترها آشنا شوید.

دمای نور مناسب

عامل مهم دیگری در ایجاد حس و حال مورد نیاز در هر فضایی‌ست. نورهای گرمی که دمای پایینی دارند (۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰ دمای رنگ نور کلوین)، حس صمیمیت و گرما را القا می‌کنند و برای فضاهای معنوی بسیار مناسب هستند. این در حالی است که نورهای سرد با دمای بالا بوده و برای مکان‌های مذهبی توصیه نمی‌شوند؛ دلیلش هم این است (۴۰۰۰ کلوین و بالاتر) بیشتر مناسب فضاهای اداری و نورپردازی تجاری .که حس سردی و بی‌روحی را انتقال می‌دهند

نورپردازی تاکیدی

به منظور برجسته‌سازی عناصر معماری و تزئینات مهم مسجد و مکان‌های زیارتی می‌توان از نورپردازی تاکیدی استفاده کرد. چراغ‌های نقطه‌ای یا همان اسپات لایت‌ها و همچنین نورهای متمرکز، محراب، منبر، گنبد، مناره‌ها و دیگر اجزای مهم را به خوبی نمایان خواهند کرد.

توجه به معماری و فرهنگ

در نورپردازی مسجد و اماکن زیارتی، توجه به معماری، فرهنگ و ارزش‌های معنوی هر مکان بسیار حائز اهمیت است. نورپردازی در چنین مکان‌هایی باید با معماری و هویت فرهنگی آنجا همخوانی داشته باشد و حس و حال معنوی آن را تقویت کند.

نکات مهم هنگام نصب تجهیزات نورپردازی در مساجد و اماکن زیارتی

- نورپردازی نمای بیرون مسجد باید به صورتی باشد که مسجد را از دور به خوبی نشان دهد و بتواند تصویر سه‌بعدی از بنا را تقویت کند.
- رنگ‌های اصلی برای روشنایی چنین مکان‌هایی شامل سفید و زرد می‌شوند. از رنگ‌های سبز و آبی فیروزه‌ای نیز به شکل تزئینی و به عنوان مکمل استفاده می‌شود.
- بهتر است نورپردازی ورودی مساجد در هر دو طرف انجام شود تا راه برای رفت‌وآمد روشن باشد.
- تابیده شدن نور روی گلدسته‌ها باعث می‌شود به خوبی از دور دیده شوند و زیبایی بنا بیشتر شود.
- برای نورپردازی اماکن زیارتی و مساجد بهتر است از چراغ‌هایی استفاده شود که نور را به طور یکنواخت به نمایش درمی‌آورند.
- اگر قصد استفاده از لوستر در مکان‌های زیارتی را دارید، بهتر است به سراغ محصولاتی با قطعات مقاوم و قابلیت نصب مطمئن بروید تا طول عمر لوستر و امنیت فضای زیارتی تضمین شود.

نمونه‌هایی از نورپردازی مساجد معروف

در ادامه به نمونه‌هایی از نورپردازی مساجد معروف اشاره می‌کنیم:

نورپردازی مسجد شیخ لطف‌الله



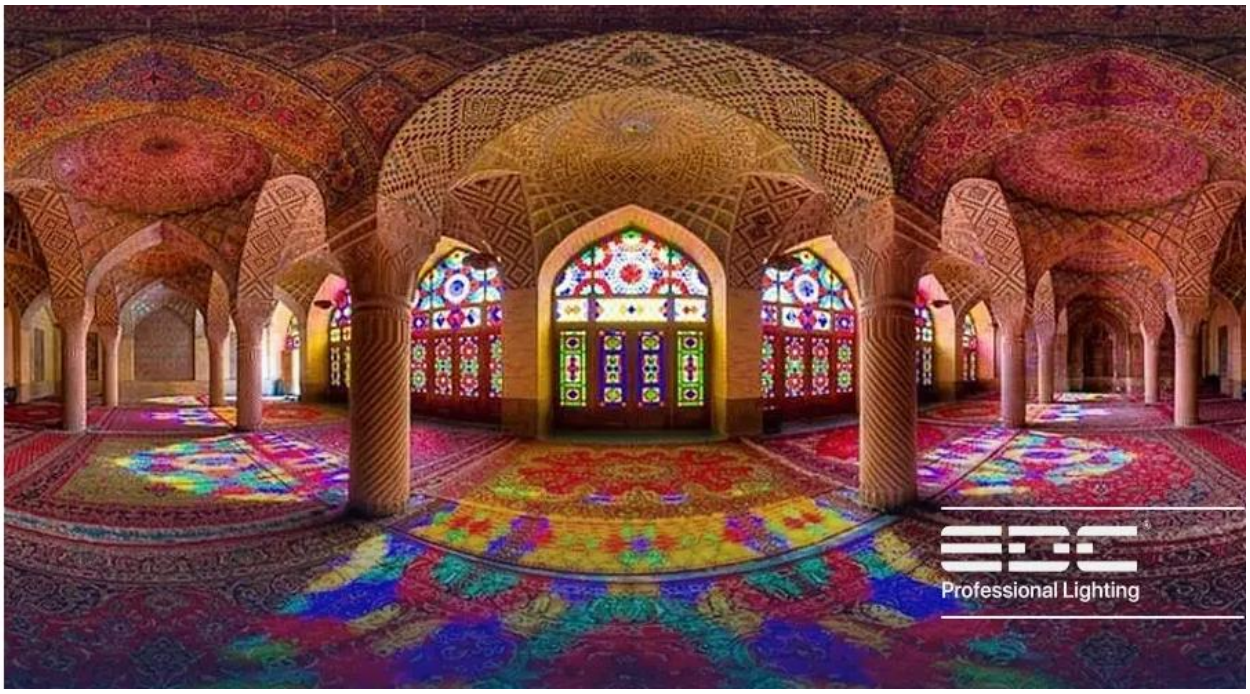
نورپردازی مسجد شیخ لطف‌الله که یکی از شاهکارهای معماری دوره صفوی است، به گونه است که زیبایی کاشی‌کاری‌های معرق و نقوش اسلیمی را در شب نیز به نمایش می‌گذارد. برای گنبد و نمای بیرونی مسجد نیز از نورهای ملایم و گرم استفاده شده تا جلوه‌ای معنوی و روحانی داشته باشند.

نورپردازی مسجد مکی زاهدان



مسجد مکی زاهدان که یکی از بزرگ‌ترین مساجد اهل سنت ایران است، نورپردازی منحصربه‌فردی دارد. در نمای بیرونی این مسجد، پروژکتورهای LED و همچنین نورهای رنگی ملایم، جلوه‌ای چشم‌نواز به آن بخشیده است. در داخل مسجد نیز استفاده از نورهای یکنواخت و ملایم، فضایی آرام و دلنشین را برای نمازگزاران فراهم کرده است.

نورپردازی مسجد نصیرالملک



مسجد نصیر الملک معروف به مسجد صورتی، با شیشه‌های رنگی و کاشی‌کاری‌های زیبایی که دارد، از نورپردازی فوق‌العاده‌ای بهره می‌برد. در طول روز با تابیدن نور خورشید به شیشه‌های رنگی، جلوه‌ای بی‌نظیر ایجاد می‌شود و در شب نیز نورپردازی داخلی مسجد، فضایی رویایی و خیال‌انگیز را ایجاد می‌کند.

طراحی رایگان EDC برای نورپردازی مسجد و اماکن زیارتی

طراحی رایگان ای دی سی خدمت ارزشمندی است که با بهره‌گیری از تخصص کارشناسان نورپردازی، منجر به بهبود کیفیت نورپردازی و همچنین کاهش هزینه‌ها خواهد شد. در این طراحی، معماری، هویت فرهنگی و ارزش‌های معنوی هر مکان در نظر گرفته می‌شود تا فضایی آرامش‌بخش ایجاد گردد. علاوه بر این، استفاده از تکنیک‌های مناسب می‌تواند جزئیات معماری و تزئینات را به بهترین شکل ممکن نشان دهد. از طریق سپردن پروژه‌های نورپردازی خود به ای دی سی می‌توانید از برترین تکنولوژی‌های روز دنیا و تیمی متخصص و مجرب بهره ببرید.

به‌طورکلی می‌توان گفت نورپردازی اماکن زیارتی و مسجد، هنری است که با تلفیق نور و روشنایی، باعث ایجاد فضایی معنوی و آرامش‌بخش می‌شود. این هنر علاوه بر اینکه جزئیات معماری و تزئینات را به نمایش می‌گذارد، حس روحانیت و اتصال به معنویت را نیز در بازدیدکنندگان تقویت خواهد کرد

•

بیان مسأله اساسی تحقیق به طور کلی

نور، به عنوان یکی از بنیادی‌ترین عناصر معماری، همواره نقشی فراتر از صرفاً روشن ساختن فضاها ایفا کرده است. در معماری سنتی و به ویژه در معماری اسلامی ایران، نور نه تنها یک ضرورت عملکردی، بلکه عنصری نمادین و معنوی بوده که در جهت ارتقاء کیفیت فضایی و ایجاد حس حضور و تعالی به کار گرفته می‌شده است (پیرنیا، ۱۳۹۲). مساجد، به عنوان کانون‌های عبادی و اجتماعی مسلمانان، از جمله فضاهایی هستند که نور در آن‌ها با دقت و ظرافت خاصی طراحی و به کار گرفته شده است. نور طبیعی، با پویایی و تغییرات خود در طول روز و فصول مختلف، نمادی از تجلی الهی و ارتباط با عالم معنا تلقی می‌شده و معماران ایرانی با چیره‌دستی تمام، از طریق طراحی بازشوها، گنبدها، شبستان‌ها و استفاده از عناصر مکمل مانند شیشه‌های رنگی، به کنترل و هدایت آن در راستای اهداف معنوی و زیبایی‌شناختی می‌پرداخته‌اند (نوروزی طلب و همکاران، ۱۴۰۱). این تعامل هوشمندانه با نور طبیعی، فضاهایی را خلق می‌کرده که نه تنها نیازهای بصری نمازگزاران را تأمین می‌کرد، بلکه به ایجاد اتمسفری سرشار از آرامش، خشوع و تأمل یاری می‌رساند.

با گذر زمان و پیشرفت تکنولوژی، نور مصنوعی به عنوان یک عنصر جدید وارد فضاهای معماری، از جمله مساجد تاریخی، شد. این ورود، در ابتدا با هدف جبران کمبود نور طبیعی در ساعات شب یا در فضاهای کم‌نور صورت گرفت، اما به تدریج، با توسعه انواع منابع نوری و تکنیک‌های نورپردازی، امکانات گسترده‌تری برای شکل‌دهی به فضا و تأثیرگذاری بر ادراک کاربران فراهم آمد. با این حال، استفاده از نور مصنوعی در بناهای تاریخی و به ویژه مساجد، چالش‌های خاص خود را به همراه دارد. از یک سو، ضرورت تأمین روشنایی کافی برای انجام اعمال عبادی و فعالیت‌های دیگر، و همچنین نمایش جزئیات معماری و تزئینات بنا، ایجاب می‌کند که از نور مصنوعی استفاده شود. از سوی دیگر، نورپردازی نامناسب می‌تواند به اصالت تاریخی بنا لطمه زده، بافت معنوی فضا را مخدوش کند و حتی به دلیل تولید حرارت یا تابش‌های مضر، به عناصر کالبدی بنا آسیب برساند (براون و لی، ۲۰۲۲). بنابراین، یافتن تعادلی میان بهره‌گیری از مزایای نور مصنوعی و حفظ ارزش‌های تاریخی، فرهنگی و معنوی بنا، امری ضروری و پیچیده است.

مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان، به عنوان یکی از شاهکارهای معماری دوره صفویه و نمادی از تلفیق هنر و معنویت، نمونه‌ای برجسته از کاربرد هنرمندانه نور طبیعی است. گنبد بی‌نظیر این مسجد و نحوه تابش نور از روزنه‌های آن، فضایی اثیری و روحانی را خلق می‌کند که همواره مورد تحسین و مطالعه قرار گرفته است (پوپ، ۱۳۸۷). با این حال، این مسجد نیز همانند بسیاری از بناهای تاریخی دیگر، در طول زمان شاهد مداخلاتی در زمینه نورپردازی مصنوعی بوده است. تحلیل چگونگی تأثیر همزمان نور طبیعی موجود و سیستم نور مصنوعی فعلی بر تجربه معنوی بازدیدکنندگان و نمازگزاران، و همچنین بر عملکرد بصری آن‌ها (مانند خوانایی کتیبه‌ها، تشخیص جزئیات تزئینات، و احساس راحتی بصری)، جنبه‌ای است که کمتر به صورت یکپارچه و با رویکرد علمی دقیق مورد بررسی قرار گرفته است. بسیاری از مطالعات پیشین یا صرفاً بر جنبه‌های تاریخی و نمادین نور طبیعی تمرکز داشته‌اند (قبادیان، ۱۳۹۰) یا به صورت مجزا به ارزیابی سیستم‌های نور مصنوعی پرداخته‌اند، بدون آنکه تأثیر متقابل این دو نوع نور و برآیند آن‌ها بر دو جنبه کلیدی "فضای معنوی" و "عملکرد بصری" را به طور همزمان و در یک مطالعه موردی شاخص مانند مسجد شیخ لطف‌الله، مورد کنکاش قرار دهند.

جنبه‌های مجهول و مبهم تحقیق حاضر در این نکته نهفته است که چگونه می‌توان تأثیرات متمایز و در عین حال درهم‌تنیده نور طبیعی و مصنوعی را بر مولفه‌های ذهنی و عینی تجربه کاربر در یک فضای تاریخی-مذهبی سنجید و ارزیابی کرد. به عنوان مثال، آیا نور مصنوعی فعلی، مکمل نور طبیعی در جهت تقویت حس معنویت است یا آن را تضعیف می‌کند؟ آیا شدت، رنگ و توزیع نور مصنوعی موجود، بهینه بوده و علاوه بر تأمین نیازهای بصری، به حفظ و ارتقاء کیفیت معنوی فضا کمک می‌کند؟ آیا الگوهای نور طبیعی در ساعات مختلف، تأثیرات متفاوتی بر ادراک معنوی و عملکرد بصری دارند و نور مصنوعی چگونه می‌تواند در ساعات کمبود نور طبیعی، این تأثیرات را به شکلی مطلوب بازآفرینی یا تکمیل کند؟ این‌ها سوالاتی هستند که پاسخ به آن‌ها نیازمند یک تحلیل جامع و چندوجهی است که هم شامل بررسی‌های کالبدی و اندازه‌گیری‌های دقیق پارامترهای نوری باشد و هم به ارزیابی‌های ادراکی و تجربی کاربران بپردازد.

متغیرهای اصلی در این تحقیق شامل "ویژگی‌های نور طبیعی" (مانند شدت، جهت، تغییرات زمانی، کیفیت رنگی)، "ویژگی‌های نور مصنوعی" (مانند نوع منبع، شدت، دمای رنگ، شاخص نمود رنگ، توزیع نور)، "ادراک فضای معنوی" (شامل مولفه‌هایی چون حس آرامش، خشوع، حضور، تعالی، و ارتباط با امر قدسی) و "عملکرد بصری" (شامل مولفه‌هایی چون خوانایی، وضوح دید، راحتی بصری، و تشخیص جزئیات) می‌باشند. منظور از تحقیق، تحلیل علمی و نظام‌مند این متغیرها و روابط بین آن‌ها در بستر مسجد شیخ لطف‌الله است تا بتوان در نهایت به درکی عمیق‌تر از نقش نور در شکل‌دهی به تجربه کاربران در این فضای منحصر به فرد دست یافت و در صورت لزوم، راهکارهایی برای بهبود وضعیت موجود

ارائه داد. این تحقیق تلاش دارد تا با استفاده از یک رویکرد ترکیبی (کمی و کیفی) و با بهره‌گیری از ابزارهای شبیه‌سازی نوری، اندازه‌گیری‌های میدانی و ارزیابی‌های ادراکی، به این جنبه‌های مجهول پاسخ دهد.

در این راستا، چگونگی تأثیر متقابل نور طبیعی و مصنوعی بر تجربه کاربران در مساجد تاریخی، به ویژه در شاهکاری چون مسجد شیخ لطف‌الله، هنوز به طور کامل شناخته شده نیست. اغلب تحلیل‌ها یا بر جنبه زیبایی‌شناختی و تاریخی نور طبیعی متمرکز بوده یا به صورت فنی به مسائل نورپردازی مصنوعی پرداخته‌اند (اسمیت و همکاران، ۲۰۲۳). خلأ موجود در درک چگونگی برهم‌کنش این دو نوع نور در ایجاد یک تجربه معنوی و بصری یکپارچه، مسئله اصلی این تحقیق است. آیا نور مصنوعی موجود، کیفیت منحصر به فرد نور طبیعی مسجد شیخ لطف‌الله را تکمیل می‌کند یا آن را مختل می‌سازد؟ آیا بازدیدکنندگان و نمازگزاران، نورپردازی فعلی را در راستای تقویت حس معنویت و راحتی بصری خود ارزیابی می‌کنند؟ اینها سوالاتی است که تحقیق حاضر به دنبال پاسخگویی به آنهاست.

بنابراین، این پژوهش در صدد است تا با تمرکز بر مسجد شیخ لطف‌الله به عنوان یک نمونه شاخص، تأثیرات توأمان نور طبیعی و مصنوعی را بر دو بُعد اساسی تجربه انسانی در این فضا، یعنی "احساس معنویت" و "عملکرد بصری"، مورد واکاوی قرار دهد. این بررسی نه تنها به شناخت عمیق‌تر ارزش‌های نهفته در معماری نور در این بنای فاخر کمک خواهد کرد، بلکه می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای تدوین اصول و ضوابط نورپردازی در سایر مساجد تاریخی و فضاهای معنوی مشابه، با در نظر گرفتن هر دو جنبه حفظ اصالت و ارتقاء تجربه کاربری، مورد استفاده قرار گیرد (رابرتز، ۲۰۲۲). این تحقیق در نظر دارد تا با بررسی دقیق و علمی، نشان دهد که چگونه طراحی نور می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند در جهت تقویت پیوند انسان با فضا و معنا در محیط‌های عبادی به کار رود.

از منظر دیگر، عملکرد بصری در فضاهای مذهبی مانند مساجد، صرفاً به معنای توانایی دیدن و تشخیص اشیاء نیست، بلکه شامل درک جزئیات هنری، خواندن متون مقدس و کتیبه‌ها، و تجربه زیبایی‌شناختی فضا نیز می‌شود. نورپردازی نامناسب، چه طبیعی و چه مصنوعی، می‌تواند منجر به خستگی چشم، کاهش خوانایی، و عدم درک صحیح از تناسبات و تزئینات معماری شود (دیویس و کلارک، ۲۰۲۳). در مسجد شیخ لطف‌الله، که سرشار از کاشی‌کاری‌های معرق و کتیبه‌های نفیس است، کیفیت نورپردازی برای درک این جزئیات هنری و محتوای معنوی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا، این تحقیق به دنبال ارزیابی این موضوع است که ترکیب فعلی نور طبیعی و مصنوعی تا چه حد پاسخگوی نیازهای عملکرد بصری کاربران در این مسجد است.

همچنین، بعد معنوی فضا که از طریق نور تحت تأثیر قرار می‌گیرد، مفهومی چندلایه و پیچیده است. نور می‌تواند حس رمزآلودگی، شکوه، آرامش، یا حتی ترس و هیبت را القا کند. در معماری اسلامی، نور اغلب با مفاهیم الهی و روحانی گره خورده و به عنوان واسطه‌ای برای اتصال انسان به عالم بالا عمل می‌کند (اردلان و بختیار، ۱۳۸۸). در مسجد شیخ لطف‌الله، بازی نور و سایه، تابش‌های متمرکز از روزنه‌ها، و درخشش کاشی‌ها، همگی در ایجاد یک اتمسفر معنوی منحصر به فرد نقش دارند. این تحقیق در پی آن است که مشخص کند آیا نور مصنوعی نیز در همین راستا عمل می‌کند و چگونه می‌توان از پتانسیل هر دو نوع نور برای تقویت این اتمسفر بهره برد، بدون آنکه به ویژگی‌های منحصر به فرد فضا آسیب وارد شود.

در نهایت، این تحقیق با هدف ارائه یک تحلیل جامع و مستند از وضعیت نورپردازی در مسجد شیخ لطف‌الله و تأثیرات آن، به دنبال پر کردن خلأ موجود در مطالعات میان‌رشته‌ای است که هم به جنبه‌های فنی و مهندسی نور و هم به ابعاد انسانی، ادراکی و معنوی آن توجه دارند. نتیجه این تحقیق می‌تواند راهگشای تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تر در زمینه طراحی، مرمت و نگهداری سیستم‌های روشنایی در این بنای ارزشمند و سایر بناهای مشابه باشد، به گونه‌ای که هم ارزش‌های تاریخی و فرهنگی حفظ شوند و هم تجربه کاربران ارتقا یابد. این امر مستلزم درک دقیقی از چگونگی تعامل نور با معماری و انسان در چنین بافت‌های حساسی است، که این پژوهش گامی در جهت نیل به این درک خواهد بود.

اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

اهمیت و ضرورت انجام این تحقیق از چندین جنبه قابل بررسی است. نخست، مساجد تاریخی ایران، به ویژه آثاری چون مسجد شیخ لطف‌الله، گنجینه‌هایی از هنر، معماری، و فرهنگ اسلامی-ایرانی هستند که حفظ و نگهداری آن‌ها برای نسل‌های آینده از اهمیت حیاتی برخوردار است.

نورپردازی، به عنوان یکی از عناصر تأثیرگذار بر کالبد و معنای این بناها، در صورت عدم طراحی صحیح، می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری به آن‌ها وارد کند یا از ارزش‌های بصری و معنوی آن‌ها بکاهد (چنگ و همکاران، ۲۰۲۳). در سال‌های اخیر، با افزایش آگاهی نسبت به اهمیت نورپردازی در فضاهای میراثی، تلاش‌هایی برای بهبود سیستم‌های روشنایی در این بناها صورت گرفته است، اما اغلب این تلاش‌ها یا فاقد پشتوانه پژوهشی کافی بوده یا صرفاً بر جنبه‌های فنی و کمی نور متمرکز شده‌اند، و به تأثیرات کیفی و معنوی آن کمتر توجه کرده‌اند. بنابراین، انجام تحقیقی که به طور همزمان به تحلیل تأثیر نور طبیعی و مصنوعی بر هر دو جنبه عملکرد بصری و فضای معنوی بپردازد، می‌تواند به ارائه راهکارهای علمی و عملی برای نورپردازی بهینه این فضاها کمک شایانی نماید.

دوم، اختلاف نظرهایی در میان متخصصان و حتی عموم مردم در مورد چگونگی نورپردازی مساجد تاریخی وجود دارد. گروهی بر حفظ اصالت و استفاده حداکثری از نور طبیعی و حداقل مداخله با نور مصنوعی تأکید دارند، در حالی که گروهی دیگر، با توجه به نیازهای عملکردی و امکانات تکنولوژیک جدید، به دنبال بهره‌گیری از نور مصنوعی برای ایجاد جلوه‌های بصری خاص یا افزایش روشنایی هستند (شفیعی و همکاران، ۱۴۰۲). این تحقیق با بررسی علمی و مستند تأثیرات هر دو نوع نور، می‌تواند به رفع این اختلاف نظرها و ارائه یک چارچوب منطقی برای تصمیم‌گیری کمک کند. همچنین، خلاء تحقیقاتی مشخصی در زمینه مطالعات یکپارچه نور طبیعی و مصنوعی در مساجد ایرانی با تمرکز بر دو پیامد مهم یعنی تجربه معنوی و عملکرد بصری وجود دارد. بیشتر تحقیقات یا به صورت مجزا به یکی از این انواع نور پرداخته‌اند یا یکی از این پیامدها را مد نظر قرار داده‌اند. این پژوهش با رویکرد جامع خود سعی در پر کردن این خلاء دارد.

سوم، میزان نیاز به موضوع تحقیق با توجه به افزایش روزافزون بازدیدکنندگان داخلی و خارجی از بناهای تاریخی و همچنین اهمیت حفظ و ارتقاء تجربه عبادی نمازگزاران، بسیار بالا است. نورپردازی مناسب می‌تواند به طور قابل توجهی بر کیفیت تجربه این دو گروه از کاربران تأثیر بگذارد. برای گردشگران، نورپردازی خوب به معنای درک بهتر زیبایی‌های معماری و تزئینات بنا و برای نمازگزاران، به معنای ایجاد فضایی آرامش‌بخش و مناسب برای عبادت و تأمل است (کیم و پارک، ۲۰۲۲). بنابراین، نتایج این تحقیق می‌تواند به بهبود کیفیت خدمات ارائه شده در این فضاها و افزایش رضایتمندی کاربران منجر شود. فواید نظری این تحقیق شامل تعمیق دانش ما در مورد رابطه پیچیده نور، معماری، و ادراک انسانی در بافت‌های تاریخی و مذهبی است. همچنین، می‌تواند به توسعه نظریه‌های مرتبط با معماری نور و طراحی فضاهای معنوی کمک کند.

چهارم، فواید عملی این تحقیق نیز قابل توجه است. نتایج این پژوهش می‌تواند به طور مستقیم توسط سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، متولیان مساجد تاریخی، معماران، طراحان نورپردازی، و مرمتگران بناهای تاریخی مورد استفاده قرار گیرد. ارائه دستورالعمل‌ها و پیشنهادهای مبتنی بر شواهد علمی برای طراحی یا اصلاح سیستم‌های نورپردازی در مسجد شیخ لطف‌الله و سایر بناهای مشابه، از جمله فواید کاربردی این تحقیق خواهد بود. این دستورالعمل‌ها می‌توانند به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه‌های نگهداری، و جلوگیری از آسیب به بنا نیز کمک کنند (گارگ و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، این تحقیق می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری یک رویکرد استاندارد و علمی‌تر به مقوله نورپردازی در پروژه‌های مرمت و احیاء بناهای تاریخی در کشور باشد.

پنجم، فرآیند تحقیقی که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد، احتمالاً دارای جنبه‌های جدیدی خواهد بود. استفاده از یک روش تحقیق ترکیبی (Mixed-Methods) که شامل شبیه‌سازی‌های کامپیوتری پیشرفته نور (با نرم‌افزارهایی مانند DIALux یا Radiance)، اندازه‌گیری‌های دقیق میدانی با تجهیزات مدرن (مانند لوکس‌متر، اسپکتروفتومتر، و دوربین‌های HDR برای تحلیل روشنایی)، و ارزیابی‌های ادراکی از طریق پرسشنامه‌های معتبر و مصاحبه‌های عمیق با کاربران است، کمتر به صورت یکجا در مطالعات مشابه داخلی به کار گرفته شده است. به ویژه، تلاش برای کمی‌سازی و مدل‌سازی تأثیر نور بر "فضای معنوی" که مفهومی عمدتاً کیفی است، با استفاده از ابزارهای روان‌سنجی و تحلیل‌های آماری، می‌تواند به نوآوری این تحقیق بیفزاید. این رویکرد جامع، امکان تحلیل دقیق‌تر و همه‌جانبه‌تری از موضوع را فراهم می‌آورد.

در نهایت، با توجه به جایگاه مسجد شیخ لطف‌الله به عنوان یک میراث جهانی یونسکو، هرگونه تحقیق علمی که به شناخت بهتر و حفظ دقیق‌تر آن کمک کند، از اهمیت بین‌المللی نیز برخوردار است. نتایج این پژوهش می‌تواند در سطح جهانی نیز مورد توجه محققان و متخصصان حوزه میراث فرهنگی و معماری نور قرار گیرد و به تبادل دانش و تجربیات در این زمینه کمک نماید. بنابراین، انجام این تحقیق نه تنها یک ضرورت ملی، بلکه یک مسئولیت علمی و فرهنگی در قبال یکی از ارزشمندترین آثار معماری جهان اسلام است و می‌تواند به ارتقاء جایگاه پژوهش‌های ایرانی در این حوزه در سطح بین‌المللی یاری رساند.

مرور ادبیات و سوابق مربوطه

کریمی و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیق خود به بررسی تأثیر الگوهای نور طبیعی در شبستان‌های مساجد سنتی ایران بر حس مکان و آرامش روانی نمازگزاران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تنوع و پویایی نور طبیعی، همراه با ایجاد سلسله مراتب نوری، نقش بسزایی در تقویت حس مکان و ایجاد آرامش درونی دارد. ایشان همچنین بر اهمیت جهت‌گیری صحیح بنا و طراحی هوشمندانه بازشوها برای دستیابی به این کیفیت‌ها تأکید کردند.

صالحی و محمدی (۱۴۰۱) در تحقیق خود به ارزیابی سیستم‌های نورپردازی مصنوعی در چند مسجد تاریخی منتخب در شهر یزد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بسیاری از این سیستم‌ها بدون توجه به اصول حفاظت از بنا و تأثیرات منفی بر تزئینات نصب شده‌اند و همچنین از نظر بهره‌وری انرژی و کیفیت نور (مانند شاخص نمود رنگ و دمای رنگ) در سطح مطلوبی قرار ندارند. آن‌ها پیشنهاداتی برای اصلاح این سیستم‌ها با استفاده از منابع نوری LED و طراحی دقیق‌تر ارائه دادند.

نوروزی طلب و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیق خود به بررسی نمادشناسی نور در معماری اسلامی و تجلی آن در مساجد دوره صفویه، با تمرکز بر آثار اصفهان، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نور در این دوره نه تنها کارکرد روشنایی، بلکه به عنوان یک عنصر فعال در تعریف فضا، هدایت حرکت، و القاء مفاهیم عرفانی و توحیدی به کار رفته است. آن‌ها به تحلیل نمونه‌هایی از کاربرد نور در گنبدها، ایوان‌ها و محراب‌ها پرداختند.

عظیمی و حسینی (۱۴۰۲) در تحقیق خود به مطالعه تأثیر شیشه‌های رنگی (ارسی‌ها) در مساجد و خانه‌های تاریخی بر کیفیت نور داخلی و احساسات کاربران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نور عبوری از شیشه‌های رنگی، علاوه بر ایجاد جلوه‌های بصری زیبا، می‌تواند تأثیرات مثبتی بر حالات روحی و روانی افراد داشته باشد و به کاهش استرس و افزایش حس سرزندگی کمک کند. آن‌ها از روش‌های شبیه‌سازی و پیمایشی در تحقیق خود بهره بردند.

قاسمی و اکبری (۱۴۰۱) در تحقیق خود به بررسی چالش‌های نورپردازی موزه‌ها و بناهای تاریخی با تأکید بر حفاظت از اشیاء و آثار هنری پرداختند و به این نتیجه رسیدند که انتخاب منابع نوری با تابش UV و IR کم، کنترل شدت نور، و مدت زمان نوردهی از عوامل کلیدی در جلوگیری از آسیب به آثار هستند. آن‌ها استانداردهای بین‌المللی در این زمینه را مرور و با وضعیت موجود در برخی موزه‌های ایران مقایسه کردند.

لی و چن (۲۰۲۳) در تحقیق خود به بررسی تأثیر ترکیب نور طبیعی و مصنوعی بر عملکرد بصری و راحتی در محیط‌های کاری اداری پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سیستم‌های نورپردازی تطبیقی که شدت و دمای رنگ نور مصنوعی را بر اساس میزان نور طبیعی موجود تنظیم می‌کنند، می‌توانند به طور قابل توجهی بهره‌وری و رضایت کارکنان را افزایش دهند. آن‌ها از سنسورهای نوری و الگوریتم‌های کنترل هوشمند در مطالعه خود استفاده کردند.

پاتل و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیق خود به مطالعه نقش نورپردازی در ایجاد فضاهای شفابخش در مراکز درمانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که دسترسی به نور طبیعی و استفاده از نور مصنوعی با ویژگی‌های دینامیک مشابه نور طبیعی (مانند تغییر دمای رنگ در طول روز) می‌تواند به کاهش اضطراب بیماران، بهبود کیفیت خواب، و تسریع فرآیند بهبودی کمک کند. آن‌ها بر اهمیت طراحی انسان‌محور در نورپردازی تأکید کردند.

مارتینز و رودریگز (۲۰۲۴) در تحقیق خود به ارزیابی تأثیر سطوح مختلف روشنایی و کیفیت طیفی نور بر ادراک فضاهای میراثی و کلیساهای تاریخی در اروپا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نورپردازی تأکیدی (Accent Lighting) با استفاده از منابع نوری با شاخص نمود رنگ بالا می‌تواند به برجسته‌سازی جزئیات معماری و آثار هنری کمک کرده و تجربه بازدیدکنندگان را غنی‌تر سازد، اما باید از ایجاد کنتراست‌های شدید و خیرگی جلوگیری شود.

کواک و کیم (۲۰۲۳) در تحقیق خود به بررسی رابطه بین الگوهای نور روز در فضاهای داخلی و پاسخ‌های فیزیولوژیکی و روانشناختی کاربران، با استفاده از ابزارهای واقعیت مجازی (VR) و سنسورهای بیومتریک، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فضاهایی با توزیع یکنواخت‌تر نور طبیعی و امکان دید به بیرون، تأثیرات مثبت‌تری بر کاهش استرس و افزایش تمرکز دارند. آن‌ها VR را ابزاری مفید برای ارزیابی طرح‌های نوری در مراحل اولیه طراحی دانستند.

وانگ و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیق خود به توسعه یک مدل پیش‌بینی‌کننده برای ارزیابی همزمان راحتی بصری و تأثیرات غیربصری (مانند ریتم شبانه‌روزی) نورپردازی در ساختمان‌های آموزشی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که عواملی مانند شدت نور، طیف نور، زمان‌بندی نوردهی، و تاریخچه نوری فرد، همگی در این ارزیابی نقش دارند. آن‌ها بر لزوم یک رویکرد یکپارچه به طراحی نور تأکید کردند.

عبدالله و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان "تأثیر نورپردازی LED قابل تنظیم بر خلق و خو و هوشیاری در محیط های داخلی" دریافتند که تغییر دمای رنگ نور در طول روز می تواند به طور قابل توجهی بر ریتم شبانه روزی و در نتیجه بر خلق و خو و سطح هوشیاری افراد تأثیر بگذارد. آنها پیشنهاد کردند که در فضاهایی که نیاز به تمرکز یا آرامش وجود دارد، از این قابلیت نورپردازی استفاده شود.

گارسیا و لوپز (۲۰۲۴) در تحقیقی که به بررسی تأثیر جهت و توزیع نور طبیعی بر درک عمق و سه بعدی بودن فضا در گالری های هنری پرداختند، نشان دادند که نور جانبی و نورپردازی از بالا (Toplighting) می تواند به بهترین شکل به نمایش بافت و حجم آثار هنری کمک کند و درک فضایی بازدیدکنندگان را ارتقا دهد. آنها استفاده از شبیه سازی های کامپیوتری را برای بهینه سازی طراحی بازشوها توصیه کردند.

جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق

جنبه جدید بودن و نوآوری این تحقیق در چند بُعد قابل طرح است: اولاً، تمرکز همزمان بر دو متغیر وابسته کلیدی "فضای معنوی" و "عملکرد بصری" در یک بنای تاریخی-مذهبی شاخص که کمتر در تحقیقات پیشین به صورت یکپارچه و با این عمق بررسی شده است. ثانیاً، تحلیل تأثیر متقابل و ترکیبی نور طبیعی و مصنوعی، به جای بررسی مجزای آن‌ها، که به درک واقع‌بینانه‌تری از وضعیت نوری موجود و پتانسیل‌های بهبود آن کمک می‌کند. ثالثاً، استفاده از یک روش‌شناسی ترکیبی پیشرفته که شامل شبیه‌سازی‌های دقیق کامپیوتری، اندازه‌گیری‌های میدانی با تجهیزات به‌روز، و ارزیابی‌های ادراکی نظام‌مند (از جمله تلاش برای سنجش مؤلفه‌های فضای معنوی با ابزارهای روان‌سنجی) در مطالعه موردی خاص مسجد شیخ لطف‌الله است. در نهایت، تلاش برای ارائه راهکارهای کاربردی که هم به جنبه‌های حفاظتی و اصالت بنا توجه دارد و هم به ارتقاء تجربه کاربران (نمازگزاران و بازدیدکنندگان)، می‌تواند نوآوری این تحقیق در حوزه عملیاتی باشد.

اهداف مشخص تحقیق

- هدف آرمانی: کمک به ارتقاء کیفیت تجربه معنوی و بصری در مساجد تاریخی ایران از طریق بهینه‌سازی پایدار و حساس به زمینه نورپردازی.
- هدف کلی: تحلیل جامع تأثیر نور طبیعی و مصنوعی بر فضاهای معنوی و عملکرد بصری در مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان.
- اهداف ویژه و کاربردی:
  - تعیین الگوهای کمی و کیفی نور طبیعی در فضاهای کلیدی مسجد شیخ لطف‌الله در ساعات و فصول مختلف.
  - تعیین مشخصات فنی و بصری سیستم نور مصنوعی موجود در مسجد شیخ لطف‌الله.
  - تعیین میزان تأثیر نور طبیعی و مصنوعی بر ادراک مؤلفه‌های فضای معنوی (مانند آرامش، خشوع، تمرکز) توسط کاربران.
  - تعیین میزان تأثیر نور طبیعی و مصنوعی بر شاخص‌های عملکرد بصری (مانند خوانایی کتیبه‌ها، وضوح جزئیات، راحتی بصری) کاربران.

- تعیین نقاط قوت و ضعف سیستم نورپردازی فعلی مسجد (ترکیب طبیعی و مصنوعی) در ارتباط با اهداف معنوی و بصری.
- تعیین اصول و معیارهای پیشنهادی برای بهبود یا اصلاح سیستم نورپردازی مسجد شیخ لطف‌الله با تأکید بر تعادل بین حفظ اصالت، ارتقاء تجربه معنوی، و بهبود عملکرد بصری.

در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره وران

بهره‌وران اصلی این تحقیق شامل موارد زیر خواهند بود:

- سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور (به ویژه اداره کل میراث فرهنگی استان اصفهان) به عنوان متولی اصلی حفظ و نگهداری بنا.
- دفتر فنی و عمرانی آستان قدس رضوی یا سایر نهادهای مسئول اداره مسجد شیخ لطف‌الله (در صورت وجود).
- معماران، طراحان نورپردازی، و متخصصان مرمت بناهای تاریخی.
- پژوهشگران و دانشجویان رشته‌های معماری، مرمت، طراحی شهری و مطالعات هنر اسلامی.
- بازدیدکنندگان، گردشگران و نمازگزاران مسجد شیخ لطف‌الله به عنوان کاربران نهایی فضا.

سؤالات تحقیق

- آیا الگوهای نور طبیعی موجود در مسجد شیخ لطف‌الله (شدت، توزیع، رنگ) تأثیر معناداری بر تجربه معنوی کاربران دارند؟
- آیا سیستم نور مصنوعی فعلی در مسجد شیخ لطف‌الله، عملکرد بصری کاربران را به طور مطلوب تأمین می‌کند؟
- آیا کیفیت و کمیت نور مصنوعی موجود در مسجد شیخ لطف‌الله، با ویژگی‌های معنوی و تاریخی فضا همخوانی دارد یا آن را مخدوش می‌کند؟
- آیا تفاوتی معنادار در ادراک فضای معنوی و عملکرد بصری کاربران در شرایط نوری مختلف (روز/شب؛ طبیعی/مصنوعی/ترکیبی) در مسجد شیخ لطف‌الله وجود دارد؟
- آیا راهکارهای عملی برای بهبود تلفیق نور طبیعی و مصنوعی در مسجد شیخ لطف‌الله به منظور ارتقاء همزمان تجربه معنوی و عملکرد بصری، با رعایت اصول حفاظتی، وجود دارد؟

فرضیه های تحقیق

- بین میزان و کیفیت نور طبیعی در گنبدخانه مسجد شیخ لطف‌الله و سطح گزارش‌شده از تجربه معنوی (مانند حس آرامش و خشوع) بازدیدکنندگان، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.
- سیستم نور مصنوعی فعلی در مسجد شیخ لطف‌الله، از نظر شاخص نمود رنگ (CRI) و یکنواختی روشنایی، تأثیر منفی بر عملکرد بصری (مانند خوانایی کتیبه‌ها) دارد.
- تلفیق نامناسب نور مصنوعی با نور طبیعی در مسجد شیخ لطف‌الله، منجر به کاهش درک برخی از جنبه‌های معنوی فضا در مقایسه با شرایط نور صرفاً طبیعی (در روز) می‌شود.
- افزایش سطح روشنایی عمومی با نور مصنوعی در شب، لزوماً منجر به بهبود تجربه معنوی کاربران نمی‌شود و ممکن است تأثیر عکس داشته باشد.
- بازدیدکنندگانی که در معرض الگوهای نوری پویاتر و با کنتراست کنترل‌شده‌تری (ترکیبی از نور طبیعی و مصنوعی هدفمند) قرار می‌گیرند، عملکرد بصری بهتر و تجربه معنوی عمیق‌تری را در مقایسه با نورپردازی یکنواخت مصنوعی گزارش می‌دهند.

تعریف واژه ها و اصطلاحات فنی و تخصصی

- نور طبیعی (Daylight):
  - مفهومی: نوری که از خورشید به طور مستقیم یا غیرمستقیم (از طریق آسمان یا انعکاس از سطوح) به فضا وارد می‌شود و ویژگی‌هایی چون پویایی، طیف کامل رنگ، و تغییرات زمانی دارد.
  - عملیاتی: در این تحقیق، نور طبیعی از طریق اندازه‌گیری شدت روشنایی (لوکس)، درخشندگی (کاندلا بر متر مربع)، و تحلیل توزیع آن با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی (مانند DIALux Evo, Radiance) و دستگاه‌های اندازه‌گیری میدانی (لوکس‌متر، دوربین HDR) در نقاط مختلف مسجد و در زمان‌های متفاوت ارزیابی می‌شود.
- نور مصنوعی (Artificial Light):
  - مفهومی: نوری که توسط منابع ساخت بشر (مانند لامپ‌های الکتریکی) تولید می‌شود و از نظر ویژگی‌هایی چون شدت، رنگ، جهت و توزیع قابل کنترل است.
  - عملیاتی: در این تحقیق، نور مصنوعی از طریق شناسایی نوع منابع نوری (لامپ‌ها)، اندازه‌گیری شدت روشنایی (لوکس)، دمای رنگ (کلوین)، شاخص نمود رنگ (CRI)، و تحلیل توزیع نور با ابزارهای ذکر شده و همچنین بررسی اسناد فنی موجود ارزیابی می‌شود.
- فضای معنوی (Spiritual Space/Atmosphere):
  - مفهومی: کیفیت یا حالتی از یک فضا که منجر به برانگیختن احساساتی چون آرامش، خشوع، تأمل، تعالی، حضور و ارتباط با امری فراتر از ماده در کاربران می‌شود.
  - عملیاتی: در این تحقیق، فضای معنوی از طریق پرسشنامه‌های استاندارد شده یا محقق‌ساخته با طیف لیکرت (سنجش مؤلفه‌هایی چون حس آرامش، تمرکز، ارتباط معنوی) و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با کاربران (بازدیدکنندگان و نمازگزاران) ارزیابی می‌شود.
- عملکرد بصری (Visual Performance):
  - مفهومی: توانایی سیستم بینایی انسان برای انجام وظایف بصری به طور مؤثر و راحت، شامل تشخیص جزئیات، خوانایی متون، درک رنگ‌ها و راحتی بصری.
  - عملیاتی: در این تحقیق، عملکرد بصری از طریق ارزیابی خوانایی کتیبه‌ها و نقوش در فواصل مختلف، سنجش میزان تشخیص جزئیات معماری و تزئینات، و ارزیابی راحتی بصری (عدم وجود خیرگی، یکنواختی مناسب نور) توسط کاربران از طریق پرسشنامه و تست‌های بصری هدفمند سنجیده می‌شود.
- مسجد شیخ لطف الله (Sheikh Lotfollah Mosque):
  - مفهومی: یکی از مساجد تاریخی و مشهور اصفهان، واقع در ضلع شرقی میدان نقش جهان، که در دوران صفویه ساخته شده و به دلیل معماری و کاشی‌کاری‌های منحصر به فرد، به ویژه در گنبد، شهرت جهانی دارد.
  - عملیاتی: مطالعه موردی این تحقیق که تمامی اندازه‌گیری‌ها، شبیه‌سازی‌ها، و ارزیابی‌های ادراکی در فضاهای داخلی منتخب آن (به ویژه گنبدخانه و ورودی) انجام خواهد شد.

روش تحقیق:

الف- شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده ها و نحوه اجراء:

تحقیق حاضر از نظر هدف، تحقیقی کاربردی-توسعه‌ای است که به دنبال تحلیل وضعیت موجود و ارائه راهکارهای بهبود می‌باشد. از نظر نوع داده‌ها و نحوه اجرا، این پژوهش از رویکرد تحقیق ترکیبی (آمیخته) بهره می‌برد که شامل مراحل کمی و کیفی به هم پیوسته است.

مراحل اجرایی تحقیق:

۱. مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی: گردآوری اطلاعات جامع در مورد تاریخچه مسجد شیخ لطف‌الله، ویژگی‌های معماری آن، مطالعات پیشین انجام شده در مورد نور در این مسجد و مساجد مشابه، مبانی نظری نور در معماری اسلامی، استانداردهای نورپردازی بناهای تاریخی و فضاهای مذهبی. منابع شامل کتب، مقالات علمی، گزارش‌های فنی، و اسناد موجود در سازمان میراث فرهنگی خواهد بود.
۲. مرحله دوم: برداشت میدانی و تحلیل وضعیت موجود نور طبیعی: شامل بازدیدهای مکرر از مسجد در ساعات مختلف روز و فصول مختلف (در صورت امکان) برای مشاهده و ثبت الگوهای نور طبیعی. اندازه‌گیری کمی پارامترهای نور طبیعی (مانند شدت روشنایی بر حسب لوکس، درخشندگی سطوح) با استفاده از دستگاه لوکس‌متر دیجیتال و دوربین HDR در نقاط کلیدی از پیش تعیین شده در پلان مسجد (به ویژه در گنبدخانه، شبستان ورودی و راهروها). تهیه کروکی و مستندسازی تصویری (عکس و فیلم) از وضعیت نور طبیعی.
۳. مرحله سوم: تحلیل سیستم نور مصنوعی موجود: شناسایی دقیق نوع، تعداد، مکان نصب، و مشخصات فنی منابع نور مصنوعی موجود (مانند توان، شار نوری، دمای رنگ، شاخص نمود رنگ لامپ‌ها) از طریق مشاهده مستقیم و اطلاعات دریافتی از مسئولین مسجد. اندازه‌گیری شدت روشنایی حاصل از نور مصنوعی در شب و در نقاط مشابه مرحله قبل.
٤. مرحله چهارم: شبیه‌سازی کامپیوتری: ایجاد مدل سه‌بعدی دقیق از فضاهای داخلی مسجد شیخ لطف‌الله با نرم‌افزارهایی مانند AutoCADیا Revit. سپس وارد کردن مدل به نرم‌افزارهای تخصصی شبیه‌سازی نور مانند DIALux Evo یا Radiance برای تحلیل دقیق‌تر توزیع نور طبیعی و مصنوعی و امکان‌سنجی سناریوهای مختلف نورپردازی. کالیبراسیون نتایج شبیه‌سازی با داده‌های اندازه‌گیری شده میدانی.
٥. مرحله پنجم: ارزیابی ادراکی کاربران: طراحی و اجرای پرسشنامه برای سنجش ادراک کاربران (بازدیدکنندگان و نمازگزاران) از کیفیت فضای معنوی و عملکرد بصری در شرایط نوری موجود (طبیعی، مصنوعی، ترکیبی). پرسشنامه شامل سوالات طیف لیکرت و سوالات باز خواهد بود. انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با گروهی منتخب از کاربران و کارشناسان (معماران، مرمتگران، متخصصان نورپردازی) برای دریافت نظرات عمیق‌تر.
٦. مرحله ششم: تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری: تحلیل آماری داده‌های کمی (نتایج اندازه‌گیری و پرسشنامه‌ها) با استفاده از نرم‌افزار .SPSS تحلیل محتوای داده‌های کیفی (مصاحبه‌ها و سوالات باز پرسشنامه). تلفیق نتایج کمی و کیفی برای پاسخ به سوالات تحقیق و آزمون فرضیه‌ها. ارائه یافته‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای کاربردی.

ب- متغیرهای مورد بررسی در قالب یک مدل مفهومی و شرح چگونگی بررسی و اندازه گیری متغیرها:

مدل مفهومی: (متغیرهای مستقل) ویژگی‌های نور طبیعی (شدت، توزیع، پویایی، رنگ) + ویژگی‌های نور مصنوعی (شدت، توزیع، دمای رنگ، CRI، نوع منبع) ⟶ (متغیرهای میانجی) ادراک بصری، احساسات و هیجانات ⟶ (متغیرهای وابسته) سطح تجربه فضای معنوی + سطح عملکرد بصری.

- ویژگی‌های نور طبیعی: با لوکس‌متر (شدت)، دوربین HDR و نرم‌افزار شبیه‌سازی (توزیع، درخشندگی)، مشاهده مستقیم (پویایی، رنگ)
- ویژگی‌های نور مصنوعی: با لوکس‌متر و اسپکتروفتومتر (شدت، دمای رنگ، CRI)، مشاهده و بررسی اسناد (نوع منبع، توزیع).
- ادراک فضای معنوی: با پرسشنامه استاندارد و محقق‌ساخته (مولفه‌های آرامش، خشوع، حضور و...) و مصاحبه کیفی.
- عملکرد بصری: با تست‌های خوانایی کتیبه‌ها، پرسشنامه راحتی بصری (خیرگی، یکنواختی) و مشاهده توانایی تشخیص جزئیات.

ج – شرح کامل روش (میدانی، کتابخانه ای) و ابزار (مشاهده و آزمون، پرسشنامه، مصاحبه، فیش برداری و غیره) گردآوری داده ها:

گردآوری داده‌ها به روش ترکیبی انجام می‌شود:

- روش کتابخانه‌ای: استفاده از فیش‌برداری از کتب، مقالات، پایان‌نامه‌ها و اسناد مرتبط با موضوع برای تدوین مبانی نظری و پیشینه تحقیق.
- روش میدانی:
  - مشاهده: مشاهده نظام‌مند و مشارکتی الگوهای نوری و رفتارهای کاربران در مسجد. ثبت مشاهدات در فرم‌های استاندارد.

- اندازه‌گیری (آزمون): استفاده از تجهیزات دقیق مانند لوکس‌متر (مدل TES-۱۳۳۹R یا مشابه)، اسپکتروفتومتر (برای تحلیل طیف نور مصنوعی)، دوربین عکاسی DSLR با قابلیت HDR برای ثبت و تحلیل سطوح درخشندگی.
- پرسشنامه: طراحی پرسشنامه محقق‌ساخته با استفاده از مقیاس لیکرت برای سنجش ادراک فضای معنوی و عملکرد بصری. روایی و پایایی پرسشنامه از طریق نظر متخصصان و آلفای کرونباخ سنجیده خواهد شد.
- مصاحبه: انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با بازدیدکنندگان، نمازگزاران و کارشناسان برای کسب اطلاعات عمیق‌تر و کیفی.

د – جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه:

- جامعه آماری: شامل دو گروه اصلی: ۱) بازدیدکنندگان و نمازگزاران مسجد شیخ لطف‌الله. ۲) کارشناسان معماری، مرمت، و نورپردازی آشنا با بنا.
- روش نمونه‌گیری: برای گروه اول (بازدیدکنندگان و نمازگزاران)، از روش نمونه‌گیری در دسترس (Convenience Sampling) در ساعات مختلف حضور در مسجد استفاده خواهد شد. برای گروه دوم (کارشناسان)، از روش نمونه‌گیری هدفمند (Purposive Sampling) یا گلوله برفی (Snowball Sampling) استفاده می‌شود.
- حجم نمونه: برای پرسشنامه بازدیدکنندگان، با استفاده از فرمول کوکران و با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای نمونه‌گیری ۵٪، حجم نمونه حدود ۳۵۰-۴۰۰ نفر برآورد می‌شود. برای مصاحبه با کارشناسان، حدود ۱۵-۲۰ نفر تا رسیدن به اشباع نظری در نظر گرفته شده است.

هـ - روش ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها: داده‌های کمی حاصل از اندازه‌گیری‌ها و پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (یا بالاتر) تحلیل خواهند شد. از آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی، درصد) برای توصیف متغیرها و از آمار استنباطی (مانند آزمون t برای مقایسه دو گروه، تحلیل واریانس ANOVA برای مقایسه بیش از دو گروه، آزمون همبستگی پیرسون یا اسپیرمن برای بررسی رابطه بین متغیرها، و تحلیل رگرسیون برای پیش‌بینی تأثیر متغیرهای مستقل بر وابسته) استفاده خواهد شد. داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌ها و سوالات باز پرسشنامه با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی و تکنیک‌های کدگذاری (باز، محوری و انتخابی) تحلیل می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی‌های نوری با نرم‌افزارهایی مانند DIALux Evo نیز به صورت گرافیکی و عددی تحلیل و با داده‌های واقعی مقایسه خواهند شد. در نهایت، نتایج تحلیل‌های کمی و کیفی با یکدیگر تلفیق (Triangulation) شده تا به یک درک جامع از موضوع دست یافت.

تشکر و قدرانی می کنم ابتدا از پدر مادرم که همه هستی و زیبایی هایم از آنهاست و تمام زندگیم تا امروز و این لحظه مدیون آنها هستم و بعد از شوهرم سهراب پاکزاد از روزی که در دانشگاه علم صنعت و بعد در اخیر در صنعت موسیقی اورا دیدم اگرچه نبود ولی بودنش در دنیا باعث دلگرمی من بود وسلامت ش و زنده بودن ش وامید دارم به روزهای خوشبختی که امید خود نشانه زندگی و حرکت به سمت خوشبختی است و سپس از خواهرهام که بهترین همدم هایم بودند و دوستان حقیقی بودند.

- سپیده گوهری سال ۸۵به کاردانی ناپیوسته سخت افزار در اقلید استان فارس مشغول به تحصیل شدم ودر سال ۸۹کاردانی ناپیوسته نرم افزار از دانشگاه آزاد کرج را دریافت کرده ام و دوره های پایان کار خود را در علم صنعت گذرانده ام در آن دوران وتحصیلات کارشناسی خود را در مهندسی نرم افزار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال در سال ۹۴گذارندم و سابقه کار در اداره جذب نیروهای انسانی بانک صادرات را در رزومه خود دارم و دوره های عمران را در زنجان گذرانده ام سپس کارشناسی ارشد معماری سیستم های کامپیوتری خودرا در سال ۱۴۰۰از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی اخذکرده و دوره های فنی مرتبط با همان مقطع را در دانشگاه علم صنعت در سال ۹۷ گذرانده ام و اکنون در دوره دکترای تخصصی معماری سیستمهای پیشرفته و حوزه هوش مصنوعی در پزشکی مشغول به فعالیت و تحصیل هستم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال و همچنین تدریس در مقطع کارشناسی ایفای نقش می کنم و در دانشکده علوم پزشکی دوره های نوین هوش مصنوعی در پزشکی تحت تعلیم اساتید فن قرار گرفته ام. و به تألیف مقالات علمی در زمینه پژوهشی خود پرداخته ام . نجات غریق می باشم و در زمینه های هنری نیز فعالیت

دارم . دارای گواهی نوردیک ساینس مناطق اسکاندیناوی هستم وپذیریش دانشگاه های آلمان را دارم و در کنفرانس های اروپا شرکت دارم . عضو خیریه مناطق محروم نیز می باشم و در موسیقی فعالیت دارم عضو انجمن خوشنویسان نیز می باشم.



منابع:

منابع فارسی:

۱. پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۹۲). *سبک‌شناسی معماری ایرانی* .تهران: نشر معمار.
۲. نوروزی طلب، علیرضا؛ حبیبی، محسن و پورجعفر، محمدرضا. (۱۴۰۱). تجلی نور در شکل‌دهی به فضای معنوی مساجد دوره صفویه (نمونه موردی: مسجد امام اصفهان). *نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، ۲۷(۳)، ۴۵-۵۸.
۳. پوپ، آرتور اپهام. (۱۳۸۷). *معماری ایران* .ترجمه غلامحسین صدری افشار. تهران: اختران.
٤. قبادیان، وحید. (۱۳۹۰). *بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران* .تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
٥. اردلان، نادر و بختیار، لاله. (۱۳۸۸). *حس وحدت: نقش عرفان در معماری ایرانی* .ترجمه حمید شاهرخ. اصفهان: نشر خاک.
٦. کریمی، بهاره؛ نقی‌زاده، محمد و اسلامی، سیدغلامرضا. (۱۴۰۲). تأثیر الگوهای نور طبیعی در شبستان‌های مساجد بر حس مکان و آرامش روانی .*پژوهش‌های معماری اسلامی*، ۱۰(۱)، ۷۸-۹۳.
۷. صالحی، ایمان و محمدی، جعفر. (۱۴۰۱). ارزیابی کیفی و کمی سیستم‌های نورپردازی مصنوعی در مساجد تاریخی یزد .*مطالعات معماری ایران*، (۲۱)، ۱۱۲-۱۲۹.
۸. عظیمی، نگار و حسینی، سیدباقر. (۱۴۰۲). شیشه‌های رنگی و تأثیر آن بر کیفیت نور و احساسات در فضاهای سنتی .*باغ نظر*، ۱۹(۱۰۵)، ۳۳-۴۸.
۹. قاسمی، زهرا و اکبری، حسن. (۱۴۰۱). چالش‌های نورپردازی حفاظتی در موزه‌ها و بناهای تاریخی ایران .*مرمت و معماری ایران*، ۱۲(۲۸)، ۵-۱۸.
۱۰. شفیعی، مریم؛ انصاری، مجتبی و بمانیان، محمدرضا. (۱۴۰۲). نورپردازی مصنوعی در مساجد تاریخی: رویکردها و چالش‌ها از منظر متخصصان .*مدیریت شهری و روستایی*، (٦٥)، ۲۰۱-۲۱۸.

منابع انگلیسی:

۱۱. Brown, S., & Lee, J. (۲۰۲۲). *Lighting in Heritage Buildings: A Practitioner's Guide*. London: Routledge.
۱۲. Smith, P., Davis, A., & Roberts, L. (۲۰۲۳). The combined effect of daylight and electric light on spiritual perception in places of worship. *Journal of Environmental Psychology*, *85*, ۱۰۱۸۷٦.
۱۳. Roberts, L. (۲۰۲۲). *Architectural Lighting Design: Principles and Practice* (٤th ed.). New York: Fairchild Books.
۱۴. Davis, A., & Clarke, M. (۲۰۲۳). Visual performance and comfort in historically significant interiors: A review of lighting parameters. *Building and Environment*, *228*, ۱۰۹۸٥٤.

۱۵. Cheng, L., Wu, Y., & Huang, Q. (۲۰۲۳). Damage assessment of historical building materials under artificial lighting. *Journal of Cultural Heritage*, *60*, ۱۱۲-۱۲۰.
۱۶. Kim, M., & Park, J. (۲۰۲۲). The role of lighting in enhancing visitor experience in heritage sites. *Tourism Management Perspectives*, *44*, ۱۰۱۰۲۳.
۱۷. Garg, V., Kumar, P., & Srinivasan, R. (۲۰۲۳). Energy-efficient lighting retrofits for heritage buildings: A case study analysis. *Energy and Buildings*, *279*, ۱۱۲٦٥٤.
۱۸. Li, H., & Chen, Q. (۲۰۲۳). Adaptive lighting systems for office environments: Impact on visual performance and well-being. *Lighting Research & Technology*, *55*(٥), ٤٨٩-٥٠٧.
۱۹. Patel, R., Sharma, S., & Khan, F. (۲۰۲۳). Healing environments: The contribution of lighting design in healthcare facilities. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, *16*(٤), ۲۱۰-۲۲٥.
۲۰. Martinez, E., & Rodriguez, C. (۲۰۲٤). Lighting levels and spectral quality for the perception of art and architecture in historical churches. *Leukos*, *20*(۱), ۷٥-۹۲.
۲۱. Kwak, Y., & Kim, S. (۲۰۲۳). VR and biometric assessment of daylight patterns on psychological responses. *Journal of Building Performance Simulation*, *16*(٦), ٦۰۱-٦۱۸.
۲۲. Wang, Z., Liu, B., & He, Y. (۲۰۲٤). A predictive model for visual comfort and non-visual effects of lighting in educational buildings. *Building Simulation*, *17*(۲), ۲۳٥-۲٥۰.
۲۳. Abdallah, M., Bellia, L., & Spada, G. (۲۰۲۳). Impact of tunable LED lighting on mood and alertness in indoor environments. *Journal of Affective Disorders*, *325*, ۱٥۰-۱٥۸.
۲۴. Garcia, F., & Lopez, M. (۲۰۲٤). The effect of daylight direction and distribution on spatial perception in art galleries. *Applied Ergonomics*, *115*, ۱۰٤۱۲۰.