

# تبیین اصول و مبانی طراحی سیستم‌های روشنایی در فضاهای تاریخی<sup>۱</sup>

غلامرضا کیانی ده کیانی<sup>۲</sup>

استادیار دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان

مرضیه صفری حسن آبادی<sup>۳</sup>

دریافت: ۲۴ بهمن ۱۳۹۶

پذیرش: ۱۱ بهمن ۱۳۹۷

(صفحه ۱۰۸-۹۳)

کلیدواژگان: طراحی روشنایی، فضاهای تاریخی، سیستم‌های روشنایی.

## چکیده

گرچه بیش از نیم‌قرن از آغاز حفاظت و مرمت علمی بناهای تاریخی کشورمان می‌گذرد، به دلیل کم‌توجهی نسبت به موضوع تخصصی روشنایی و نورپردازی بناهای تاریخی، کمتر می‌توان شاهد اجرای روشنایی مناسب در فضاهای تاریخی بود و معمولاً این مهم با استفاده از روش‌های متفاوت و به صورت سلیقه‌ای انجام می‌پذیرد. در بهترین حالت ممکن، این عملیات به دست مهندسان برق و بدون آگاهی از ارزش فضاهای تاریخی، تنها در حد روشن کردن فضا اجرا می‌گردد. از این رو آشنایی با طراحی روشنایی و تسلط بر تشخیص مزایا و معایب تجهیزات نوری و انتخاب صحیح آن‌ها، به منظور حفظ میراث تاریخی، اهمیت ویژه‌ای دارد و برای دستیابی به نتایج لازم باید طراحی روشنایی مبتنی بر اصول و استانداردهای تعریف‌شده‌ای اجرا و از الزامات روند کاری یک پروژه مرمتی محسوب گردد. حال این سؤال پیش روست که در طراحی و اجرای روشنایی در ابنیه تاریخی رعایت چه اصولی ضروری است؟ پژوهش حاضر به انشای اصول و توصیه‌های قطعی در این زمینه پرداخته است. به این منظور، با اتکا به دانش فیزیک نور و ویژگی‌های ساختاری و فضایی معماری سنتی ایرانی و همچنین

رعایت دستورالعمل‌ها و ضوابط حفاظتی، اصول اولیه طراحی روشنایی در فضاهای تاریخی تحلیل و دسته‌بندی گردیده است. روش کار در این نوشتار توصیفی-تحلیلی و بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهده‌ای است. درحقیقت یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که برای دستیابی به روشنایی مناسب در فضاهای تاریخی به چهار مرحله مطالعات، طراحی، اجرا، و نگهداری توجه می‌شود که هر مرحله خود بر اصولی مبتنی است.

## ۱. مقدمه

طراحی و اجرای سیستم‌های روشنایی در بازنده‌سازی و احیای فضاهای تاریخی، به منظور تطابق بنا با نیازهای امروز، فرایندی پیچیده است. از آنجا که حداقل مداخله در امر مرمت ابنیه تاریخی از اصول بنیادی محسوب می‌گردد، ضوابط محافظت از بناهای تاریخی از یک سو، و مباحث مقررات ملی ساختمان از سوی دیگر، از عوامل مهم این پیچیدگی است. علاوه بر آن نگاه غیر تخصصی به موضوع روشنایی عامل تفاوت‌های چشمگیر بین استانداردهای لازم و روش‌های اجرا شده است. با توجه به آنکه نورپردازی اصول و معیارهای فنی و هنری را در بر می‌گیرد، به‌کارگیری مهندسان برق

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نگارنده دوم در رشته مرمت و احیای ابنیه و بافت‌های تاریخی است با عنوان *انشاء اصول طراحی سیستم‌های روشنایی در فضاهای تاریخی، نمونه مطالعاتی: خانه تاریخی داوید، دانشکده مرمت که به راهنمایی نگارنده اول در دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان در سال ۱۳۹۵ دفاع شده است.*

2. gh.kiani@au.ac.ir

۳. کارشناس ارشد مرمت و احیای ابنیه و بافت‌های تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان؛ نویسنده مسئول  
marzieh.safari.ha@gmail.com

### پرسش‌های تحقیق

۱. در طراحی و اجرای روشنایی ابنیه تاریخی رعایت چه اصولی ضروری است؟
۲. برای تأمین روشنایی و اجرای نورپردازی تا چه حد می‌توان در فضاهای تاریخی مداخله کرد؟
۳. تجهیزات روشنایی فضاهای تاریخی باید چه مشخصه‌هایی داشته باشند؟
۴. تأثیرات مثبت و منفی روشنایی در فضاهای تاریخی کدامند؟

ناآگاه از ارزش‌های فضاهای تاریخی و یا مرمیگران ناآشنا به نورپردازی از مشکلات این حوزه تلقی می‌شود. از این رو آشنایی با طراحی نورپردازی و تسلط بر استفاده از روش‌های مختلف آن در عرصه احیا و کاربری مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد و طراحی روشنایی مبتنی بر اصول و استانداردهای معین از الزامات یک پروژه مرمتی است (از آنجا که دارایی‌های فرهنگی- کالبدی یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر جهان به‌شمار می‌آیند، برای رفع فقدان توازن بین نیازهای امروزی و محافظت از آن میراث تلاش ویژه‌ای لازم است<sup>۴</sup>). همچنین طبق ماده ۴ منشور بورا، در امر محافظت باید از همه اطلاعات، مهارت‌ها، و رشته‌های تخصصی مختلف، که می‌توانند در بررسی و مراقبت از یک مکان سهیم باشند، استفاده کرد. با توجه به تغییرات و تحولات لازم در تغییر کاربری و به‌روزرسانی بناهای تاریخی ساخته‌شده در دوره‌های مختلف و با در نظر گرفتن نیازهای عصر حاضر، این پرسش‌ها قابل طرح هستند: در طراحی و اجرای روشنایی ابنیه تاریخی رعایت چه اصولی ضروری است؟ برای تأمین روشنایی و اجرای نورپردازی تا چه حد می‌توان در فضاهای تاریخی مداخله کرد؟ تجهیزات روشنایی فضاهای تاریخی باید چه مشخصه‌هایی داشته باشند؟ تأثیرات مثبت و منفی روشنایی در فضاهای تاریخی کدامند؟ در این نوشتار با بیان اصول کاربردی، مؤلفه‌های توانمندساز و تأثیرگذار بر روند طراحی نورپردازی و تأمین روشنایی بررسی و اصولی مناسب و عملی به منظور به‌کارگیری مؤثر در فضاهای تاریخی عرضه می‌شود.

### ۱.۱. پیشینه تحقیق

در پژوهش‌های مرتبط با مرمت و حفاظت بناهای تاریخی کمتر به موضوع طراحی روشنایی به صورت بنیادی پرداخته شده است و در کتب تألیفی عموماً به نورپردازی بیرونی بنا توجه شده است. همچنین پژوهش‌ها و مقالات بسیاری در مورد موضوع روشنایی و نورپردازی در بناهای تاریخی عرضه گردیده است. برای نمونه در کتابی نورپردازی بر سطوح بیرونی در چند بنای شاخص دنیا عرضه شده<sup>۵</sup> و در کتاب دیگری اصول نورپردازی بیرونی در بناهای تاریخی بیان گردیده است. پژوهشگری نیز به تبیین اصول و ضوابط نورپردازی بیرونی در محوطه‌های میراث جهانی می‌پردازد و پس از بررسی تحلیلی وضعیت موجود در برخی از سایت‌های میراث جهانی ایران، سیستمی برای بهبود وضعیت نورپردازی در این سایت‌ها پیشنهاد می‌دهد.<sup>۶</sup> در نوشتاری چگونگی بازتاب نور در معماری از گذشته تا به امروز بررسی شده است.<sup>۸</sup> در این بین پژوهش‌هایی نیز بر تأثیر نور طبیعی در

۴. برنارد فیلسدن و یوکا یوکیانو، «ارزش‌گذاری به منظور حفاظت»، ص ۱۷.
۵. کارل گاردنر و رافائل مولونی، تحولی در استفاده از روشنایی، بازگویی معماری.
۶. جمال کامیاب، نورپردازی بناهای تاریخی.
۷. طیبه گودرزی و ساره ضیایی، «نورپردازی در محوطه‌های میراث جهانی».
۸. حسین سلطان‌زاده، «روشنایی و نورپردازی در معماری».

در زمینه ایجاد هماهنگی میان ضوابط محافظت از بناهای تاریخی و الزام‌های قانونی مربوط به بهینه‌سازی مصرف انرژی دست یافته است.<sup>۱۵</sup> در نوشتاری نتیجه‌گیری شده که ساخت فضاهای نوری اهمیتی چون فضاهای ساخته‌شده معماری دارد، از این رو ساخت و تولید این فضاها مستلزم دانش معماری خاصی است که آن را می‌توان معماری نور نام نهاد.<sup>۱۶</sup> در کنگره‌ها و همایش‌های مربوط به روشنایی نیز پژوهش‌های بسیاری عرضه گردیده است که متأسفانه تحقیق مدونی در مورد اصول طراحی روشنایی و نورپردازی در فضاهای تاریخی صورت نگرفته است. در پژوهش حاضر برای نخستین بار اصول اولیه طراحی و اجرای روشنایی در فضاهای تاریخی بیان می‌شود.

## ۲.۱. روش تحقیق و داده‌اندوزی

در نوشتار حاضر اصول اجرای روشنایی در ابنیه تاریخی با دیدگاهی علمی بررسی می‌شود، بنا بر این، با توجه به گستردگی موضوع و محدودیت منابع، باید آمیخته‌ای از روش‌های تحقیق را در نظر گرفت. روش انجام این پژوهش، از نظر هدف، کاربردی و با استناد به پژوهش‌های موفق خارجی و داخلی و به صورت توصیفی-تحلیلی است. داده‌اندوزی نیز بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای شامل مبانی نظری حفاظت از بناهای تاریخی مکتوب، اسناد و مدارک موجود، کتب، مقالات، و مصاحبه با کارشناسان مربوطه صورت گرفته است. بر این مبنا اصول اجرایی با توجه به نیازهای کاربردی امروز، ویژگی‌های معماری سنتی ایرانی، و مبانی نظری استخراج گردیده است. سپس به کمک تجزیه و تحلیل کیفی و با انطباق شیوه‌های روشنایی موفق موجود در فضاهای تاریخی، دسترسی به اهداف پژوهش ممکن شده است.

## ۲. روش‌شنایی

به باور محققان، نخستین کارکرد نور در معماری مقوله روشنایی است.<sup>۱۷</sup> در واقع روشنایی<sup>۱۸</sup> مفهومی است کمی مبتنی بر روشن

معماری گذشته و تحلیل آن از منظرهای متفاوت مشاهده می‌شود. یافته‌های مقاله‌ای که در کنفرانس نور در هنر، معماری و شهرسازی ایران عرضه گشت، حاکی از آن است که در هر اقلیم، به تناسب شرایطش، از روش خاصی برای بهره‌گیری از نور طبیعی استفاده شده است که بیشترین تنوع در اقلیم گرم و خشک دیده می‌شود و الگویی برای دیگر مناطق گردیده است.<sup>۱</sup> در مقاله دیگری، با تحلیل فضاهای معماری ایرانی، به تجربه فضا نسبت به نورپردازی پرداخته و ماهیت معنایی آن بررسی شده است، از آن مقاله چنین برداشت می‌شود که هرچند معماری دارای ساختاری کاملاً مادی است، نور می‌تواند تسهیل‌کننده ادراکات معنوی و تجربیات عرفانی باشد.<sup>۱۰</sup> همچنین پژوهشگری در مقاله‌اش نورگیرها و کنترل‌کننده‌های نور را بررسی کرده است<sup>۱۱</sup>، محقق دیگری در تکمیل مقاله پیش گفته نشان می‌دهد که عناصر نوررسان در بناهای تاریخی از ساختار فرمی و شکلی گوناگونی تشکیل شده‌اند و بر اساس نیاز انسان و شرایط فضای معماری به دو صورت نوررسان و کنترل‌کننده نور به وجود آمده‌اند.<sup>۱۲</sup> در نتایج حاصله از پژوهشی آمده است که، در معماری سنتی ایران نور روز در کلیه تصمیمات طراحی اعم از انتخاب فضاهای پر و خالی، تناسبات و ابعاد و جهت‌گیری هر فضا نسبت به خورشید، میزان دید هر فضا به حیاط و آسمان، عمق هر فضا و شکل و موقعیت نورگیر آن اثرگذار بوده‌اند، همچنین شکل هر فضا، از نظر دسترسی و کاربری، تعیین‌کننده بوده و یکی از مهم‌ترین ارکان طراحی محسوب می‌شده است.<sup>۱۳</sup> در مطلب دیگری تمایزات حسی نور در معماری سنتی و مدرن بررسی گردیده است، در آن مقاله نتیجه گرفته شده که نور در دوره‌ها و سبک‌های گوناگون معماری با هدفی خاص و تعریف‌شده به کار گرفته شده است، در حالی که معماری معاصر به سمتی پیش می‌رود که نور جایگاه حسی و معنوی‌اش را از دست می‌دهد؛ در واقع نور در معماری سنتی موجب تمرکز و در معماری مدرن موجب تفرق است.<sup>۱۴</sup> اندیشمند دیگری، با تأکید بر بهینه‌سازی مصرف انرژی، که روشنایی یکی از آن‌هاست، در احیای بناهای تاریخی پژوهش کرده و به نتایجی

۹. پیروز حناچی، «جادوی نور در معماری سنتی ایران».
۱۰. شهرزاد نجفی، «آنالیز و بررسی معماری سنتی ایران و نقش نور در آن».
۱۱. ام‌البین نعمت‌گرگانی، «پیشینه نور در معماری و وسایل روشنایی در هنر اسلامی ایران».
۱۲. مرضیه صفری و دیگران، «بررسی ویژگی‌های ساختاری بناهای تاریخی در جهت تامین روشنایی».
۱۳. منصوره طاهباز و دیگران، «تأثیر طراحی معماری در بازی نور طبیعی در خانه‌های سنتی ایران».
۱۴. مازیار سرداری و فهیمه معتمدیان، «نقش نور در معماری خانه‌های سنتی ایران».
۱۵. شاهین حیدری، معماری و روشنایی.
۱۶. موسی دیباج، «فضای نور و معماری نور».
۱۷. سلطان‌زاده، همان، ص ۷۵.
18. Illumination

احساسی کمیت‌های نوری نظر دارد و استانداردهای روشنایی را همواره بسته به زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی، عملکردی، تاریخی، طبیعی، و معماری یک فضا، کم و زیاد می‌کند تا به کیفیت محیطی مطلوب و مورد نظر دست یابد.<sup>۲۲</sup>

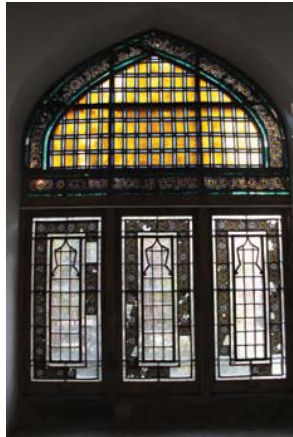
در گذشته، هنگام ساخت‌وساز بنا، امکان روشن کردن فضاهای داخلی با نور طبیعی از نیازهای اصلی و بدیهی به‌شمار می‌آمد، به همین دلیل توجه به قوانین حرکت خورشید و نور آسمان، همچنین انتخاب جهت، ابعاد، تناسبات، و ترکیب فضاهای پر و خالی مورد توجه بوده است. این نیاز موجب شد که از همان ابتدای کار و انتخاب ایده‌های اصلی طراحی، معماران سنتی، بر اساس تجربه، با ارزیابی قوت و ضعف‌های خواص ساختاری و ساختمانی مواد، در به کار بردن مصالح بسیار دقیق عمل و در جای مناسب و به مقدار مناسب از آن‌ها استفاده کنند.<sup>۲۳</sup> به معنای دیگر، فعالیت‌های انسانی در گذشته تحت تأثیر نور طبیعی خورشید بود و دستیابی به نوری مانند روز در هنگام شب ممکن نبود. حسی از ترس حاصل از فقدان نور در تاریکی انسان را به این درک رسانید که حضور نور به شکل طبیعی می‌تواند زندگی را متحول کند.<sup>۲۴</sup> از این رو نیاز به روشنایی در فقدان نور طبیعی باعث پدید آمدن عناصر روشنایی مصنوعی گردید.

کردن کاربردی و استاندارد یک فضا. صرف نظر از نسبی بودن روشنایی و بستگی آن به روان‌شناسی اجتماعی هر جامعه و فرهنگ هر کشور یا حتی هر شهر، این کمیت قابل محاسبه و اندازه‌گیری است که استانداردهای لازم آن از سوی انجمن‌های مختلف روشنایی، برای انواع فضاهای تعریف شده است. در مقابل آن هرگونه فعالیت نوری نورپردازی<sup>۲۵</sup> نامیده می‌شود.<sup>۲۶</sup> نورپردازی ترکیبی از علم و هنر است<sup>۲۷</sup>، به بیان دیگر روشنایی در بناهای تاریخی در دو حوزه قابل بررسی است، یکی روشنایی نماهای بیرونی که با تابش نور از جهات گوناگون صورت می‌گیرد و باعث نمایان شدن آن بنا در شب می‌گردد و دیگری روشنایی مربوط به فضاهای داخلی که ارتباط مستقیم با نوع کاربری و بهره‌برداری از آن بنا دارد. بنا بر این هرگونه فعالیت نوری در بناهای تاریخی را می‌توان تحت عنوان نورپردازی بررسی کرد که نیاز به طراحی و محاسبه دقیق دارد. نورپردازی گاهی وسعت دید را محدود می‌کند، همان‌طور که می‌تواند آن را گسترش دهد. علی‌رغم تفکیک نظری دو مفهوم یادشده و تفاوت ماهیتی آن‌ها، که یکی بیشتر کمی و دیگری کیفی است، باید توجه کرد که این تفکیک در عمل مفید نیست. طراحی روشنایی مناسب همواره بر جنبه‌های کیفی و حتی

#### 19. Lighting

۲۰. آرش اخوت، «طرح جامع نورپردازی شهر شیراز روش هل، رویکردها، نظرگاه‌ها»، ص ۱۷۴.
۲۱. مسعود تقوایی و دیگران، «بررسی نقش نورپردازی در توسعه گردشگری شهری، مطالعه موردی شهر اصفهان»، ص ۵.
۲۲. اخوت، همان، ص ۱۷۵.
۲۳. هانیه ارجمندی و دیگران، «نور و رنگ، تأثیرات معنوی و روانشناختی نور و رنگ خانه‌های سنتی ایرانی بر ساکنان»، ص ۲۸.
۲۴. گاردنر و مولونی، همان، ص ۱۵.

ت ۱. نمونه‌ای از نورگیر و کنترل‌کننده‌های نور طبیعی، خانه مصورالملک اصفهان، راست: کلاه‌فرنگی و تزئین آن با آینه‌کاری و مقرنس جهت ورود و کنترل نور؛  
چپ: ارسی با شیشه‌های رنگی و مشبک جهت ورود و کنترل نور، عکس‌ها: مرضیه صفری حسن‌آبادی.



فعالیت جاری در فضا، محیط دید که به رنگ و جهت نور در فضا بستگی دارد، و کارایی دید که با سطح روشنایی و کنترل خیرگی ارتباط دارد. مهم‌ترین عامل در راحتی دید توزیع مناسب نور است و نامناسب بودن آن سبب فقدان آرامش افراد می‌شود<sup>۲۶</sup> (ت ۲).

### ۳. معیارهای لازم در طراحی روشنایی

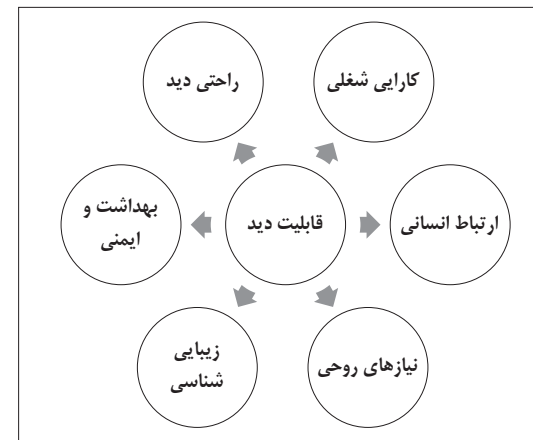
به‌کارگیری نور در معماری معنایی فراتر از روشنایی دارد. نور یکی از اجزایی است که در کنار عناصر و مفاهیمی چون ساختار، نظم فضایی، رنگ، و مصالح به‌کاررفته در بنا مطرح می‌گردد. در واقع وظیفه طراح ایجاد تعادل بین نور و تعاریف مفهومی معماری است<sup>۲۷</sup>. نور به روشی مؤثر بر محیط، شکل، و حجم تأثیر می‌گذارد. در نتیجه همبستگی متقابل نور و سایه باعث ایجاد حجم می‌گردد که این احجام فضای معماری را ایجاد می‌کنند. به بیان دیگر معماری بازی استادانه صحیح و باشکوهی از احجام ترکیب‌شده زیر نور است<sup>۲۸</sup>. طراح روشنایی، با تنظیم منابع نوری برای ایجاد محیط مناسب، سعی در ایجاد توازن بین محیط و منبع نوری دارد. بسیاری از معیارها برای بناها، اعم از تاریخی و غیر تاریخی، می‌تواند یکسان باشد، اما، به دلیل تفاوت‌های فرمی و ارزشی در بناهای تاریخی، به معیارهای ویژه‌ای می‌توان در فرایند طراحی روشنایی این ابنیه توجه کرد که تضمین‌کننده کیفیت و کمیت نورپردازی باشند.

### ۳.۱. محدودیت‌های کاربری و شرایط معماری

در اجرای سیستم روشنایی در یک بنای تاریخی یا حفاظت‌شده مهم‌ترین عامل ضرورت روشنایی آن فضا است که در صورت الزام باید سعی شود، به منظور برجسته کردن ویژگی‌های خاص معماری فضا، کمترین روشنایی لازم تأمین گردد<sup>۲۹</sup>. در فرایند روشنایی، هریک از کاربری‌های مختلف فضاهای تاریخی منابع نوری متفاوتی را می‌طلبد و نیاز به روش‌های خاصی دارد. این بدان مفهوم است که مقدار نور مورد نیاز در فضاهای مختلف، بسته به کاربری فضاها، متفاوت است. در واقع پیش از طراحی باید به ویژگی‌های متفاوت اجزای مختلف معماری توجه شود. اجزایی از قبیل فضای داخلی یا

به‌طور کلی منابع نوری را می‌توان به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم کرد. منبع روشنایی طبیعی خورشید است که انرژی آن تجدیدپذیر است. به نورهایی غیر از نور خورشید، یا انعکاس آن، نور مصنوعی گفته می‌شود که هدایت و تنظیم آن با عناصری موسوم به عوامل نوری صورت می‌پذیرد. این عوامل مشتمل بر انواع چراغ‌ها و سیستم‌های روشنایی هستند که ابزار اصلی نورپردازی را تشکیل می‌دهند. تجهیزات روشنایی شامل چراغ‌ها، لامپ‌ها، کلیدها، و سیم‌کشی‌ها، در ارتباطی متناسب در فضای معماری، روشنایی ایجاد می‌کنند<sup>۳۰</sup>. مقدار نورگیری طبیعی بنا نسبت به ساعات تابش نور خورشید معین است که نمی‌توان تغییری در ساعات تابش و جهت آن ایجاد کرد؛ ولی توسط کنترل‌کننده‌های نور قابل کنترل و تنظیم است (ت ۱). در مقابل نور مصنوعی را می‌توان به طور دلخواه در جهات مختلفی تنظیم کرد که در ساعات مختلف قابل استفاده باشد. استفاده صحیح از نور طبیعی و مصنوعی بر کیفیت فضا تأثیری بسزا دارد و بی‌توجهی طراح به نحوه دخالت نور در فضا می‌تواند ارزش و تعریف فضا را دگرگون کند.

میزان روشنایی در فضاهای مختلف بنا بر کاربری در نظر گرفته‌شده متفاوت است. برای حفظ خصوصیات کیفی روشنایی یک فضا این نکات باید مورد توجه باشند: راحتی دید متناسب با



۲۵. محمدرضا سلطاندوست،  
تأسیسات برقی برای دانشجویان  
معماری، ص ۹.  
۲۶. حیدری، همان، ص ۴۲.  
۲۷. سپیده احمدی، «بررسی تطبیقی  
نورپردازی در معماری سنتی و مدرن  
با تأکید بر فضای شهری بازار، نمونه  
موردی: بازار سنتی تبریز و مجتمع  
تجاری اسکان تبریز»، ص ۲.  
۲۸. ندا نورخواه و عبدالرضا چاری،  
«بررسی نورآرایی در گرافیک  
محیطی شهری (با نگاهی به ایران»،  
ص ۹۶.  
29. Built Heritage, Guidance  
for Historic Buildings and  
Conservation Areas, p.  
29-31.

ت ۲. نیازهایی که سیستم  
روشنایی باید تأمین کند،  
طرح و تدوین: نگارندگان.

ایجاد سلسله‌مراتبی از نور روی سطوح منحنی، سقف‌های گنبدی و طاق دار، نیاز به روش‌هایی دارند که بر زیبایی آن‌ها بیفزایند. از این رو حس زیباشناختی از عوامل بسیار مؤثر در طراحی روشنایی فضاهای تاریخی است. همچنین زیبایی تجهیزات نورپردازی و هماهنگی با محیط در منظر روزانه از یک سو و جنبه‌های روان‌شناختی و هنری در منظر شبانه از سوی دیگر، دارای اهمیت است<sup>۳۳</sup>؛ زیرا نور، علاوه بر تأثیر بر بخش فیزیولوژیک بدن، بر روان انسان نیز تأثیر می‌گذارد<sup>۳۵</sup>.

### ۳.۳. نقش ارزش‌های هویتی در طراحی روشنایی بنای تاریخی

کیفیت نور در هر فضایی عامل مهم درک آن فضا است؛ اما آنچه یک مرمیگر بدان می‌پردازد و گاه برتر از کیفیت نور به‌شمار می‌رود، ارزش بنای تاریخی است. اهمیت روشنایی و چگونگی طراحی و محاسبات آن بینشی الزامی به معمار می‌دهد، اما برای درک ارزش تاریخی بنا کافی نیست. میزان دخالت در فضاهای تاریخی در راستای انطباق با نیازهای امروزی به خلاقیت و تخصص نیروهای مرتبط با امر مرمت بستگی دارد و در صورت هماهنگی همه عوامل فوق، فضای تاریخی را برای نیاز امروز قابل استفاده می‌کند.

اثر کمیت نور بر انسان تابع عوامل فرهنگی، اجتماعی، احساسی، و روانی است و هر فرهنگ و اجتماعی برای افرادش یادآور معانی خاصی است، همچنین کاربری هر فضا نوع خاصی روشنایی را می‌طلبد که بیانگر شخصیت آن مکان است و نادیده گرفتن این موضوع باعث از بین رفتن هویت و شخصیت مکان می‌گردد.<sup>۳۶</sup> در ضمن علاوه بر اینکه روشنایی‌های مختلف اثرات روانی متفاوتی بر افراد می‌گذارد، نوع احساس درونی افراد در درک از فضا نیز مؤثر است. به معنای دیگر، افراد در یک فضای مشترک، با ویژگی‌های خاص خودشان، احساسات متفاوتی خواهند داشت. به همین خاطر، برای طراحی روشنایی، علاوه بر شناخت دقیق هویت و شخصیت مکان، باید میانگینی از احساس اکثریت برآورد شود. عده‌ای بر این عقیده‌اند که غرق کردن بنا در نور مطرح نیست؛

خارجی بنا، ابعاد و موقعیت پنجره، بالکن و میزان دریافت نور طبیعی، مصالح به‌کاررفته در سازه، مقیاس فضا، ارتفاع سقف، و همچنین تزیینات به‌کاررفته در بنا در این طراحی مؤثر هستند.

در معماری ارتباطی مشخص بین کیفیت‌های فضا و روشنایی وجود دارد. هر فضا نور خاص و قابل شناسایی خود را لازم دارد. نور نه‌تنها نقشی در ارزش‌گذاری بر عناصر معماری دارد؛ بلکه یکی از عوامل تعیین‌کننده فضا نیز محسوب می‌شود و می‌تواند فضاهای یکسان را نسبت به هم ارجحیت بخشد. نور آفریننده فضا نیست، اما آن را دگرگون می‌کند و بر معمار است که فضای آفریده را با نور بازآفرینی کند<sup>۳۷</sup>. بنا بر این طراحی روشنایی تحت تأثیر معماری فضاها قرار می‌گیرد و توسط آن‌ها کنترل می‌شود.

### ۳.۲. عوامل زیباشناسانه و نامحسوس

نور یکی از عناصر معنا ساز و هویت‌بخشی است که در ساختار زمان و مکان نفوذ می‌کند، شکل می‌دهد و شکل می‌گیرد، روح مکان را ایجاد می‌کند، و سپس از عناصر ایجادشده جلوه می‌گیرد و در زمان تغییر می‌یابد، بدون آنکه ساختار را تغییر دهد.<sup>۳۸</sup> نور قادر است فضا را دگرگون کند. بدین معنی که طرحی مناسب می‌تواند، از طریق روشنایی بخشیدن به فضاهای معماری، ارزش‌های زیبایی‌شناسانه و نامحسوس موجود در فضاهای تاریخی را متجلی و بخشی از فرهنگ نسل‌های گذشته را نیز احیا کند.

ریشه اصلی پیدایش فرم و طرح در معماری کانسپت است و نور، چون تابعی از طرح است، تابع کانسپت نیز هست. به زبان دیگر، نور در خانه، مسجد، یا کلیسا هر کدام به یک شکل است و آنچه سبب تمایز نور در این مکان‌ها می‌شود، کانسپت موضوع آن است.<sup>۳۹</sup> چگونگی تابش نور به سطوح و احجام فضاها می‌تواند مفاهیمی را زنده کند که یکنواختی و هماهنگی، تضاد و تقارن‌ها را به تصویر بکشد و ارزشی یابد که بیننده در فرهنگ اجتماعی خود تجربه کرده است<sup>۴۰</sup>. کیفیات حجمی، نظیر یک دیوار منحنی دربردارنده حس آرامش، سایه و سایه‌افکنی برای نشان دادن ارتباطات احجام گوشه‌دار،

۳۰. دیباج، همان، ص ۴۹.  
 ۳۱. سیداحسان اعتمادی‌فر، «نقش روشنایی شهری و طراحی نورپردازی در امنیت شهر تهران با تأکید بر اصول صحیح نورپردازی در مراکز شهری»، ص ۲۹۵.  
 ۳۲. حسین بهادری، «تناسب‌ها و تجانس‌های نور در سینما و معماری»، ص ۱۶.  
 ۳۳. محمدمنصور فلامکی، ریشه‌ها و گرایش‌های نظری معماری، ص ۳۱۳.  
 ۳۴. کامیاب، همان، ص ۴۸.  
 ۳۵. فلامکی، همان، ص ۳۰۶.  
 ۳۶. جهان‌شاه پاکزاد و الهام سوری، راهنمای نورپردازی مکان‌های شهری، ص ۳۴.



استفاده از روشنایی مصنوعی فعالیت‌های اجتماعی شبانه را ممکن می‌کند؛ این در حالی است که استفاده از روشنایی در شب باعث ایجاد مشکلی به نام آلودگی نوری می‌شود. این موضوع علاوه بر سلامت انسان بر حیات وحش نیز تأثیر مخرب می‌گذارد و باعث بر هم خوردن اکوسیستم طبیعی گونه‌های مختلف جانوران و گیاهان، همچنین نامنظم شدن ریتم فعالیت و استراحت در طبیعت می‌گردد.<sup>۳۸</sup> از دیگر مشکلات آلودگی نوری محو شدن ستارگان است که علاوه بر خلل در کار رصدخانه‌ها و ستاره‌شناسان باعث گمراهی پرندگان مهاجر، به علت ناتوانی یافتن مسیر از طریق ستارگان می‌شود.<sup>۳۹</sup> پس، با توجه به اینکه آلودگی نوری شامل نورپردازی داخلی و خارجی است (ت ۳)، طراحی روشنایی باید با محاسبات لازم در روشنایی و نورپردازی همه بناها، همچنین فضاهای تاریخی فرهنگی، صورت پذیرد. توجه به زاویه تابش منابع نوری و ایجاد نکردن پدیده خیرگی ضروری است. لازم است تا حد ممکن منابع نوری به گونه‌ای انتخاب شوند که اثرات مخرب و آلودگی بصری<sup>۴۰</sup> زیست‌محیطی کمتری ایجاد کنند. در بسیاری از تجهیزات نورپردازی، به کمک محدود کردن زوایای بالای نورپردازی، میزان خیرگی کاهش می‌یابد.<sup>۴۱</sup>

طراحی منعکس‌کننده‌های مناسب و چراغ‌های زاویه‌پذیر،

بلکه باید چراغ‌ها به گونه‌ای نصب شوند که ویژگی‌های هویتی بنا نیز عرضه گردد<sup>۴۲</sup>؛ زیرا بی‌توجهی به اصول صحیح نورپردازی در بناهای تاریخی ممکن است باعث برجسته شدن اجزایی از بنا شود که موجب نتیجه عکس می‌شوند. از طرفی، علاوه بر ویژگی‌های کالبدی، مانند مصالح و سبک معماری و ایجاد هماهنگی بین آن‌ها، ارزش‌های هویتی افزوده‌شده به بنا در طول زمان نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. در واقع ارزش یک فضای تاریخی به تاریخی بودن و سبک معماری آن است که عنصر هویت‌بخش و مؤثر آن فضا است. در طراحی روشنایی و نورپردازی چنین بنایی، پس از سعی در حفظ هویت بنا، باید وجوه تمایز آن فضا و برتری‌هایش نسبت به دیگر فضاها بهتر نشان داده شود و این مهم نباید تا حدی باشد که باعث ایجاد تضاد گردد. منظر تجهیزات روشنایی در روز نیز باید چنان قابل توجه باشد که نه‌تنها از وارد شدن کوچک‌ترین آسیب کالبدی به بنا پیشگیری گردد؛ بلکه در اصالت و هویت بنا نیز خللی ایجاد نشود.

بنا بر این فرایند طراحی خود نیاز به نوعی ایجاد توازن برای سازگاری تکنولوژی نوین با هویت بنای تاریخی دارد. تأکید بر جزئیات معماری بنا و روشن کردن فرورفتگی‌ها به کمک منابع نوری پنهان و توجه به مصالح هنگام انتخاب منابع نوری و تأثیر آن بر مصالح معرف هویت و برخی ویژگی‌های منحصر به فرد آن است. به منظور دخالت هرچه کمتر در بناهای تاریخی باید کاربری‌ها را به گونه‌ای نظم داد که، در صورت الزام به تأمین روشنایی بیشتر، از روشنایی طبیعی و نورگیرها استفاده شود تا، علاوه بر سهولت در گردش کار، از الحاقات ناروا جلوگیری و موجب حفظ ارزش‌های ذاتی فضای تاریخی گردد.

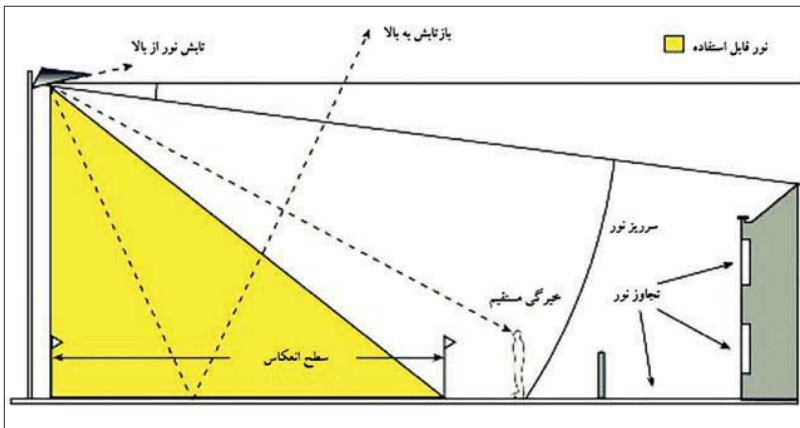
### ۳.۴. مسائل زیست‌محیطی و آلودگی نوری

تأثیر مداخلات بشر در محیط زیست باعث توجه به فعالیت‌های انسانی از این منظر گردیده است. در این بین نور و روشنایی و تأثیر آن بر انسان و محیطش نیز اهمیت بسزایی دارد. افزایش

۳۷. گاردنر و مولونی، همان، ص ۵۶.  
 ۳۸. نک: غلامرضا نادری، «آلودگی نوری و پیامدهای منفی آن بر حفاظت از تنوع زیستی».  
 ۳۹. مهرنوش غفارزاده، نور و احیای مناظر شبانه، ص ۱۵۶.

40. visual pollution  
 41. F. De la Paz & others,  
*Practical Guide for Outdoor Lighting*, p. 8.

ت ۳. آنالیز نور خروجی از چراغ، طرح و بررسی: نگارندگان.



بنا، مشخصه‌های خاص دوره ساخت، و کاربری‌های مختلف در طول دوران زندگی مطالعه و شناخت و تحلیل می‌شود. پس از آن به منظور مسیریابی، کشف فضاهای مخفی مانند دویوش‌ها، سقف‌های کاذب، و ناکش‌ها بررسی خواهند شد. در ادامه باید مدارک و مستندات سیستم‌های برق موجود و دیگر تأسیسات، در صورت وجود، مطالعه گردد. عبور کابل با کمترین دخل و تصرف، پرهیز از ایجاد تغییرات و نصب تجهیزات در ظاهر بنا و مخفی کردن منابع نوری برای بالا بردن کیفیت و رعایت منظر بنای تاریخی بسیار قابل توجه است. مصالح به‌کاررفته در بنا و در نظر گرفتن عکس‌العمل آن‌ها در برابر تاباندن نور با کیفیت و رنگ‌های متناسب نیز از پارامترهای دارای اهمیت است. در ادامه به مراحل طراحی روشنایی در یک فضای تاریخی پرداخته می‌شود.

#### ۴.۱. انتخاب سیستم نورپردازی

از جمله الزامات انتخاب تأسیسات روشنایی می‌توان به قابلیت کاهش و افزایش شدت نور محیط، موقعیت و جهت تابش منابع نور، ارتفاع سقف و فضاهای خالی برای دیده نشدن منابع، و مشکل برق‌رسانی در موقعیت‌های خاص اشاره کرد. تعمیم این تأثیرات به مکان‌های دیگر، به دلیل منحصر به فرد بودن فضاهای تاریخی، امکان‌پذیر نیست. در برخی فضاها لازم است که برای داشتن روشنایی متناسب از چند سیستم نورپردازی به طور هم‌زمان استفاده گردد.

علاوه بر انطباق متوسط شدت روشنایی سیستم منتخب با استانداردهای مربوطه و محاسبه ضریب انعکاس و ضریب درخشندگی سطوح، انتخاب منابع روشنایی از نظر رنگ تجهیزات و رنگ نور نیز قابل توجه است. در ادامه آن بر اساس مطالعات صورت گرفته و رعایت نکات ایمنی، ایده‌های قابل اجرا استخراج می‌شود، محاسبات روشنایی مربوطه انجام می‌پذیرد، و نقشه‌های اجرایی با جزئیات کامل تهیه می‌گردد. سپس در صورت امکان، شبیه‌سازی ایده‌ها با نرم‌افزار بررسی می‌شود و اجرا و تست به صورت موقت انجام می‌پذیرد.

استفاده از منابع نوری با حداقل شدت لازم، خاموش کردن منابع تولید نور با استفاده از حس‌گرها یا به صورت دستی در زمان‌های نبود نیاز، استفاده از لامپ‌هایی که طول موج‌های مضر از دیدگاه آلودگی نوری را ساطع نکنند، تجدید نظر در طرح‌های مهندسی روشنایی، حذف لامپ‌های بدون پوشش و هر منبع نوری رو به سمت آسمان، همه از راهکارهای جلوگیری از آلودگی نوری هستند.<sup>۴۲</sup>

#### ۴. طراحی روشنایی در یک فضای تاریخی

در طراحی روشنایی یک فضای تاریخی حضور طراحان برق و متخصصین حفاظت و مرمت در کنار یکدیگر ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. بناهای تاریخی مشخصه و ویژگی‌های خاصی دارند که کوچک‌ترین دخالت بدون ارزیابی و تخصص می‌تواند در آن ضایعه ایجاد کند. از این رو پیش از ایجاد هر تغییری باید اهمیت عناصر متفاوت کالبدی ارزیابی شود و مقررات و ضوابط خاص هر فضا از مرحله طراحی تا اجرا از سوی گروه‌های متخصص رعایت و اعمال شود. هر بنای تاریخی، در عین اشتراک در تیپولوژی، سبک، زمان، و مکان با بناهای هم‌دوره، دارای عناصر ویژه‌ای است که نیاز به طرح و روش اجرایی خاص خود را دارد. از آنجا که عناصر مذکور محصول خلاقیت و تجربیات استادکاران قدیم هستند، برای پاسخ‌گویی به نیازهای امروزی در کاربری جدید، در امر طراحی خلاقیت ویژه‌ای را می‌طلبند. با وجود تنوع فضایی، طراحی سیستم روشنایی برای هر بخش باید جداگانه انجام پذیرد و همواره انعطاف‌پذیر باشد. بدین منظور در ابتدا مطابق با استانداردهای روشنایی، میزان حداقل و مقدار پیشنهادی شدت روشنایی هر فضا تعیین می‌گردد. سپس محل پروژه، بافت پیرامون، و دسترسی‌ها بازدید می‌شود. بررسی ابعاد و تناسبات بنا، کاربری فضاهای مجاور، احجام خاص، آلودگی‌های بصری، و پارازیت‌های نوری اطراف نیز در مراحل اولیه انجام می‌پذیرد. در مراحل بعدی تاریخچه و قدمت

۴۲. محمدحسن شهری، «راهکارهای اجرایی برای کنترل نور و آلودگی آن در نورپردازی»، ص ۱۳۴-۱۳۶.



## ۲.۴. محل نصب تجهیزات روشنایی در فضاهای تاریخی

در طراحی روشنایی ساختمان‌های معاصر، بر اساس قوانین سازمان نظام مهندسی برق، الزامات خاصی در خصوص ایمنی و آسایش کاربران هست که بدون محدودیت اجرا می‌گردد؛ این در حالی است که در آیین‌نامه‌های یادشده اشاره‌ای به فضاهای تاریخی نشده است و معمولاً طراحی روشنایی در فضاهای تاریخی تحت تأثیر کارشناسی تجربی و به صورت سلیقه‌ای عمل می‌شود، به همین خاطر لازم است که آیین‌نامه‌های موجود توسعه یابند و شرایط ویژه بناهای تاریخی را نیز در بر گیرند. واضح است که بناهای تاریخی، از نظر طراحی سیستم‌های روشنایی، ظرفیت‌ها و محدودیت‌های گوناگونی در خود دارند و ارزش بخش‌های مختلف فضاهای تاریخی متفاوت است. در برخی از آن‌ها، به دلیل تزیینات و ارزش‌های خاص تاریخی، کمترین دخل و تصرفی امکان‌پذیر نیست. در برخی دیگر می‌توان با محدودیت‌هایی تغییراتی به منظور بهبود شرایط ایجاد کرد. در این فضاها انتخاب محل مناسب برای قرار گرفتن کنترل‌کننده‌های روشنایی باید با رعایت اصل برگشت‌پذیری صورت گیرد.

با توجه به کاربری فضا و مسیرهای رفت‌وآمد، تجهیزات به‌کاررفته نباید جلب توجه کنند. قرار دادن کلیدها در کف مکان‌هایی که معمولاً تزییناتی ندارد، مانند طاقچه‌ها و یا در کف فضا مواردی از این گونه هستند. همچنین محل عبور کابل‌ها و سیم‌ها باید طوری انتخاب شوند که علاوه بر رعایت اصول مهندسی و ایمنی، تا حد امکان مخفی باشند و جلب توجه نکنند. انواع تکیه‌گاه‌ها برای نصب منابع نوری، همخوان با هویت و قدمت فضا، باید به گونه‌ای طراحی گردد که شرایط لازم را فراهم کند و امکان حذف یا جانشینی با کمترین دخل و تصرف باشد. به‌علاوه تا حد ممکن نباید هیچ مداخله و الحاقی روی دیوارها و سقف‌ها انجام شود. در بناهایی که تزیینات دارند، نصب تجهیزات روشنایی به‌مراتب دشوارتر از فضاهای بدون تزیین

است (در چنین مواردی می‌توان از تجهیزات روشنایی قابل حمل و بدون نیاز به نصب استفاده کرد، این تجهیزات نیز باید مطابق با نیاز فضای تاریخی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، و راحتی و سلامت کاربران، مخصوص هر فضا، طراحی و ساخته شود)<sup>۴۳</sup>.

## ۳.۴. انتخاب تجهیزات روشنایی

بنا بر انتخاب سیستم روشنایی و شدت نور لازم برای تأمین روشنایی هر فضا، نوع چراغ و لامپ تعیین می‌گردد که جزئیات اجرایی و فرم و اندازه باید کیفیت و کمیت نور مطلوب را ایجاد کند. بازده تجهیزات مورد نظر و شار خروجی، میزان بازتاب نور از سطوح مختلف در معرض نور ساطع‌شده از تأسیسات روشنایی، و جنس دیوار و کف در انتخاب لامپ و چراغ نقش عمده‌ای دارند. شاخص رنگ‌دهی و استفاده صحیح از رنگ نور، صرفه‌جویی در انرژی و به طبع آن کاهش هزینه‌ها، عمر مفید لامپ، کاهش قابلیت نوردی لامپ به دلیل عواملی مانند مرور زمان، آلودگی سطح خارجی، تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی، و همخوانی با فضای تاریخی از مواردی است که باید مورد توجه باشند. دستیابی به هدف مورد نظر تنها در صورتی امکان‌پذیر است که تعادل مناسبی بین عوامل یادشده برقرار گردد.

چراغ‌هایی که برای روشنایی فضاهای تاریخی به کار می‌روند باید با در نظر گرفتن هویت تاریخی بنا انتخاب شوند و در صورت نمایان بودن با سبک معماری بنا همخوانی داشته باشند. اگر فضای تاریخی در کاربری گذشته دارای تجهیزات روشنایی بوده و نمونه‌ای در اختیار است، استفاده از همان فرم با کمک تکنولوژی امروزی امکان‌پذیر است<sup>۴۴</sup> (ت ۴).

مطالعات زیبایی‌شناسی در مورد تأثیر نور تابشی بر طیف رنگی مصالح به‌کاررفته در بنا نشان می‌دهد که بهتر است رنگ‌هایی از نور استفاده شود که نسبت به رنگ اصلی مصالح بنا در طول روز و زیر نور خورشید از لحاظ قدرت رنگی اشباع‌شده‌تر باشد.<sup>۴۵</sup> ارتباط دوسویه نور و رنگ و درک درست از زبان نور و کشف زیبایی‌های رنگ تأثیر

43. European Commission DG Environment, *Report on Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings*, p. 16-17.

44. L. Desar, *Library Renovation Marries Historic Elegance with Contemporary Chic*, p. 28-33.

۴۵. کامیاب، همان، ص ۳۴.

#### ۴.۴. مقررات و استانداردهای لازم

برای طراحی و اجرای سیستم‌های روشنایی کدها و استانداردهای بین‌المللی تعریف شده است. طراحی روشنایی بر اساس استانداردهای مناسب موجب انطباق صحیح چشم انسان به وضعیتی ثابت خواهد شد، به گونه‌ای که می‌تواند به سرعت به محرک‌های بصری اطراف واکنش نشان دهد. همچنین از وظایف طراح در هنگام طراحی و ناظر در حین اجرا کنترل رعایت این مقررات و استانداردها است. در این خصوص در برخی از کشورها به صورت محلی مقرراتی تدوین شده است. در ایران نیز برای اجرای سیستم روشنایی و تأسیسات الکتریکی در بناهای نوساز گرفتن مجوز از سازمان نظام مهندسی ساختمان لازم و ضروری است، ولی برای اجرای این سیستم‌ها در فضاهای تاریخی مرجع نظارتی خاصی وجود ندارد (در سطح بین‌المللی استانداردهای روشنایی از سوی انجمن مهندسان آمریکای شمالی<sup>۴۸</sup> عرضه گردیده است)<sup>۴۹</sup>. این معیارها، در طبقه‌بندی میزان نور پیشنهادی، بر اساس پیچیدگی فعالیت‌های بصری انجام‌شده در فضا تنظیم شده است. این انجمن پنج نوع کد را در طراحی روشنایی الزامی می‌داند.<sup>۵۰</sup> آیین‌نامه‌های برق به شرح زیر برای تضمین ایمنی ساختمان تدوین و از سوی بازرسان قابل اجرا هستند (ایمنی ساختمان در این مورد شامل سیم‌کشی ایمن، استفاده از چراغ‌های استاندارد، محدودیت‌هایی برای مکان قرارگیری چراغ، محدودیت استفاده از نورپردازی با ولتاژ بالا و یا پایین است):

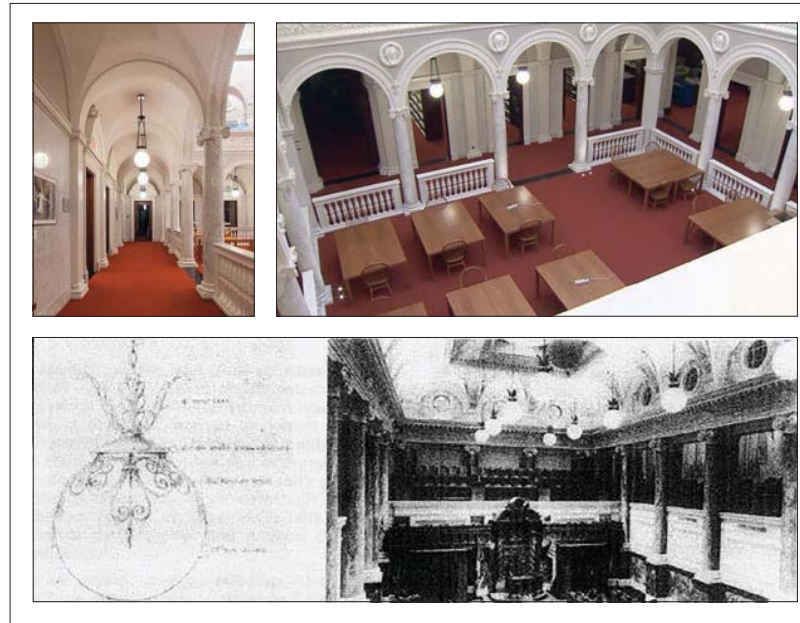
- آیین‌نامه‌های ساختمانی شامل نورپردازی اضطراری در مسیرهای خروجی که تضمین‌کننده ایمنی بناها هستند،
- آیین‌نامه‌های انرژی که برای تضمین استفاده از حداقل انرژی در فضاها تدوین شده‌اند،
- آیین‌نامه‌های مربوط به قابلیت دسترسی برای تضمین استفاده همه مردم از فضاها، حتی افراد ناتوان جسمی،
- آیین‌نامه‌های بهداشتی در مورد میزان نورپردازی فضا و مکان‌های خاص.

با رعایت استانداردهای مرتبط با حوزه نورپردازی در احیای فضاهای تاریخی، تعمیر و نگهداری سیستم‌های روشنایی

تجسمی قدرتمندی در قوه بینایی دارد. همواره در معماری ایرانی مطالعه نور و رنگ بنا بر حجم و ساختار بخش اصلی مراحل مختلف ساختمان و فهم آن در نظر گرفته شده است.<sup>۴۶</sup> برای محافظت از تزئینات خاص و نقاشی‌ها و اشیای حساس به نور باید لامپ‌های مخصوص انتخاب شود تا با نور کافی و مناسب شرایط بهینه برای دیدن فراهم شود. همچنین منابع مخفی باید در محل‌هایی قرار گیرند که نور تابیده از هریک محل نصب چراغ‌های دیگر را آشکار نکند. توجه به زاویه تابش از نظر ایجاد نکردن خیرگی نیز ضروری است (نور طبیعی از بالا تابیده می‌شود که ما به این الگو عادت کرده‌ایم، ولی نصب چراغ در ارتفاعات مختلف اثرات متفاوتی در عادات دیداری ایجاد می‌کند. در جانمایی منابع نوری باید توجه شود که قابلیت تشخیص اجسام سه‌بعدی و سطوح تحت تأثیر جهت تابش نور و نسبت نور و سایه امکان‌پذیر باشد، مثلاً نورپردازی در گوشه‌ها و جرزها و جزئیات دید سه‌بعدی را تقویت می‌کند)<sup>۴۷</sup>.

۴۶. ارجمندی و دیگران، همان، ص ۲۵.  
 ۴۷. پاکزاد و سوری، همان، ص ۱۹ و ۱۵۶.  
 48. IESNA: Abbreviation for illuminating Engineering Society of Nort America

ت ۴. استفاده از فرم تجهیزات روشنایی گذشته بنا در طراحی امروزی، مأخذ:  
 Ghosh, *Illuminating the Past*, p.164.



مداوم دارد که مباحث آن، هرچند با تأخیر، در حال شکل‌گیری است. تدوین فرهنگ نگهداری در بناهای تاریخی، علاوه بر کاستن از هزینه‌های مرمت، سبب پایداری بنا، رضایت کاربران، و حفظ میراث فرهنگی می‌گردد. در واقع درک تلاش معماران و استادکاران این بناها که عصاره کالبدی فرهنگ زمان خود را در قالب این بناها متبلور کرده‌اند، تدوین برنامه نگهداری بناهای تاریخی را به امری تأخیرناپذیر تبدیل کرده است. در این خصوص لازم و بسیار مؤثر است که، برای ایمن‌سازی و به حداقل رساندن خطرات احتمالی، دستورالعمل مربوط به تعمیر و نگهداری سیستم و تجهیزات مربوطه و همچنین برنامه زمان‌بندی دوره‌ای تعمیر و نگهداری تنظیم و مأمور مخصوص این امر تعیین گردد. آموزش نحوه استفاده و محافظت از سیستم به کاربران و استفاده از سیستم کنترل مرکزی که در زمان‌های اوج مصرف، توانایی کنترل و مصرف بهینه را فراهم کند نیز از مزایای این طرح هستند.

### ۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بنا بر آنچه ذکر شد، برای دستیابی به روشنایی مناسب در فضاهای تاریخی، چهار مرحله مطالعات، طراحی، اجرا، و نگهداری مورد نظر قرار می‌گیرد که هر مرحله خود بر اصولی مبتنی است. این اصول می‌توانند مبین مبانی طراحی سیستم‌های روشنایی در بناهای تاریخی و لازم‌الاجرا باشند که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود، بدیهی است حذف هر یک از اصول باعث کاهش بازدهی و نرسیدن به نتیجه مطلوب می‌گردد.

### ۵.۱. مطالعات

۱. فضاهای معماری به‌خوبی شناخته شوند. با توجه به کاربری و میزان نور مورد نیاز در فضا، همچنین بنا بر عمومی یا خصوصی و محصور یا نامحصور بودن فضا، همچنین فضای خارج یا داخلی بودن بنا، طرح روشنایی متفاوتی نیاز است که شناسایی آن پیش از طراحی حایز اهمیت است.

به‌راحتی امکان‌پذیر است. البته اجرای استانداردهای یادشده با رعایت دستورالعمل‌ها و ضوابط حفاظتی و با توجه به مبانی نظری مرمت بناهای تاریخی امکان‌پذیر است.

### ۵.۴. مدیریت و برآورد هزینه‌ها

وظیفه هر طراح روشنایی است که، با انتخاب تجهیزات استاندارد، علاوه بر تأمین روشنایی مورد نیاز، مصرف انرژی را تا حد ممکن کاهش دهد و نیز با استفاده از تجهیزات باکیفیت و بادوام برای کاهش تعمیرات و تغییرات در آینده و همچنین استفاده از حسگر و تایمر برای کنترل چراغ‌ها، علاوه بر کاهش اتلاف انرژی، آسایش کاربران را فراهم کند و هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد. متره و برآورد هزینه‌های اجرا نیز در کنترل هزینه‌ها مؤثر و آخرین گام قبل از اجرا است. در این مرحله هزینه‌های برق مصرفی ناشی از انتخاب منابع روشنایی محاسبه می‌گردد که نوع چراغ‌ها، تعداد لامپ‌ها، و مسیرهای انتخابی عبور کابل از عوامل تأثیرگذار بر آن هستند.

### ۶.۴. ترسیم پلان روشنایی

پس از آماده‌سازی پلان‌های معماری، پلان معکوس و جزئیات لازم، به کمک مطالعات و محاسبات صورت‌گرفته، محل و نوع چراغ‌های منتخب به همراه کلیدهای مربوطه، به کمک علائم و نشانه‌های فنی رایج، ترسیم می‌شود. در نقشه‌های برق، برای نشان دادن ارتباط بین هر لامپ و کلید مربوطه، از خطوطی، که نشانگر کابل‌های الکتریکی با سایزهای متفاوت باشد، استفاده می‌گردد. تجهیزات روشنایی نیز با نمادهایی مشخص می‌شوند که موارد یادشده، در کنار پلان، راهنمای استفاده از نقشه موجود است.

### ۷.۴. تعمیر و نگهداری

در پروژه‌های مرمتی عمل پیشگیری پیش از وقوع نیاز به اقدامات

۴۹. مارک کارلن و جیمز بنیا، مبانی طراحی نورپردازی، اصول و روش‌های روشنی‌بخشی معمارانه، ص ۸۸.  
۵۰. همان، ص ۸۹-۹۰.

- آمده است. شرح این مداخلات و سابقه آن‌ها در طراحی روشنایی و تعیین برنامه‌های آتی حفاظت بنا دارای اهمیت است.
۷. وسایل روشنایی به کاررفته در دوره‌های مختلف بنا بازشناسی شوند. اگر فضای تاریخی در کاربری گذشته‌اش تجهیزات روشنایی داشته و در این مورد نمونه‌ای در اختیار است، امکان استفاده از همان فرم با تکنولوژی امروزی هست. استفاده از چراغ‌هایی با نقوش الهام‌گرفته از فضای تاریخی برای ایجاد هماهنگی با محیط مناسب است.
۸. مسیرهای ارتباطی و فضاهای مستور شناسایی گردند. برای برق‌رسانی و عبور کابل‌های مربوطه، در جهت کمترین مداخله در فضای تاریخی، باید فضاهایی که قابل رؤیت نیستند، مانند دیووش‌ها، سقف‌های کاذب، ناکش‌ها، و در نهایت طاقچه‌بلندها شناسایی شوند. در فضاهایی با تزیینات خاص این امر حساسیت بیشتری دارد.
۹. تأسیسات برق‌رسانی موجود و دیگر تأسیسات مطالعه شوند. در برخی فضاهای تاریخی در گذشته سیستم‌های مختلف تأسیسات نصب شده و این خود آسیب‌های بازگشت‌ناپذیری به بنا وارد کرده است. شناسایی این مسیرها و در صورت امکان استفاده از آن‌ها بنا را از وارد شدن آسیب‌های جدید حفظ می‌کند.
۱۰. به تغییرات نور و سایه روز در بنا توجه شود. برای به حداقل رساندن مصرف انرژی در تأمین روشنایی هنگام روز، می‌توان از نور خورشید، که طیف کاملی دارد و با سیستم بینایی انسان‌ها متناسب است، استفاده شود. بنا بر این شناسایی نور و سایه فضاهای حایز اهمیت است.
۱۱. مصالح به کاررفته در بنا دقیقاً شناسایی شوند. به دلیل انعکاس‌های مختلف از مصالح متفاوت، مطالعه و شناخت مصالح به کاررفته در بنا، به‌ویژه در سطح و نمای خارجی، در محاسبات روشنایی مؤثر است. به نسبت نور بازتابیده از یک سطح به کل نور تابیده به آن سطح ضریب انعکاس گفته می‌شود که این ضریب درصدی از شار نوری منعکس شده توسط سطح را تعیین می‌کند که عامل مهمی در محاسبات روشنایی است.
۲. ابعاد، تناسبات بنا و احجام خاص باید در نظر گرفته شوند. شکل و حجم هندسی کلی بنا در تعیین نوع و محل نصب منابع نوری مؤثر است؛ چرا که ریاضیات و هندسه برای ایجاد تناسبات و هماهنگی در بنا از دیرباز در معماری ایرانی نقش بسزایی داشته است. در واقع می‌توان آن را رکن اساسی و پایه معماری ایرانی دانست. در طراحی روشنایی نیز باید این تناسبات و تقارن‌ها مورد توجه باشند. همچنین روشنایی می‌تواند در کوچک یا بزرگ نشان دادن فضا تأثیر بگذارد. بنا بر این ابعاد فضاها و تناسبات بنا در طراحی روشنایی مؤثر است.
۳. آلودگی‌های بصری باید بررسی شوند. توجه به نصب تجهیزات به منظور جلوگیری از نشت نوری از الزامات طراحی روشنایی در کلیه فضاها است. به این منظور باید منابع نوری به گونه‌ای انتخاب شوند که اثرات مخرب کمتری در ایجاد آلودگی بصری داشته باشند.
۴. تاریخچه و قدمت بنا مطالعه گردد. شناخت تاریخچه و قدمت بنا برای شناسایی ارزش‌های دوره‌های تاریخی و انتخاب تجهیزات روشنایی همخوان با آن دارای اهمیت است.
۵. مشخصه‌های خاص دوره ساخت بنا شناسایی گردند. مطالعات معماری گویای چگونگی گسترش آن در طی قرون گذشته است. در هر دوره بناهایی با ویژگی‌های گوناگون ایجاد گردیده که کاربردهای متفاوت داشته‌اند. در این میان برخی بناها در طی سال‌ها و با گذشت چند دوره تاریخی تکمیل شده‌اند. به منظور درک اهمیت این ویژگی‌ها در گسترش معماری شایسته است که به این تمایزها در طرح روشنایی توجه شود.
۶. کاربری‌های مختلف بنا در طول دوران زندگی مطالعه شود. نکته قابل توجه در بناهای تاریخی عملکرد و سیر تغییر و تحول آن در طول زمان است؛ چرا که کاربری بنا نسبت به استفاده پیشین و توانایی کنونی آن می‌تواند تغییر کند. بنا بر این مطالعه گزارش‌های مرمتی موجود و مصاحبه با کارشناسان و افراد محلی مطلع برای شناخت این موضوع ضروری است. در برخی از بناهای تاریخی، به علت گذشت زمان یا بلایای طبیعی، الحاقات و یا تغییراتی پدید

صورت نمایان نصب می‌شوند و امکان مخفی کردن آن‌ها نیست، باید با توجه به سبک و فرم معماری بنا و قدمت و هویت آن انتخاب شوند. همچنین تنوع تجهیزات باید در حدی باشد که نتیجه‌ای همگون و منظمی ایجاد کنند.

۷. منابع نوری مناسب گزینش شوند. لازم است نسبت به کاربری فضا و مطالعات صورت‌گرفته، منابع نوری همخوان با فضای تاریخی، با حداقل هزینه‌های تعمیر و نگهداری انتخاب شوند. منابع انتخابی باید کمترین آسیب را در فضاهای تاریخی ایجاد کنند.

۸. ایده‌های قابل اجرا بر اساس مطالعات صورت‌گرفته تهیه گردند. پس از بررسی و مطالعات لازم طرح و ایده‌های قابل اجرا عرضه گردد تا براساس آن طرح نهایی تهیه شود.

۹. نقشه‌های اجرایی با جزئیات کامل تهیه گردند. جزئیات سیستم پیشنهادی، مانند نوع چراغ و لامپ، نوع تابش نور و جهت آن، و ارتفاع نصب، مطابق با استانداردهای بین‌المللی روشنایی و به طور واضح در نقشه‌های اجرایی نشان داده شود؛ چرا که کوچک‌ترین اشتباه در درک نقشه‌ها ممکن است باعث خسارات جبران‌ناپذیری شود.

۱۰. انواع ساپورت برای نصب المان‌های نوری همخوان با بنا طراحی شود. به دلیل حساسیت فضاهای تاریخی، در نصب تجهیزات نوری در نصب ساپورت‌ها و محل نصب روی سطوح تاریخی باید هماهنگی لازم برقرار باشد. این جنبه نیز باید در نظر گرفتن اصول اقتصادی و زیباشناختی بررسی شود. همچنین ساپورت‌های انتخابی باید قابلیت حذف یا جانشینی بدون وارد شدن کمترین آسیبی به بنا را داشته باشند.

۱۱. تجهیزات باکیفیت و با طول عمر بالا برای کاهش تعمیرات گزینش شوند. به طور نمونه هزینه اولیه لامپ‌های LED از لامپ‌های رشته‌ای، فلورسنت، و حتی کم‌مصرف بیشتر است، در صورتی که عمر این لامپ‌ها بیشتر از بقیه و نگهداری آن‌ها هزینه کمتری دارد. علاوه بر آن بهره نوری LED در مقایسه با لامپ‌های دیگر خیلی بیشتر است.

۱۲. مقررات و ضوابط لازم از مرحله طراحی تا اجرا توسط گروه‌های تخصصی تبیین گردد. در طراحی روشنایی فضاهای تاریخی علاوه بر توجه به استانداردهای مربوط به سیستم‌های روشنایی متعارف، باید به نکات خاص مربوط به حفاظت از بناهای تاریخی، مستخرج از منشورها و قطعنامه‌های جهانی، نیز توجه شود. این مهم زمانی می‌تواند صورت پذیرد که کارشناسان برق و مرمت در کنار یکدیگر باشند.

## ۵.۲. طراحی

۱. آخرین روش‌های نورپردازی برای تأمین روشنایی شناسایی شوند. روش‌های نوین برای به حداقل رساندن مصرف انرژی و آلودگی‌های نوری و به دنبال آن آسایش کاربران در حال پیشرفت هستند. به‌کارگیری روش‌های نو با توجه به ارزش‌های تاریخی از مواردی است که می‌تواند در طراحی روشنایی مؤثر باشد.

۲. مکان‌های قرارگیری منابع نوری تعیین گردند. با توجه به ارزش بدنه‌ها و سطوح تاریخی و ضوابط مربوط به محافظت از آن‌ها، ابتدا باید محل نصب منابع نوری با حساسیت ویژه‌ای تعیین و سپس از نظر شدت نور و خیرگی به آن بررسی گردد.

۳. شدت نور مورد نیاز محاسبه شود. پس از جانمایی مناسب منابع نوری و انتخاب چراغ و لامپ مناسب به روش دستی و یا استفاده از نرم‌افزار روشنایی، میزان و شدت نور ارزیابی می‌شود.

۴. میزان خیرگی با توجه به مصالح محاسبه شود. برای جلوگیری از ایجاد خیرگی و صدمه به چشم باید به جنس مصالح توجه شود. بعضی مصالح انعکاس‌های آزاردهنده‌ای ایجاد می‌کنند که برای رفع آن باید از لامپ‌های فیلتردار و کدر استفاده شود.

۵. اثرات مخرب تجهیزات نورپردازی در فضا در نظر گرفته شود. برای حفاظت فضاهای دارای تزیینات خاص از اثرات مخرب اشعه‌های نوری، مانند سطوح نقاشی، باید از لامپ‌ها و فیلترهای مخصوص استفاده شود.

۶. به ظاهر قابل رویت تجهیزات توجه شود. تجهیزاتی که به



صورت آشنایی مدیر پروژه با اصول اجرایی برق و قوانین مرمت، نتایج بهتری حاصل می‌شود.

۲. مجریان حرفه‌ای ویژه کار در فضاهای تاریخی به کار گرفته شوند. در کارگاه مرمت یک بنای تاریخی ممکن است اتفاقات پیش‌بینی‌نشده و خارج از برنامه زمان‌بندی رخ دهد که حضور مجریان حرفه‌ای سبب تعطیل نشدن کارگاه و افزایش سرعت و دقت در حل این‌گونه مسائل است.

۳. نیروهای متخصص آموزش‌دیده و علاقه‌مند به بناهای تاریخی در اولویت پذیرش باشند. علاقه‌مندان انبیه تاریخی بهترین گزینه برای کار در بناهای تاریخی هستند. این افراد با تعصبات ویژه در حفظ این ارزش‌ها می‌کوشند.

۴. ابزار مناسب و ایمن برای اجرای پروژه با توجه به ارزشمند بودن فضای تاریخی استفاده شوند. استفاده از ابزار مناسب، علاوه بر بالا بردن ایمنی، باعث جلوگیری از خسارات احتمالی در فضاهای تاریخی و بهبود کیفیت کار می‌گردد. قابل ذکر است که برای پیشرفت یک پروژه بر طبق برنامه زمان‌بندی و بودجه، ایمنی نقش کلیدی دارد.

۵. سیستم‌های هوشمند به منظور جلوگیری از اتلاف انرژی به خدمت گرفته شوند. یکی از موضوعات مورد توجه در دهه‌های اخیر جلوگیری از اتلاف انرژی است. استفاده از سیستم‌های هوشمند، به شرط رخ ندادن آسیب منظری و هویتی، یکی از روش‌های گوناگونی است که برای حفظ منابع انرژی قابل اجرا است.

#### ۴.۵. تعمیر و نگهداری

۱. دستورالعمل‌های مربوط به تعمیرات تنظیم گردد. به دلیل حساسیت بناهای تاریخی و نبود امکان اشتباه در این فضاها، باید روش تعمیر تجهیزات و تعویض چراغ و لامپ‌ها، به طور کامل و به صورت تصویری عرضه گردد. چنین راهنمایی باید در اسناد مربوط به سیستم روشنایی محفوظ نگه داشته شود که در صورت نیاز استفاده شود.

۱۲. ایده‌های عرضه‌شده در صورت امکان با نرم‌افزار شبیه‌سازی و به صورت موقت اجرا شوند. از آنجا که نرم‌افزارهای روشنایی به منظور استفاده برای بناهای نوین طراحی شده‌اند و ساخت و عرضه مدل‌های فضاها و طاق‌های خاص بناهای تاریخی با دشواری همراه است، اغلب نمایش و آزمایش به طور موقت در قسمت‌هایی از فضا نتایج دقیق‌تری را در پی دارد؛ اما در فضاهایی با حساسیت بالا بهتر است از نرم‌افزار شبیه‌سازی استفاده شود.

۱۳. متره و برآورد هزینه‌های اجرا انجام گردد. هزینه‌های طرح باید پیش از اجرا محاسبه گردد. همچنین برای تعیین میزان انرژی مصرفی روشنایی که طرح بر بنا تحمیل می‌کند، توان مورد نیاز برای ایجاد روشنایی استاندارد به ازای هر متر مربع باید محاسبه شود و با استانداردهای موجود مقایسه گردد. اگر میزان روشنایی کوچک‌تر یا مساوی استانداردها باشد، قابل قبول است، وگرنه طرح باید بازبینی گردد.

۱۴. موارد ایمنی طرح در نظر گرفته شود. تجهیزات مربوطه مانند تکیه‌گاه‌ها باید به نحوی طراحی و ساخته شوند که هیچ‌گونه خطری برای کاربران و فضا ایجاد نکند. لبه‌های تیز آن به گونه‌ای هموار باشد که باعث زخمی شدن روکش عایق کابل‌ها نشود. نگهداری عمومی مانند نظافت و تعویض لامپ‌ها بدون ایجاد صدمه به بنای تاریخی و تعمیر کار امکان‌پذیر باشد. همچنین تجهیزات به گونه‌ای نصب شود که، در اثر حوادث احتمالی، ایمن باشند.

۱۵. محاسبات روشنایی بر اساس استانداردها انجام گردد. برای انجام محاسبات روشنایی لازم است مقادیر مورد نیاز از جداول استاندارد استخراج شود.

#### ۵.۳. اجرا

۱. سرپرست کارگاه و مدیریت پروژه فرد یا افرادی آشنا به ضوابط فنی و ایمنی برق و اصول اجرایی مرمت باشند. تهیه برنامه کلی، برنامه‌ریزی، و تعیین منابع از وظایف مدیر هر پروژه ساختمانی است. به دلیل حساسیت خاص بناهای تاریخی، در



۳. چک‌لیست‌های نگهداری دوره‌ای سیستم و تجهیزات مربوطه آماده گردد. به منظور بازدید دوره‌ای سیستم روشنایی، چک‌لیست‌هایی تهیه گردد و در اختیار کارشناس مربوطه قرار گیرد.

۴. نحوه استفاده و محافظت از سیستم به کاربران آموزش داده شود. آموزش نکات کلیدی در مورد سیستم روشنایی به کاربران از آسیب بیشتر در هنگام رخداد حادثه، پیش از رسیدن گروه متخصص، جلوگیری می‌کند.

۲. برنامه زمان‌بندی تعمیر و نگهداری دوره‌ای و مأمور مخصوص تدارک دیده شود. به منظور محافظت از بناهای تاریخی باید سیستم‌های روشنایی به طور دوره‌ای بازبینی و در صورت نیاز تعویض و تعمیر گردند. تعمیرات باید توسط کارشناس ویژه کار در فضاهای تاریخی انجام گردد. برنامه منظم دوره‌ای نگهداری می‌تواند سبب تقویت سیستم و کارایی بهتر آن شود و پیش از پیشرفت آسیب‌های احتمالی رفع خطر گردد.

## منابع و مآخذ

- احمدی، سپیده. «بررسی تطبیقی نورپردازی در معماری سنتی و مدرن با تأکید بر فضای شهری بازار، نمونه موردی: بازار سنتی تبریز و مجتمع تجاری اسکان تبریز». در مقالات همایش بین‌المللی روشنایی و نورپردازی ایران، شیراز، ۱۳۹۲، ص ۱-۱۰. بازبایی شده در تاریخ ۱۴ اردیبهشت، ۱۳۹۵، قابل دسترس در:
- [http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01\\_039.html](http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01_039.html).
- اخوت، آرش. «طرح جامع نورپردازی شهر شیراز روش‌ها، رویکردها، نظرگاه‌ها»، در ماهنامه فنی-تخصصی دانش نما، ش ۱۸۱ و ۱۸۲ (خرداد و تیر ۱۳۸۹)، ص ۱۷۳-۱۸۱.
- ارجمندی، هانیه و محمدمهدی میرلو و سمیه اسدزاده. «نور و رنگ، تأثیرات معنوی و روان‌شناختی نور و رنگ خانه‌های سنتی ایرانی بر ساکنان»، در ماهنامه اطلاعات حکمت و معرفت، ش ۶۹ (دی‌ماه ۱۳۹۰)، ص ۲۵-۳۰.
- اعتمادی‌فر، سیداحسان. «نقش روشنایی شهری و طراحی نورپردازی در امنیت شهر تهران با تأکید بر اصول صحیح نورپردازی در مراکز شهری»، در مجموعه مقالات دومین همایش جامعه ایمن شهر تهران، به کوشش شهرام رفیعی‌فر، تهران: سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران، مؤسسه نشر شهر، ۱۳۸۸، ص ۲۸۵-۳۰۶.
- اونز، بنجامین اچ. نور روز در هنر معماری، ترجمه شهرام پوردیهیمی و هوری عدل، تهران: نشر نخستین، ۱۳۷۹.
- باندو، تاشی‌هیر و نوپایوکی، یاماموتو. «تشدید احساسات انسان با نور غیر یکنواخت»، ترجمه امیرحسین هاشمی، در فصلنامه معماری و فرهنگ، ش ۳۵ (بهار ۱۳۸۸)، ص ۶۷-۶۹.
- بکرانی، ملیحه. ارائه راهکارها و الگوهای در جهت نورپردازی در شب به منظور نشان دادن ارزش‌های مدنظر بنا در روز، نمونه مطالعاتی: مسجد شیخ لطف‌الله،
- پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، ۱۳۸۹.
- بهادری، حسین. «تناسب‌ها و تجانس‌های نور در سینما و معماری»، در فصلنامه معماری و فرهنگ، ش ۳۵ (بهار ۱۳۸۸)، ص ۱۲-۱۶.
- بینگلی، کورکی. برق برای معماران، ترجمه رامین تابان، تهران: نشر یزدا، ۱۳۸۸.
- پاکزاد، جهان‌شاه و الهام سوری. راهنمای نورپردازی مکان‌های شهری، تهران: نشر آرمان شهر، ۱۳۹۱.
- تقوایی، مسعود و حمیدرضا وارثی و افشین درکی. «بررسی نقش نورپردازی در توسعه گردشگری شهری، مطالعه موردی: شهر اصفهان»، در مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ش ۸ (بهار ۱۳۹۰)، ص ۱-۱۸.
- خناچی، پیروز. «جادوی نور در معماری سنتی ایران»، در کنفرانس نور در هنر، معماری و شهرسازی ایران، بنیاد معماری انقلاب اسلامی، ۱۳۹۴، ص ۳۸-۵۳.
- حیدری، شاهین. معماری و روشنایی، تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
- دریای لعل، بهرنگ و ریحانه حوصله‌دار صابر. «نور در معماری»، در نشریه فن و هنر سازمان نظام مهندسی ساختمان گیلان، ش ۶۱ (زمستان ۱۳۸۸)، ص ۲۲-۲۵.
- دیباج، موسی. فضای نور و معماری نور»، در فصلنامه علمی پژوهشی باغ منظر، ش ۳ (بهار و تابستان ۱۳۸۴)، ص ۴۸-۵۰.
- سرداری، مازیار و فهیمه معتمدیان. «نقش نور در معماری خانه‌های سنتی ایران»، در اولین کنگره بین‌المللی افق‌های جدید در معماری و شهرسازی، تهران، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۹۳، قابل دسترس در:

- کامیاب، جمال. *نورپردازی بناهای تاریخی*، تهران: نشر هنر معماری قرن، سازمان زیباسازی شهر تهران، ۱۳۹۲.
- کلهر، حسن. *مهندسی روشنایی*، تهران: شرکت سهامی انتشار، ۱۳۸۵.
- گاردنر، کارل و رافائل مولونی. *تحولی در استفاده از روشنایی، بازگویی معماری*، ترجمه آرن استاینیان و فاطمه هل فروش، تهران: نشر دانش پرور، شرکت نورپردازان ایده، ۱۳۸۶.
- گودرزی، طیبه و ساره ضیایی. «نورپردازی در محوطه‌های میراث جهانی: چرایی، تحلیل، اصول و ضوابط»، در *سومین همایش و نمایشگاه بین‌المللی روشنایی و نورپردازی ایران*، تهران: شرکت همایش برنا، ۱۳۹۵، قابل دسترسی در: [https://www.civilica.com/Paper-ILDC03-ILDC03\\_036.html](https://www.civilica.com/Paper-ILDC03-ILDC03_036.html).
- نادری، غلامرضا. «آلودگی نوری و پیامدهای منفی آن بر حفاظت از تنوع زیستی»، در *فصلنامه علمی محیط زیست*، ش ۵۲ (۱۳۹۱)، ص ۱-۷.
- نجفی، شهرزاد. «آنالیز و بررسی معماری سنتی ایران و نقش نور در آن»، در *همایش بین‌المللی روشنایی و نورپردازی ایران*، شیراز، ۱۳۹۲، ص ۱-۱۰. بازیابی شده در تاریخ ۱۴ اردیبهشت، ۱۳۹۵، قابل دسترسی در: [http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01\\_077.html](http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01_077.html).
- نجیب‌آغلو، گلرو. *هندسه و تزئین در معماری اسلامی*، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: روزنه، ۱۳۷۹.
- نعمت‌گرگانی، ام‌البین. «پیشینه نور در معماری و وسایل روشنایی در هنر اسلامی ایران»، در *مجله اثر*، ش ۳۵ (تابستان ۱۳۸۲)، ص ۳۱۶-۳۲۳.
- نورخواه، ندا و عبدالرضا چاری. «بررسی نورآرایی در گرافیک محیطی شهری (با نگاهی به ایران)»، در *فصلنامه تحلیلی-پژوهشی نگره*، ش ۱۰ (بهار ۱۳۸۸)، ص ۹۳-۱۰۸.
- نیلی‌پور طباطبایی، نازنین و عظیمه مسیبی. «مرمت نرم فضاهای شهری با نورپردازی مدرن»، در *همایش بین‌المللی روشنایی و نورپردازی ایران*، شیراز، ص ۱-۱۰، ۱۳۹۲، بازیابی شده در تاریخ ۱۰ تیر ۱۳۹۵، قابل دسترسی در: [http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01\\_079.html](http://www.civilica.com/Paper-ILDC01-ILDC01_079.html)
- [https://www.civilica.com/Paper-HIAP01-HIAP01\\_501.html](https://www.civilica.com/Paper-HIAP01-HIAP01_501.html)
- سلطان‌زاده، حسین. «روشنایی و نورپردازی در معماری»، در *فصلنامه معماری و فرهنگ*، ش ۳۵ (بهار ۱۳۸۸)، ص ۷۴-۷۹.
- سلطان‌دوست، محمدرضا. *تأسیسات برقی برای دانشجویان معماری*، تهران: نشر یزدا، ۱۳۹۲.
- شهری، محمدحسن. «راهکارهای اجرایی برای کنترل نور و آلودگی آن در نورپردازی»، در *نخستین همایش و نمایشگاه بین‌المللی نورپردازی شهری*، تهران: سازمان زیباسازی شهر تهران، ۱۳۸۷، ص ۱۲۸-۱۳۹.
- صفری، مرضیه و غلامرضا کیانی و داریوش نوبهاری. «بررسی ویژگی‌های ساختاری بناهای تاریخی در جهت تأمین روشنایی»، در *کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست*، وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۶.
- صفری، مرضیه. *انشاء اصول طراحی سیستم‌های روشنایی در فضاهای تاریخی، نمونه مطالعاتی: خانه تاریخی داوید، دانشکده مرمت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان*، ۱۳۹۵.
- طاهباز، منصوره و شهربانو جلیلیان و فاطمه موسوی و مرضیه کاظم‌زاده. «تأثیر طراحی معماری در بازی نور طبیعی در خانه‌های سنتی ایران»، در *معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*، ش ۱۵ (پاییز و زمستان ۱۳۹۴)، ص ۷۱-۸۱.
- علوی طبری، هدی. *نورپردازی در معماری منظر*، تهران: نشر ثمن، ۱۳۸۹.
- غفارزاده، مهرنوش. *نور و احیای مناظر شبانه*، تهران: آذرخش، ۱۳۹۴.
- فلامکی، محمدمنصور. *ریشه‌ها و گرایش‌های نظری معماری*، تهران: نشر فضا، ۱۳۹۰.
- فیلدن، برنارد و یوکا یوکیلتو. «ارزش‌گذاری به منظور حفاظت»، ترجمه بهرام معلمی، در *فصلنامه هفت‌شهر*، ش ۱۲ و ۱۳ (تابستان و پاییز ۱۳۸۲)، ص ۱۷-۲۵.
- کارلن، مارک و جیمز بنیا. *مبانی طراحی نورپردازی، اصول و روش‌های روشنی‌بخشی معمارانه فضا*، ترجمه محمداحمدی‌نژاد، اصفهان: نشر خاک، ۱۳۹۱.

Built Heritage. *Guidance for Historic Buildings and Conservation Areas*, England, 2012, access at: [www.waveney.gov.uk/LDF](http://www.waveney.gov.uk/LDF)

Desar, L. *Library Renovation Marries Historic Elegance with Contemporary Chic*, 2016, access at: [www.ies.org](http://www.ies.org).

European Commission DG Environment. *Report on Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings*, 2010, access at: <http://www.cnie.org/NLE/CRSreports/08Feb/RL33636.pdf>

Ghosh, Deepannita. *Illuminating the Past: Artificial Lighting in America (1610-1930) and a Guide to Lighting Historic House Museums Athens*, Georgia: Master of Historic Preservation, 2004.

de la Paz Gómez, Federico & Pedro Sanhueza & Javier Díaz Castro. *Practical Guide for Outdoor Lighting*, Spain, UNESCO, 2010, access at: [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guide.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guide.pdf)