جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال
سیستم روشنایی پست های فشار قوی

نشریه شماره ۴۷۵

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال سیستم روشنایی پست های فشار قوی

نشریه شماره ۴۷۵

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی- تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱- خیابان صفی علی شاه
http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و بـه منظـور تعمـیم اسـتانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقـال و توزیـع نیـروی بـرق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظـام فنـی اجرائـی) بـا همکـاری وزارت نیرو – شرکت توانیر (دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست محیطـی) در قالـب طـرح «ضـوابط و معیارهای فنی صنعت برق» اقدام به تهیه مجموعه کاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال – سیستم روشـنایی پست های فشار قوی» در بر گیرنده مباحث مربوط به سیستم روشنایی پست های فشار قـوی(رده ولتـاژی ۶۳ تـا ۴۰۰ کیلو ولت، شامل اهداف، کلیات، تعاریف، منابع نور مصنوعی، معیارهای طراحی و مهندسی، نیازمندی هـا و آزمـون هـا، و دستورالعملهای نصب و نگهداری سیستم روشنایی می باشد که همراه با یک پیوست فارسی و انگلیسی ارائه شده است.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌هـا و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم روشنایی پست های فشار قوی - نشریه شماره ۴۷۵

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین شهرام کاظمی، سیاوش پاکدلیان، بهزاد کیوانی، دکتر عارف درودی و دکتر سید حسین حسینیان تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت‌های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – مجری طرح
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق ایران
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
خانم مهندس بهارک دانش نیا	مشانیر
آقای مهندس علی رحیم زاده خوشرو	کارشناس معاونت برنامه ریزی – دفتر فنی شبکه
آقای مهندس سید حسن عرب اف	مهندسین مشاور قدس نیرو
خانم مهندس حمیده قدیری	پژوهشگاه نیرو
خانم مهندس مریم قمری نژاد	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس بهروز قهرمانی	سازمان توسعه برق ایران
آقای مهندس سید جمال الدین واسعی	پژوهشگاه نیرو
آقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی طرح

مسؤولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفترنظام فنی اجرائی به عهده آقایان مهندسین محمدرضا طلاکوب و پرویز سیداحمدی بوده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ اهداف، تعاریف و کلیات

۱-۱- نیاز به مهندسی روشنایی ۳
۱-۲- تعاریف ۳
۱-۲-۱- شار نوری ۳
۱-۲-۲- ضریب بهره نوری ۳
۱-۲-۳- شدت نور ۴
۱-۲-۴- شدت روشنایی ۴
۱-۲-۵- درخشندگی یا تراکم نور ۴
۱-۲-۶- شار روشنایی اولیه لامپ ۵
۱-۲-۷- درخشندگی متوسط ۵
۱-۲-۸- منحنی پخش نور ۵
۱-۲-۹- ضریب نگهداری چراغ ۶
۱-۲-۱۰- ضریب نگهداری شار لامپ ۶
۱-۲-۱۱- ضریب نگهداری ۶
۱-۲-۱۲- شدت روشنایی اولیه ۶
۱-۲-۱۳- ضریب یکنواختی کلی ۶
۱-۲-۱۴- ضریب یکنواختی طولی ۶
۱-۲-۱۵- ضریب بهره ۷
۱-۲-۱۶- روشنایی عمومی ۷
۱-۲-۱۷- ضریب انعکاس ۷
۱-۲-۱۸- روشنایی موضعی ۷
۱-۲-۱۹- روشنایی تکمیلی ۷
۱-۲-۲۰- بالاست ۷
۱-۳- منابع نور مصنوعی ۷
۱-۳-۱- لامپ‌های التهابی برای مصارف روشنایی عمومی ۸
۱-۳-۲- لامپ‌های فلورسنت ۹
۱-۳-۳- لامپ‌های بخار جیوه پرفشار ۱۰
۱-۳-۴- لامپ‌های سدیم کم‌فشار ۱۰
۱-۳-۵- لامپ‌های سدیم پرفشار ۱۱

۱-۴- چراغ‌ها ۱۳
۱-۴-۱- کلیات ۱۳
۱-۴-۲- تقسیم‌بندی چراغ‌ها ۱۳

فصل دوم- معیارهای طراحی و مهندسی در روشنایی پست

۲-۱- روشنایی پست ۱۷
۲-۲- اطلاعات مورد نیاز برای طراحی ۱۷
۲-۲-۱- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی فضاهای داخلی ۱۷
۲-۲-۱-۱- بررسی نقشه‌ها، ابعاد ساختمان، سطح کار و فضابندی ۱۸
۲-۲-۱-۲- رنگ دیوارها و کف و سقف ۱۸
۲-۲-۱-۳- مقدار استاندارد شدت روشنایی ۱۹
۲-۲-۱-۴- مشخصه‌های چراغ ۱۹
۲-۲-۲- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی معابر ۱۹
۲-۲-۲-۱- مسیر و فضابندی خیابان‌ها ۱۹
۲-۲-۲-۲- مقدار استاندارد شدت روشنایی و ضرایب یکنواختی ۲۰
۲-۲-۲-۳- منحنی‌های پخش نور چراغ‌ها ۲۰
۲-۲-۳- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی محوطه ۲۱
۲-۲-۴- روشنایی اضطراری ۲۱
۲-۳- انتخاب لامپ مناسب برای قسمت‌های مختلف پست ۲۲
۲-۴- انتخاب چراغ برای قسمت‌های مختلف پست ۲۳
۲-۵- طراحی روشنایی ۲۴
۲-۵-۱- روش‌های محاسبه روشنایی ۲۵
۲-۵-۲- روش لومن برای طراحی روشنایی داخلی ۲۶
۲-۵-۳- روش لومن برای طراحی روشنایی معابر ۲۶
۲-۵-۴- روشنایی محوطه ۲۸
۲-۶- مثال طراحی ۲۹
۲-۶-۱- نمونه‌ای از طراحی روشنایی اتاق کنترل ۲۹
۲-۶-۲- نمونه‌ای از طراحی روشنایی محوطه ۳۲

فصل سوم ـ الزامات و آزمونها

۳-۱- شرایط عمومی اندازه‌گیری ۳۷
۳-۲- اندازه‌گیری شدت روشنایی در فضاهای داخلی ۳۷
۳-۲-۱- اندازه‌گیری مقدار متوسط شدت روشنایی ۳۷

۳-۲-۱-۱- سطح منظم با چراغ متقارن در دو ردیف یا بیشتر ۳۸
۳-۲-۱-۲- سطح منظم با تک چراغ متقارن ۳۹
۳-۲-۱-۳- سطح منظم با یک ردیف چراغ منفرد ۳۹
۳-۲-۲- اندازه‌گیری شدت روشنایی در نقاط ۴۰
۳-۳- اندازه‌گیری درخشندگی ۴۰
۳-۴- اندازه‌گیری شدت روشنایی در فضاهای خارجی ۴۱

فصل چهارم ـ دستورالعمل‌های نصب و نگه‌داری سیستم روشنایی

۴-۱- توصیه‌های عمومی ۴۵
۴-۲- نگه‌داری سیستم روشنایی معابر و محوطه ۴۵
۴-۲-۱- عملیات غیرمتناوب نگه‌داری سیستم روشنایی ۴۵
۴-۲-۲- عملیات متناوب نگه‌داری سیستم روشنایی ۴۵
۴-۲-۲-۱- کنترل سیستم اتصال زمین ۴۶
۴-۲-۲-۲- تعویض لامپ کهنه ۴۶
۴-۲-۲-۳- نظافت چراغ ۴۶
۴-۲-۲-۴- رنگ‌آمیزی پایه‌های فلزی ۴۶
منابع و مراجع ۴۷

پیوست ۴۹

فصل ۱

اهداف، تعاریف و کلیات

مقدمه

هدف از این فصل، ارائه کلیاتی درخصوص مبحث روشنایی در پست‌های فشارقوی و تعاریف مربوط به روشنایی است. سپس انواع منابع نور مصنوعی و چراغ‌ها معرفی می‌شوند.

۱-۱- نیاز به مهندسی روشنایی

هر پست شامل فضاهایی است که برای سهولت در بهره‌برداری و جلوگیری از بروز خطر، مستلزم روشنایی مصنوعی است. به طور کلی می‌توان این فضاها را به دو دسته داخلی (سالن کنترل، ساختمان اداری و ...) و خارجی (معابر و محوطه) تقسیم نمود.

در طراحی روشنایی یک پست می‌بایستی جنبه‌های فنی و اقتصادی در کنار یکدیگر مورد توجه قرار گیرد. از نقطه‌نظر فنی، به طور کلی باید روشنایی به گونه‌ای طراحی شود که شدت روشنایی، درخشندگی سطوح و رنگ نور مناسب باشد. در طراحی روشنایی می‌بایستی حداکثر و حداقل شدت روشنایی، وضعیت هوایی محیط از نظر گرد و خاک، رطوبت و آلودگی و همچنین تعداد لامپ‌هایی که می‌توانند خاموش باشند و میزان تعمیر و نگهداری لامپ‌ها مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این باید به ویژگی‌های خاص هر نوع فضا توجه کرد.

از نقطه‌نظر اقتصادی نیز باید تعداد و هزینه اولیه تجهیزات روشنایی شامل چراغ‌ها، لامپ‌ها و ملحقات آنها و همچنین هزینه نگهداری آنها مد نظر قرارگیرد.

۱-۲- تعاریف

۱-۲-۱- شار نوری[1] (ϕ)

شار نوری عبارت است از توان تشعشعات الکترومغناطیسی قابل رؤیت که از منبع نور خارج شده باشد. واحد اندازه‌گیری شار نوری، لومن[2] (Lm) است.

۱-۲- ۲- ضریب بهره نوری[3] (η)

ضریب بهره نوری یک منبع نور برابر است با نسبت شار نوری خروجی از منبع به توان الکتریکی آن. واحد این پارامتر لومن بر وات است.

$$\eta = \frac{\phi}{P_{in}} \qquad (۱-۱)$$

1.Luminous flux
2.Lumen
3.Luminous efficiency

۱-۲-۳- شدت نور[1] (I)

شدت نور برابر است با تراکم شار نوری در فضا یا نسبت شار نوری به زاویه فضایی:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \qquad (۲-۱)$$

واحد شدت نور، کاندل[2] است. طبق تعریف هرگاه در زاویه فضایی یک استرادیان، شار نوری یک لومن وجود داشته باشد، شدت نور دراین فضا، یک کاندل است. با فرض تقاطع زاویه فضائی با کره‌ای به مرکز آن، اندازه یک زاویه فضایی برابر است با نسبت سطحی که از کره جدا می‌کند به مجذور فاصله سطح از مرکز کره. هرگاه یک زاویه فضایی از سطح کره‌ای به شعاع یک متر، سطحی به مساحت یک مترمربع جدا کند، اندازه آن یک استرادیان است.

۱-۲-٤- شدت روشنایی[3] (E)

شدت روشنایی در یک نقطه واقع بر یک سطح برابر است با نسبت شار نوری تابیده به جزء کوچک سطح که نقطه در آن واقع است:

$$E = \frac{d\phi}{dA} \qquad (۳-۱)$$

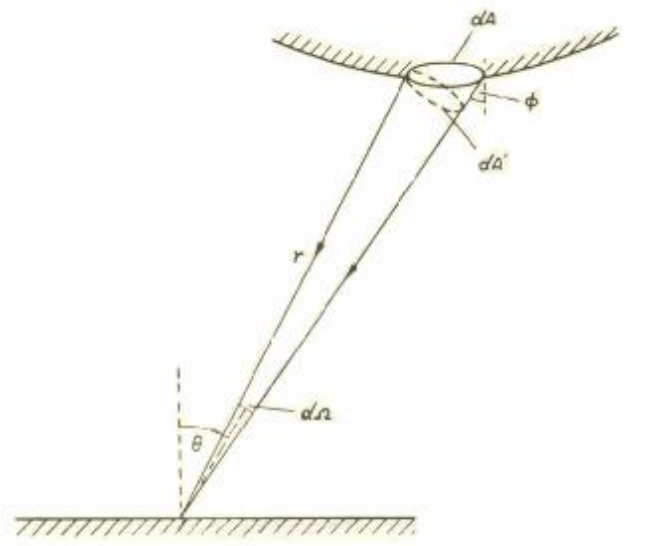
واحد شدت روشنایی، لومن بر متر مربع یا لوکس[4] (Lx) بوده که عبارت است از شدت روشنایی سطحی با مساحت یک متر مربع که یک لومن شار نوری بر آن می‌تابد.

۱-۲-۵- درخشندگی یا تراکم نور[5] (L)

درخشندگی یک صفحه کوچک نورانی در یک جهت معین، برابر است با نسبت شدت نور آن صفحه در این جهت به مساحت مؤلفه سطح مزبور در راستای عمود بر آن جهت معین (سطحی که توسط ناظر دیده می‌شود).

$$L = \frac{dI}{dA.Cos\theta} \qquad ۴(-۱)$$

1.Luminous intensity
2.Candle
3. Iluminance
4.Lux
5.Luminance



شکل ۱-۱ : درخشندگی یک منبع گسترده

واحد درخشندگی، کاندل بر متر مربع یا نیت [1] است. واحد دیگر آن، کاندل بر سانتی‌متر مربع یا استیلب[2] است که برابر ۱۰۰۰۰ نیت می‌باشد.

۱-۲-۶- شار روشنایی اولیه لامپ

شار روشنایی اولیه لامپ عبارت است از مقدار شار نوری لامپ که پس از صد ساعت کار لامپ حاصل شود.

۱-۲-۷- درخشندگی متوسط

مقدار متوسط درخشندگی که از روی سطح مشخصی از معبر به چشم ناظری که در نقطه مشخصی قرار دارد می‌رسد، درخشندگی متوسط نام دارد.

۱-۲-۸- منحنی پخش نور

توزیع شدت نور یک چراغ در محاسبات روشنایی از اهمیت بالایی برخوردار است و معمولاً توسط سازنده چراغ اندازه‌گیری شده و در قالب منحنی پخش نور داده می‌شود. برای نمایش پخش نور از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که معمول‌ترین آن استفاده از دستگاه مختصات قطبی و نمایش منحنی پخش نور است.

1. Nit
2. Stilb

نظر به اینکه بسیاری از لامپ‌ها با شار نوری متفاوت دارای توزیع شدت نور مشابه هستند منحنی‌های توزیع شدت نور غالباً برای شار نوری ۱۰۰۰ لومن ترسیم می‌شود و برای یافتن توزیع واقعی لازم است نسبت شار نوری لامپ به ۱۰۰۰ لومن در مقادیر منحنی ضرب شود.

۱-۲-۹- ضریب نگهداری چراغ

نسبت شار نوری خروجی از چراغ پس از گذشت زمانی مشخص به شار نوری خروجی اولیه، ضریب نگهداری چراغ نامیده می‌شود.

۱-۲-۱۰- ضریب نگهداری شار لامپ

نسبت شار نوری خروجی از لامپ پس از گذشت زمانی مشخص به شار نوری خروجی اولیه، ضریب نگهداری شار لامپ نامیده می‌شود.

۱-۲-۱۱- ضریب نگهداری[1] (MF)

حاصل‌ضرب ضریب نگهداری چراغ و ضریب نگهداری شار لامپ را ضریب نگهداری می‌نامند. در حقیقت عوامل مختلفی در حین بهره‌برداری از جمله کهنگی، جمع شدن گرد و غبار در روی چراغ‌ها، میزان پاکیزگی محل نصب، کاهش ولتاژ و ... سبب کاهش نوردهی کافی چراغ‌ها می‌شوند که برای اینکه چراغ‌ها در طی عمر خود نور کافی به سطح کار برسانند باید این ضریب را هم در محاسبات لحاظ نمود.

۱-۲-۱۲- شدت روشنایی اولیه

شدت روشنایی ناشی از مجموعهٔ لامپ و چراغ در شرایطی که چراغ‌ها نو و تمیز بوده و لامپ‌ها شار نامی خود را تولید می‌کنند.

۱-۲-۱۳- ضریب یکنواختی کلی

ضریب یکنواختی کلی عبارت است از نسبت درخشندگی حداقل به درخشندگی متوسط در یک سطح مشخص از معبر. با استفاده از شدت روشنایی به جای درخشندگی در نسبت مذکور، ضریب یکنواختی کلی برای شدت روشنایی سطح به دست می آید.

۱-۲-۱٤- ضریب یکنواختی طولی

نسبت درخشندگی حداقل به درخشندگی حداکثر در یک خط طولی مشخص از معبر را ضریب یکنواختی طولی می‌نامند. با استفاده از شدت روشنایی به جای درخشندگی در نسبت مذکور، ضریب یکنواختی طولی برای شدت روشنایی معبر به دست می‌آید.

1. Maintenance factor

۱-۲-۱۵- ضریب بهره[1] (CU)

ضریب بهره مقدار متوسط نسبت شار نوری تابیده شده به هریک از نقاط معبر به کل شار نوری لامپ است. این ضریب به صورت تابعی از نسبت $\frac{W}{H}$ (W عرض معبر و H فاصله عمودی چراغ از سطح معبر) و توسط منحنی‌هایی داده می‌شود.

۱-۲-۱۶- روشنایی عمومی[2]

روشنایی طراحی شده برای فراهم‌آوردن نور یکنواخت در یک محوطه را روشنایی عمومی می‌نامند.

۱-۲-۱۷- ضریب انعکاس

هنگامیکه شار نوری مشخصی به سطح جسمی تابیده می‌شود بسته به جنس و شفافیت سطح، مقداری جذب، بخشی منعکس و قسمتی از آن عبور می‌کند. نسبت بین شار نوری منعکس شده به کل شار نوری تابیده شده ضریب انعکاس آن سطح نامیده می‌شود.

۱-۲-۱۸- روشنایی موضعی[3]

وقتی برای انجام کارهای خاص، روشنایی روی یک سطح خاص جهت داده شود آن را روشنایی موضعی می‌نامند.

۱-۲-۱۹- روشنایی تکمیلی[4]

برای افزایش کیفیت و کمیت روشنایی روی سطحی که روشنایی عمومی برای آن کافی نیست از روشنایی تکمیلی استفاده می‌شود.

۱-۲-۲۰- بالاست

تجهیزی است که بین منبع تغذیه و یک یا چند لامپ تخلیه‌ای اضافه می‌گردد. بالاست ممکن است از خازن، سلف یا ترکیبی از آنها ساخته شود. هدف اصلی استفاده از بالاست، محدود کردن جریان لامپ‌های تخلیه‌ای در حد مجاز است. بالاست ممکن است از یک یا چند قطعه تشکیل شده باشد. همچنین بالاست می‌تواند باعث کاهش اثر استروبوسکوپ، تصحیح ضریب قدرت و کم کردن تداخل رادیویی گردد.

۱-۳- منابع نور مصنوعی

منابع نور را می‌توان به دو دسته لامپ‌های التهابی و لامپ‌های تخلیه در گاز تقسیم نمود. در نوع اول با عبور جریان برق از رشته فلزی درجه حرارت آن را به حد کافی بالا می‌برند تا تشعشع کند. اما در نوع دوم با عبور جریان برق از گاز آن را تحریک می‌کنند تا نور ساطع کند. لامپ‌های تخلیه در گاز بر دو نوع کم‌فشار و پرفشار تقسیم‌بندی می‌شوند. در عین حال این لامپ‌ها از نظر تولید نور

1. Coefficient of utilization
2. General lighting
3.Task lighting
4. Supplementary lighting

مرئی در دو نوع تقسیم می‌گردند. نوع اول در اثر عبور جریان مستقیماً نور مرئی تولید می‌کنند (نظیر لامپ‌های بخار جیوه و بخار سدیم). در نوع دوم نور تولیدی در اثر عبور جریان، غیرمرئی است و با استفاده از یک ماده فلوئورسنت نور مرئی تولید می‌شود (نظیر لامپ فلوئورسنت). در زیر، مشخصات انواع مهم لامپ‌ها به اختصار معرفی می‌شوند.

۱-۳- ۱- لامپ‌های التهابی برای مصارف روشنایی عمومی

در این لامپ‌ها نور بر اثر تابش یک فیلامان تنگستن که تا حدود ۲۶۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده است، تولید می‌شود. برای کاهش تبخیر تنگستن، حباب را با گاز خنثی که معمولاً آرگون با فشار در حدود یک اتمسفر است پر می‌کنند. در برخی موارد مقدار کمی ازت با گاز آرگون مخلوط می‌شود. گاز آرگون ضریب انتقال حرارتی مناسبی دارد و باعث می‌شود تلفات حرارتی کاهش یابد. ازت برای جلوگیری از جرقه زدن بین سیم‌های ورودی به این مخلوط اضافه می‌گردد. اگر حباب لامپ از مخلوط کریپتین و ازت پر گردد به علت سنگینی مولکول‌های کریپتین تبخیر سطحی رشته تنگستن کندتر شده، بهره نوری لامپ حدود ده درصد افزایش می‌یابد و حجم لامپ کمتر می‌گردد. از طرفی این نوع لامپ نسبت به لامپ‌هایی که با آرگون پر می‌گردند گرانتر هستند و تنها در لامپ‌های مخصوص مثل لامپ‌های روی کلاه معدن‌چیان مورد استفاده واقع می‌شوند. گاز گزنون به علت کمیابی به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشترین مقدار تابش در لامپ‌های التهابی خارج از طیف مرئی بوده و این مسئله دلیل پایین بودن بازده نوری این نوع لامپ است. در قسمت مرئی طیف، بیشترین مقدار انرژی مربوط به قسمت انتهائی رنگ قرمز است و از این رو نور ایجاد شده یک نور سفید متمایل به قرمز یا سفید گرم[1] می‌باشد.

بهره نوری این لامپ‌ها، بین ۸ تا ۲۰ لومن بر وات است (بسته به توان لامپ). عمر مفید آنها که از لحظه وصل تا زمان سوختن درنظر گرفته می‌شود، عموماً ۱۰۰۰ ساعت می‌باشد. درخشندگی یک لامپ رشته‌ای با حباب تمیز به ۲۰۰۰ کاندل بر سانتی‌متر مربع می‌رسد. شار نوری لامپ به شدت وابسته به دمای رشته تنگستن است اما عملاً مستقل از دمای محیط می‌باشد.

از معایب لامپ‌های رشته‌ای می‌توان به عمر کم و بازده کم در مقایسه با سایر لامپ‌ها، عدم کاربرد در مواردی که نیاز به نور روز (سفید) است و نیز حساسیت به تغییر ولتاژ اشاره نمود. حساسیت به تغییرات ولتاژ به گونه‌ای است که ایجاد تغییر کوچک در ولتاژ تغذیه سبب ایجاد تغییرات شدید در مشخصه‌های عملکردی لامپ خواهد شد.

این لامپ‌ها بلافاصله پس از وصل برق کل شار نوری را تولید می‌کنند. از دیگر مزایای لامپ‌های رشته‌ای می‌توان به ضریب توان واحد، قیمت کم، سبکی وزن، عدم نیاز به بالاست اشاره کرد.

اگر مقداری گاز هالوژن به درون حباب لامپ‌های رشته‌ای معمولی اضافه شود، لامپ هالوژنی به دست می‌آید. دراین لامپ‌ها می‌توان دمای رشته را بالاتر برد و درنتیجه به مزایایی چون امکان ساخت لامپ با توان بهره نوری و عمر بیشتر دست یافت.

سازندگان لامپ‌های رشته‌ای، مشخصاتی از قبیل شار نوری (لومن)، طول و قطر (میلی‌متر)، توان مصرفی و نوع سوکت لامپ را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند.

1. White warm

۱-۳-۲- لامپ‌های فلورسنت

تخلیه بین دو الکترود گرم در بخار جیوه کم فشار با تولید اشعه ماوراء بنفش باعث تحریک فسفر روی سطح داخلی لوله شیشه‌ای شده و به این ترتیب نور مرئی در لامپ‌های فلورسنت تولید می‌شود. رنگ نور این لامپ‌ها بستگی به ترکیب فسفر مصرفی دارد و ممکن است سفید گرم، سفید خنثی[1]، رنگ روز[2] یا رنگ‌های خاص باشد. بهره نوری در این لامپ‌ها بسته به رنگ نور و توان مصرفی از ۳۰ تا ۹۴ لومن بر وات متغیر است. عمر آنها به ۷۵۰۰ ساعت می‌رسد. درخشندگی یک لامپ فلورسنت بین ۰/۴ تا ۱/۵ کاندل بر سانتی‌مترمربع است.

لامپ‌های فلورسنت استاندارد برای دمای محیط $20^{\circ}C$ تا $25^{\circ}C$ طراحی می‌شوند اما لامپ‌هایی که در آنها از آلیاژهای جیوه استفاده می‌شود دردمای محیطی $40^{\circ}C$ بیشترین شار نوری را تولید می‌کنند.

برخلاف لامپ‌های التهابی در این لامپ‌ها تغییرات عادی در منبع ولتاژ بطور جزئی روی رفتار لامپ تاثیرگذار است.

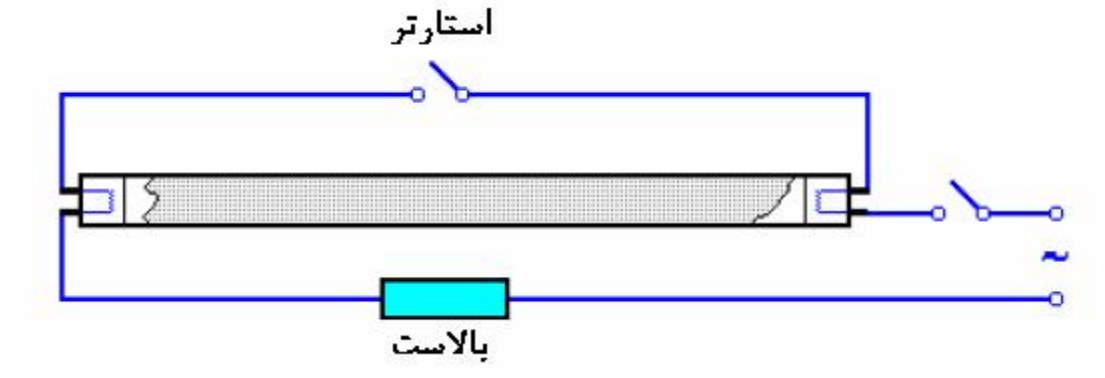
جهت راه‌اندازی و داشتن عملکرد مناسب، این لامپ‌ها نیاز به بالاست و راه‌انداز داشته و جریان راه‌اندازی آنها حدود ۲ برابر جریان نامی است. بالاست این نوع لامپ‌ها معمولاً از یک سلف تشکیل شده که چوک نامیده می‌شود.

شکل ساده شده یک لامپ فلورسنت در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. با بسته‌شدن مدار ولتاژ منبع تغذیه، بین دو الکترود تخلیه ولتاژی می‌افتد. این ولتاژ باعث یونیزاسیون گاز داخل شیشه و تخلیهٔ الکتریکی آن شده و حرارت ناشی از تخلیهٔ الکتریکی باعث گرم شدن بی‌متال و بسته‌شدن کلید می‌شود. در نتیجه مدار از طریق دو رشته تنگستن الکترودها بسته شده و جریان حاصله الکترودها را به حالت التهاب در می‌آورد که سبب یونیزه شدن گاز اطراف آنها می‌شود. بعد از یک تا دو ثانیه بی‌متال به حد کافی سرد می‌شود و مدار را قطع می‌کند. قطع ناگهانی مدار که شامل چوک نیز می‌باشد موجب القای ولتاژ بزرگی در حد ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت در دو سر لامپ می‌گردد. این ولتاژ برای برقراری قوس الکتریکی درون لامپ کافی است.

اندازه این لامپ‌ها و کم‌بودن درخشندگی سطح، کنترل نور آن‌ها را مشکل می‌کند. از دیگر معایب آن‌ها می‌توان به تولید اشعه ماوراء بنفش و ایجاد پدیدهٔ استروبوسکوپی اشاره کرد. همچنین با توجه به ضریب قدرت نسبتاً پایین این نوع لامپ‌ها، برای تصحیح ضریب قدرت می‌بایستی از خازن استفاده کرد.

در کاتالوگ لامپ‌های فلورسنت می‌توان مشخصاتی از قبیل قطر، طول، جریان نامی، توان مصرفی با و بدون بالاست، بهره نوری و درخشندگی آنها را یافت.

1. Neutral white
2. Day light



شکل ۱-۲: دیاگرام ساده شده یک لامپ فلورسنت

۱-۳-۳- لامپ‌های بخار جیوه پرفشار

در این لامپ‌ها، نور بر اثر تخلیه الکتریکی در بخار جیوه با فشار چند اتمسفر درون یک لوله کوارتز حاصل می‌شود. بخار جیوه ممکن است خالص باشد یا اینکه با یک هالوژن مخلوط شده باشد. حباب شیشه‌ای محافظ نیز ممکن است شفاف یا پوشیده از فسفر باشد.

بهره نوری این لامپ‌ها بسته به نوع و توان نامی آنها بین ۳۵ تا ۶۵ لومن بر وات و رنگ نورشان عموماً سفید خنثی یا رنگ روز است. درخشندگی یک لامپ جیوه با پوشش فسفر ۴ تا ۲۳ کاندل بر سانتی‌متر مربع است اما درخشندگی لامپ بدون پوشش به ۵۳۰ تا ۱۶۰۰ کاندل بر سانتی‌متر مربع می‌رسد. توان نامی این لامپ‌ها بین ۵۰ تا ۲۰۰۰ وات است.

مزیت مهم لامپ‌های بخار جیوه پرفشار عمر بالای آنهاست که در حدود ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ساعت است. در ضمن نوسانات نرمال ولتاژ منبع برق کمترین اثر را بر روی عمر مفید این نوع لامپ‌ها دارد. این لامپ‌ها بیشتر در ویترین مغازه‌ها، پارکینگ‌ها، خیابانها، پیاده‌روها، فضای سبز و پارکها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دمای محیط تأثیری بر نور لامپ‌های جیوه ندارد. همهٔ انواع این لامپ‌ها نیاز به بالاست دارند و شار نوری کامل بین ۱ تا ۴ دقیقه پس از وصل برق حاصل می‌شود. جریان راه‌اندازی تقریباً ۲ برابر جریان نامی است. کاربرد این لامپ‌ها در زمین‌های ورزشی، روشنایی خیابانها و ساختمانهای صنعتی است.

با افزودن نمک‌های هالوژنی به جیوه، لامپ‌های متال هلاید ساخته می‌شوند که بهره نوری بیشتر و طیف نوری مطلوب‌تر دارند.

در جداول مشخصات لامپ‌های جیوه‌ای که توسط سازندگان ارائه می‌گردد قطر، طول، ولتاژ و جریان نامی، توان مصرفی با بالاست، شار نوری، نوع سوکت و درخشندگی آنها ارائه می‌شود.

۱-۳-٤- لامپ‌های سدیم کم‌فشار

در این نوع لامپ‌ها فشار بخار سدیم بین ۰/۱ تا ۱/۵ پاسکال است. تخلیه در بخار سدیم کم‌فشار باعث تولید نور منوکروماتیک[1] (زرد- نارنجی) می‌شود. از آنجاییکه تقریباً همه انرژی تابشی در این لامپ‌ها در ناحیه‌ای از طیف قرار دارد که چشم در آن ناحیه

1. Monochromatic

بیشترین حساسیت را دارد بازده نوری این نوع لامپ از هر لامپ دیگری بیشتر است و لذا کاربرد این لامپ‌ها به مواردی که شناسائی رنگ مورد نیاز نیست نظیر روشنایی خیابانها و روشنایی حفاظتی و برخی از انواع روشنایی نورافکنی محدود می‌گردد.

لوله تخلیه معمولاً U شکل است و در یک حباب محافظ حرارت قرار می‌گیرد. بهره نوری این لامپ‌ها بسته به نوع طراحی و توان نامی حدود ۷۲ تا ۱۵۰ لومن بر وات و عمر مفید آنها ۱۰۰۰۰ ساعت است. درخشندگی یک لامپ سدیم کم‌فشار حدود ۱۰ کاندل بر سانتی‌متر مربع می‌باشد. توان نامی این لامپ‌ها بین ۱۸ تا ۱۸۰ وات است.

ترانس‌های نشتی[1] به عنوان بالاست این لامپ‌ها به کار می‌روند. جریان راه‌اندازی این لامپ‌ها بزرگتر از جریان نامی آنها نیست اما نور کامل بین ۵ تا ۱۰ دقیقه پس از وصل برق حاصل می‌شود. دمای محیط تأثیری بر نور لامپ‌های سدیم کم‌فشار ندارد. پس از خاموش شدن، این نوع لامپ می‌تواند در کمتر از یک دقیقه مجدداً روشن شود. لامپ‌های کم‌فشار به علت نور زرد رنگی که تولید می‌کنند باعث عدم جذب حشرات می‌گردند (حشرات در اطراف نور آبی جمع می‌شوند) و معمولاً در جایی استفاده می‌شوند که رنگ نور مطرح نبوده و قدرت تشخیص مد نظر است. این نوع لامپ‌ها در تقاطع‌ها، محوطه‌ها، راه‌آهن، بندرگاه‌ها، اسکله‌ها، بارانداز‌ها، نقاط خطرناک مانند تقاطع جاده‌ها، فرودگاه‌ها، کارخانجات، معادن و غیره می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۳-۵- لامپ‌های سدیم پرفشار

تخلیه بخارسدیم پرفشار در یک لوله سرامیکی اساس تولید نور در این نوع لامپ‌هاست. رنگ نور آنها که سفید گرم می‌باشد، تشخیص رنگ اشیاء را امکان‌پذیر می‌سازد.

بهره نوری این لامپ‌ها، بسته به توان نامی حدود ۵۳ تا ۱۲۰ لومن بر وات و عمر مفید این نوع لامپ‌ها ۹۰۰۰ ساعت است. درخشندگی یک لامپ سدیم پرفشار با حباب شیشه‌ای نورپخش‌کن[2]، ۴ تا ۳۰ کاندل برسانتی‌مترمربع است در حالی که با حباب شیشه‌ای شفاف به ۳۰۰ تا ۵۵۰ کاندل بر سانتی‌متر مربع می‌رسد. توان نامی این لامپ‌ها بین ۵۰ تا ۱۰۰۰ وات است.

یک سلف به عنوان بالاست در این لامپ‌ها به کار می‌رود. لامپ‌های سدیمی پرفشار پس از خاموش شدن ۱ تا ۲ دقیقه زمان برای روشن شدن نیاز دارند و جریان راه‌اندازی آنها ۱/۲ تا ۱/۳ برابر جریان نامی است.

منبع عمده نور در روشنایی معابر لامپ‌های بخار سدیم پرفشار هستند. برخلاف لامپ‌های سدیم کم‌فشار که یک نور تک رنگ غیرقابل قبول تولید می‌کنند، این نوع لامپ یک رنگ سفید طلائی تولید می‌کند که برای روشنایی معابر مناسب است.

در کاتالوگ لامپ‌های سدیم، قطر، طول، ولتاژ و جریان نامی، توان مصرفی و بهره نوری (با ترانس نشتی)، شار نوری و درخشندگی تقریبی آنها دیده می‌شود.

در جدول ۱-۱ مقایسه‌ای بین انواع لامپ‌ها از نظر بهره نوری، طول عمر، رنگ‌دهی و ... انجام گرفته است.

1.Leakage transformer
2.Diffusing

جدول ۱-۱: مقایسه بین انواع منابع نور مصنوعی

نوع لامپ	درجه کیفیت بازده نوری	میزان بازده نوری (Lm/W)	ردهٔ طول عمر	مقدار طول عمر (ساعت)	بازده رنگ	هزینه‌های اولیه	هزینه‌های جاری	نیاز به وسایل کمکی کنترل مدار
التهابی	پایین	۱۳-۲۰	کم	۱۰۰۰	خوب	کم	زیاد	ندارد
تنگستن- هالوژن	پایین	۲۰-۲۵	کم	۲۰۰۰	بسیار خوب	کم	زیاد	ندارد
فلورسنت	خوب	۶۵-۸۰	خوب	۷۵۰۰	خوب	متوسط	متوسط	دارد
بخارجیوه نوع MBF/U	خوب	۳۵-۵۵	خوب	+۲۰۰۰۰	خوب	متوسط	متوسط	دارد
بخار سدیم پر فشار نوع SON	بسیار خوب	۱۰۰-۱۲۰	خوب	۸۰۰۰	متوسط	زیاد	کم	دارد
بخار سدیم پرفشار از نوع رفلکتوری	بسیار خوب	۱۰۰-۱۲۰	خوب	۸۰۰۰	متوسط	زیاد	کم	دارد
بخار سدیم پرفشار نوع دولوکس	بسیار خوب	۹۰-۱۲۰	خوب	۸۰۰۰	بسیار خوب	زیاد	کم	دارد
بخار سدیم پرفشار نوعplus son	بسیار خوب	۱۲۰-۱۳۰	خوب	۸۰۰۰	متوسط	زیاد	کم	دارد
متال- هالید MBI	بسیار خوب	۸۰-۹۵	خوب	۱۲۰۰۰	عالی	زیاد	کم	دارد
بخار سدیم کم‌فشار SOX	عالی	۱۵۰-۱۸۰	متوسط	۶۰۰۰	بسیار ضعیف	متوسط	کم	دارد
بخار جیوه بالاست سرخود	پایین	۱۰-۱۸	خوب	۱۲۰۰۰ ۱۶۰۰۰	خوب	متوسط	زیاد	ندارد
بخار جیوه از نوع رفلکتوری MBFR	خوب	۳۵-۵۵	خوب	۲۰۰۰۰	خوب	متوسط	متوسط	دارد

۱-٤- چراغ‌ها[1]

۱-٤-۱- کلیات

چراغ‌ها شامل تجهیزات فرعی لازم برای عملکرد لامپ‌ها یعنی نگه‌دارنده لامپ و بالاست می‌باشند. علاوه بر این، چراغ‌ها وظایف زیر را به عهده دارند:

- جهت‌دهی نور لامپ و توزیع مطلوب آن. بدین منظور چراغ‌ها باید مجهز به وسایلی چون رفلکتور و لنز باشند.
- محدودکردن درخشندگی به مقدار قابل قبول.
- حفاظت از لامپ و نگه‌دارنده و بالاست آن در برابر تأثیرات شیمیایی و مکانیکی محیط (هم‌چون آب و گرد و غبار) و همچنین فراهم‌کردن امکان تبادل گرمایی با محیط. بدین‌منظور باید موادی در ساخت چراغ به کار روند که استحکام مکانیکی، مقاومت شیمیایی و ویژگی‌های حرارتی مناسب داشته باشند.
- تأمین زیبایی ظاهری و تناسب با معماری محیط

۱-٤-۲- تقسیم‌بندی چراغ‌ها

چراغ‌ها را می‌توان براساس توزیع نور آنها تقسیم‌بندی کرده که این تقسیم‌بندی با توجه به میزان تمرکز نور در نیمکره‌های پایین و بالا انجام می‌شود (جدول ۱-۲).

چراغ‌ها را همچنین می‌توان به دو دسته تزئینی[2] و کاربردی[3] نیز تقسیم کرد. در نوع اول تأکید بر زیبایی طرح است اما در یک چراغ کاربردی به ویژگی‌هایی از جمله نصب ساده و سریع (ازنظر سیم‌کشی، اتصالات سوکت و غیره) و نگهداری آسان توجه می‌شود.

از نگاهی دیگر چراغ‌های به کار رفته در پست را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم نمود:

- چراغ برای فضاهای داخلی[4]

چراغ‌های داخلی برای لامپ های فلورسنت که در بخش اداری و سالن کنترل پست به کار می‌روند.

- چراغ برای فضاهای خارجی و نورافکن‌ها[5]

چراغ‌های فضاهای خارجی که عمدتاً برای روشنایی معابر پست به کار می‌روند. نورافکن‌ها نیز در روشنایی محوطه استفاده می‌شوند.

برای جلوگیری از کثیف شدن لامپ و رفلکتور، چراغ‌هایی که در فضاهای خارجی به کار می‌روند باید از نوع بسته[6] باشند.

1. Luminaries
2. Ornamental
3. Functional
4. Indoor luminaries
5. Outdoor luminaries and floodlights
6. Enclosed

جدول ۱-۲: تقسیم‌بندی چراغ‌ها بر مبنای توزیع نور آنها

مشخصه چراغ	درصد شار نوری نیمکره پایین	درصد شار نوری نیمکرهٔ بالا
مستقیم	۹۰–۱۰۰	۰–۱۰
نیمه مستقیم	۶۰–۹۰	۱۰–۴۰
پخش یکسان	۴۰–۶۰	۴۰–۶۰
نیمه غیرمستقیم	۱۰–۴۰	۶۰–۹۰
غیرمستقیم	۰–۱۰	۹۰–۱۰۰

فصل ۲

معیارهای طراحی و مهندسی در روشنایی پست

مقدمه

در این فصل ابتدا اطلاعات لازم جهت طراحی روشنایی قسمتهای مختلف پست ارائه می‌گردد. پس از آن، معیارهای انتخاب لامپ و چراغ برای هر کاربرد بیان شده و بر مبنای این معیارها، لامپ و چراغ مناسب برای قسمتهای مختلف پست پیشنهاد می‌گردد. در پایان نمونه‌هایی از طراحی که با استفاده از نرم‌افزار انجام گرفته است مطرح می‌شود.

۲-۱- روشنایی پست

تأسیسات روشنایی پست‌ها همواره باید به صورتی طراحی شوند که روشنایی عمومی داخل پست درحدی باشد که پرسنل پست به راحتی بتوانند بدون احتیاج به چراغ‌های دستی در محوطه پست رفت و آمد نمایند؛ علاوه بر این، طراحی روشنائی می‌بایستی به گونه‌ای باشد که در رابطه با خیرگی و رنگ نور هیچ‌گونه مشکلی برای کار پرسنل ایجاد نشود. بنابر این نباید اختلاف زیادی در درخشندگی سطوح وجود داشته باشد. در سطح کار نیز می‌بایستی یکنواختی مناسب وجود داشته باشد.

یکی دیگر از نکاتی که باید در حین طراحی درنظر داشت، کاستن از هزینه نگهداری و تأمین قطعات یدکی می‌باشد. از این رو باید تنوع چراغ‌ها را به حداقل رساند و در دسترس بودن چراغ‌ها جهت تعمیر و نگهداری را در نظر داشت.

به طور کلی روشنایی مورد نیاز پست را می‌توان به چهار بخش عمده تقسیم نمود:

- روشنایی داخلی شامل سالن کنترل و رله، اتاق باتری، فضاهای اداری و بهداشتی، راهروها، اتاق دیزل، انبار، نگهبانی، اتاق PLC و اطاقکهای کنترل مربوط به سیستم‌های DCS
- روشنایی معابر شامل خیابان‌های اطراف محوطه تجهیزات و جاده‌های داخلی پست
- روشنایی محوطه شامل محوطه تجهیزات فشارقوی و ترانسفورماتورها
- روشنایی اضطراری

محاسبات معرفی شده در این فصل تنها شامل محاسبات لازم در طراحی روشنائی است و جهت محاسباتی نظیر تعیین سطح مقطع کابل‌ها، انتخاب کلید و فیوز، انتخاب لوله و موارد مشابه که مرتبط با مفاهیم الکتریکی هستند می‌بایستی به نشریه سیستم تغذیه متناوب فشار ضعیف (LVAC) و نشریه کابل از سری همین نشریات مراجعه نمود.

۲-۲- اطلاعات مورد نیاز برای طراحی

۲-۲-۱- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی فضاهای داخلی

برای طراحی روشنایی فضاهای داخلی اطلاعات زیر مورد نیاز است.

۲-۲-۱-۱- بررسی نقشه‌ها، ابعاد ساختمان، سطح کار و فضابندی

ابعاد ساختمان باید از روی نقشه‌های معماری پست به طراح ارائه شود. طول و عرض و ارتفاع اتاق بر ضریب بهره چراغ تأثیر می‌گذارند.

چیدمان تابلوهای داخل اتاق کنترل، تابلوهای فشار متوسط، میزهای کار و غیره جهت تغییر آرایش چراغ‌ها برای استفاده از حداکثر نور و جلوگیری از ایجاد سایه می‌بایستی مورد بررسی واقع گردد. همچنین یکی دیگر از اطلاعات لازم جهت طراحی، داشتن پلان سقف کاذب جهت انتخاب مناسب چراغ‌ها می‌باشد.

۲-۲-۱-۲- رنگ دیوارها و کف و سقف

این عامل برای محاسبه ضرایب انعکاس سقف، کف و دیوارها به کار می‌رود. هرچه این ضرایب بزرگتر باشند، سطوح مذکور نور بیشتری منعکس می‌کنند و در نتیجه نور بیشتری به سطح کار می‌رسد که به معنای افزایش ضریب بهره است. در جدول زیر درصد انعکاس بعضی از سطوح آمده است.

جدول ۲-۱: مقادیر میانگین ضرایب انعکاس برای سطوح مختلف

سطح	درصد انعکاس	رنگ سطح رنگ‌شده	درصد انعکاس
گچ خشک (تازه)	۸۰	سفید	۸۰
گچ خشک (کهنه)	۶۵	زرد	۶۵
سیمان خشک (تازه)	۴۵	صورتی‌روشن	۵۰
سیمان خشک (کهنه)	۲۰	خاکستری روشن	۵۰
آجر قرمز	۱۰	آبی روشن	۴۵
آجر سفید	۲۵	سبز روشن	۴۵
آسفالت با اندود قیر	۱۲	قرمز روشن	۴۰
سنگ مرمر سفید	۸۰	خاکستری تیره	۱۵
آلومینیوم پرداخت‌شده	۷۵	آبی تیره	۱۵
آلومینیوم کدر	۵۵	سبز تیره	۱۵
کاشی سفید	۸۰	قرمز تیره	۱۵
شیشه روشن ۲ میلیمتری	۸	قهوه‌ای تیره	۱۵
شیشه مات ۳ میلیمتری	۱۲	سیاه	۵
شیشه شیری ۳ میلیمتری	۵۵		
آینه	۹۰		
کنیتکس	۵۰		

در قسمتهای داخلی پست بهتر است که رنگ سقف از هارمونی‌های روشن (سفید و ...) و رنگ دیوارها دارای هارمونی‌های نیمه روشن (بژ، فیلی، آبی و آسمانی و ...) باشد. همچنین برای جلوگیری از خیرگی یا خستگی چشم، برای کف، رنگ‌های تیره مناسب‌تر است.

۲-۲-۱-۳- مقدار استاندارد شدت روشنایی

شدت روشنایی لازم برای انجام بسیاری از کارهای اساسی، توسط سازمانهای ذیربط در بسیاری از کشورها تعیین و توصیه شده است. مقادیر مذکور تابعی از مشخصه فضای مورد نظر، شرایط جغرافیایی و عادات فرهنگی هر منطقه می‌باشد. درجدول (۲-۲) شدت روشنایی برای نقاط مختلف داخلی پست مطابق دو استاندارد و همچنین مقادیر پیشنهادی آمده است. مقدار انتخابی طراح نباید از حداقل‌های جدول مذکور کمتر باشد.

جدول ۲-۲: مقادیر پیشنهادی شدت روشنایی در بخش‌های داخلی پست

محل	شدت روشنایی پیشنهادی بر حسب لوکس		
	سازمان برنامه و بودجه	IES(1987)	مقادیر پیشنهادی
سالن بزرگ کنترل	۴۰۰–۸۰۰	۵۰۰–۱۰۰۰	۳۵۰
گالری کابل	ـــ	۵۰–۱۰۰	۲۰۰
اطاق دیزل ژنراتور	ـــ	۲۰۰–۵۰۰	۱۰۰
باطری‌خانه	ـــ	۲۰۰–۵۰۰	۲۵۰
اطاق PLC	ـــ	۲۰۰–۵۰۰	۳۰۰
قسمت اداری	۱۰۰–۲۰۰	ـــ	۴۰۰
سوئیچگیر داخلی	–––	–––	۱۰۰
روشنایی اضطراری	–––	–––	۵۰

۲-۲-۱-٤- مشخصه‌های چراغ

برای محاسبات روشنایی، دانستن مشخصه ضریب بهره به ازای مقادیر مختلف شاخص فضا و ضرایب انعکاس سقف، دیوار و کف ضروری است. این اطلاعات را می‌توان از کاتالوگ‌های سازندگان چراغ به دست آورد.

۲-۲-۲- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی معابر

۲-۲-۲-۱- مسیر و فضابندی خیابان‌ها

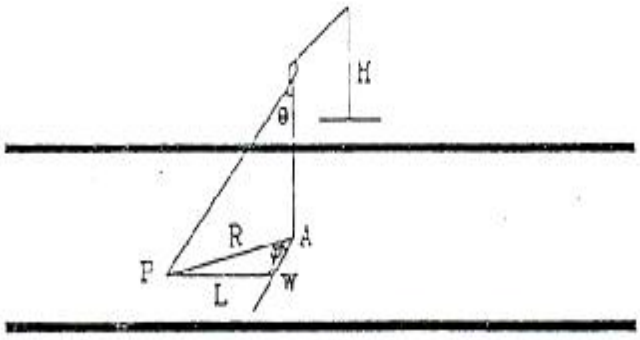
این ابعاد با توجه به نقشه آرایش پست در اختیار طراح قرار می‌گیرد.

۲-۲-۲-۲- مقدار استاندارد شدت روشنایی و ضرایب یکنواختی

شدت روشنایی در سطح خیابان‌های دسترسی در پست برابر ۲۰ لوکس انتخاب می‌شود. همچنین در این خیابان‌ها، ضریب یکنواختی طولی حداقل برابر $\frac{۱}{۶}$ و ضریب یکنواختی کلی حداقل برابر $\frac{۱}{۳}$ درنظر گرفته می‌شود.

۲-۲-۲-۳- منحنی‌های پخش نور چراغ‌ها

الف - منحنی ایزولوکس: این منحنی مکان هندسی نقاطی از معبر که شدت روشنایی یکسان دارند را نشان می‌دهد. موقعیت هر نقطه از معبر (P) با نسبت‌های $\frac{L}{H}$ و $\frac{W}{H}$ تعیین می‌شود. W، L وH در شکل (۲-۱) نشان داده شده‌اند.



شکل ۲-۱: تعیین موقعیت نقاط معبر نسبت به منبع نور

ب- منحنی ایزوکاندل: برای مشخص‌نمودن کیفیت توزیع شدت نور در جهات مختلف فضا از منحنی ایزوکاندل استفاده می‌شود. موقعیت هر نقطه از معبر با دو زاویه φ و θ مطابق شکل ۲-۱ مشخص می‌گردد.

$$\varphi = \tan^{-1}\frac{L}{W} \quad (۲-۱)$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{R}{H} \quad (۲-۲)$$

پ- منحنی ضریب بهره: این منحنی، مقدار ضریب بهره لامپ را بر حسب نسبت $\frac{W}{H}$ تعیین می‌نماید.

۲-۲-۳- اطلاعات لازم برای محاسبات روشنایی محوطه

طراحی روشنایی محوطه دارای سه مرحله است: در ابتدا یک ارزیابی عملی نشان خواهد داد که برای فراهم‌آوردن پخش نور لازم، چراغ‌ها باید درکجا نصب شوند (درمحوطه پست‌ها معمولاً منابع نور روی گانتری‌ها نصب می‌گردند). در ادامه با محاسبه مقدار لومن می‌توان تعداد چراغ‌ها و میزان لومن تولیدی مورد نیاز برای آنها را تعیین کرد. در پایان باید با محاسبه لومن لازم در نقطه به نقطه محیط، جهت تابش و محل نصب چراغ‌ها را تعیین نمود. شدت روشنایی لازم برای محوطه پست از جدول زیر به دست می‌آید:

جدول ۲-۳: شدت روشنایی لازم برای محوطه پست

محل	شدت روشنایی (لوکس)
محوطه سوئیچ‌گیر	۲۰
محوطه ترانسفورماتور	۴۰
تا ۱۰ متر بیرون فنس	۱۰
درب ورودی	۱۱۰

در نواحی غیر از مواردی که در جدول فوق اشاره گردید مقدار شدت روشنائی با نظر طراح انتخاب می‌گردد.

مقدار ضریب یکنواختی طولی برابر با $\frac{۱}{۶}$ و ضریب یکنواختی کلی برابر با $\frac{۱}{۳}$ فرض می‌شود. برای رسیدن نور کافی به نقاطی از محوطه که دور از محل نصب چراغ قرار دارند، می‌توان از چراغ‌هایی استفاده نمود که حداکثر شدت نور آنها در زوایای عمودی ۷۰ تا ۷۵ درجه اتفاق افتد.

در طراحی روشنائی محوطه پست‌های سرپوشیده[1] باید توجه داشت که به علت وجود انعکاس برای برآوردن شدت روشنایی لازم به مقدار لومن کمتر و در نتیجه به تعداد لامپ کمتری احتیاج خواهد بود. چراغ‌ها در پست‌های سرپوشیده در سقف نصب می‌گردند.

۲-۲-٤- روشنایی اضطراری

روشنایی اضطراری در محوطه پست را می‌توان به کمک تعدادی چراغ با لامپ‌های رشته‌ای ۶۰ تا ۷۵ وات و ۱۱۰ ولت مستقیم تأمین کرد. این چراغ‌ها در نزدیکی تابلوی اصلی ترانسفورماتورها، کنار کلید قدرت و روی استراکچر آن و دیگر محل‌های لازم (با درخواست کارفرما) نصب می‌شوند.

در پست‌هایی که دیزل ژنراتور برای مصارف اضطراری وجود دارد، درصورتی که ظرفیت آن اجازه بدهد می‌توان مقداری از مصارف روشنایی معمول ac را درصورت قطع برق به صورت اتوماتیک به این ژنراتور اضطراری متصل نمود. در این حالت می‌توان روشنایی اضطراری dc را از مدار خارج کرد.

تعداد و جایابی لامپ‌های روشنائی اضطراری dc بسته به چیدمان تابلوهای سوییچگیر ۲۰kV، تابلوهای اتاق کنترل و اتاق باتری تعیین می‌شود.

1. Indoor substations

همچنین می‌توان از چراغ‌های دستی با لامپ dc به همراه باتری و شارژر مربوطه برای روشنایی ورودی‌های ساختمان کنترل استفاده کرد. معمولاً این چراغ‌ها روی دیوار نصب می‌گردند و هرگاه تغذیه ac قطع شود به طور اتوماتیک روشن می‌شوند.

۲-۳- انتخاب لامپ مناسب برای قسمت‌های مختلف پست

برای انتخاب لامپ مناسب برای هر قسمت از پست، ابتدا باید شاخص‌هایی برای عملکرد لامپ‌ها مشخص گردد. سپس با توجه به ویژگی‌های هر منطقه از پست، لامپی که برای آن منطقه مناسب‌تر است تعیین می‌شود. این شاخص‌ها عبارتند از:

الف- رنگ نور لامپ

ازآنجا که چشم انسان بیشترین حساسیت را نسبت به نور طبیعی روز از خود نشان می‌دهد، لامپ‌هایی مناسب‌تر هستند که طول موج‌های ۵۵۰ نانومتر در طیف امواج الکترومغناطیسی را تولید کنند. بنا به تجربه، لامپ‌های رشته‌ای اولین انتخاب برای روشنایی کاربری‌های مسکونی و مشابه آن می‌باشند. اما با توجه به راندمان و طول عمر پایین آنها، در فضاهای اداری که مدت زمان روشن بودن لامپ‌ها بیشتر است، لامپ‌های فلورسنت ترجیح داده می‌شوند.

ب- ضریب بهره نوری لامپ

برای کاهش توان الکتریکی لازم جهت تأمین روشنایی، باید در طراحی روشنایی فضاهایی که به لومن زیاد نیاز دارند، حتی‌الامکان از لامپ‌هایی استفاده کرد که بهره نوری بالاتری دارند.

پ- عمر لامپ

درمیان لامپ‌ها بیشترین طول عمر متعلق به لامپ بخار جیوه پرفشار است. لامپ‌های سدیمی و فلورسنت در رده بعدی قرار می‌گیرند و لامپ‌های رشته‌ای نیز کوتاه‌ترین طول عمر را دارند. در فضاهایی که دسترسی به لامپ و تعویض آن دشوار است باید از لامپ‌هایی با طول عمر بیشتر استفاده کرد.

ت- درجه حرارت لامپ

نور لامپ‌های فلورسنت به دمای سطح لوله این لامپ‌ها وابسته است. زیرا هر نوع تغییر درجه حرارت محیط موجب تغییر فشار گاز داخل لامپ و کاهش جریان یونیزاسیون می‌شود. نور انواع لامپ‌های دیگر، عملاً مستقل از دمای محیط است.

ث- تپش نور لامپ

لامپ‌های رشته‌ای با توان بیش از ۴۰ وات تپش نوری قابل توجهی ندارند. تپش نوری لامپ‌های فلورسنت دو برابر فرکانس شبکه است. یعنی یک لامپ فلورسنت با تغذیه از شبکه ایران، در هر ثانیه ۱۰۰ بار خاموش می‌شود. این مسأله وقتی مشکل‌ساز می‌شود که بخواهیم یک جسم دوار را در نور این لامپ‌ها مشاهده کنیم. اگر سیکل روشن و خاموش‌شدن لامپ با سیکل حرکت دورانی ماشین همزمان شود؛ ممکن است جسم دوار ساکن به نظر برسد. این پدیده، اثر استروبوسکوپ نام دارد. برای رفع آن معمولاً از چراغ‌های دو یا سه لامپی که تغذیه آنها با جریان‌های ناهم فاز صورت می‌گیرد استفاده می‌شود. این ناهم فازی را می‌توان با استفاده از خازن ایجاد کرد یا اینکه چراغ ۳ لامپی را از فازهای مختلف سیستم سه فاز تغذیه نمود.

تپش نوری لامپ‌های جیوه و سدیم به طرز قابل ملاحظه‌ای از ضربان نوری لامپ‌های فلورسنت بیشتر است و برای کاهش آن باید مدارهای الکترونیکی مناسب به کار برد.

ج- راه‌اندازی لامپ

غیراز لامپ‌های رشته‌ای، انواع دیگر لامپ‌های مورد بحث نیاز به سیستم راه‌انداز دارند. به علاوه لامپ‌های جیوه‌ای قابلیت روشن‌شدن سریع پس از قطع لحظه‌ای برق را ندارند.

جریان راه‌اندازی لامپ‌های فلورسنت به ۲ برابر جریان نامی آنها محدود می‌شود و بعضی از انواع این لامپ‌ها را نیز می‌توان از منبع dc تغذیه کرد.

اکنون با توجه به معیارهای معرفی‌شده، نوع مناسب لامپ برای هر قسمت پیشنهاد می‌شود.

- برای روشنایی عمومی کلیه فضاهای داخلی، با توجه به راندمان، طول عمر و رنگ مناسب لامپ‌های فلورسنت، این نوع لامپ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- برای روشنایی معابر دسترسی، خیابانهای اطراف پست و محوطه، از لامپ‌های سدیم استفاده می‌شود. چون این لامپ‌ها دارای بهره نوری زیادی می‌باشند و در مکانهای یادشده، زردبودن رنگ نور این لامپ‌ها اهمیتی ندارد. همچنین می‌توان برای کاربری فوق از لامپ‌های جیوه استفاده کرد. اما در هوای مه‌آلود استفاده از لامپ سدیم پرفشار بهتر است. این لامپ‌ها طیف نوری مناسبی برای کار در هر نوع شرایط جوی فراهم می‌کنند.
- برای روشنایی اضطراری و جهت بازرسی‌ها می‌توان از لامپهای رشته‌ای به صورت سیار استفاده نمود. زیرا در موارد فوق راندمان پایین این نوع لامپ‌ها اهمیتی ندارد.
- در پست‌های مسقف و سرپوشیده، از لامپ‌های جیوه یا سدیم برای روشنایی استفاده می‌شود.

۲-٤- انتخاب چراغ برای قسمت‌های مختلف پست

برای انتخاب چراغ، باید معیارهای زیر مد نظر قرار گیرد:

الف- تناسب چراغ با فضا از نظر کاربری

با توجه به کاربری و ویژگی‌های محیط کار (رطوبت، قابلیت اشتعال یا انفجار و ...) باید چراغ مناسب انتخاب شود.

ب- تناسب چراغ با فضا از نظر نحوه نصب

استفاده از انواع چراغ‌های روکار، توکار، دیواری، پایه‌دار و ... بستگی مستقیم به مصالح ساختمانی و رنگ فضا دارد. در انتخاب این چراغ‌ها باید به نحوه نصب، سیم‌کشی و لوله‌کشی توجه کرد.

پ- تناسب چراغ با فضا از نظر پخش نور

برای روشنایی فضاهای عمومی باید از چراغ‌های پهن‌تاب[1] استفاده کرد درحالی که برای کارهای تخصصی و دقیق از چراغ‌های جمع‌تاب[2] استفاده می‌شود. این موضوع در طراحی روشنایی فضاهایی همچون محوطه پست و اتاق کنترل باید مورد توجه قرار گیرد.

1. Flood light
2. Spot light

ت- تناسب چراغ با لامپ ازنظر ساختار

در انتخاب چراغ مناسب برای لامپ از نظر ساختاری، علاوه‌بر سرپیچ و مسیر و چگونگی عبور جریان الکتریکی، باید به مواردی همچون انتقال حرارت لامپ و تأثیرات شیمیایی و فیزیکی گرمای لامپ بر قسمت‌های مختلف چراغ از جمله رفلکتور و نورپخش‌کن و مسائل جنبی مثل تعمیر و تعویض لامپ نیز توجه شود.

با توجه به معیارهای فوق، چراغ‌های مناسب برای هر قسمت از پست پیشنهاد می‌شود:

- در دیزل‌خانه و انبار از چراغ‌های پهن‌تاب صنعتی روکار با رفلکتور مجهز به کانال‌های عبور هوای گرم استفاده شود.
- در اتاق باتری با توجه به وجود گازهای خورنده، چراغ‌های به کار رفته باید ضدانفجار و مقاوم در برابر خوردگی شیمیایی با کلاس حفاظت IP45، IP54، IP55 وIP65 باشند. عموماً چراغ‌هایی که بدنه آنها با ریخته‌گری یک فلز مقاوم در برابر خوردگی ساخته می‌شود بهتر از چراغ‌هایی هستند که از ورق فلزی ساخته شده‌اند. استفاده از آلومینیم ریخته‌گری شده[1] پیشنهاد می‌شود. رنگ سیستم‌های محافظ نیز باید مناسب باشد. رنگ‌هایی که مقاومت بالایی در برابر اسید دارند، نمی‌توانند در مقابل بعضی از آلکیلها مقاومت کنند. پلاستیک‌هایی مثل آکریلیک، پلی‌استرن و PVC در مقابل اغلب اسیدهای غیرآلی و آلکیلها مقاوم هستند ولی در برابر تعدادی از اسیدهای آلی مقاومت چندانی ندارند.
- در قسمت‌های عمومی ساختمان کنترل از چراغ‌های پهن‌تاب مجهز به تیغه‌های پخش‌نور استفاده شود.
- برای روشنایی پانل‌های اتاق کنترل چراغ‌هایی با قابلیت تمرکز نور به کار رود.
- برای روشنایی خیابان‌های دسترسی در پست‌های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، چراغ‌های مجهز به حباب شیشه‌ای شیری رنگ پیشنهاد می‌شود . در پست‌های۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت پیشنهاد می‌شود که چراغ‌های خیابانی با لامپ‌های سدیم پرفشار به کار رود.
- برای روشنایی عمومی محوطه پست، پروژکتورهای پهن‌تاب مناسب است.
- در روشن‌سازی موضعی قسمت‌های حساس پست، پروژکتورهای جمع‌تاب به کار رود.

۲-۵- طراحی روشنایی

محاسبات دقیق روشنایی به طور دستی پیچیده و وقت‌گیر است. در این قسمت روش‌های محاسبه روشنایی معرفی می‌شود. با استفاده از روش لومن امکان در اختیار داشتن یک طرح مقدماتی برای روشنائی فراهم می‌گردد. به این دلیل در این بخش روش لومن دقیق‌تر بررسی شده است. در نهایت طراح به کمک نرم‌افزارهای موجود قادر خواهد بود طرح مقدماتی که از روش لومن فراهم شده است بهبود بخشد.

1. Die - cast

۲-۵-۱- روش‌های محاسبه روشنایی

این روش‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف- روش نقطه به نقطه

با استفاده از روش نقطه‌به نقطه می‌توان شدت روشنایی حاصل از یک یا چند چراغ را در هر نقطه دلخواه به دست آورد. این روش برای محاسبات روشنایی خارجی در محیط‌هایی که سطح منعکس‌کننده ندارند مناسب بوده و جوابهای دقیقی به دست می‌دهد. در انجام محاسبات روشنایی داخلی با این روش، لازم است اثر سطوح منعکس‌کننده مثل دیوارها و سقف به طریق دیگری محاسبه و به جواب اضافه شود. گاهی برای سادگی از انعکاس‌های موجود صرف‌نظر می‌گردد و در نتیجه جواب‌های به دست آمده از جواب‌های واقعی کوچکتر می‌شوند.

شدت روشنائی ناشی از منبع نور نقطه ای روی سطح صاف افقی برابر است با:

$$E_h = \frac{I(\theta)}{r^2}\cos\theta = \frac{I(\theta)}{h^2}\cos^3\theta \qquad (۲-۲)$$

در همین رابطه $I(\theta)$ شدت نور منبع در جهت θ، r فاصله منبع نور نقطه‌ای تا نقطه مورد نظر، h فاصله عمودی منبع تا سطح و θ زاویه خط عمود بر سطح افقی با خط واصل منبع به نقطه مورد نظر است. شدت روشنائی ناشی از منبع نور نقطه‌ای در نقطه‌ای روی سطح صاف عمودی A برابر است با:

$$E_v = \frac{I(\theta)}{r^2}\sin\theta = \frac{I(\theta)}{h^2}\mathrm{Cos}^2\theta\sin\theta \qquad (۲-۳)$$

برای محاسبه شدت روشنایی ناشی از یک منبع نور گسترده در نقطه‌ای روی سطح افقی از رابطه دیفرانسیلی به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$dE_h = \frac{L\cos\theta\cos\varphi}{r^2}dA \qquad (۲-۴)$$

در این رابطه dA جزء دیفرانسیلی سطح منبع نور گسترده و φ زاویه بین بردار عمود بر سطح dA با خط واصل بین جزء dA و نقطه مورد نظر می‌باشد. L درخشندگی منبع نور است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$L = \frac{dI}{dA} \qquad (۲-۵)$$

شدت روشنایی دیفرانسیلی ناشی از یک منبع نور گسترده در نقطه‌ای در سطح عمود از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$dE_v = \frac{L\cos\theta\sin\varphi}{r^2}dA \qquad (۲-۶)$$

بدیهی است که با انتگرال‌گیری روی کل سطح منبع گسترده، شدت روشنائی در نقطه مورد نظر بدست خواهد آمد.

ب- روش شار نوری یا روش لومن

با استفاده از روش شار نوری می‌توان شدت روشنایی متوسط را روی هر سطح دلخواه محاسبه کرد. عیب روش مذکور این است که تغییرات شدت روشنایی از یک نقطه به نقطه دیگر را به دست نمی‌دهد. مزیت این روش سادگی آن است. امروزه برای محاسبات روشنایی داخلی و بعضی محاسبات روشنایی خارجی مثل روشنایی خیابان‌ها در پست از این روش استفاده می‌شود. در روش لومن از

مقادیر شدت روشنایی متوسط که برای اماکن مختلف به صورت استاندارد مشخص شده است، شروع می‌شود و تعداد چراغ‌های لازم و محل نصب آن‌ها طوری انتخاب می‌شود که شدت روشنایی مورد نظر تأمین گردد.

۲-۵-۲- روش لومن برای طراحی روشنایی داخلی

در این روش ابتدا شاخص فضا[1] محاسبه می‌شود. اگر L طول اتاق، W عرض اتاق و h ارتفاع نصب چراغ‌ها از سطح کار باشد، در مورد نور مستقیم، نیمه‌مستقیم و پخش یکسان، شاخص فضا از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K_r = \frac{LW}{h(L+W)} \qquad (۲-۷)$$

درمورد نور غیرمستقیم و نیمه غیرمستقیم، شاخص فضا برابر است با:

$$K_r = 1.5\frac{LW}{H(L+W)} \qquad (۲-۸)$$

که H ارتفاع سقف از سطح کار است. با دانستن شاخص فضا و ضرایب انعکاس از سقف، دیوارها و کف می‌توان ضریب بهره CU و ضریب نگهداری MF را از کاتالوگ‌های سازندگان چراغ به دست آورد و آن‌گاه میزان کل شار نوری مورد نیاز را از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\phi = \frac{E_{av} \times L \times W}{CU \times MF} \qquad (۲-۹)$$

که E_{av} مقدار متوسط شدت روشنایی در سطح کار برحسب لوکس می‌باشد. با دانستن شار نوری کل و شار نوری تولیدی توسط هر لامپ انتخابی می‌توان تعداد کل منابع نور را به دست آورد. سپس محل نصب چراغ‌ها به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که توزیع نور حتی‌الامکان یکنواخت باشد.

۲-۵-۳- روش لومن برای طراحی روشنایی معابر

در روش لومن، شدت روشنایی متوسط در سطح معبر را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$E_{av} = \frac{\phi \times CU \times LLF}{L \times W} \qquad (۲-۱۰)$$

در این رابطه، W عرض معبر، L فاصله دو پایه متوالی و ϕ شار نوری تولیدی هر لامپ است. LLF ضریب کاهش نور بر اثر کهنگی لامپ و آلودگی سطح چراغ بوده و برابر است با:

$$LLF = LDDF \times LLDF \qquad (۲-۱۱)$$

LDDF ضریب کاهش نور بر اثر کثیف‌شدن سطح چراغ بوده و تابع نوع محیط، حجم ترافیک، نوع وسایل نقلیه (بنزینی یا گازوئیلی)، نفوذپذیری چراغ درمقابل گرد و غبار و نیز فاصله زمانی بین گردگیری‌هاست.

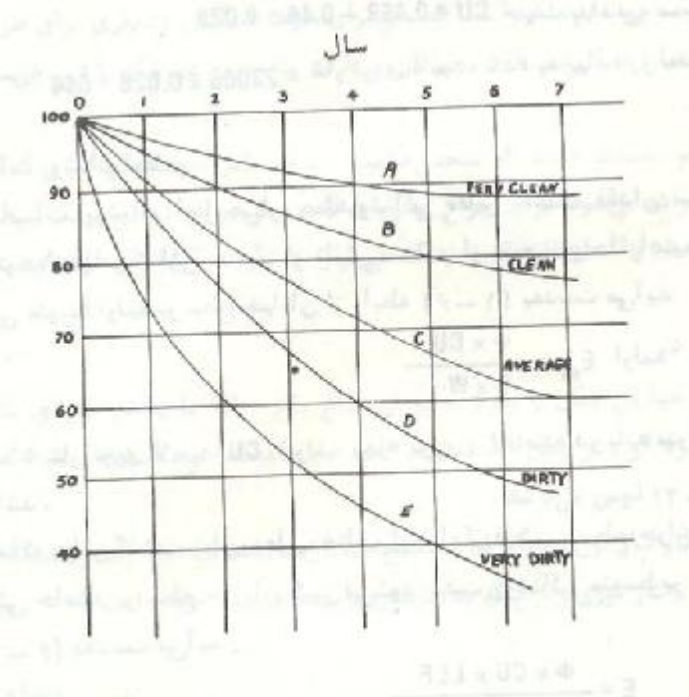
LLDF ضریب کاهش نور بر اثر فرسودگی لامپ (نسبت شارنوری لامپ درمیانه عمر فعال به شارنوری اولیه لامپ) است که معمولاً به صورت منحنی‌هائی توسط سازندگان چراغ‌ها داده می‌شود.

1.Room ratio

در شکل ۲-۲ نمونه‌ای از این منحنی‌های (LDDF) که جهت اغلب چراغهای خیابانی قابل استفاده است نشان داده شده است.

محور افقی فاصله زمانی بین گردگیری چراغها بر حسب سال و محور عمودی ضریب کاهش نور LDDF را نشان می‌دهد. پنج منحنی جهت وضعیت‌های مختلف داده شده است.

منحنی A (خیلی تمیز) جهت معابر آسفالت، تمیز، بدون مواد چسبنده در هوا، ترافیک آهسته و ممنوع برای کامیون‌ها به کار می‌رود.



شکل ۲-۲: منحنی ضریب کاهش نور بر اثر کثیف شدن سطح چراغ

منحنی B (تمیز) جهت معابری مانند بالا بجز با ترافیک متوسط سواریها و کامیونها و آزاد راههای واقع در مناطق محدود نشده به کار می‌رود.

منحنی C (متوسط) جهت معابر مانند بالا با حجم ترافیک بیشتر استفاده می‌شود.

منحنی D (کثیف) جهت مناطق محدود شده به وسیله ساختمانها با حجم ترافیک سواری و کامیون بالاتر از حد متوسط به کار می‌رود.

منحنی E (خیلی کثیف) جهت مناطق تجاری، صنعتی با عبور کامیونها، اتوبوسها، وجود گرد و غبار چسبنده در هوا و ترافیک سنگین استفاده می‌شود.

درهنگام طراحی پس از انتخاب لامپ، با تعیین E_{av} از جداول استاندارد، فاصله بین دو پایه متوالی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$L = \frac{\phi \times CU \times LLF}{W \times E_{av}} \qquad (۱۲-۲)$$

در مرحله بعد می‌بایستی در محدودهٔ مجاز بودن ضرایب یکنواختی بررسی گردد. بدین منظور باید شدت روشنایی حداقل، متوسط و حداکثر روی سطح معبر به دست آید. این کار با استفاده از منحنی‌های پخش نور چراغ انجام می‌گیرد. به این ترتیب که برای تعیین شدت روشنایی ناشی از یک چراغ روی یک نقطه مفروض P از معبر، موقعیت P نسبت به تصویر چراغ روی معبر، با زوایای ϕ و θ مشخص شده و سپس از منحنی پخش نور چراغ، شدت نور آن در موقعیت مذکور $I(\theta,\phi)$ تعیین می‌شود. شدت روشنایی در نقطه P از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E=\frac{I(\theta,\phi)}{H^2}\cos^3\theta \qquad (۲-۳)$$

با محاسبه و جمع شدت‌های روشنایی ناشی از چراغ‌هایی که بیشترین تأثیر را بر روشنایی نقطه P دارند، شدت روشنایی کل در این نقطه به دست می‌آید.

درصورتی که ضرایب یکنواختی از حد مجاز تعیین‌شده کوچکتر باشند باید با کاهش فاصله پایه‌ها، افزایش ارتفاع نصب، تغییر در آرایش پایه‌ها یا تغییر لامپ و چراغ انتخابی، طراحی را بهبود بخشید.

شایان ذکر است که در نشریه مشخصات فنی عمومی و اجرائی روشنائی راههای شهری شماره ۱۹۵ سازمان برنامه و بودجه از روش دیگری مبتنی بر درخشندگی متوسط سطح معبر و بررسی خیرگی برای روشنائی معابر استفاده شده است که با توجه به حجم کم تردد در معابر پستها استفاده از روش فوق به دلیل سادگی ارجحیت خواهد داشت.

۲-۵-٤- روشنایی محوطه

برای روشنایی محوطه از پروژکتورهای پهن‌تابی استفاده می‌شود که حداکثر شدت نور آنها در زوایای عمودی ۷۰ تا ۷۵ درجه حاصل شود. این چراغها بر روی پایه (معمولی بیشتر از ۸ متر) نصب می‌شوند. چوک و راه‌انداز آنها نیز در محفظه‌ای فلزی در ارتفاع ۱/۵ متر از سطح زمین بر روی پایه قرار می‌گیرد. هرچه محل نصب این چراغها بلندتر باشد توزیع شدت روشنایی یکنواخت‌تر خواهد شد. برای روشنایی محوطه سوئیچگیر می‌توان از گانتری‌ها جهت نصب چراغها استفاده کرد.

تعداد چراغهای لازم برای محوطه پست از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N=\frac{E\times A}{\phi\times CU\times MF} \qquad (۲-۴)$$

دراین رابطه E مقدار متوسط شدت روشنایی در سطح پست است که می‌توان آن را برای محوطه سوئیچگیر برابر ۲۰ لوکس و برای محوطه ترانسفورماتور برابر۴۰ لوکس انتخاب کرد. CU ضریب بهرهٔ چراغ، ϕ شارنوری هر چراغ، MF ضریب نگهداری و A مساحت سطح محوطه پست است.

پس از تعیین تعداد چراغها، باید آنها را به‌گونه‌ای در محوطه پست آرایش داد که ضرایب یکنواختی در محدودهٔ مجاز قرارگیرند. در این مورد نیز می‌توان با استفاده از منحنی‌های پخش نور چراغ، شدت روشنایی در نقاط مختلف را محاسبه کرده، ضرایب یکنواختی را به دست آورد. درصورتی که نور به قدرکافی یکنواخت توزیع نشده بود باید با تغییر زاویه تابش چراغها و ارتفاع نصب آنها، طرح را بهبود بخشید.

۲-٦- مثال طراحی

برای محاسبات روشنائی معمولاً از نرم‌افزارهای Calculux و Dialux استفاده می‌شود. در ادامه، نمونه‌هایی از طراحی روشنایی اتاق کنترل، محوطه و معابر پست که توسط نرم‌افزار Calculux انجام شده است، بررسی می‌شود.

۲-٦-۱- نمونه‌ای از طراحی روشنایی اتاق کنترل

- ابعاد اتاق:

طول = ۲۷ متر عرض = ۵ متر ارتفاع = ۵ متر ارتفاع سطح کار= ۰/۸ متر

- ضرایب انعکاس قسمت‌های مختلف اتاق

ضریب انعکاس سقف = ۰/۵

ضریب انعکاس کف= ۰/۱

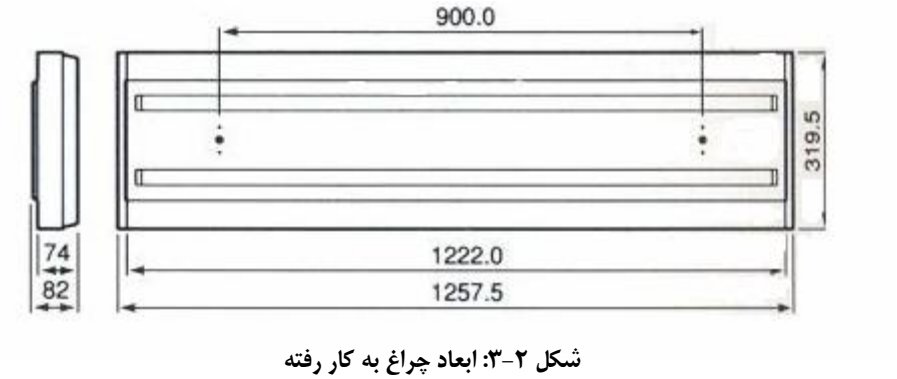
ضریب انعکاس دیوارها= ۰/۳

- **ضریب نگهداری**

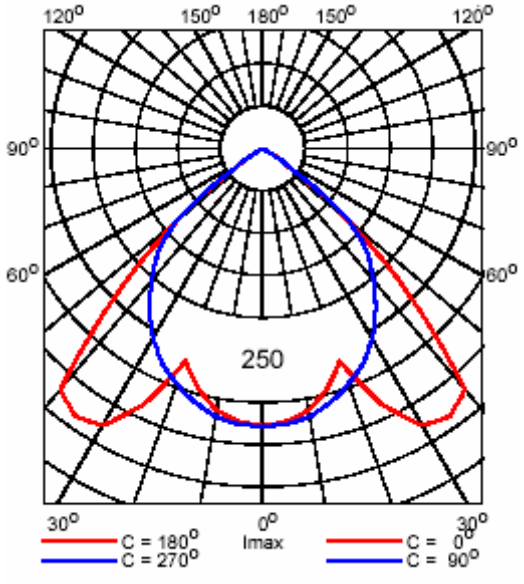
در این پروژه، ضریب نگهداری چراغ‌ها، واحد فرض شده است.

- **چراغ مورد استفاده**

در این پروژه از لامپ‌های فلورسنت با چراغ 30 TCS 314/236 D6 و دو عدد لامپ TL-D 36W در هر چراغ استفاده شده است. توان الکتریکی کل هر چراغ ۸۸ وات و کل شار نوری ۲×۳۳۵۰ لومن می‌باشد. شکل ظاهری و منحنی پخش نور چراغ در شکل‌های ۲-۳ و ۲-۴ مشاهده می‌شود.



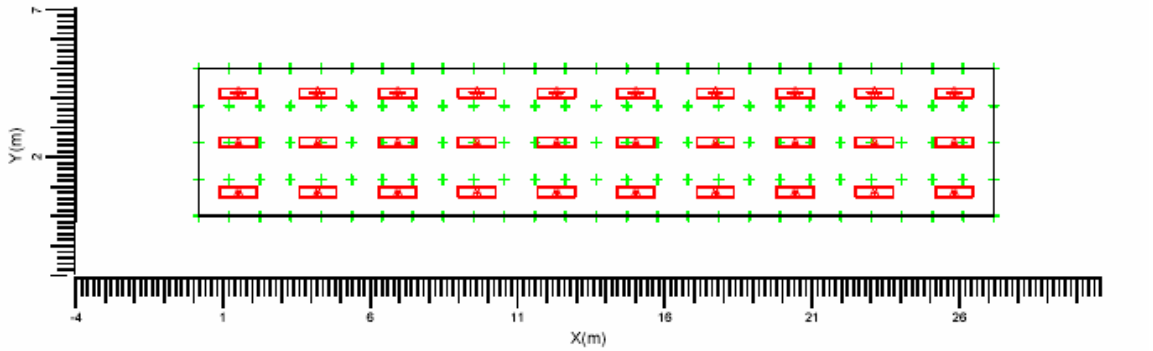
شکل ۲-۳: ابعاد چراغ به کار رفته



شکل ۲-٤: منحنی پخش نور چراغ به کار رفته

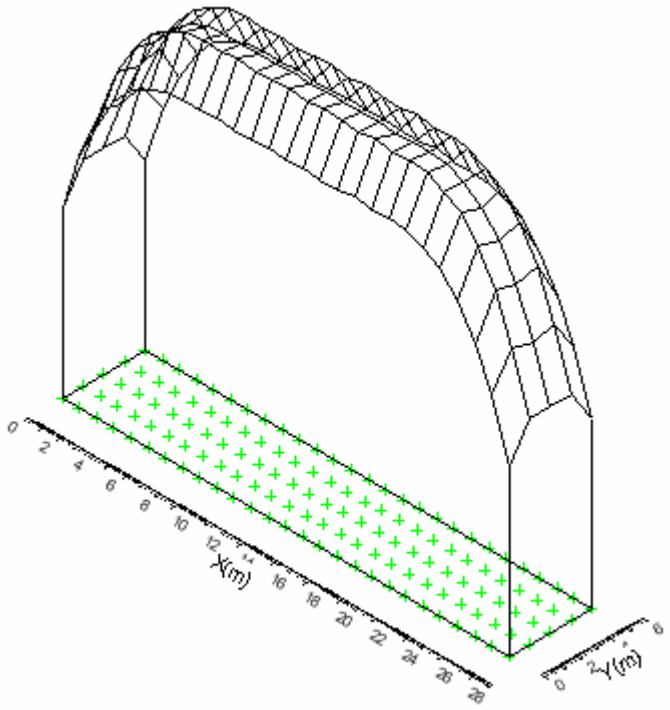
در صورتی که چراغ‌ها مطابق با شکل ۲-۵ آرایش یابند، مقادیر متوسط شدت روشنایی و ضرایب یکنواختی برابر خواهند بود با:

حداقل به حداکثر	حداقل به متوسط	متوسط	واحد
۰/۴۶	۰/۵۳	۵۴۸	Lux

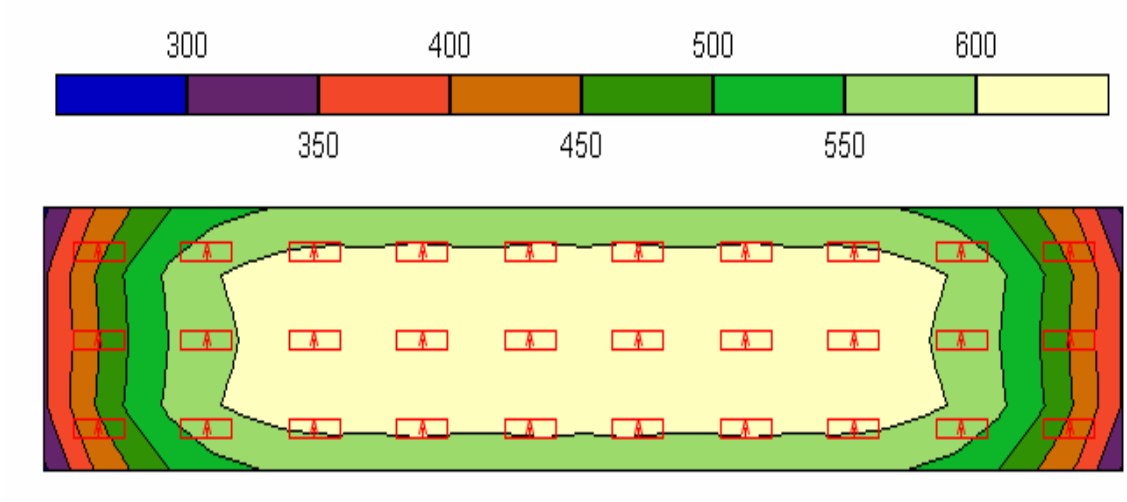


شکل۲-۵: چیدمان چراغ‌ها در اتاق و شبکه‌بندی سطح کار

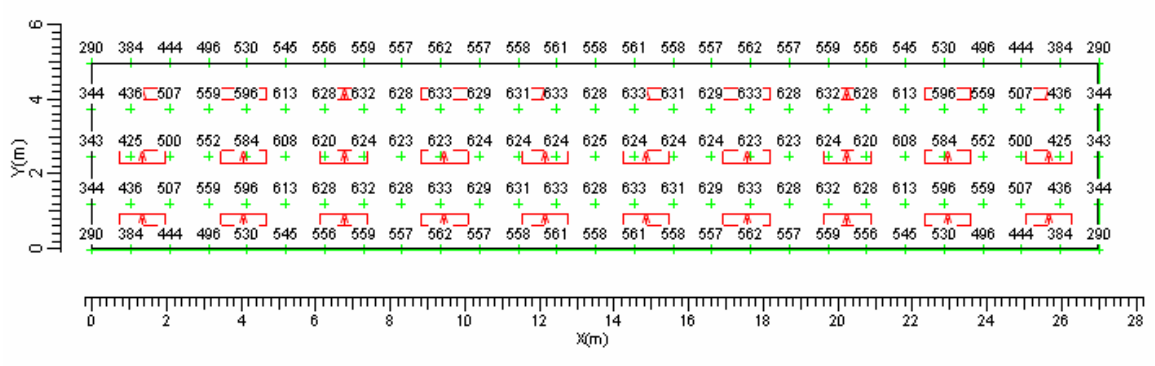
در شکل‌های ۲-۶، ۲-۷ و ۲-۸ نتایج شبیه‌سازی ارائه شده است.



شکل ۲-٦: نمودار قله‌ای توزیع شدت روشنایی در اتاق کنترل



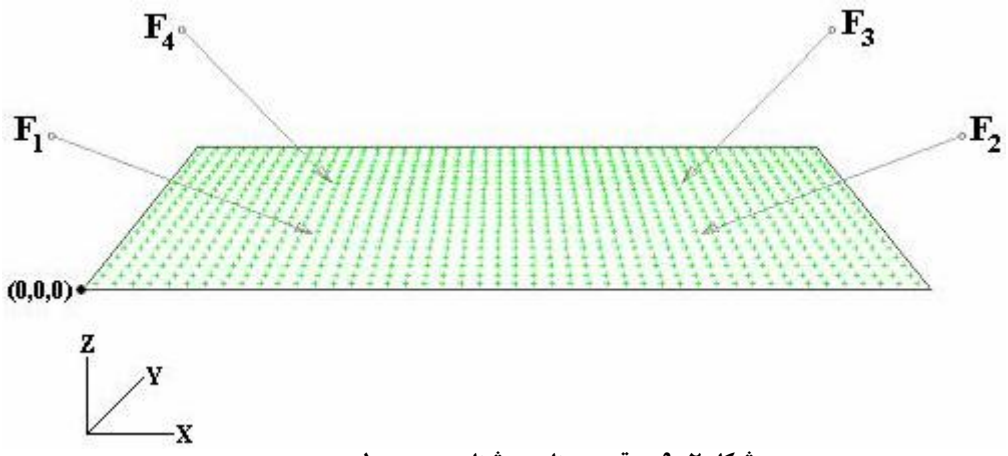
شکل ۲-۷: نمودار ایزوکانتور روشنایی در اتاق کنترل



شکل ۲-۸: شدت روشنایی در نقاط مختلف (در فاصلهٔ ۸۰ سانتی‌متر از کف)

۲-۶-۲- نمونه‌ای از طراحی روشنایی محوطه

طراحی روشنایی محوطه یک پست ۶۳ کیلوولت با ابعاد ۴۶ × ۲۰ متر، با استفاده از چهار لامپ سدیم پرفشار ۲۵۰ وات و ۳۲ کیلولومن (با نام SON-TP250W) انجام گرفته است. نحوه آرایش منابع نور (F_1 تا F_4) در محوطه پست، در شکل (۲-۹) ملاحظه می‌شود.



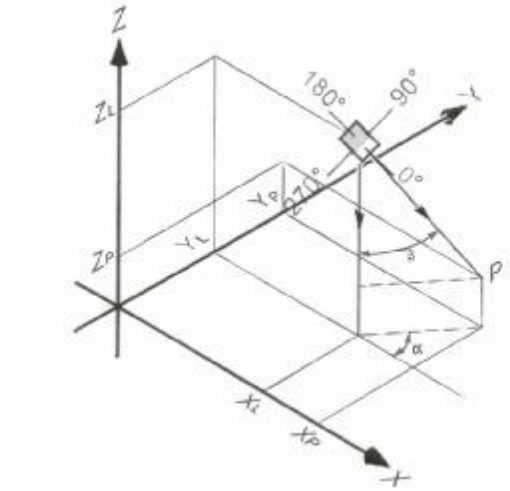
شکل ۲-۹: موقعیت منابع روشنایی در محوطه پست

محل، ارتفاع نصب و زاویه تابش لامپ‌ها در جدول (۲-۴) آمده است.

جدول ۲-٤: موقعیت هندسی و زوایای تابش لامپ‌ها

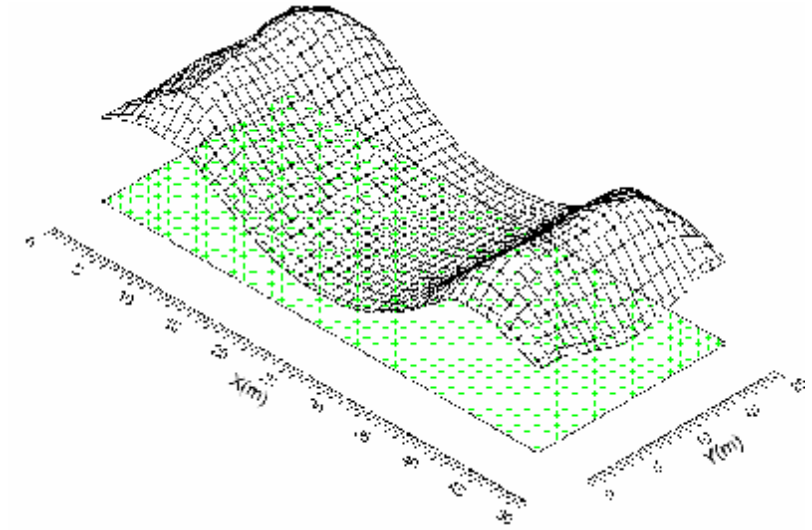
شماره چراغ	موقعیت چراغ (متر)			زوایای تابش (درجه)	
	X	Y	Z	α	β
F_1	۰	۰	۹	۳۰	۵۵
F_2	۴۶	۰	۹	۱۵۰	۵۵
F_3	۴۶	۲۰	۹	-۱۵۰	۵۵
F_4	۰	۲۰	۹	-۳۰	۵۵

زوایای α و β در شکل (۲-۱۰) مشخص شده‌اند.

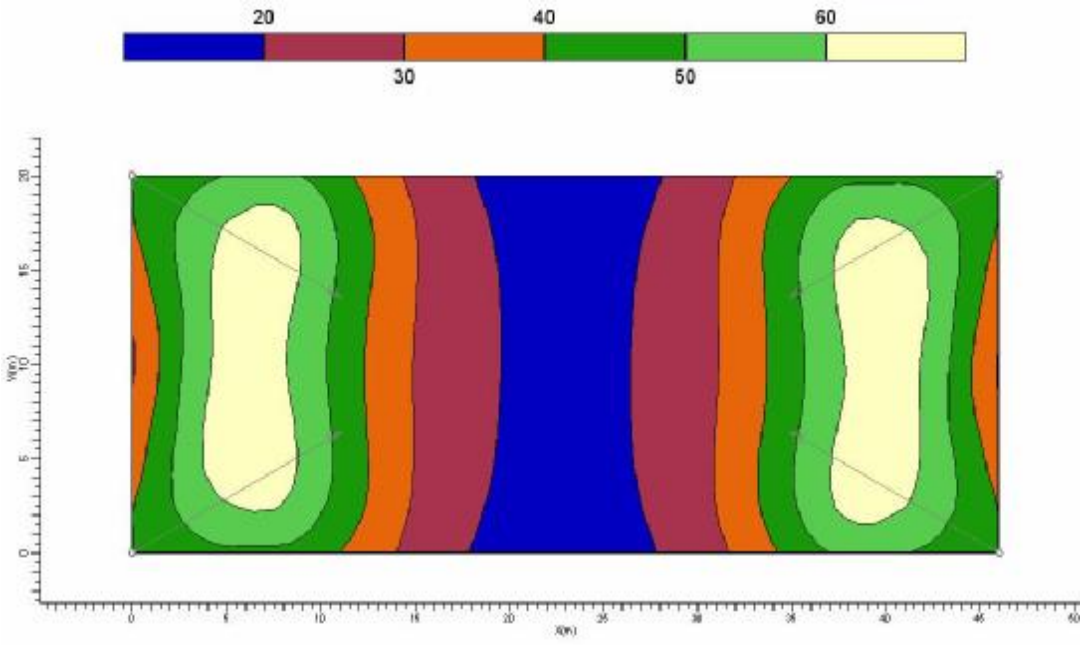


شکل ۲-۱۰: زوایای تابش

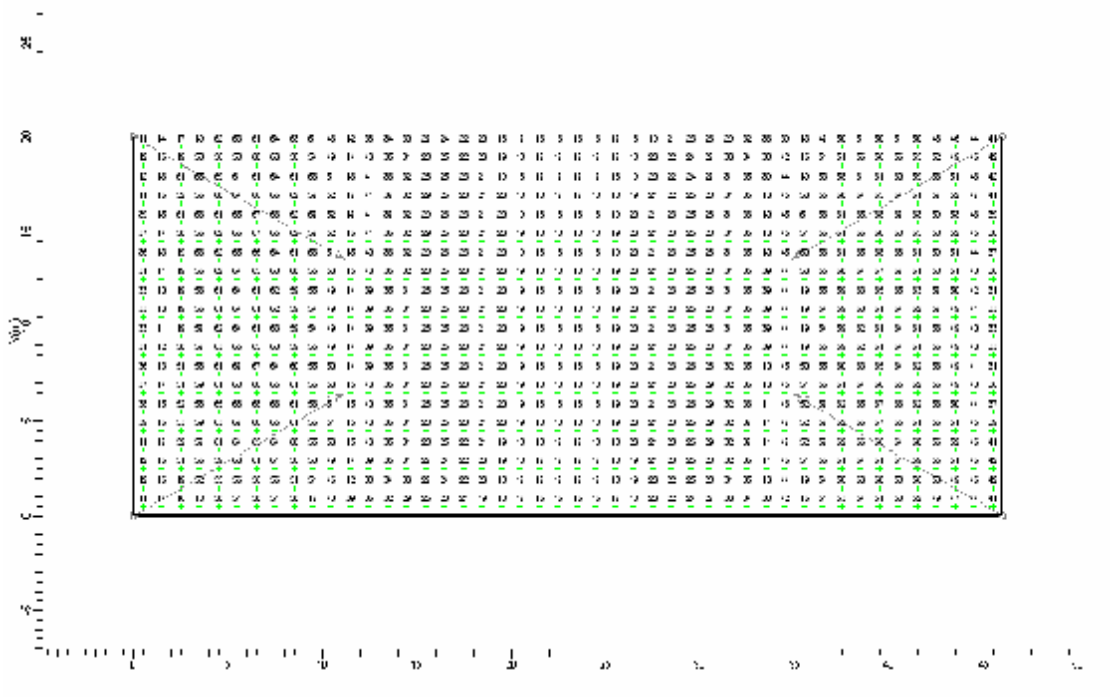
شبیه‌سازی براساس ضریب نگهداری MF = ۰/۷ انجام و نتایج در شکل‌های (۲-۱۱) تا (۲-۱۲) ارائه شده است.



شکل ۲-۱۱: نمودار قله‌ای توزیع شدت روشنایی در محوطه پست



شکل ۲-۱۲: نمودار ایزوکانتور روشنایی در محوطه پست



شکل ۲-۱۳: شدت روشنایی در نقاط مختلف محوطه پست

مقدار متوسط شدت روشنایی در محوطه پست: ۴۰ لوکس

حداقل به متوسط: ۰/۴

حداقل به حداکثر: ۰/۲۳

فصل ۳

الزامات و آزمونها

مقدمه

در این فصل ابتدا شرایط عمومی لازم به هنگام اندازه‌گیری روشنایی بیان می‌شود. سپس نحوه اندازه‌گیری مقدار متوسط شدت روشنایی در فضاهای داخلی در مورد چند آرایش متداول منابع نور معرفی می‌گردد. در ادامه، اندازه‌گیری شدت روشنایی در نقاطی از فضای داخلی، اندازه‌گیری درخشندگی و هم‌چنین اندازه‌گیری شدت روشنایی در فضاهای آزاد مورد بحث قرار می‌گیرد.

۳-۱- شرایط عمومی اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری شدت روشنایی باید از وسایل اندازه‌گیری نوع سلولی[1] استفاده شود. در صورت امکان باید از اندازه‌گیری در دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد و بیشتر از ۵۰ درجه سانتیگراد اجتناب شود. بهتر است قبل از قرائت، فتومتر به مدت ۵ تا ۱۵ دقیقه در معرض نوری قرار گیرد که شدت روشنایی آن در حدود مقداری است که قرار است اندازه‌گیری شود. به این ترتیب فتومتر پایدار می‌شود. مشخصات فنی دستگاه فتومتری می‌بایستی مطابق با استاندارد IES باشد.

لامپ‌های تخلیه باید حداقل یک ساعت قبل از اندازه‌گیری روشن شوند تا به شرایط کار نرمال برسند. هم‌چنین باید حداقل ۱۰۰ ساعت از عمر آنها سپری شده باشد. لامپ‌های التهابی نیز می‌بایستی قبل از زمان اندازه‌گیری حداقل ۲۰ ساعت از عمرشان گذشته باشد.

۳-۲- اندازه‌گیری شدت روشنایی در فضاهای داخلی

روشنایی در فضاهای داخلی از دو منظر بررسی می‌شود. یکی روشنایی عمومی فضا و دیگری شدت روشنایی در نقاطی از فضا که کار خاصی در آن انجام می‌شود .

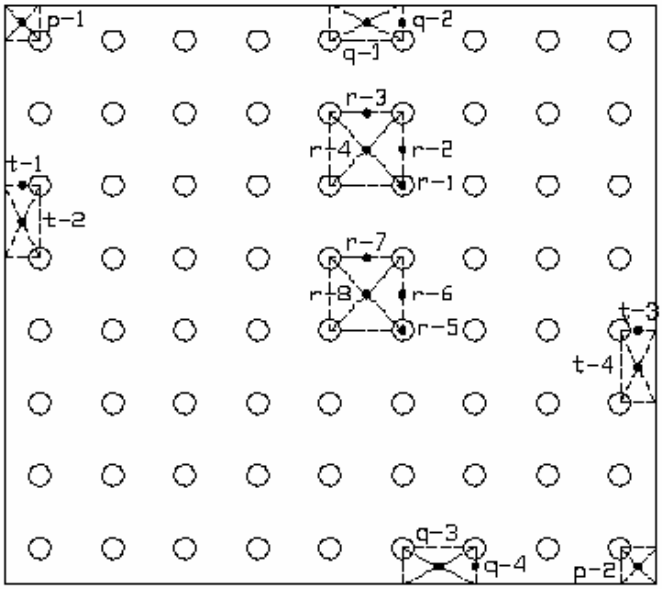
۳-۲-۱- اندازه‌گیری مقدار متوسط شدت روشنایی

وسیله اندازه‌گیری باید در جایی استقرار یابد که سطح سلول حساس به نور[2] به طور افقی و در فاصله ۷۶ سانتی‌متر بالاتر از کف اتاق قرار گیرد. این شرایط را می‌توان با استفاده از یک پایه کوچک قابل حمل با سطح و ارتفاع مناسب، فراهم کرد. برای اینکه نور روز در اندازه‌گیری‌ها تأثیر نگذارد، می‌توان اندازه‌گیری‌ها را در شب انجام داد یا اینکه پنجره‌های اتاق را پوشاند. در زیر، کاربرد این روش در حالات مختلف بررسی می‌شود.

1. Cell type instruments
2. Light sensitive

۳-۲-۱-۱- سطح منظم[1] با چراغ متقارن در دو ردیف یا بیشتر

این حالت مطابق شکل۳-۱ است.



شکل ۳-۱: سطح منظم با چراغ متقارن در بیش از دو ردیف

برای اندازه‌گیری شدت متوسط روشنایی روی سطح فوق، روند زیر اجرا می‌شود:

الف- در نقاط r-1، r-2، r-3، r-4 دریک ناحیه داخلی نوعی، شدت روشنایی اندازه‌گیری می‌شود. سپس شدت روشنایی را برای نقاط r-5 تا r-8 در یک ناحیه مرکزی نوعی اندازه می‌گیریم . میانگین ۸ مقدار به دست‌آمده را R می‌نامیم.

ب- شدت روشنایی در نقاط q-1 تا q-4 برای دو موقعیت میانی نوعی در دو جانب[2] اتاق اندازه‌گیری شده و میانگین آنها Q نامیده می‌شود.

ج- میانگین قرائت لوکس‌متر در نقاط t-1 تا t-4 برای دو موقعیت میانی نوعی در دو انتهای[3] اتاق T نامیده می‌شود.

د- در دو گوشه اتاق، یعنی نقاط p-1 و p-2 شدت روشنایی اندازه‌گیری شده و معدل این دو عدد (P) ثبت می‌شود.

هـ- در نهایت، مقدار متوسط شدت روشنایی روی سطح فوق از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

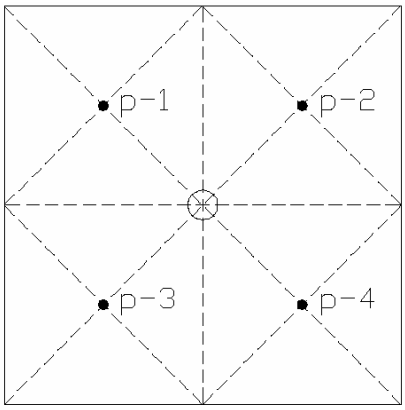
$$\text{شدت روشنایی متوسط} = \frac{1}{NM}\left[R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P\right] \qquad (۱-۳)$$

در رابطه فوق N تعداد چراغ‌ها در یک ردیف و M تعداد ردیف‌ها است.

1. Regular area
2. Side
3. End

۳-۲-۱-۲- سطح منظم با تک چراغ[1] متقارن

در شکل ۳-۲ این حالت مشاهده می‌گردد.

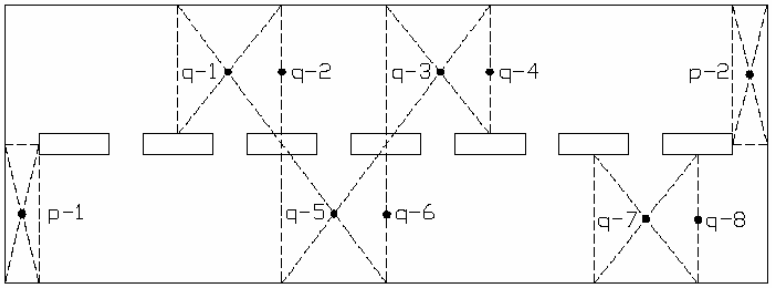


شکل ۳-۲: سطح منظم با تک چراغ متقارن

با اندازه‌گیری شدت روشنایی در نقاط p-1 ، p-2 ،p-3 ، p-4 و میانگین‌گیری از ۴ عدد بدست آمده، شدت روشنایی متوسط در سطح فوق به دست می‌آید.

۳-۲-۱-۳- سطح منظم با یک ردیف چراغ منفرد

این حالت در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳: سطح منظم با یک ردیف چراغ منفرد

الف- اندازه‌گیری در نقاط q-1 تا q-8 انجام شده، میانگین ۸ عدد Q نامیده می‌شود.

ب- میانگین شدت روشنایی در دو نقطه p-1 و p-2، P نامیده می‌شود.

1. Single luminaire

ج- مقدار متوسط شدت روشنایی در سطح فوق از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_{av} = \frac{Q(N-1)+P}{N} \qquad (۳-۲)$$

که N تعداد چراغ‌هاست.

۳-۲-۲- اندازه‌گیری شدت روشنایی در نقاط

هنگام استفاده از روشنایی عمومی[1]، موضعی[2] و تکمیلی[3] اندازه‌گیری شدت روشنایی باید در نقطه کار صورت‌گیرد. وسیله اندازه‌گیری باید به نحوی قرارداده شود که سطح سلول حساس به نور در صفحه کار یا بخشی از آن که دقت مشاهده مهم است قرار گیرد. این بخش ممکن است افقی ، عمودی یا مایل باشد.

قرائت‌ها باید در جدولی مشابه جدول ۳-۱ درج شود.

جدول ۳-۱: ثبت اندازه‌گیری شدت روشنایی در نقاط

شدت روشنایی		صفحه کار (افقی، عمودی یا مایل)	ارتفاع از کف اتاق	مشخصات نقطه کار	نقطه کار
فقط عمومی	مقدار کل (عمومی+تکمیلی)				
					حداکثر-۱
					حداقل -۲
					۳-
					۴-
					۵-

۳-۳- اندازه‌گیری درخشندگی

ارزیابی درخشندگی باید در شرایط کار عادی و در یک نقطه خاص از سطح کار با درنظرگرفتن نور روز و روشنایی مصنوعی صورت پذیرد. روشنایی عمومی، موضعی و تکمیلی باید در حالت عادی خود باشند و همچنین نور خورشید مورد توجه قرار گیرد.

ارزیابی درخشندگی در سطوحی که هنگام روز مورد استفاده قرار می‌گیرند باید در روز انجام شود. در مورد سطوحی که هم در شب و هم در روز به کار می‌روند، ترجیحاً در هر دو زمان اندازه‌گیری صورت پذیرد.

در مورد کف اتاق باید به دیوار یا دیوارهای اطراف آن که در برابر تابش نور خورشید قرار می‌گیرند توجه شود و در هنگام اندازه‌گیری کلمه Sun در جدول درج گردد. اندازه‌گیری در موقعیت‌های متوالی C,B,A و .... انجام شده، در جدولی مطابق زیر ثبت می‌شود.

1. General lighting
2.Task lighting
3. Supplementary lighting

جدول ۳-۲: ثبت اندازه‌گیری درخشندگی

مکان نقطه‌کار (F تا A)	درخشندگی					
	A	B	C	D	E	F
چراغ در ۴۵ درجه بالای سطح چشم						
چراغ در ۳۰ درجه بالای سطح چشم						
چراغ در ۱۵ درجه بالای سطح چشم						
سقف، بالای چراغ						
سقف، بین چراغها						
بالای دیوار یا سقف مجاور یک چراغ						
بالای دیوار بین دو چراغ						
دیوار در سطح چشم						
کف						
سایه‌ها و نقاط کور						
پنجره‌ها						
محل انجام کار						
فضای چسبیده به محل کار						
فضای جانبی محل کار						
بیشترین درخشندگی در میدان دید						

۳-۴- اندازه‌گیری شدت روشنایی در فضاهای خارجی

در محوطه پست و معابر آن، نور به گونه‌ای جهت‌دهی می‌شود که زاویه بزرگی با سطح بسازد و هر چراغ به گونه‌ای تنظیم می‌شود که بهترین کیفیت روشنایی حاصل گردد.

پیش از اندازه‌گیری شدت روشنایی در محوطه و معابر باید اقدامات زیر صورت گیرد.

- بررسی و ثبت وضعیت چراغ‌ها(حباب، رفلکتور و .....). چراغ‌ها باید تمیز شده،لامپ‌های نو نصب شوند.
- اندازه‌گیری ارتفاع نصب چراغها
- ثبت موقعیت پایه‌ها[1]، تعداد واحد هر پایه و توان لامپ‌ها و تطبیق آن با نقشه ابتدایی.
- تعیین و ثبت تعداد ساعات کار هر لامپ.
- ثبت وضعیت جوی. به دلیل تأثیرات هوای نامساعد، اندازه‌گیری باید در وضعیت جوی خوب انجام شود.
- به دلیل تأثیر نحوه عملکرد مدار الکتریکی هر لامپ بر نور خروجی آن، باید شرایط دقیق مدار مذکور در هنگام اندازه‌گیری‌های فتومتریک در نظر گرفته شود. بدین منظور در هنگام شب که عمدهٔ زمان استفاده از چراغ‌هاست؛ ولتاژ سوکت لامپ را در هنگام

1. Poles

کار همه لامپ‌ها اندازه‌گیری می‌شود. در مورد لامپ‌های تخلیه‌ای، باید ولتاژ ورودی بالاست در ترمینال‌های آن اندازه‌گیری شود.

این لامپ‌ها باید حداقل نیم‌ساعت کار کنند تا در شرایط کار عادی قرار گیرند و پس از آن اندازه‌گیری‌ها انجام شود.

فتومتر به کار رفته در اندازه‌گیری باید کالیبره بوده، قابلیت قرارگیری درهر موقعیت لازم را داشته باشد. تعداد اندازه‌گیری باید آن قدر زیاد باشد که اندازه‌گیری‌های بیشتر در نقاط مشابه تأثیر قابل توجهی بر میانگین به دست آمده نداشته باشد.

هنگام اندازه‌گیری باید به شدت مراقب بود که روی گیرنده[1] وسیله اندازه‌گیری سایه نیفتد. همچنین اشخاصی که لباس‌های رنگی به تن دارند باید به قدر کافی دور از فتومتر بایستند.

1. Receptor

فصل ۴

دستورالعمل‌های نصب و نگه‌داری سیستم روشنایی

مقدمه

دراین فصل نحوه نگه‌داری و بازدیدهای دوره‌ای از سیستم روشنایی پست ارائه خواهد شد.

٤-١- توصیه‌های عمومی

حین بهره‌برداری از سیستم روشنایی باید توصیه‌های زیر مد نظر قرارگیرد.

- لامپ‌های فلورسنت پس از حدود ۸۰۰۰ ساعت کار باید تعویض شوند.
- درمورد لامپ‌های بخارجیوه پرفشار، درصورتی که مدت زمان بهره‌برداری روزانه از آن‌ها ۱۰ ساعت باشد توصیه می‌شود که پس از حدود ۲۴۰۰۰ ساعت کار، تعویض شوند.
- تعویض لامپ‌های سدیم کم‌فشار و پرفشار بهتر است پس از سوختن آنها انجام شود.
- درنظافت بخش‌های نوری[1] چراغ‌ها بویژه بازتاب‌دهنده‌های آینه‌ای[2]، توجه به دستورالعمل‌های سازنده چراغ ضروری است.
- بخش‌های پلاستیکی چراغ مثل نورپخش‌کن‌های آکریلیک و لوورها، معمولاً قبل از تحویل به خریدار، در برابر الکتریسیته ساکن مقاوم می‌شوند. پس از هربار نظافت باید مجدداً آنها را دربرابر بارگیری الکترواستاتیکی ماده پلاستیکی مقاوم کرد تا از جذب ذرات غبار جلوگیری شود. این مقاوم‌سازی بین ۶ تا ۱۰ ماه مؤثر می‌ماند.
- تأسیسات روشنایی داخلی باید به عنوان بخشی از تأسیسات ساختمانی مورد بازدیدهای هفتگی و ماهانه قرار گیرد.

٤-٢- نگه‌داری سیستم روشنایی معابر و محوطه

عملیات نگه‌داری سیستم به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود:

٤-٢-١- عملیات غیرمتناوب نگه‌داری سیستم روشنایی

این گروه از عملیات به صورت غیرمتناوب و فقط در مواقع لزوم صورت می‌گیرد. مهمترین این اقدامات عبارتند از:

الف- رفع اتصالی‌ها یا قطعی‌های شبکه تغذیه روشنایی

ب- تعویض یا تعمیر المان‌های معیوب و شکسته ازقبیل ترمینال‌ها، فیوز، لامپ، چراغ و غیره

پ- ترمیم و جایگزینی پایه‌های صدمه‌دیده

٤-٢-٢- عملیات متناوب نگه‌داری سیستم روشنایی

این گروه از عملیات باید طبق برنامه زمان‌بندی و به طور متناوب انجام شود. مهمترین این اقدامات عبارتند از:

1. Optical
2. Specular reflector

٤-٢-٢-١- کنترل سیستم اتصال زمین

به دلیل اهمیت سیستم اتصال زمین، کنترل مداوم مقاومت زمین و مدار اتصال زمین الزامی است. چنانچه در این بررسی، مقاومت زمین به دلیل خشک‌شدن زمین و یا قطع سیم اتصال زمین و یا معیوب‌شدن محل اتصالات افزایش یابد، باید نسبت به اصلاح آن اقدام شود. توصیه می‌گردد که این بررسی در هر فصل یک‌بار انجام پذیرد. خصوصاً در ابتدا و انتهای فصل گرما ضروری است.

٤-٢-٢-٢- تعویض لامپ کهنه

این کار باتوجه به توضیحات بند ۴-۱ انجام می‌گردد.

٤-٢-٢-٣- نظافت چراغ

تناوب زمانی نظافت چراغ با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، میزان آلودگی محیط و نوع چراغ تعیین می‌شود. هرچه آلودگی محیط بیشتر باشد زمان تناوب نظافت چراغ کوتاه‌تر انتخاب می‌گردد. یک نمونه پیشنهادی برای تناوب زمانی نظافت چراغ‌های روشنایی معابر و محوطه به صورت زیر ارائه می‌گردد.

الف- مناطق با آلودگی زیاد: ۱۲ ماه یا کمتر

ب- مناطق با آلودگی متوسط: ۱۲ تا ۱۸ ماه

پ- مناطق با آلودگی کم: ۱۸ تا ۲۴ ماه

ت- مناطق با آلودگی ناچیز توأم با بارندگی زیاد: ۲۴ تا ۳۶ ماه

توصیه می‌شود که درموقع نظافت چراغ نسبت به نظافت پایه‌های فلزی نیز اقدام گردد.

٤-٢-٢-٤- رنگ‌آمیزی پایه‌های فلزی

برای جلوگیری از زنگ‌زدگی و خرابی پایه‌های فلزی و همچنین زیبائی ظاهری آن لازم است که در دوره‌های زمانی مناسب، نسبت به رنگ‌آمیزی پایه‌های فلزی اقدام شود. درخصوص تناوب زمانی رنگ‌آمیزی به نشریه روش‌های جلوگیری از خوردگی در پست‌های فشارقوی از سری همین نشریات مراجعه گردد.

منابع و مراجع

1. High- pressure mercury vapour lamps, IEC 60188.
2. Low- pressure sodium vapour lamps, IEC 60192.
3. High- pressure sodium vapour lamps, IEC 60662.
4. Ballasts for low- pressure sodium vapour lamps, IEC 60959.
5. Ballasts for high- pressure sodium vapour lamps, IEC 60262.
6. "Street lighting manual", prepared by the street and highway lighting task force, EDISON ELECTRIC INSTITUTE, Third edition, 1988.
7. Rood lighting, BS 5489.
8. Luminaires, IEC 60598-2.
9. Electrical engineering handbook, Siemens Aktiengesellschaft, 1981.
10. Degrees of protection of enclosure for low- voltage switchgear and controlgear, IEC 60947-1.
11. Terrell croft, American Electricians hanbook, Tenth edition, 1981.

۱۲. استاندارد آیین‌نامه سیم‌کشی ساختمانهای صنعتی و مسکونی

۱۳. استاندارد روشنایی معابر، تدوین‌کننده: گروه مطالعات توزیع– بخش برق، مرکز تحقیقات نیرو (متن)، دیماه ۱۳۷۴.

۱۴. مهندسی روشنایی، تألیف دکتر حسن کلهر، ۱۳۷۲

۱۵. روشنایی خارجی لامپها، طراحی و محاسبات آن، ترجمه حسین الهی، ۱۳۶۱

۱۶. لامپها و محاسبات روشنایی فنی، تألیف مهندس محمد مهدی مهدوی

۱۷. مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳

۱۸. مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی، شماره ۱۱۰، سازمان برنامه و بودجه

۱۹. بروشورها و کاتالوگهای تولیدکنندگان لامپ

۲۰. مشخصات فنی ساختمانی و تأسیساتی، فصل هشتم، جلد ۳۴۱، استاندارد پستهای ۱۳۲/۲۰ کیلوولت معمولی، خرداد ۱۳۷۵

پیوست

مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی پست‌های فشارقوی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- کلیات ۳
۲- طراحی و ساخت در روشنائی خارجی..... ۳
۳- مشخصات فنی کلید، پریز و سیم‌کشی..... ۵

۱- کلیات

این مشخصات فنی الزامات مربوط به روشنایی پست‌های فشارقوی را پوشش می‌دهد. سیستم روشنایی می‌بایستی مطابق با الزامات آخرین ویرایش استانداردهای زیر طراحی گردد:

استاندارد IEC شماره ۶۰۶۶۹ : مشخصات کلید برای ساختمانها و تاسیسات الکتریکی ثابت مشابه

استاندارد IEC شماره ۱۱و ۸-۶۰۶۱۷ : علائم ترسیمی

استاندارد IEC شماره ۶۰۶۱۴ : مشخصات لوله‌ها برای تأسیسات الکتریکی

استاندارد IEC شماره ۶۰۲۲۷ : مشخصات کابل با عایق PVC برای سطح ولتاژ تا ۴۵۰/۷۵۰ ولت

استاندارد IEC شماره ۶۰۲۴۵ : مشخصات سیم با روکش پلاستیکی برای سطح ولتاژ تا ۴۵۰/۷۵۰ ولت

استاندارد IEC شماره ۶۰۳۶۴ : تاسیسات الکتریکی ساختمانها

استاندارد IEC شماره ۶۰۵۹۸ : چراغ‌ها

استاندارد IEC شماره ۶۰۰۸۱ : مشخصات لامپهای فلوئورسنت

استاندارد IEC شماره ۶۰۶۶۲ : مشخصات لامپهای بخار سدیم پرفشار

استاندارد IEC شماره ۶۰۱۸۸ : مشخصات لامپهای بخار جیوه پرفشار

استاندارد IEC شماره ۶۰۱۹۲ : مشخصات لامپهای بخار سدیم کم فشار

تمامی مراجع این استانداردها نیز می‌بایستی لحاظ گردد. اطلاعات پایه جهت طراحی می‌بایستی مطابق با جدول (I) باشد.

۲- طراحی و ساخت در روشنائی خارجی

طراحی روشنایی می‌بایستی به نحوی انجام گیرد که پرسنل به راحتی و به شکل ایمن قادر به رفت و آمد در محوطه پست بدون استفاده از لامپهای قابل حمل باشند.

کنترل روشنایی عادی و اضطراری در محوطه سوئیچگیر و معابر پست می‌بایستی با کنتاکتورهای کنترل شده با شستی‌های فشاری انجام گیرد. شستی‌های فشاری باید در ساختمان کنترل، در ورودی به محوطه و در تابلو توزیع اصلی نصب گردند.

منحنی‌های ایزولوکس که نشان‌دهنده میزان روشنایی در سطح زمین و سطوح عمودی تابلوهای مارشالینگ، ترانسفورماتورها، راکتورها و غیره هستند می‌بایستی برای مشاور ارسال گردند.

در پست‌هائی که در آنها دوربین مداربسته به کار رفته است، می‌بایستی شیب زمین و ناهمواری‌ها در طرح روشنائی لحاظ گردد.

کلیه چراغها می‌بایستی از جنس آلومینیوم ریخته‌گری شده و با درخشندگی پایین بوده و در مقابل حرارت مقاوم باشند.

سوکت لامپ می‌بایستی با عایق چینی احاطه شود. این سوکت می‌بایستی به راحتی و با قابلیت انعطاف بالا انواع توزیع روشنایی I، II و III استاندارد IEC را با یک نور پخش‌کن مشابه ایجاد کند.

درب نگهدارنده نور پخش‌کن می‌بایستی از جنس آلومینیوم ریخته‌گری شده باشد و به گونه‌ای به نگهدارنده چراغ لولا شود که امکان بازکردن کامل تجهیز را فراهم آورد. نور پخش کن می‌بایستی بوسیله یک قفل مناسب با اطمینان بالا در جای خود نگه داشته شود.

چراغ‌هایی که در روشنایی فضاهای آزاد به کار می‌روند باید از حداقل درجه حفاظت ۳ (IPX3) برخوردار باشند. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۵۲۹ علائم نشان‌دهندهٔ درجه حفاظت از دو حرف IP که به دنبال آنها دو رقم قرار می‌گیرد تشکیل می‌شوند. رقم اول بیانگر درجه حفاظت در مقابل گرد و غبار و رقم دوم بیانگر درجه حفاظت در مقابل ورود قطرات آب به داخل چراغ است.

نوع چراغ می‌بایستی برای نوع سقف مناسب باشد. به طور مثال چراغ‌های توکار جهت سقف‌های کاذب مناسب می‌باشند.

چراغ‌های مورد استفاده در معابر و در محل‌های با رطوبت زیاد باید مقاومت کافی در برابر خوردگی داشته باشند. زیرا گازهای خورنده‌ای مثل دی‌اکسید گوگرد در هوا وجود دارند که در صورت مرطوب بودن هوا در درازمدت اثرات خوردگی ایجاد می‌کنند.

کلیه قسمتهای فلزی چراغ که در معرض هوا می‌باشند می‌بایستی به منظور حفاظت از خوردگی رنگ شده یا با روکش یا پوشش مناسب پوشش داده شوند.

پایه‌های روشنایی معابر و حصار پست باید به گونه‌ای باشند که امکان بالا رفتن از آنها به منظور تعمیر و نگهداری، فراهم باشد.

پایه‌ها، قاب‌ها و تکیه‌گاه‌ها باید از فولاد گالوانیزه ساخته شده باشند.

بالاست می‌بایستی از نوع توان ثابت باشد.

صفحه ترمینال می‌بایستی به همراه ترمینال کلمپی تحت فشار پرس شود تا قادر به دربرگرفتن سیم $4mm^2$ باشد.

سرپوش می‌بایستی از آلومینیوم ریخته‌گری شده ساخته شود و کاملاً سیستم نوری را از محیط اطراف ایزوله کند. در عین حال این سرپوش می‌بایستی تجهیزات الکتریکی را نیز در محفظه کاملاً جدا کند. به منظور بازرسی آسان سیستم الکتریکی داخل محفظه، سرپوش می‌بایستی بصورت لولائی ساخته شود و به آسانی قابلیت قفل شدن داشته باشد. این کلاهک می‌بایستی دارای فیلتر مناسبی باشد که به صورت موثر مانع ورود ذرات آلاینده از سیستم نوری به سیستم الکتریکی شود.

جهت آب‌بندی موثر اتصال به نور پخش کن و سرپوش می‌بایستی از واشر مناسبی استفاده شود.

غیر از مواردی که از جعبه تقسیم و دوشاخه استفاده می‌شود، کلیه ادوات سیستم روشنائی می‌بایستی به گونه‌ای باشند که جهت بازرسی اتصالات بین هادی‌های ثابت و منشعب شده نیازی به جداکردن قسمتی از سیم‌کشی نباشد.

کلیه ادوات سیستم روشنائی می‌بایستی به گونه‌ای نصب گردند که اتصالات سیم‌های منشعب و اتصالات زمین جهت بازرسی قابل دسترس باشد و نیازی به برداشتن نگهدارنده‌ها نباشد.

روشنائی مکمل

تعداد محدودی چراغ می‌بایستی جهت استفاده در روشنائی مکمل استفاده شوند. این چراغ‌ها می‌بایستی از مدارات مستقل و مجزا تغذیه شوند.

چراغ‌های روشنائی مکمل می‌بایستی بواسطه فتوسل روشن و خاموش گردند (امکان نادیده گرفتن عمل فتوسل در روشن و خاموش کردن چراغ‌ها، در اتاق کنترل می‌بایستی قابل تنظیم باشد).

روشنائی مکمل می‌بایستی سطح روشنائی در حدود ٪۲۵ روشنائی معمولی را تامین کند.

چراغ‌های روشنائی مکمل می‌بایستی نزدیک ترانسفورماتورها، در طول راه اصلی و پشت تابلوهای پست نصب شود.

سیستم روشنائی خارجی می‌بایستی با تابلوهای توزیع، چارچوب‌ها، کلیدهای فشاری، سوییچ‌ها و .... تکمیل گردد.

۳- مشخصات فنی کلید، پریز و سیم‌کشی

سیم‌کشی‌های الکتریکی که در داخل یا بر روی یکی از تجهیزات سیستم روشنائی انجام می‌شود می‌بایستی به صورت منظم آرایش یافته باشد و دارای اضافات نباشد. همچنین سیم‌ها نمی‌بایستی با صدمات مکانیکی و دماهائی بالاتر از دماهای تاییدشده روبرو شوند.
استفاده از هادی حفاظتی به جای سیم نول مجاز نمی‌باشد.
بست‌های لوله‌های روکار باید دوپیچه و از نوعی باشد که لوله با دیوار یا سقف تماس پیدا نکند و حداقل ۶mm با آن فاصله داشته باشد. فاصله بست‌ها نباید کمتر از ۴۰cm و بیشتر از ۱۰۰cm باشد.
ارتفاع نصب کلیدها ۱۱۰cm و پریزهای برق ۳۰cm از کف می‌باشد. در مکانهائی مانند آشپزخانه و دستشوئی ارتفاع نصب پریز ۱۱۰cm در نظر گرفته شود.
کلیه پریزها می‌بایستی مجهز به اتصال زمین باشد.
حداقل اندازه سطح مقطع سیم‌های تاسیسات روشنائی داخلی ۱/۵ میلی‌مترمربع است. سطح مقطع سیم‌های به کاررفته در روشنائی خارجی نباید از ۴ میلی‌مترمربع کمتر و چگالی جریان در آنها نباید از ۲/۵ آمپر بر میلی‌مترمربع بیشتر باشد. سطح مقطع هادی‌های مورد استفاده در پریزها نباید از $۲/۵mm^2$ کمتر باشد.
سیم‌های به کاررفته باید از نوع تک مفتولی با عایق‌بندی PVC باشد. استفاده از سیم‌های افشان تنها در مواردی که انجام بعضی از قسمت‌های سیم‌کشی به طور استثنائی مشکل باشد مجاز خواهد بود.
مسیر سیم‌کشی خطوط ac و dc باید جدا باشد.
حداکثر مقدار مجاز افت ولتاژ در مدارات روشنائی ۳ درصد است.
هادی‌های مربوط به یک مدار (فاز، هادی خنثی و هادی حفاظتی) می‌بایستی در یک غلاف قرار گیرند.
استفاده از لوله‌های خرطومی مجاز نیست و فقط در موارد خاص می‌توان از لوله‌های فلزی قابل انعطاف (MFC) به مقدار محدود استفاده کرد.
استفاده از لوله‌های محافظ (فولادی یا PVC) بستگی به شرایط شیمیائی، مکانیکی و بیولوژی خاک محل اجرای پروژه دارد. با این حال استفاده از لوله‌های PVC فقط در قسمت‌های خارجی مجاز است. در فضاهای داخلی باید از لوله فولادی استفاده شود.
کلیدهائی که برای قطع و وصل لامپ‌ها به کار می‌روند می‌بایستی هادی فاز را قطع کنند، قطع هادی نول مجاز نمی‌باشد.
اتصالات و انشعابات می‌بایستی با استفاده از ترمینال پیچی انجام شود.

جدول (I) : سیستم روشنائی (مقادیر نامی و مشخصات سیستم روشنائی)

ردیف	شرح	واحد	مشخصات فنی
۱	**حداقل سطوح روشنائی افقی**		
۱-۱	سطح زمین محوطه	لوکس	۲۰
۱-۲	اطراف ترانسفورماتور	لوکس	۴۰
۱-۳	جاده‌های دسترسی	لوکس	۲۰
۱-۴	در ورودی	لوکس	۱۱۰
۱-۵	خارج حصار (تا ۱۰ متر)	لوکس	۱۰
۱-۶	اتاق کنترل	لوکس	۳۵۰
۱-۷	گالری کابل	لوکس	۲۰۰
۱-۸	اتاق دیزل ژنراتور	لوکس	۱۰۰
۱-۹	اتاق باتری	لوکس	۲۵۰
۱-۱۰	اتاق PLC	لوکس	۳۰۰
۱-۱۱	قسمت اداری	لوکس	۴۰۰
۱-۱۲	سوییچگیر داخلی	لوکس	۱۰۰
۱-۱۳	روشنائی اضطراری	لوکس	۵۰
۲	**فاکتورهای طراحی روشنائی خارجی**		
۲-۱	حداقل ضریب یکنواختی کلی		$\frac{۱}{۳}$
۲-۲	حداقل ضریب یکنواختی طولی		$\frac{۱}{۶}$
۲-۳	ضریب نگهداری		۰/۶
۲-۴	منعکس‌کننده		کات‌آف
۲-۵	نوع لامپ		بخار سدیمی پرفشار
۲-۶	بهره لامپ	لومن بر وات	۱۰۰-۱۲۰
۲-۷	حداقل عمر لامپ	ساعت	۲۰۰۰۰
۲-۸	نوع چراغ		نورافکن ضدهوا و گرد و خاک، آلومینیومی
۳	**فاکتورهای طراحی روشنائی داخلی**		
۳-۱	نوع لامپ		فلوئورسنت
۳-۲	نوع چراغ:		
۳-۲-۱	دیزل‌خانه و انبار		چراغ‌های پهن‌تاب صنعتی روکار یا رفلکتور مجهز به کانال‌های عبور هوای گرم
۳-۲-۲	اتاق باتری		چراغ‌های با بدنه آلومینیوم ریخته‌گری شده
۳-۲-۳	قسمتهای عمومی اتاق کنترل		چراغ‌های پهن‌تاب مجهز به تیغه‌های پخش نور
۳-۲-۴	پانل‌های اتاق کنترل		چراغ‌های با قابلیت تمرکز نور
۳-۲-۵	روشنائی موضعی		پروژکتورهای جمع‌تاب

جدول (I) : سیستم روشنائی (مقادیر نامی و مشخصات سیستم روشنائی)

ردیف	شرح	واحد	مشخصات فنی
٤	**اطلاعات الکتریکی منبع تغذیه**		
۴-۱	ولتاژ متناوب عملکردی تک فاز	ولت	۲۲۰
۴-۲	ماکزیمم تغییر در ولتاژ مدارات روشنائی	٪	± ۵
۴-۳	ولتاژ نامی عملکردی مستقیم	ولت	۱۱۰
۴-۴	ماکزیمم تغییر در ولتاژ مستقیم در مدارات	٪	۱۵- و ۱۰+
۴-۵	حداقل ضریب توان		۰/۹
۴-۶	حداقل اندازه سطح مقطع کابل‌های دفن شده	میلی‌مترمربع	۱۶
۴-۷	مکان قرارگیری بالاست‌ها:		
۴-۷-۱	روشنائی محوطه		بصورت جداگانه روی سازه‌ای که لامپ بر آن قرار دارد.
۴-۷-۲	روشنائی خیابانها و حصار		توکار

جدول (II) : سیستم روشنائی (اطلاعات فنی گارانتی شده سیستم روشنائی)

در زمان ارائه پیشنهاد تکمیل گردد

ردیف	شرح	واحد	مشخصات فنی
۱	**سازنده‌ها، کاتالوگ‌ها و شاخص‌های تجهیزات اصلی روشنائی**		
۲	**حداقل سطوح روشنائی افقی**		
۲-۱	سطح زمین محوطه	لوکس	
۲-۲	اطراف ترانسفورماتور	لوکس	
۲-۳	جاده‌های دسترسی	لوکس	
۲-۴	در ورودی	لوکس	
۲-۵	خارج حصار (تا ۱۰ متر)	لوکس	
۲-۶	اتاق کنترل	لوکس	
۲-۷	گالری کابل	لوکس	
۲-۸	اتاق دیزل ژنراتور	لوکس	
۲-۹	اتاق باتری	لوکس	
۲-۱۰	اتاق PLC	لوکس	
۲-۱۱	قسمت اداری	لوکس	
۲-۱۲	سوییچگیر داخلی	لوکس	
۲-۱۳	روشنائی اضطراری	لوکس	
۳	**فاکتورهای طراحی روشنائی خارجی**		
۳-۱	ضریب یکنواختی		
۳-۲	ضریب نگهداری		
۳-۳	منعکس‌کننده		
۳-۴	روشنائی محوطه		
۳-۴-۱	نوع چراغ		
۳-۴-۲	درجه حفاظت چراغ	IP	
۳-۴-۳	ارتفاع نصب	متر	
۳-۴-۴	ارتفاع نصب بالاست	متر	
۳-۴-۵	نوع لامپ		
۳-۴-۶	عمر لامپ	ساعت	
۳-۴-۷	بازدهی لامپ	لومن بر وات	
۳-۴-۸	ضریب توان		
۳-۴-۹	تعداد چراغ‌ها		

جدول (II) : سیستم روشنائی (اطلاعات فنی گارانتی شده سیستم روشنائی)

در زمان ارائه پیشنهاد تکمیل گردد

ردیف	شرح	واحد	مشخصات فنی
۳-۵	روشنائی جاده‌های دسترسی و اصلی		
۳-۵-۱	نوع چراغ‌ها		
۳-۵-۲	ارتفاع نصب چراغ‌ها	متر	
۳-۵-۳	نوع لامپ		
۳-۵-۴	بازدهی لامپ	لومن بر وات	
۳-۵-۵	ضریب توان		
۳-۵-۶	تعداد چراغ‌ها		
۳-۶	روشنائی مکمل اطراف ترانسفورماتورها و رآکتورها		
۳-۶-۱	نوع چراغ		
۳-۶-۲	ارتفاع نصب	متر	
۳-۶-۳	نوع لامپ		
۳-۶-۴	تعداد چراغ		
٤	**روشنائی اضطراری ۱۱۰ ولت مستقیم**		
۴-۱	نوع چراغ		
۴-۲	نوع لامپ		
۴-۳	مکانهای نصب		
۴-۴	تعداد چراغ‌های روشنائی		
۵	**روشنائی حصار**		
۵-۱	نوع چراغ		
۵-۲	درجه حفاظت چراغ	IP	
۵-۳	ارتفاع نصب چراغ	متر	
۵-۴	نوع لامپ	لومن بر وات	
۵-۵	بازدهی لامپ		
۵-۶	فاصله چراغ‌ها از حصار		
٦	**بار روشنائی کل**	کیلووات	
۷	**رله فتوسل**		
۷-۱	نوع		
۷-۲	ولتاژ کمکی		
۷-۳	تعداد کنتاکتها		

Technical Specification of Lighting Systems

CONTENTS

DESCRIPTION **PAGE**

1- General 3

2- Outdoor Lighting Design and Construction 3

3- Switch, socket and wiring specification 5

1- General

This specification covers the requirements of the substation lighting. The lighting system shall be designed in accordance with the requirements of the latest edition of following standards:
IEC 60669: Switches for house hold and similar fixed electrical installations
IEC 60617-8,11: Graphical symbols for diagrams
IEC 60614: Conduits for electrical installations
IEC 60627: PVC insulated cables of rated voltage up to and including 450/750 V
IEC 60245: Rubber insulated cables of rated voltage up to and including 450/750 V
IEC 60364: Electrical installations of buildings
IEC 60598: Luminaries
IEC 60081: Tubular fluorescent lamps for general lighting service
IEC 60662: High pressure sodium vapor lamps
IEC 60188: High pressure mercury vapor lamps
IEC 60192: Low pressure sodium vapor lamps
All references of these listed standards shall also be applied. Basic deign data shall be as indicated in Table(I).

2- Outdoor Lighting Design and Construction

The design of the general area lighting shall be such as to permit personnel to move about freely and safely in the substation at night without portable lamp.
Control of switchyard and access road lighting both normal and emergency, shall be by push-button controlled contactors. Push- buttons shall be installed in the control building, at entrances to switchyard and at the main distribution board.
The isolux curves shall be provided and submitted to the engineer showing the illumination levels on the ground surface and on the vertical surfaces of the marshalling kiosks, transformers, reactors, etc.
In HV substations which are equipped with CCTV, slope and roughness of the ground must be considered in lighting system design.
All the lighting fixtures shall be of die-cast aluminum and low brightness and of tropical design.
Lamp socket shall be porcelain enclosed. It shall permit I, II and III IES types of distribution with the same refractors be obtained easy and with high adaptability.
The refractor holder- door shall be Aluminum die- cast, hinged to the housing in such a manner that allowing easy removal of complete assembly. The refractor shall be securely held by means of a proper latch.

Luminaries which are used in free spaces, shall have a degree of protection of at least 3 (IPX3). According to IEC 60529, indicating sign of degree of protection consists of two digits followed by two alphabets "IP". First digit clarifies degree of protection against dusts and second digits describe degree of protection against water drop coming in to luminaries.

Luminary type must be suitable for ceiling conditions, for example luminaries which are intended for inside work must be suitable for suspended ceilings.

Luminaries used in street lighting and in high humidity weather conditions shall have enough withstand against corrosion, because corrosive gases like SO_2 exist in air and they cause corrosive effects in long duration exposure to high humidity condition.

All metallic parts of luminaries exposed to the air must be painted or be plated with appropriate surface layer.

Street and fence lighting bases must be in such a way that climbing for maintenance and overhaul be possible.

Bases, frames and supports must be made of galvanized steel.

The ballast shall be constant power type.

The terminal board shall be molded plastic with clamp- type pressure terminal to accommodate $4mm^2$ wire.

The hood baffle shall be die-cast aluminum completely isolating the optical system from the surrounding atmosphere and shall separate the electrical component in the housing. It shall be hinged and latch-operated to permit easy inspection of the electrical component in the housing. The hood- baffle shall be equipped with a breathing filter that will effectively filter out dirt and particle- size contaminants from the optical system.

A gasket shall provide a positive seal between the hood baffle and the refractor.

Every lighting fitting shall be installed so that the connections between the fixture conductors and the branch circuit conductors may be inspected without disconnecting any part of the wiring, unless a plug and receptacle are used.

Lighting fixtures shall be installed so that the branch circuit wiring connections and the earthing connections will be accessible for inspection without removing the fixture supports.

Lead lighting

A limited number of luminaries shall be used as lead lighting and shall feed by a separate, independent circuit.

Lead lighting shall be switched on and off by photo cells (With possible overriding of photo-cell action from the control room).

Lead lighting shall give an illumination level approximately 25% of the normal levels.

Lead lighting shall be installed near transformers along the central road and beside station service boards.

The outdoor lighting system shall be complete with distribution boards, frames, push-buttons, switches, etc.

3- Switch, socket and wiring specification

All electrical wiring on or within a lighting fitting shall be neatly arranged without excess wiring, shall not be exposed to mechanical injury and shall not be subjected to temperatures above temperatures which approved.

Usage of protective conductor instead of neutral conductor is not permissible.

Fastenings of pipes which are installed on the surface must be of two screws and must not permit pipes to contact with walls or ceiling and provide a 6 mm distance for them, distance between fastenings must not be less than 40 cm and more than 100 cm.

Installation height of switches must be 110 cm, and installation height of sockets must be 30 cm from floor. In places such as kitchen and wash room, wall- plug installation height must be 110 cm.

All wall- plugs must be equipped with earth connection.

Minimum cross section of indoor lighting system wires must be 1.5 mm^2. Also cross section of outdoor lighting system wires must not be less than 4 mm^2 and current density in these wires must not exceed 2.5A/mm^2.

Wires which are utilized in wiring must be of solid conductor type with PVC insulation. Utilization of stranded conductors is only permissible in cases which some parts of wiring are exceptionally difficult to perform.

Dc and ac wiring routes must be separated.

Maximum allowed voltage drop in lighting circuits is 3%.

Conductors which are related to specific circuit (phases, neutral and protective conductors) shall be placed in one sheath.

Utilization of hoses is not permissible and only in special situations, usage of metallic flexible conduits are allowed limitedly.

Utilization of conduits (such as steel or PVC pipe) depends on chemical, mechanical and biological characteristics of project site soil. However utilization of PVC conduits is allowed only in outdoor wiring. In indoor wiring, steel conduits must be used.

Switches which are used for lamp turning on and off must be on phase conductor, switching is not permissible on neutral conductor.

Connection and branches must be performed with bolted terminal.

Table (I): Schedule lighting system
(Ratings and characteristics of lighting system)

ITEM	DESCRIPTION		TECHNICAL Particular
1	**Min. Horizontal illumination level**		
1.1	Switchyard of ground level	Lux	20
1.2	Transformer area	Lux	40
1.3	Access roads	Lux	20
1.4	Main entrance	Lux	110
1.5	Outside of fence (10 m)	Lux	10
1.6	Control room	Lux	350
1.7	Cable gallery	Lux	200
1.8	Diesel generator room	Lux	100
1.9	Battery room	Lux	250
1.10	PLC room	Lux	300
1.11	Office	Lux	400
1.12	Internal switchgear	Lux	100
1.13	Emergency lighting	Lux	50
2	**Outdoor Lighting design factors**		
2.1	Minimum overall uniformity factor		$\frac{1}{3}$
2.2	Minimum longitudinal uniformity factor		$\frac{1}{6}$
2.3	Maintenance factor		0.6
2.4	Reflector		Cut off
2.5	Type of lamp		High pressure sodium
2.6	Lamp efficiency	Lm/W	100-120
2.7	Min. lamp life	hr	20000
2.8	Type of lighting fixture		Aluminum- weather & dust proof flood light
3	**Indoor lighting design factors**		
3.1	Lamp type		Fluorescent
3.2	Lighting fixture type		
3.2.1	Diesel room and warehouse		Outside work, industrial flood type fixture or reflector equipped with warm air crossing channel
3.2.2	Battery room		Die- cast aluminum frame luminaries
3.2.3	General parts of control room		Flood type luminaries equipped with light reflecting blades
3.2.4	Control room panels		Light- concentrating luminaries
3.2.5	Local lighting		Spot light projectors

Table (I): Schedule lighting system
(Ratings and characteristics of lighting system)

ITEM	DESCRIPTION		TECHNICAL Particular
4	**Power supply and electrical data**		
4.1	Operating voltage, a.c. single phase	V	220
4.2	Max. a.c. voltage variation in the lighting circuit	%	±5
4.3	Operating d.c. nominal voltage	V	110
4.4	Max. d.c. voltage variation in the lighting circuit	%	+10, -15
4.5	Min. power factor		0.9
4.6	Min. conductor size of buried cables	mm^2	16
4.7	Position of ballasts:		
4.7.1	Switchyard lighting		Separate on the same structure
4.7.2	Streets & fence lighting		Built – in

Table (II): Schedule lighting system
Guaranteed technical information of "lighting system"
(to be supplied with tender)

ITEM	DESCRIPTION		TECHNICAL Particular
1	**Manufacturers, catalogues and designations of the main lighting equipment**		
2	**Minimum horizontal illumination level**		
2.1	Switch yard at ground level	Lux	
2.2	Transformer area	Lux	
2.3	Access roads	Lux	
2.4	Main entrance	Lux	
2.5	Out side of fence (10 m)	Lux	
2.6	Control room	Lux	
2.7	Cool gallery	Lux	
2.8	Diesel generator room	Lux	
2.9	Battery room	Lux	
2.10	PLC room	Lux	
2.11	Office	Lux	
2.12	Internal switchgear	Lux	
2.13	Emergency lighting	Lux	
3	**Outdoor lighting design factors**		
3.1	Uniformity factor		
3.2	Maintenance factor		
3.3	Reflector		
3.4	Switchyard lighting		
3.4.1	Type of fixture		
3.4.2	Protection level of fitting	IP	
3.4.3	Fixture mounting height	m	
3.4.4	Ballast mounting height	m	
3.4.5	Type of lamp		
3.4.6	Lamp life	hr	
3.4.7	Lamp efficiency	Lm/W	
3.4.8	Power factor		
3.4.9	Number of fixtures		

Table (II): Schedule lighting system
Guaranteed technical information of "lighting system"
(to be supplied with tender)

ITEM	DESCRIPTION		TECHNICAL Particular
3.5	Access and main road lighting		
3.5.1	Type of fixtures		
3.5.2	Fixture mounting height	m	
3.5.3	Type of lamp		
3.5.4	Lamp efficiency	Lm/w	
3.5.5	Power factor		
3.5.6	Number of fixtures		
3.6	Complementary light near transformers and reactors		
3.6.1	Type of fixture		
3.6.2	Fixture mounting height	m	
3.6.3	Type of lamp		
3.6.4	Number of fixtures		
4	**110 V dc emergency lighting**		
4.1	Type of lighting fixture		
4.2	Type of lamp		
4.3	Mounted locations		
4.4	Number of lighting fixtures		
5	**Fence lighting**		
5.1	Type of fixture		
5.2	Protection level of fitting	IP	
5.3	Fitting mounting height	m	
5.4	Type of lamp		
5.5	Lamp efficiency	Lm/w	
5.6	Pole distance from fence		
6	**Total lighting load**		
7	**Photocell relay**		
7.1	Type		
7.2	Auxiliary voltage		
7.3	Number of contacts		

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – سیستم روشنایی در پست های فشار قوی » در برگیرنده مباحث مربوط به طراحی و اجرای سیستم روشنایی در پست های فشار قوی شامل اهداف، کلیات و تعاریف، منابع نور مصنوعی، معیارهای طراحی و مهندسی، الزامات آزمون، و دستورالعملهای نصب و نگهداری سیستم مذبور می باشد که همراه با یک پیوست به دو زبان فارسی و انگلیسی ارائه شده است.