

جمهوری اسلامی ایران  
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

# مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی

نشریه شماره ۶۵۴

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

Nezamfanni.ir

۱۳۹۲





بسمه تعالی

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۹۲/۱۳۱۰۳۹
تاریخ:	۱۳۹۲/۱۲/۲۶

موضوع: مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۶۵۴ امور نظام فنی، با عنوان « **مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی** » از نوع گروه سوم ابلاغ می شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذینفع نظام فنی اجرایی در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۳/۶/۱ الزامی است.  
امور نظام فنی این معاونت در مورد مفاد نشریه پیوست، دریافت کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی مربوط بوده و عهده دار اعلام اصلاحات لازم به طور ادواری خواهد بود.

محمد باقر نوبخت  
معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی  
رئیس جمهور





## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده 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، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

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

۱. شماره ه 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 امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت . پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ ، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email: [info@nezamfanni.ir](mailto:info@nezamfanni.ir)

web:[Nezamfanni.ir](http://Nezamfanni.ir)



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

طراحی، اجرا و به طور کلی مهندسی روشنایی در ساختمان‌ها براساس استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی با توجه به انواع تجهیزات موجود و مباحث مربوط به حفظ سلامت بینایی و مسایل فنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تنوع کاربری‌ها و پیشرفت روز افزون در تولید تجهیزات جدید، استفاده از یک آیین‌نامه و دستورالعمل استاندارد با رسته‌بندی نسبتاً کاملی را الزام‌آور می‌نماید.

این نشریه با عنوان « مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی»، در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، و به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در معیارهای طراحی، اجرا، نظارت، راهبری و نگهداری این‌گونه سیستم‌ها در طرح‌ها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری عمرانی کشور تهیه و تدوین شده است. در این مشخصات فنی استفاده از لوازم و مصالح روشنایی استاندارد و نیز رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرایی متناسب با تجهیزات کاربردی مورد تأکید قرار گرفته است.

این نشریه فنی حاوی ضوابط و معیارهای فنی لازم برای طراحی روشنایی، انواع چراغ‌های استاندارد و کاربردی، سیستم فرمان، سیستم تغذیه و حفاظت مدار روشنایی می‌باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش که مسوولیت قرارداد انجام این پروژه را به عهده داشته است و همچنین تمامی افرادی که در تهیه و تدوین و پیشبرد این نشریه اهتمام ورزیده‌اند، جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی، کارشناسان امور نظام فنی و نیز نهادها، 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

زمستان ۱۳۹۲

## تهیه و کنترل

مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی [نشریه شماره ۶۵۴]

مجری : شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش

اعضای گروه تهیه‌کننده :

دکترای برق - قدرت	شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش	ارس شیخی
کارشناسی - قدرت	شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش	علی معانی
دکترای برق - مخابرات	شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش	عباس ملکی
کارشناسی ارشد - قدرت	شرکت توسعه پایدار مهر انرژی کیش	حامد کازری

اعضای نظارت بر پروژه :

استاد دانشگاه کردستان	جمال مشتاق
استاد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران	بابک مظفری
کارشناس امور نظام فنی	پرویز سیداحمدی
کارشناس امور نظام فنی	فرید آدابی

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه :

کارشناس امور نظام فنی	فرید آدابی
-----------------------	------------



## فهرست مطالب

فصل اول: کلیات و تعاریف .....	۱
۱-۱- دامنه پوشش .....	۱
۲-۱- تعارف و اصطلاحات .....	۱
فصل دوم: طراحی روشنایی .....	۲۳
۱-۲- ارزیابی فضا برای طراحی سیستم روشنایی .....	۲۳
۲-۲- طبقه‌بندی فضاها بر اساس نیاز به شدت روشنایی .....	۲۶
۳-۲- طراحی روشنایی .....	۴۰
۴-۲- دفترچه برداشت اطلاعات و محاسبات روشنایی .....	۴۶
فصل سوم: چراغ‌های روشنایی .....	۴۹
۱-۳- لامپ‌ها .....	۴۹
۲-۳- بالاستها .....	۶۳
۳-۳- چراغ‌های روشنایی .....	۶۷
فصل چهارم: سیستم فرمان و کنترل مدار روشنایی .....	۸۰
۱-۴- تجهیزات فرمان و کنترل روشنایی .....	۸۰
۲-۴- طراحی و محاسبه سیستم فرمان و کنترل روشنایی .....	۸۷
فصل پنجم: سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی .....	۹۵
۱-۵- تجهیزات سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی .....	۹۵
۲-۵- طراحی و محاسبه سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی .....	۱۰۵
۳-۵- تغذیه الکتریکی اضطراری در مدار روشنایی .....	۱۳۲
۴-۵- دفترچه محاسبات سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی .....	۱۳۳
فصل ششم: سیستم حفاظت مدار روشنایی .....	۱۳۶
۱-۶- تجهیزات حفاظت الکتریکی .....	۱۳۶
۲-۶- لوله‌کشی .....	۱۴۳
فصل هفتم: نشانه‌های ترسیمی .....	۱۵۵



## ۱-۱ دامنه پوشش

سیستم روشنایی فضاهای داخلی ساختمان بدنبال تامین روشنایی مورد نیاز به تناسب کاربری فضا با قابلیت اطمینان بالا و با حداقل مصرف انرژی است. مشخصات فنی تجهیزات، ضوابط اساسی در طراحی‌ها، آزمون‌ها و اسلوب بازرسی و نظارت بر طراحی و اجرا، ارائه دستورالعمل‌های فنی و اجرایی نصب و راه‌اندازی از مواردی هستند که در این نوشتار مورد بررسی قرار می‌گیرند. با توجه به نیاز منابع روشنایی برای بهره‌گیری از انرژی الکتریکی پایا و با صرفه اقتصادی، الزامات، توصیه‌ها و دستورالعمل‌های مربوط به تجهیزات سیستم روشنایی و همچنین روش طراحی و اجرای آن‌ها در این قسمت و با استناد به استانداردهای معتبر ملی و بین‌المللی به تفصیل ارائه می‌شود.

مشخصات و دستورالعمل‌های فنی و اجرایی که در این قسمت ارائه شده است، برای مجموعه چراغ‌های سیستم روشنایی، سیستم تغذیه الکتریکی، سیستم حفاظت الکتریکی و مکانیکی در فضاهای داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها با کاربری‌های عام کاربرد دارد. تجهیزات روشنایی داخلی در فضاهای با کاربری خاص نظیر چاه، چاهک و بالاسری آسانسور از ضوابط خاص مندرج در استانداردهای معتبر ملی و بین‌المللی مربوطه پیروی می‌کند.

## ۲-۱ تعاریف و اصطلاحات

مهم‌ترین تعاریف، اصطلاحات، نمادها و یکاهای مورد استفاده در ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی، در این قسمت ارائه شده است.

### ۱-۲-۱ تجهیزات الکتریکی

تجهیزات الکتریکی شامل وسایل، تجهیزات، لوازم، دستگاه‌ها و مصالحی هستند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می‌روند. مولدها، وسایل اندازه‌گیری، تجهیزات حفاظتی، لوازم سیم‌کشی و وسایل مصرف‌کننده انرژی الکتریکی نمونه‌هایی از این تجهیزات می‌باشند.

### ۲-۲-۱ تاسیسات الکتریکی

تاسیسات الکتریکی، مجموعه‌ای است از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصات هماهنگ و مرتبط باشند.

### ۱-۲-۳- مدار (مدار الکتریکی)

مدار الکتریکی به مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی در یک تاسیسات اطلاق می‌شود که از منبع واحدی تغذیه نموده و به کمک وسایل حفاظتی در برابر اضافه جریان‌ها حفاظت شده باشند.

### ۱-۲-۴- توان مدار (وات) [W]

کل توان مصرفی لامپ‌ها به علاوه‌ی راه‌اندازهای نصب شده در خط تغذیه، نشان‌دهنده توان مدار بوده و بر حسب وات بیان می‌شود.

### ۱-۲-۵- جریان مجاز

جریان مجاز، حداکثر جریانی است که بطور مداوم در شرایطی تعیین شده، بدون این که دمای وضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند.

### ۱-۲-۶- اضافه جریان

به جریانی که بیش از جریان مجاز باشد، اضافه جریان گفته می‌شود.

### ۱-۲-۷- جریان اضافه بار

اضافه جریانی است که در مداری برقرار می‌شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

### ۱-۲-۸- اضافه جریان اتصال کوتاه:

اضافه جریانی است که در اثر متصل شدن دو نقطه با ولتاژهای متفاوت در حالت کار عادی از طریق امپدانس بسیار پایین بوجود می‌آید.

### ۱-۲-۹- شار نوری (لومن - Lm) $\Phi$

شار نوری عبارتست از توان تشعشعات الکترومغناطیسی قابل رویت از منبع نورانی. شار نوری برای بیان میزان نوردهی منبع نور بکار می‌رود. واحد آن لومن و علامت اختصاری آن  $\Phi$  می‌باشد. شار نوری هر منبع روشنایی مانند لامپ، توسط سازندگان در راهنمای لامپ مشخص می‌شود.

یادآوری: یک وات نوری در ماکزیمم طول موج قابل حس توسط چشم (۵۵۵ نانومتر) برابر با ۶۸۳ لومن شار نوری است.

### ۱-۲-۱- زاویه فضایی- $\omega$ (استرادیان) [Sr]

زاویه فضایی، زاویه‌ای است که در هندسه سه بعدی مطرح است و برابر است با مساحت سطحی از کره نسبت به مجذور شعاع کره و واحد آن استرادیان (Sr) است. یک استرادیان برابر است با زاویه‌ای که سطح واحد را از مرکز کره با شعاع واحد رویت می‌کند. بنابراین سطح یک کره با زاویه  $4\pi$  استرادیان دیده می‌شود.

### ۱-۲-۱- شدت نور [Cd]

میزان شار نوری منتشر شده در یک زاویه فضایی را شدت نور گویند. واحد آن کاندلا است. یک کاندلا، یک لومن روشنایی است که در زاویه فضایی یک استرادیان پخش شده است.

$$I = \frac{\partial \Phi}{\partial \omega}$$

$$1 \text{ cd} = \frac{1 \text{ Lm}}{1 \text{ Sr}}$$

### ۱-۲-۱- شدت روشنایی<sup>۱</sup> (لوکس) [Lux]

شدت روشنایی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح می‌تابد. واحد آن لوکس و علامت اختصاری آن E است. یک لوکس برابر یک لومن بر متر مربع است.

شدت روشنایی مورد نیاز برای هر فضای داخلی با توجه به نوع و ماهیت کاربری پیش‌بینی شده در فضا و یا دقت مورد نیاز برای آن کاربری، با مراجعه به جداول طبقه‌بندی میزان شدت نور مورد نیاز برای کاربری‌های مختلف در استانداردها تعیین می‌شود.

### ۱-۲-۱- شدت روشنایی افقی

شدت روشنایی افقی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح افقی می‌تابد و در تامین روشنایی سطوح افقی نظیر میز کار و سطح زمین اهمیت پیدا می‌کند. واحد آن لوکس و علامت اختصاری آن Eh است.

<sup>1</sup> Light Intensity

### ۱-۲-۱۴- شدت روشنایی عمودی

شدت روشنایی عمودی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح عمودی می‌تابد و در تامین روشنایی سطوح عمودی نظیر تابلوهای نقاشی در موزه‌ها اهمیت پیدا می‌کند. واحد آن لوکس و علامت اختصاری آن Ev است.

### ۱-۲-۱۵- درخشندگی<sup>۲</sup>

درخشندگی برابر است با نسبت شدت نور ساطع شده از منبع به سطح منبع بر حسب کاندلا بر مترمربع و علامت اختصاری آن L است.

### ۱-۲-۱۶- بهداشت حرفه‌ای

بهداشت حرفه‌ای عبارتست از مجموعه اقداماتی که به منظور حفاظت از سلامت مجموعه‌ای از انسان‌ها در یک حرفه خاص انجام می‌شود.

### ۱-۲-۱۷- رنگ‌دهی لامپ

شاخصی است که قابلیت لامپ در درخشان نشان دادن رنگ واقعی اجسام می‌باشد. رنگ‌دهی هر لامپ با توجه به فناوری تولید لامپ توسط سازنده تعیین شده و توسط آزمایشگاه‌های معتبر تایید می‌شود.

### ۱-۲-۱۸- دمای رنگ، C.T

عددی است که بیان‌کننده رنگ نور خروجی از منبع روشنایی بوده و بر حسب درجه کلوین بیان می‌شود. هر چه این عدد بیشتر باشد، رنگ نور به رنگ‌های سرد و سفید نزدیک‌تر است و هر چه این عدد کوچک‌تر باشد، رنگ به محدوده رنگ‌های گرم منتشر شده از منابع التهابی نزدیک‌تر است.

وقتی گفته می‌شود دمای رنگ یک لامپ فلورسنت ۴۰۰۰ درجه کلوین است به این معنی است که اگر جسم سیاه را تا ۴۰۰۰ درجه کلوین گرم کنیم، نوری به رنگ لامپ فلورسنت منتشر می‌کند. دمای رنگ تولید شده توسط انواع لامپ‌های مورد استفاده در طراحی روشنایی فضاهای داخلی در جدول ۱-۲ خلاصه شده است.

جدول (۱-۲). دمای رنگ لامپ‌های مورد استفاده در طراحی روشنایی

دمای رنگ	لامپ
۲۷۰۰ - ۳۲۰۰	رشته‌ای / هالوژن
۱۷۰۰	بخار سدیم فشار پایین
۲۰۰۰ - ۲۵۰۰	بخار سدیم فشار بالا
۳۴۰۰ - ۴۲۰۰	بخار جیوه فشار بالا
۲۷۰۰ - ۶۵۰۰	فلورسنت / فلورسنت فشرده
۳۰۰۰ - ۵۶۰۰	متال هالید
۳۰۰۰ - ۸۰۰۰	LED

#### ۱-۲-۱۹- طیف بسامد نور

عبارتست از بازه‌ای از بسامد موج‌های الکترومغناطیسی که لامپ در آن بازه نور گسیل می‌کند.

#### ۱-۲-۲۰- بهره نوری<sup>۲</sup> (لومن بر وات)، $\eta$

نسبت شار نوری لامپ به توان ورودی لامپ، بهره نوری نامیده شده و بر حسب لومن بر وات بیان می‌شود.

$$\eta = \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

در این رابطه،

، شار نوری لامپ بر حسب لومن،

W ، توان مصرفی لامپ بر حسب وات،

$\eta$  ، بهره نوری لامپ بر حسب لومت بر وات است.

### ۲-۲-۱- بهره‌الکتريکی $\eta_e$ ، (%)

بهره‌الکتريکی لامپ به صورت نسبت توان نوری خروجی بر حسب وات به توان ورودی الکتريکی آن بر حسب وات تعريف می‌شود. این عدد به صورت درصد و یا عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود.

### ۲-۲-۱- لامپ کم‌مصرف (پر بازده)

بر اساس تعريف مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، لامپ با بازده نوری بیش از ۵۵ لومن بر وات را لامپ کم‌مصرف می‌نامند.

### ۲-۲-۱- برچسب انرژی

برچسب انرژی، شاخصی است به منظور مشخص کردن کیفیت تجهیزات مصرف‌کننده انرژی از نظر بهره‌وری در مصرف انرژی. برچسب انرژی توسط مقامات ذیصلاح به منظور نصب بر روی کلیه تولیدات صنعتی نصب می‌شود.

### ۲-۲-۱- لامپ رشته‌ای

لامپ رشته‌ای از فلزی با مقاومت بالا مانند تنگستن که بصورت مارپیچ درون حبابی که از گاز خنثی پر شده است تشکیل شده است.

### ۲-۲-۱- لامپ تخلیه

عملکرد لامپ‌های تخلیه بر اساس تحریک اتم‌های گاز توسط عبور الکترون‌های پراانرژی از داخل گاز است که در اثر برخورد با اتم‌های خنثای گاز سبب تحریک آن‌ها می‌شود.

### ۲-۲-۱- شاخص نمود رنگ، $CRI^4$

بهترین و طبیعی‌ترین حالت دید برای بشر در زیر نور خورشید است. از این رو بهترین منابع نوری از لحاظ بصری، منابعی هستند که شبیه‌ترین طیف نور را به طیف نور طبیعی خورشید داشته باشند. در همین راستا، برای نشان دادن کیفیت یک منبع نور از درصدی به نام شاخص نمود رنگ استفاده می‌کنند که بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است و مقدار آن با کیفیت تولید نور سفید متناسب است. در جدول ۲-۲ این محدوده شرح

<sup>4</sup> Color Rendering Index



داده شده است. همچنین شاخص نمود رنگ برای لامپ‌های مورد استفاده در طراحی روشنایی فضاهای داخلی در جدول ۲-۳ آمده است.

جدول (۲-۲). محدوده شاخص نمود رنگ

شرح	شاخص CRI
نمود رنگ عالی - مناسب برای نمایشگاه‌ها و فضاهای پزشکی	۹۰ - ۱۰۰
نمود رنگ خیلی خوب - مناسب فضاهای مسکونی، اداری، آموزشی و هتل‌ها	۸۰ - ۸۹
نمود رنگ خوب - مناسب فضاهای اداری، آموزشی و صنعتی	۶۰ - ۷۹
نمود رنگ قابل قبول - مناسب برای فضاهای صنعتی و ورزشی	۴۰ - ۵۹
نمود رنگ ضعیف	۰ - ۴۰

جدول (۲-۳). شاخص نمود رنگ برای لامپ‌های مورد استفاده در طراحی روشنایی

CRI	لامپ
۱۰۰	رشته‌ای / هالوژن
بیش از ۶۰	فلورسنت
بیش از ۸۰	فلورسنت فشرده
۱۵	بخار سدیم فشار پایین
۲۵	بخار سدیم فشار بالا
۶۰	بخار سدیم فشار بالا (سفید)
۴۵	بخار جیوه
۶۵	متال‌هالید
بیش از ۷۵	LED

### ۱-۲-۲۷- بالاست

در لامپ‌های فلورسنت با توجه به نیاز لامپ به راه‌اندازی، از مدارهای بالاست استفاده می‌شود. بالاست لامپ‌ها در دو نوع مغناطیسی و الکترونیکی و با ساختارهای متفاوت عرضه می‌شوند. بالاست مغناطیسی از دو جزء چک (سلف مغناطیسی) و استارتر تشکیل شده‌اند. تولید ولتاژ بالای راه‌اندازی، محدود کردن جریان، فیلترینگ جریان تغذیه از پالس‌های سوزنی از وظایف بالاست مغناطیسی است. در مقابل بالاست الکترونیکی فاقد چک و استارتر بوده و اساس کار آن یکسوسازها و مبدل‌های فرکانس بالا می‌باشد.

### ۱-۲-۲۸- چراغ<sup>۵</sup>

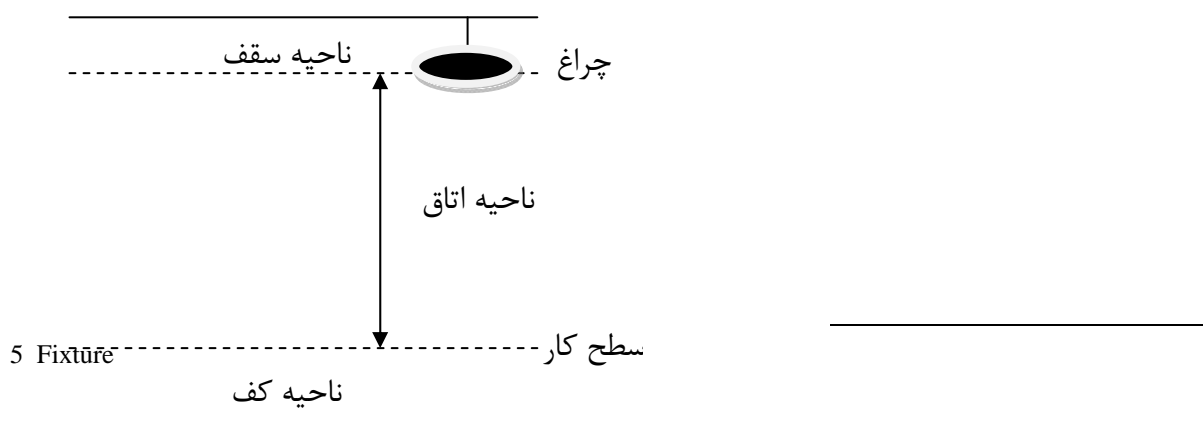
به مجموعه لامپ، بالاست و سایر تجهیزاتی که در سیستم‌های روشنایی در داخل یک قاب قرار گرفته و تابش انرژی بصورت نورانی را انجام می‌دهند، چراغ گفته می‌شود.

### ۱-۲-۲۹- منحنی قطبی چراغ

منحنی قطبی چراغ نحوه پخش روشنایی یک چراغ در فضا، بصورت منحنی بر حسب زاویه در مختصات قطبی و شدت روشنایی با آن ارائه می‌شود. این منحنی معمولاً در جدول مشخصات چراغ توسط سازندگان ارائه می‌شود.

### ۱-۲-۳۰- ارتفاع موثر نصب چراغ ( ناحیه اتاق )

عبارتست از فاصله قائم چراغ‌های سیستم روشنایی تا بالای سطح کار. در محاسبه ارتفاع موثر نصب چراغ، مقادیر ارتفاع طبقه، فاصله سقف کاذب از سقف طبقه و ارتفاع سطح کار از کف طبقه باید مورد توجه قرار گیرد. این پارامترها در شکل زیر نشان داده شده‌اند.



**۱-۲-۳۱- شاخص ابعاد فضا، RCR**

با توجه به طول، عرض و ارتفاع موثر نصب تجهیزات روشنایی، شاخص ابعاد فضا مطابق رابطه زیر تعریف و با توجه به مشخصات فنی هر چراغ، با استفاده از این پارامتر و ضرایب انعکاس سطوح داخلی فضا، ضریب بهره چراغ بدست می‌آید.

$$RCR = \frac{5h(a+b)}{a \cdot b}$$

در این رابطه،

a, b، طول و عرض فضای نصب سیستم روشنایی بر حسب متر،

h، ارتفاع موثر نصب چراغ‌ها بر حسب متر،

RCR، شاخص ابعاد فضا است.

**۱-۲-۳۲- ضریب بهره، CU**

در طراحی سیستم‌های روشنایی، پس از تعیین ضریب ابعاد فضا، نوع چراغ و ضرایب انعکاس سطوح داخلی، عددی از جداول چراغ‌های روشنایی تعیین می‌شود که در جهت تعیین تعداد چراغ مناسب با کاربری فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱-۲-۳۳- ضریب انعکاس**

نسبت انرژی موج منعکس شده از یک سطح به انرژی تابیده شده به آن سطح، ضریب انعکاس آن سطح نامیده می‌شود. ضریب انعکاس برای سطوح مختلف سقف، دیوار و کف بصورت درصد و یا عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود.

**۱-۲-۳۴- نسبت حداکثر فاصله چراغ‌ها به ارتفاع موثر**

در طراحی سیستم‌های روشنایی داخلی به منظور اطمینان از یکنواختی نور در سطح مساحت فضا، حداکثر فاصله بین دو چراغ و همچنین حداکثر فاصله مرکز چراغ با دیوارهای جانبی با عددی در جداول مشخصات فنی چراغ‌ها تعیین می‌شود.

### ۱-۲-۳۵- ضریب خیرگی، GI<sub>6</sub>

میزان خیرگی بر اساس مقدار درخشندگی حاصل از منابع روشنایی در فضا را نشان می‌دهد. هر چه مقدار GI کمتر باشد خیرگی کمتر است. این عدد معمولاً در بازه ۱۰ تا ۳۰ است. استاندارد DIN EN 12464-1 مقدار مرجع ضریب خیرگی را برای یک اتاق استاندارد تعریف کرده است. مقدار ضریب خیرگی در هر نقطه از فضا به درخشندگی زمینه و منبع روشنایی، موقعیت ناظر نسبت به منبع روشنایی و ابعاد فضا بستگی دارد و معمولاً توسط نرم‌افزارهای طراحی روشنایی در هر نقطه محاسبه می‌شود.

### ۱-۲-۳۶- پدیده استروبو سکوپ

هر گاه دو پدیده با دو فرکانس مختلف  $f_1$  ,  $f_2$  در مقابل چشم قرار گیرند، حاصل آن روی چشم دارای یک فرکانس ظاهری با مقدار  $f=ff_2$  خواهد بود. بعنوان نمونه اگر یک چرخ الکتریکی با فرکانس  $f_1=80$  Hz در زیر یک منبع نور که با فرکانس برق شهر  $f_2=50$  Hz تغذیه می‌شود قرار گیرد، این چرخ توسط چشم با یک فرکانس ظاهری  $f=ff_2=30$  Hz دیده خواهد شد. این پدیده در فضاهای صنعتی که تعداد زیادی تجهیزات چرخان در آن حرکت می‌کنند می‌تواند مشکل‌زا باشد. طراحان سیستم روشنایی باید با در نظر گرفتن تمهیداتی در نحوه برق‌رسانی به منابع روشنایی از بروز این پدیده در فضاهای صنعتی جلوگیری نمایند.

### ۱-۲-۳۷- مسیر تغذیه الکتریکی

مسیر عبور انرژی الکتریکی از منبع انرژی تا نقاط نهایی مصرف، مسیر تغذیه الکتریکی نامیده می‌شود.

### ۱-۲-۳۸- مدار تغذیه روشنایی

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که به منظور انتقال انرژی الکتریکی از منبع انرژی به نقاط منابع روشنایی بکار می‌روند، مدار تغذیه روشنایی نامیده می‌شوند.

## ۱-۲-۳۹- افت ولتاژ

کاهش ولتاژ در طول یک مدار تغذیه در اثر مقاومت اهمی و راکتانس سلفی تجهیزات را افت ولتاژ گویند. افت ولتاژ معمولاً بر حسب درصد بیان می‌شود. طراح باید انتخاب تجهیزات را طوری انجام دهد که میزان افت ولتاژ در محدوده‌ی مشخصی که توسط استاندارد تعیین می‌شود کنترل شود.

۱-۲-۴۰- پایایی، قابلیت اطمینان<sup>۷</sup>

میزان اطمینان از تغذیه صحیح و زمان در دسترس بودن سیستم تغذیه اصطلاحاً پایایی یا قابلیت اطمینان نامیده می‌شود.

## ۱-۲-۴۱- ضریب توان

نسبت مقدار توان اکتیو عبوری از یک مدار به توان ظاهری آن ضریب توان گفته می‌شود. این پارامتر از رابطه زیر استخراج می‌شود.

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

در این رابطه،

P، توان اکتیو عبوری از مدار بر حسب وات،

Q، توان راکتیو عبوری از مدار بر حسب ولت‌آمپر راکتیو،

S، توان ظاهری مدار بر حسب ولت‌آمپر و

pf، ضریب توان است.

ضریب توان در حالت ایده‌آل برابر ۱ است یعنی حالتی که عبور توان راکتیو وجود ندارد. میزان ضریب توان بین ۰/۹ تا ۱ عددی مطلوب در مدارهای روشنایی بحساب می‌آید.

<sup>7</sup> Reliability

### ۱-۲-۴۲- کیفیت توان<sup>۸</sup>

انرژی الکتریکی دریافتی توسط تجهیزات مصرف کننده باید از نظر شکل موج در حالت ایده آل، شبیه موج سینوسی با فرکانس ۵۰ هرتز باشد. هر گونه تغییر شکل از حالت ایده آل با شاخص های کیفیت توان سنجیده و نتایج آن ارائه می شود. هارمونیک ها، فلیکر، کاهش یا افزایش ولتاژهای دائمی و گذرا از مهم ترین پدیده های مورد بررسی در کیفیت توان هستند.

با گسترش استفاده از لامپ های فلورسنت و راه اندازهای مختلف این لامپ ها در منابع روشنایی، بدلیل ماهیت فناوری این لامپ ها اختلالات کیفیت توان مدارهای روشنایی داخلی بخصوص از نظر هارمونیک های مرتبه ۳، ۵ و ۷ افزایش چشمگیری نسبت به گذشته داشته است. طراحان سیستم تغذیه روشنایی می بایست در صورت لزوم تمهیدات لازم جهت جبران سازی این اختلالات را پیش بینی کنند.

### ۱-۲-۴۳- ولتاژ اسمی

ولتاژ اسمی سیم یا کابل ولتاژی است که سیم یا کابل برای آن طراحی شده و آزمون های الکتریکی بر اساس آن انجام می شود. ولتاژ اسمی بر حسب ولت بیان می شود.

### ۱-۲-۴۴- هادی

هادی وسیله ای است جهت انتقال قدرت از منبع تولید به مصرف کننده. هادی شامل مفتول های نازک مسی (افشان) در سیم قابل انعطاف و شامل تک مفتول یا مفتول های منظم تابیده شده در سیم غیر قابل انعطاف است.

### ۱-۲-۴۵- عایق

عایق ها جهت ممانعت از عبور جریان غیر از مسیر هادی ها به کار می روند و معمولاً از جنس پلیمر ساخته می شوند.

### ۱-۲-۴۶- سیم (رشته)

شامل هادی است که توسط پوششی عایق احاطه شده است.

<sup>8</sup> Power Quality

**۱-۲-۴۷- کابل**

کابل، هادی‌های عایق شده هستند که توسط آن‌ها قدرت الکتریکی به صورت جریان الکتریکی و تحت ولتاژ مصرف از منبع تغذیه به مصرف‌کننده منتقل می‌شود.

**۱-۲-۴۸- ظرفیت الکتریکی کابل**

توانایی کابل در انتقال انرژی الکتریکی، ظرفیت کابل نامیده می‌شود. ظرفیت کابل معمولاً بر حسب آمپر یا کیلووات بین می‌شود.

**۱-۲-۴۹- شمش الکتریکی**

هادی الکتریکی بدون عایق‌بندی محافظتی که معمولاً در نقاط غیرقابل دسترس و در داخل تابلوهای بسته قرار گرفته و اتصال الکتریکی در نقاط انشعاب را فراهم می‌کند.

**۱-۲-۵۰- ظرفیت الکتریکی شمش**

توانایی شمش در انتقال انرژی الکتریکی، ظرفیت شمش نامیده می‌شود. ظرفیت شمش معمولاً بر حسب آمپر یا کیلووات بین می‌شود.

**۱-۲-۵۱- جریان مجاز حرارتی یک هادی:**

مقدار ثابتی از جریان که تحت شرایط تعیین شده‌ای بدون این که درجه حرارت تعادل هادی از میزان تعیین شده‌ای تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند. برای هادی‌ها، جریان مجاز جریان اسمی در نظر گرفته می‌شود.

**۱-۲-۵۲- تابلو**

تابلو، ترکیبی است از لوازم قطع و وصل / کنترلی که بطور کامل سوار شده و شامل کلیه اتصالات الکتریکی و مکانیکی آن‌ها باشد.

**۱-۲-۵۳- دسترس**

منطقه‌ای است که حدود آن از سطح محل فعالیت یا رفت و آمد عادی افراد بدون هر گونه کمک قابل لمس باشد.

**۱-۲-۵۴- قسمت برق‌دار**

قسمت برق‌دار، هادی یا قسمتی از یک هادی است که در حالت استفاده عادی از آن در تاسیسات الکتریکی برق‌دار است.

یادآوری ۱- قسمت برق‌دار شامل هادی‌های فاز و هادی خنثی است. اما طبق قرارداد شامل هادی مشترک حفاظتی/خنثی نمی‌شود.

یادآوری ۲- این اصطلاح لزوماً به معنی وجود خطر برق‌گرفتگی نمی‌باشد.

**۱-۲-۵۵- عایق‌بندی**

عایق‌بندی، حفاظتی است که به قسمت‌های برق‌دار اعمال می‌شود تا در برابر برق‌گرفتگی ایجاد ایمنی نماید یا مانع جریان نشتی در سیم شود.

**۱-۲-۵۶- تابلو اصلی**

تابلو اصلی تابلویی است که معمولاً در پست برق نصب می‌شود و به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتورهای توزیع متصل شده و برق مجموعه را توزیع و کنترل می‌کند.

**۱-۲-۵۷- تابلو نیم اصلی**

تابلوهای نیم اصلی برای توزیع و کنترل برق بلوک‌های ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه‌ها استفاده می‌شوند. تابلو نیم‌اصلی از تابلو اصلی تغذیه می‌کند.



**۱-۲-۵۸- تابلو فرعی تاسیسات و تجهیزات**

این تابلوها برای توزیع و کنترل برق تجهیزاتی مانند موتورخانه‌ها، آشپزخانه، رختشوی‌خانه و مانند آن بکار می‌رود. این تابلو از تابلو نیم‌اصلی تغذیه می‌کند.

**۱-۲-۵۹- تابلو قطع و وصل فرمان فشار ضعیف**

ترکیبی است از یک یا چند وسیله قطع و وصل فشار ضعیف همراه با تجهیزات فرمان، اندازه‌گیری، نشانگر، حفاظت و تنظیم که کلیه اتصالات برقی و مکانیکی داخلی و قسمت‌های بدنه آن بطور کامل با مسئولیت سازنده سوار و نصب شده باشد.

**۱-۲-۶۰- تابلو فرعی روشنایی**

تابلویی است که نیروی برق روشنایی و پریزهای عمومی مربوط به هر قسمت را توزیع و کنترل می‌کند. این تابلو از تابلو نیم‌اصلی تغذیه می‌کند.

**۱-۲-۶۱- اسکلت نگهدار**

قسمتی از ساختمان تابلو است که برای نگهداری اجزای متشکله مختلف تابلو و پوشش آن در صورت وجود طراحی می‌شود.

**۱-۲-۶۲- پوشش**

قسمتی از تابلو که برای تامین حفاظت تجهیزات در برابر عوامل خارجی معینی طراحی شده و در همه جهات در برابر تماس مستقیم حداقل درجه حفاظت IP2X را تامین می‌کند.

**۱-۲-۶۳- تابلوی تمام بسته**

تابلو تمام بسته، مجموعه‌ای تمام بسته از تجهیزات قطع و وصل / کنترل است که تمامی مشخصات تابلو را دارد و در ضمن امکان دسترسی به تجهیزات بدون باز کردن در وجود ندارد.

**۱-۲-۶۴- تابلو تمام بسته دیواری**

این تابلو که بصورت یک جعبه قابل نصب روی کار یا توی کار در ابعاد مختلف ساخته می‌شود و فقط قسمت جلوی آن قابل دسترسی است شامل شینه، کلید، وسایل حفاظت در برابر اضافه بار می‌باشد و برای کنترل مدارهای فرعی روشنایی در سیستم‌های تغذیه روشنایی بکار می‌رود.

**۱-۲-۶۵- تابلو تمام بسته (برای نصب در فضاهای سرپوشیده)**

این نوع تابلو عبارتست از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن -بجز سطح نصب که ممکن است باز باشد- بنحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP20 تامین شود. این تابلو به تابلو تمام بسته ایمنی نیز نامیده می‌شود.

**۱-۲-۶۶- تابلو تمام بسته ایستاده**

تابلویی است که بطور مستقل و بدون اتکا به دیوار در روی کف ساختمان استقرار پیدا کند. این تابلوها معمولاً برای تابلوهای اصلی، نیم‌اصلی و تجهیزات بکار می‌روند

**۱-۲-۶۷- تابلو تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از جلو**

در این تابلو که تمام مشخصات تابلوهای تمام بسته ایستاده را دارد، دسترسی برای فرمان، تعویض تجهیزات، تنها از طرف جلو تابلو امکان‌پذیر است.

**۱-۲-۶۸- تابلو تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از پشت**

در تابلو تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از پشت، تمام مشخصات تابلوهای تمام بسته ایستاده وجود دارد. همچنین تجهیزات اندازه‌گیری در جلو تابلو نصب شده و دسترسی برای فرمان از طرف جلو تابلو امکان‌پذیر است. اما دسترسی برای تعویض تجهیزات از طرف پشت تابلو امکان‌پذیر است.

**۱-۲-۶۹- تابلو توزیع روشنایی برای نصب در محوطه باز**

تابلو توزیع روشنایی برای نصب در محوطه باز عبارتست از تابلو تمام بسته با سقف شیبدار و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت، آب و گرد و غبار که معمولاً روی پایه‌های بتنی نصب می‌شود و برای تغذیه منازل، فرمان و کنترل روشنایی محوطه، آب‌نماها و غیره بکار می‌رود.

### ۱-۲-۷۰- وسیله قطع و وصل

وسيله قطع و وصل، وسیله‌ای است که به منظور قطع یا وصل جریان الکتریکی در یک مدار بکار می‌رود.

### ۱-۲-۷۱- وسایل کنترل

وسایل کنترل، اصطلاحی است عمومی که شامل وسایل قطع و وصل یا ترکیب آن‌ها با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و حفاظت بوده که در اصل برای کنترل انرژی الکتریکی مربوط به تجهیزات مصرف‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

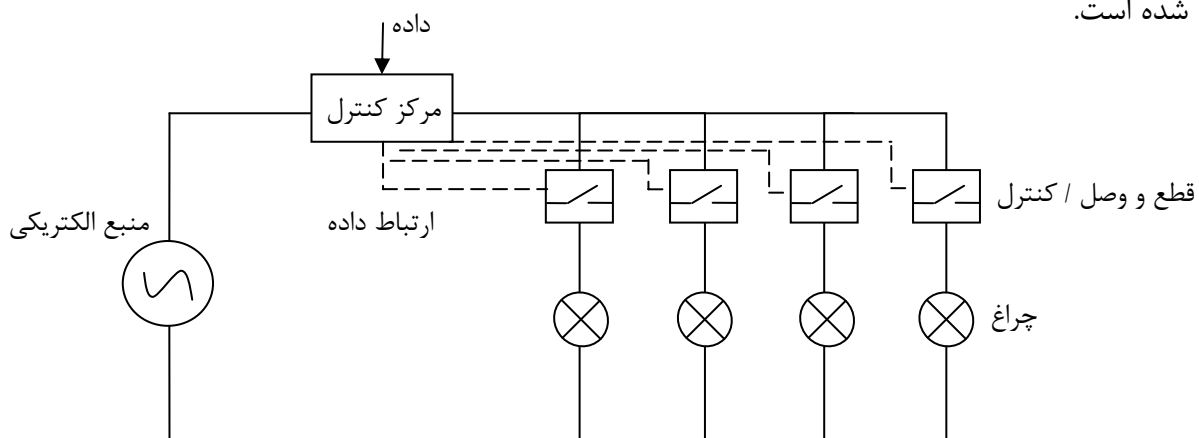
### ۱-۲-۷۲- وسایل قطع و وصل و کنترل

وسایل قطع و وصل و کنترل، تجهیزاتی هستند که برای وصل به یک مدار الکتریکی با اهداف زیر پیش‌بینی می‌شوند:

- حفاظت
- کنترل
- جدا کردن
- انجام عملیات قطع و وصل



یادآوری- وسایل مربوط به اتصال تجهیزات از قبیل ترمینال‌ها، بست‌ها و نظایر آن‌ها جزء ملحقات وسایل قطع و وصل و کنترل بحساب می‌آیند. نمایی از قرار گرفتن تجهیزات قطع و وصل و کنترل در دیاگرام شکل زیر ارائه شده است.



وجود یا عدم وجود هر یک از این بخش‌ها (مرکز کنترل، داده، ارتباط داده، تجهیز قطع و وصل / کنترل) در سیستم روشنایی در مراحل طراحی تعیین می‌شود.

### ۱-۲-۷۳- کنترل قطع و وصل دستی

کنترل یک عملیات قطع و وصل است با مداخله نیروی انسان.

### ۱-۲-۷۴- کنترل قطع و وصل از راه دور

کنترل یک عملیات است از نقطه‌ای که نسبت به وسیله قطع و وصل در فاصله‌ای دور قرار دارد.

### ۱-۲-۷۵- تجهیزات کاهش دهنده نور - Dimmer

تجهیزات کاهش‌دهنده نور شامل انواع تجهیزاتی است که با تغییر در شاخص‌های تغذیه لامپ‌های روشنایی (مانند ولتاژ) به لامپ قابلیت کنترل بخشیده و امکان اضافه یا کم کردن لومن روشنایی لامپ را به کاربر می‌دهند.

### ۱-۲-۷۶- فضای مستقل

در یک ساختمان به فضاهایی که از نظر فیزیکی برای کاربری‌های مختلف جداسازی شده و یا جهت اهداف مختلف مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، فضای مستقل گویند. در طراحی روشنایی فضاهایی که از نظر زمان کارکرد سیستم روشنایی ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند، فضای مستقل گویند.

### ۱-۲-۷۷- کلید خودکار

وسیله مکانیکی قطع و وصل است که قادر است در شرایط عادی مدار الکتریکی، جریان‌هایی را قطع یا وصل کند یا از خود عبور دهد و در شرایط مشخص ولی غیرعادی مانند اتصال کوتاه، جریان‌هایی را قطع و وصل کند یا در مدتی کوتاه از خود عبور دهد.

### ۱-۲-۷۸- کنتاکتور

یک وسیله قطع و وصل مکانیکی است که دارای تنها یک حالت استراحت می‌باشد و بطریقی غیر از دست کار می‌کند و قادر است در شرایط عادی مدار، از جمله شرایط بهره‌برداری جریان‌هایی را قطع و وصل کرده یا از خود عبور دهد.

**۱-۲-۷۹- وضعیت سکون کنتاکتور**

وضعیت سکون کنتاکتور عبارتست از وضعیت قرار گرفتن اجزای متحرک کنتاکتور هنگام عدم تحریک وسیله آهنربای الکتریکی یا هوای فشرده.

**۱-۲-۸۰- حسگرهای روشنایی**

حسگرهای روشنایی تجهیزاتی هستند که برای تشخیص شدت روشنایی محیط در فضا نصب شده و متناسب با شدت نور دریافتی علائمی را صادر می‌کنند. وجود یا عدم وجود و نوع حسگر روشنایی مورد استفاده در سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی در مراحل طراحی مشخص می‌شود.

**۱-۲-۸۱- کنتاکتور مکانیکی**

وسیله قطع و وصل مکانیکی است که تنها یک وضعیت سکون دارد و به طریق غیردستی عمل می‌کند و قادر به قطع و وصل و عبور جریان در حالت عادی مدار از جمله شرایط اضافه بار بهره‌برداری است.

**۱-۲-۸۲- کنتاکتور الکترومغناطیسی**

کنتاکتوری است که نیروی بستن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی باز یا باز کردن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی بسته به وسیله آهنربای الکتریکی تامین می‌شود.

**۱-۲-۸۳- کنتاکتور بادی**

کنتاکتوری است که نیروی بستن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی باز یا باز کردن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی بسته به وسیله نیروی هوای فشرده و بدون کاربری لوازم الکتریکی تامین می‌شود.

**۱-۲-۸۴- کنتاکتور الکتریکی - بادی**

کنتاکتوری است که نیروی بستن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی باز یا باز کردن کنتاکت‌های اصلی در شرایط عادی بسته به وسیله هوای فشرده با استفاده از شیرهای الکتریکی تامین می‌شود.

**۱-۲-۸۵- کنتاکتور خلا**

کنتاکتوری است که کنتاکت‌های اصلی آن، درون محفظه خلا باز و بسته می‌شود.

**۱-۲-۸۶- درجه آلودگی (در مورد شرایط محیطی)**

عددی قراردادی است که بر اساس مقدار گرد و غبار رسانا یا جاذب رطوبت، گاز یونیزه شده یا نمک و رطوبت نسبی و فراوانی وقوع آن تعیین می‌شود و در نتیجه آن جذب رطوبت یا تجمع قطرات پیش می‌آید و منجر به کاهش استقامت دی‌الکتریک / مقاومت ویژه سطحی می‌شود.

**۱-۲-۸۷- عنصر خازن**

قطعه‌ای است شامل دو الکتروود که توسط یک ماده عایق (دی‌الکتریک) از هم جدا شده باشند.

**۱-۲-۸۸- واحد خازن**

مجموعه‌ای از یک یا چند عنصر خازن که در یک محفظه با ترمینال‌های خروجی قرار گرفته باشند.

**۱-۲-۸۹- تجهیزات خازنی**

مجموعه‌ای از تجهیزات شامل واحدهای خازن و تجهیزات جانبی آن‌ها.

**۱-۲-۹۰- ظرفیت اسمی خازن**

مقدار ظرفیت خازنی است که خازن برای آن مقدار طراحی شده است. این مقدار بر حسب فاراد بیان می‌شود.

**۱-۲-۹۱- خروجی اسمی خازن**

توان راکتیوی است که از مقدار ظرفیت، فرکانس و ولتاژ ناشی می‌شود.

**۱-۲-۹۲- لوله برق**

بخشی از سیستم سیم‌کشی پوشیده با سطح مقطع گرد یا غیرگرد می‌باشد که هادی یا کابل‌ها را در تاسیسات الکتریکی در بر می‌گیرد و امکان سیم‌کشی و تعویض آن‌ها را فراهم می‌کند. لوله‌ها باید به گونه‌ای مسدود باشد که هادی‌ها یا کابل‌ها فقط به درون آن کشیده شده و از جوانب آن داخل نشود.

**۱-۲-۹۳- لوله محافظ سیم**

لوله‌های محافظ سیم لوله‌هایی از جنس فلزات یا پلاستیک‌های صلب هستند که جهت هدایت کابل و سیم در مجاری مسیر تغذیه و محافظت مکانیکی آن از صدمات احتمالی بکار می‌روند.

**۱-۲-۹۴- لوله فلزی**

لوله‌ای که جنس آن تنها از فلز باشد.

**۱-۲-۹۵- لوله عایق**

لوله‌ای که جنس آن فقط از عایق باشد و هیچ قسمتی از آن دارای اجزای هادی به شکل پوشش داخلی یا به صورت بافت یا پوشش فلز بیرونی نباشد.

**۱-۲-۹۶- لوله مرکب**

لوله‌ای که جنس آن ترکیبی از هادی و عایق باشد.

**۱-۲-۹۷- لوله خم‌پذیر**

لوله‌ای است که می‌توان آن را به وسیله دست با نیرویی متعارف و بدون استفاده از ابزار کمکی خم کرد.

**۱-۲-۹۸- لوله سخت**

لوله‌ای است که فقط می‌توان آن را به کمک ابزار مکانیکی با انجام یا بدون انجام عملیات خاصی خم کرد.

**۱-۲-۹۹- لوله خودبرگردان یا ارتجاعی**

لوله‌ی خم‌پذیری است که وقتی نیرویی گذرا در مدت زمان کمی به آن اعمال می‌شود، تغییر شکل داده و با از بین رفتن این نیرو در مدت زمان کوتاهی به حالت اولیه خود برمی‌گردد.

**۱-۲-۱۰۰- لوله قابل انعطاف**

لوله‌ی خم‌پذیری است که می‌توان آن را به وسیله‌ی دست و با نیروی معمولی و بدون استفاده از ابزار آن را خم کرد و قابلیت خم شدن‌های متعدد را در مدت زمان کاربری خود دارا می‌باشد.



## ۱-۲- ارزیابی فضا برای طراحی سیستم روشنایی

آسایش، ایمنی، سلامت و بهداشت حرفه‌ای و صرفه اقتصادی از نظر هزینه‌های اجرا و مصرف انرژی، از مهمترین جنبه‌هایی هستند که باید در کلیه مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های روشنایی مورد توجه قرار گیرند. در تعیین ضوابط اساسی در ارزیابی نیازهای روشنایی مکان نیز همین جنبه‌ها باید توسط طراح در مراحل ابتدایی طراحی سیستم روشنایی داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها در نظر گرفته شود.

در ادامه این قسمت، نکاتی که بطور عمومی طراحان سیستم روشنایی در ارزیابی‌های اولیه از محیط باید مورد توجه قرار دهند، ارائه شده است. این موارد از مهم‌ترین بخش‌های دفترچه محاسبات روشنایی طراحان بوده و در صورت درخواست صاحب کار و یا هنگام کنترل طراحی‌ها توسط مرجع ذی‌صلاح باید ارائه شود.

- شناسایی نیازهای مجموعه به شدت روشنایی در نقاط مختلف، شناسایی حداقل‌ها و مقادیر مناسب توجه به کاربری فضا اساسی‌ترین مرحله در ارزیابی‌های نیازهای روشنایی مکان می‌باشد. نوع کاربری و رژیم زمانی استفاده از روشنایی، حداقل شدت روشنایی لازم برای مکان و همچنین مشخصات فنی سیستم تغذیه اضطراری را مشخص می‌کند. شدت روشنایی مورد نیاز مجموعه با توجه به کاربری فضا و یا ماهیت میزان دقت مورد نیاز در فضا، از روی جداول شدت روشنایی مورد نیاز کاربری‌ها قابل استخراج است.
- بررسی آثار زیستی استفاده از لامپ‌های مختلف با توجه به طیف بسامد نور در انواع لامپ‌ها و بر اساس کاربری فضا و ساعاتی از شبانه‌روز که نیروی انسانی در معرض تابش نور لامپ قرار دارند، انجام می‌گیرد.
- دوره زمانی استفاده از سیستم روشنایی در طول شبانه‌روز و امکان بهره‌گیری از نور طبیعی روز

میزان و نحوه بهره‌گیری از نور طبیعی در روز از دیگر نکاتی است که در ارزیابی‌های مکان باید مورد توجه قرار گیرد. استفاده حداکثری از نور طبیعی روز به منظور کاهش هزینه تامین روشنایی و کاهش مصرف انرژی، همواره مطلوب طراحان خواهد بود. در این زمینه رعایت الزامات مبحث

نوزدهم مقررات ملی ساختمان برای مدیریت مصرف انرژی در سیستم روشنایی ساختمان‌ها لازم-الاجرا است.

- میزان انعکاس نور در سطوح مکان نظیر سقف و دیوارها

بررسی ضرایب انعکاس سطوح فضای داخلی نظیر سقف، کف و دیوارها، ارائه پیشنهاد فنی-اقتصادی برای بهبود انعکاس نور در سطوح با توجه به شرایط مکان از جمله اقداماتی است که طراح در ارزیابی‌های ابتدایی محل باید انجام دهد. درصد ضرایب انعکاس سقف، کف و دیوار با توجه به جنس و رنگ سطوح مختلف از جداول مرجع استخراج و در مرحله تعیین ضریب بهره سیستم روشنایی از روی جدول چراغ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ضرایب انعکاس نور برای سطوح مختلف در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

جدول (۱-۲). ضرایب انعکاس سطوح مختلف

جنس سطح	ضریب انعکاس (%)	رنگ سطح	ضریب انعکاس (%)
گچ خشک (تازه)	۸۰	سفید	۸۰
گچ خشک (کهنه)	۶۵	زرد	۶۵
سیمان خشک (تازه)	۴۵	صورتی روشن	۵۰
سیمان خشک (کهنه)	۲۰	خاکستری روشن	۴۵
آجر قرمز	۱۰	آبی روشن	۴۵
آجر سفید	۲۵	سبز روشن	۴۰
آسفالت با اندود قیر	۱۲	قرمز روشن	۱۵
سنگ مرمر سفید	۸۰	خاکستری تیره	۱۵
آلومینیوم پرداخت شده	۷۵	آبی تیره	۱۵

جدول (۱-۲). ضرایب انعکاس سطوح مختلف

جنس سطح	ضریب انعکاس (%)	رنگ سطح	ضریب انعکاس (%)
آلومینیوم کدر	۵۵	سبز تیره	۱۵
کاشی سفید	۸۰	قرمز تیره	۱۵
قهوه‌ای تیره	۱۵	سیاه	۵
شیشه روشن ۲ میلیمتری	۸	شیشه مات ۳ میلیمتری	۱۲
شیشه شیری ۳ میلیمتری	۵۵	آینه	۹۰

- ارائه پیش‌بینی‌های لازم برای پوشش نقاط کور احتمالی در محیط و در نظر گرفتن آن‌ها در تعداد و آرایش چراغ‌ها
- بررسی مسیر تغذیه منابع روشنایی از منبع توان، موانع و معارضین مسیر تغذیه مانند لوله‌های آب و گاز، در نظر گرفتن حریم خطوط برق با توجه به استانداردهای ملی و بین‌المللی برای حریم خطوط انتقال، ارائه پیشنهاد جهت رفع معارض و یا تغییر مسیر.
- بررسی موانع و معارضین نصب چراغ‌ها در سقف و دیوارها، انطباق با سایر تجهیزات مانند جرثقیل‌های سقفی و تیرهای آهن در محیط‌های کارگاهی، پروژکتورهای منصوب در سقف فضاهای آموزشی و سالن‌ها.
- امکان‌سنجی اتصال انواع چراغ‌ها به سقف و سایر سطوح داخلی فضا با توجه به ابعاد و وزن آن‌ها.
- نیاز به روشنایی در حالت اضطراری، اولویت‌بندی چراغ‌ها برای حالت اضطراری، پیش‌بینی مسیر تغذیه برای چراغ‌های اضطراری.

- امکان خاموش کردن یکی در میان چراغ‌ها در روز برای بهره‌گیری از نور طبیعی روز و مدیریت مصرف انرژی بدون مشکل چشمک چراغ‌ها و حفظ یکنواختی روشنایی.
- امکان‌سنجی محل نصب تجهیزات فرمان و کنترل روشنایی روی سطوح دیوارها و عدم انطباق با سایر تجهیزات پیش‌بینی شده در روی سطوح داخلی فضا.
- بررسی تهدیدات و خطرهای الکتریکی و مکانیکی مکان برای تجهیزات سیستم روشنایی و در نظر داشتن تمهیدات لازم برای حفاظت الکتریکی و مکانیکی تجهیزات.

بدیهی است طراح سیستم روشنایی می‌بایست کلیه موارد بالا را بعلاوه نکاتی که بر حسب ضرورت محیط تحمیل می‌شود، بررسی و در کلیه مراحل طراحی در نظر داشته باشد. کلیه داده‌های لازم برای طراحی سیستم روشنایی در مراحل ارزیابی توسط طراح برداشت می‌شود. ارائه این مشخصات بصورت خلاصه در دفترچه محاسبات طراحی الزامی است.

## ۲-۲- طبقه‌بندی فضاها بر اساس نیاز به شدت روشنایی

در این قسمت، میزان شدت روشنایی مورد نیاز برای کاربری‌های مختلف طبقه‌بندی شده و از نتایج آن برای تعیین تعداد و آرایش چراغ‌های سیستم روشنایی داخلی استفاده می‌شود.

شدت روشنایی مورد نیاز برای هر فضای داخلی با توجه به نوع کاربری فضا از مهم‌ترین اطلاعات لازم برای طراحی سیستم روشنایی داخلی بوده و ذکر میزان این پارامتر (E) در ابتدای محاسبات روشنایی در دفترچه محاسبات الزامی است. پارامتر E مستقیماً در تعداد منابع روشنایی و شدت نور روی سطح کار فضا تاثیر گذار خواهد بود.

در جدول ۲-۳ برای هر کاربری در اماکن مسکونی، تجاری، عمومی، کارخانجات و کارگاه‌ها دو مقدار حداقل و پیشنهادی ارائه شده است. این اطلاعات از مقادیر ارائه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و با در نظر گرفتن کلیه جنبه‌های فنی، اقتصادی و الزامات بهداشت حرفه‌ای استخراج شده است. شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس با هدف مدیریت مصرف انرژی در بخش روشنایی تا آنجا که ممکن است معادل مقادیر پیشنهادی انتخاب می‌شود. اگر شرایط فنی و اقتصادی محیط ایجاب کند می‌توان شدت روشنایی بیش از مقادیر پیشنهادی را در نظر گرفت ولی شدت روشنایی نمی‌تواند کمتر از مقادیر حداقل باشد.

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۱	مسکونی	اتاق نشیمن و پذیرایی	۷۰	۲۰۰
		اتاق مطالعه	۱۵۰	۵۰۰
		آشپزخانه (ظرفشویی، اجاق و میز کار)	۱۰۰	۲۰۰
		اتاق خواب:		
		روشنایی عمومی	۵۰	۱۰۰
		روشنایی تخت خواب	۲۰۰	۵۰۰
		حمام:		
		روشنایی عمومی	۵۰	۱۰۰
		آینه	۲۰۰	۵۰۰
		پلکان	۱۰۰	۱۵۰
		راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۲	اداری	تمام کارهای عمومی	۲۰۰	۵۰۰
		ماشین نویسی و کار با رایانه	۳۰۰	۶۰۰
		حسابداری و کار با ماشین حساب	۳۰۰	۶۰۰
		بایگانی	۱۰۰	۳۰۰
		اتاق نقشه کشی	۵۰۰	۱۰۰
		اتاق کنفرانس	۲۰۰	۵۰۰
		اتاق انتظار و اطلاعات	۱۵۰	۵۰۰
		پلکان	۱۰۰	۱۵۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
		راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۳	کتابخانه	قفسه‌ها (در سطح قائم)	۱۰۰	۲۰۰
		سالن مطالعه	۱۰۰	۲۰۰
		روی سطح میز مطالعه	۳۰۰	۵۰۰
۴	فضای آموزشی مدارس	کلاس درس، آمفی تئاتر	۲۰۰	۵۰۰
		تخته (در سطح عمودی)	۳۰۰	۵۰۰
		آزمایشگاه	۲۰۰	۵۰۰
		کلاس نقاشی و کارهای دستی	۵۰۰	۷۰۰
		سالن ورزشی سرپوشیده	۱۵۰	۳۰۰
		رختکن، توالت و دستشویی	۵۰	۱۰۰
۵	درمانگاه و بیمارستان	اتاق انتظار و اطلاعات	۱۰۰	۳۰۰
		اتاق‌های بیمار و سالن‌های عمومی:		
		روشنایی عمومی	۵۰	۱۰۰
		روشنایی روی تخت	۲۰۰	۳۰۰
		اتاق معاینه و آزمایشگاه	۳۰۰	۵۰۰
		اورژانس	۲۰۰	۵۰۰
		اتاق عمل:		
روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰		
میز عمل با چراغ مخصوص	۳۰۰۰	۸۰۰۰		
۶	کارخانه تولید کنسرو	محل دسته‌بندی و تفکیک	۱۵۰	۵۰۰
		محل پوست‌کندن	۱۰۰	۲۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
		محل پختن	۱۵۰	۲۰۰
		محل پر کردن قوطی	۳۰۰	۵۰۰
۷	غلات آسیاب	روشنایی عمومی	۷۰	۱۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۵۰۰
۸	نانوایی	خمیرگیری	۲۰۰	۳۰۰
		اتاق تنور: روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		تنور	۳۰۰	۵۰۰
۹	کارخانه شکلات	بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
		تهیه مواد اولیه: روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰
		روشنایی روی نوار تزیین و بسته‌بندی	۳۰۰ ۱۵۰	۵۰۰ ۲۰۰
۱۰	کارخانه لبنیات	سکوی تخلیه	۷۰	۱۰۰
		ظرفشویی	۲۰۰	۳۰۰
		ماشین‌آلات تهیه مواد	۲۰۰	۳۰۰
		شیشه پر کنی	۲۰۰	۳۰۰
		آزمایشگاه	۳۰۰	۵۰۰
۱۱	موزه و نمایشگاه	روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰
		نور در محل عرضه نقاشی‌ها	۲۰۰	۳۰۰
		نور در محل عرضه مجسمه و سایر آثار	۳۰۰	۵۰۰
۱۲	سازگاری گراور نه و پختن	ماشین حروفچینی: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	محل	کاربری	ردیف
۵۰۰	۳۰۰	محل حروفچینی		
۳۰۰	۲۰۰	ماشین‌های چاپ: روشنایی عمومی		
۵۰۰	۳۰۰	روی ماشین		
۷۰۰	۵۰۰	میز تصحیح		
۷۰۰	۵۰۰	گراورسازی		
۳۰۰۰	۲۰۰۰	حکاکی		
۳۰۰	۱۰۰	کوره: روشنایی عمومی	کارخانه شیشه‌سازی	۱۳
۱۵۰	۱۰۰	مخلوط کردن مواد خام: روشنایی عمومی		
۳۰۰	۲۰۰	روی دستگاه‌های توزین		
۱۵۰	۱۰۰	دمیدن و پرس کردن: روشنایی عمومی		
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار		
۲۰۰	۱۵۰	برش		
۲۰۰	۱۵۰	صیقل دادن		
۳۰۰	۲۰۰	نقره کاری (آینه‌سازی)		
۵۰۰	۳۰۰	تراش دقیق		
۵۰۰	۳۰۰	تزیین، جلا و حکاکی		
۳۰۰	۲۰۰	بازرسی: روشنایی عمومی		



جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
		روشنایی محل کار	۷۰۰	۱۰۰۰
۱۴	کارخانه نساجی (پنبه)	عدل شکن:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		حلاجی:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		نخ‌ریسی و دولاتی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		دوک کردن:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		بافندگی:		
		روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
		رنگرزی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		آزمایشگاه رنگ:		
		روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
۱۵	کارخانه نساجی (پشم)	عدل شکن:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		حوضچه‌ها	۵۰	۱۰۰
		محل شستشو:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		حلاجی:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		پشم‌ریسی و دولتابی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		دوک کردن و ماسوره‌پیچی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		بافندگی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		چله‌کشی و تارپیچی:		
		روشنایی عمومی	۷۰۰	۱۰۰۰
		روشنایی محل کار	۱۰۰۰	۱۵۰۰
		حوضچه	۵۰	۱۰۰
		ریسندگی و دولتابی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۷۰۰
۱۶	کارخانه نساجی (پشم طبیعی و الیاف مصنوعی)	بافندگی:		
		روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۵۰۰	۷۰۰
		بازرسی منسوجات، روشنایی محل کار	۱۰۰۰	۱۵۰۰
۱۷	کارخانه شیمیایی صنایع	جلو دستگاه‌های مخلوط‌کننده و خردکننده	۲۰۰	۳۰۰
		روی دستگاه‌های کنترل و سنجش	۱۵۰	۲۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۱۸	کارخانه رنگ‌سازی	روی میز کنترل	۲۰۰	۳۰۰
		آزمایشگاه‌ها:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		مخلوط کردن، آسیاب کردن و پودر کردن	۵۰	۱۰۰
		پر کردن و توزین:		
روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰		
روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰		
۱۹	کارخانه لاستیک‌سازی	آزمایشگاه رنگ:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
		تهیه مواد اولیه:		
		ماشین مخلوط کنی و ورز دادن نوار کردن	۲۰۰	۳۰۰
		تهیه الیاف:		
		برش الیاف و تهیه لایه‌ها	۳۰۰	۵۰۰
		روی ماشین‌ها	۲۰۰	۳۰۰
		ساخت لاستیک وسایل نقلیه:		
		روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		ولکانیزه کردن	۲۰۰	۳۰۰
		بازرسی:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۲۰	کارخانه دخانیات	محل برش	۱۵۰	۲۰۰
		خشک و تخمیر کردن	۱۵۰	۲۰۰
		درجه‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۲۱	صایون‌سازی کارخانه	روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		تابلوهای کنترل	۲۰۰	۳۰۰
		ماشین‌های بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۲۲	کارگاه مکانیکی	کارهای خشن مانند شمارش و بازرسی سطحی اشیا	۱۰۰	۱۵۰
		روشنایی عمومی	۱۵۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۱۵۰	۳۰۰
		کارهای متوسط مانند بازرسی اشیا با شاخص	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		کارهای دقیق مانند کار با وسایل مخبراتی و دستگاه‌های سنجش	۷۰۰	۱۰۰۰
		کارهای خیلی دقیق مانند سنجش و بازرسی اشیا ساخته شده	۱۵۰۰	۲۵۰۰
		کارهای بسیار دقیق مانند کار با چشم غیر مسلح	۱۵۰۰	۳۰۰۰
		محل قطعات بزرگ	۱۵۰	۲۰۰
۲۳	کارگاه‌های مونتاژ	محل قطعات متوسط	۲۰۰	۳۰۰
		محل قطعات کوچک	۵۰۰	۱۰۰۰
		محل قطعات خیلی کوچک	۱۰۰۰	۱۵۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۲۴	کارگاه ورق کاری	کار با ورق فلزی روی میز کار	۲۰۰	۳۰۰
۲۵	کارگاه صنایع فلزی	روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار: کار با قطعات متوسط روی میز یا روی ماشین	۳۰۰	۵۰۰
		کار با قطعات کوچک روی میز یا روی ماشین	۵۰۰	۷۰۰
۲۶	جوشکاری و لحیم کاری	کار با قطعات خیلی ظریف روی میز کار یا روی ماشین	۱۰۰۰	۱۵۰۰
جوشکاری:				
۲۶		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۷	کارگاه ریخته‌گری	لحیم کاری:		
		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۲۷		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		ماه‌یچه سازی:		
۲۷		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۷		قالب‌گیری:		
		روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۲۷		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		قالب‌گیری ظریف با دست:		
۲۷		روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۷		ریختن مواد مذاب در قالب	۵۰	۱۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۲۸	کارخانه ذوب آهن	ریختن مواد مذاب در قالب بر روش تزریق: روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		تمیز کردن قطعات ریخته شده	۵۰	۱۰۰
		بازرسی قطعات ریخته شده: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		محل تخلیه و انبار مواد اولیه	۵۰	۱۰۰
		محل کوره‌های بلند	۱۰۰	۱۵۰
		نورد قطعات بزرگ	۵۰	۱۰۰
		نورد و پروفیل‌سازی: روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		حدیده سیم‌های کلفت	۵۰	۱۰۰
		حدیده سیم‌های کار کرده: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰		
نورد ورق‌های نازک: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰		
روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰		
بازرسی ورق‌های فلزی: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰		
روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰		
۲۹	کارگاه آهنگری	کارهای آهنگری	۱۰۰	۱۵۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۳۰	کارخانه خودروسازی	مونتاژ قطعات	۲۰۰	۳۰۰
		کارگاه نقاشی (روی بدنه خودرو)	۵۰۰	۱۰۰۰
		تودوزی	۲۰۰	۳۰۰
		بازرسی نهایی	۳۰۰	۵۰۰
۳۱	نیروگاه	موتورخانه: روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		اتاق فرمان: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۳۲	کارگاه صحافی	صحافی معمولی: روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		برش: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۳۳	صنایع سفالی (سرامیک)	چاپ با فشار روی جلد: روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
		تهیه و عمل‌آوری گل	۱۰۰	۱۵۰
		فرم دادن	۱۵۰	۲۰۰
۳۴		کوره	۱۰۰	۱۵۰
		تزئین و لعاب کاری	۵۰۰	۷۰۰

جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۳۴	کارگاه دستکش‌سازی	بافندگی	۳۰۰	۵۰۰
		برش و پرس	۳۰۰	۵۰۰
		دوزندگی	۷۰۰	۱۰۰۰
		بازرسی	۵۰۰	۷۰۰
۳۵	کارگاه کلاه-دوزی	رنگرزی، تمیزکاری، نمدمالی و غیره	۲۰۰	۳۰۰
		دوزندگی	۵۰۰	۷۰۰
۳۶	کارگاه قالببافی	محل انتخاب مواد اولیه رنگ شده:		
		روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
		کارگاه بافت:		
		روشنایی عمومی	۱۵۰	۳۰۰
		روشنایی محل کار	۲۰۰	۵۰۰
		محل پرداخت	۲۰۰	۳۰۰
۳۷	کارگاه دباغی	حوضچه‌ها	۱۰۰	۱۵۰
		تمیز کردن و رنگ کردن	۱۵۰	۲۰۰
		پرداخت و برش غلطک‌زنی	۲۰۰	۳۰۰
۳۸	کارگاه سراجی	برش، پرداخت و فرم دادن	۳۰۰	۵۰۰
		دوخت	۵۰۰	۱۰۰۰
۳۹	کارخانه کفافی	بازرسی و انتخاب مواد اولیه	۵۰۰	۷۰۰
		روی میز کار	۵۰۰	۷۰۰
		روی ماشین‌ها	۳۰۰	۵۰۰



جدول (۲-۲). شدت روشنایی حداقل و پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف

ردیف	کاربری	محل	حداقل شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی پیشنهادی (لوکس)
۴۰	کارخانه کاغذسازی	مخلوط و خمیر کردن	۲۰۰	۳۰۰
		برش و تکمیل	۱۵۰	۳۰۰
۴۱	کارگاه نجاری	ماشین اره و روی میز کار	۲۰۰	۳۰۰
		روی سایر ماشین‌ها	۳۰۰	۵۰۰

بدیهی است طراح در هر محیط با توجه به شرایط محل آن می‌تواند شدت روشنایی مورد نیاز هر نقطه را پیش‌بینی نماید. اما شدت روشنایی متوسط برای هر محیط با کاربری‌های ارائه شده در جدول ۲-۳ نمی‌تواند از مقادیر حداقلی ارائه شده در این جدول کمتر باشد.

بهینه‌سازی مصرف انرژی در طراحی روشنایی و به خصوص در فضاهایی که امکان استفاده از نور طبیعی روز وجود دارد باید همواره در طراحی‌های سیستم روشنایی لحاظ شود.

برای پوشش فضاهای خارج از لیست ارائه شده در جدول ۲-۳، طراح می‌تواند با توجه به نوع دقتی که کاربر در فضا می‌طلبد، شدت روشنایی روی سطح کار را از جدول ۳-۳ استخراج نماید. این اطلاعات از مقادیر ارائه شده توسط انجمن مهندسان روشنایی IES استخراج شده است.

جدول (۳-۲). شدت روشنایی کلی روی سطوح کار

ردیف	نوع فعالیت (دقتی که می‌طلبد)	شدت روشنایی روی سطح کار [Lux]
۱	حمل و نقل	۵۰ - ۱۰۰
۲	کار غیر دقیق	۱۲۵ - ۲۵۰
۳	کار نیمه دقیق	۲۵۰ - ۵۰۰
۴	کار دقیق	۵۰۰ - ۱۰۰۰
۵	کار خیلی دقیق	> ۱۰۰۰

### ۳-۲- طراحی روشنایی

در این قسمت، مراحل طراحی یک سیستم روشنایی مطلوب برای فضاهای داخلی با استفاده از روش‌های لومن منطقه‌ای (نوع اول و نوع دوم) ارائه شده است. روش لومن منطقه‌ای (نوع اول) دقیق‌تر است. روش طراحی لومن منطقه‌ای (نوع دوم) سریع‌تر بوده و به ندرت مورد استفاده طراحان قرار می‌گیرد. طراح سیستم روشنایی باید ابتدا با توجه به ارزیابی‌هایی که در مورد فضا انجام می‌دهد، اطلاعات اصلی در مورد کاربری، ابعاد دقیق فضا، ارتفاع سطح کار، میزان انعکاس نور از سطوح داخلی فضا را بدست آورد. در ادامه با توجه به اطلاعات بدست آمده و شرایط محیط، کاربری و نیازهای فضا، طراح نسبت به انتخاب نوع چراغ اقدام و طراحی سیستم روشنایی با استفاده از مشخصات و جداول فنی چراغ اقدام خواهد بود. این اطلاعات در دفترچه محاسبات روشنایی پروژه، نظیر نمونه ارائه شده در قسمت ۳-۴ ذخیره خواهد شد

#### ۳-۳-۱- روش لومن منطقه‌ای (نوع اول)

شاخص ابعادی فضا مطابق رابطه ۳-۱ محاسبه می‌شود.

$$RCR = \frac{5 h_{eff} \cdot (a+b)}{a \cdot b} \quad (1-3)$$

در این رابطه،



$h_{eff}$ ، ارتفاع موثر نصب چراغ بر حسب متر،

$a, b$ ، ابعاد طول و عرض فضا بر حسب متر و

$RCR$ ، شاخص ابعاد فضا است.

در ادامه با مراجعه به جدول مشخصه چراغ انتخاب شده، از روی مقدار RCR و ضرایب انعکاس سطوح داخلی فضا، مقدار ضریب بهره روشنایی (CU) تعیین می‌شود. نمونه‌هایی از جداول مشخصه چراغ‌ها در فصل چهارم ارائه شده است.

در جداول مشخصه چراغ‌ها،

$\rho_{CC}$ ، ضریب انعکاس سقف بر حسب درصد،

$\rho_{W}$ ، ضریب انعکاس دیوارها بر حسب درصد و

$\rho_f$ ، ضریب انعکاس کف بر حسب درصد است.

با تعیین ضریب CU در جدول مشخصه چراغ، تعداد چراغ‌های مورد نیاز برای تامین شدت روشنایی مورد نیاز کاربری فضا برابر خواهد بود با:

$$n = \frac{E \cdot a \cdot b}{CU \cdot LLF \cdot \phi_L} \quad (2-3)$$

در این رابطه،

$E$ ، شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس که با توجه به کاربری فضا مقدار آن در استاندارد آمده است،

$\phi_L$ ، لومن چراغ روشنایی که با توجه به تعداد لامپ درون چراغ و لومن هر لامپ تعیین می‌شود،

CU، ضریب بهره چراغ که با توجه به ضرایب انعکاس محیط پیرامون فضا و ارتفاع موثر چراغ‌ها از روی جداول روشنایی تعیین می‌شود،

LLF، ضریب بهره‌برداری که با توجه به شرایط فضا از نظر وجود آلودگی با توجه به اطلاعات جدول ۳-۴ عددی بین ۰/۶ تا ۰/۸ در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۲-۴). ضریب بهره‌برداری در فضاهای مختلف

LLF	درجه آلودگی محیط
۰/۸	آلودگی پایین
۰/۷	آلودگی متوسط
۰/۶	آلودگی بالا

با توجه به رابطه بالا، تعداد چراغ مورد نیاز برای تامین روشنایی هر یک از تعیین شده و آرایش قرار گرفتن چراغ‌ها در سطح داخلی فضا با توجه به قیودی که برای یکنواختی شدت روشنایی در فضا در استاندارد تعیین شده است، مشخص می‌شود. لازم بذکر آن که عدد بدست آمده طوری به عدد صحیح بالاتر گرد می‌شود که قابلیت تبدیل به آرایش چراغ‌ها را داشته باشد. توضیحات بیشتر حین ارائه نمونه محاسبات در پایان این قسمت ارائه شده است.

جهت اطمینان از یکنواختی پخش نور در فضا، حداکثر فاصله بین دو چراغ ضریبی از ارتفاع موثر چراغ خواهد بود. این ضریب در جداول استاندارد روشنایی هر چراغ ارائه شده است. بعنوان نمونه در مورد چراغ حاوی دو لامپ فلورسنت داریم:

$$\frac{d_{max}}{h_{eff}} = 1 \quad (3-3)$$

در این رابطه،

$d_{max}$ ، حداکثر فاصله چراغ‌ها از یکدیگر بر حسب متر و

$h_{eff}$ ، ارتفاع موثر نصب چراغ بر حسب متر است.

از این رو هنگام تعیین چیدمان چراغ‌ها در فضا، فاصله چراغ‌ها از یکدیگر نباید کمتر از ارتفاع نصب چراغ‌ها باشد.

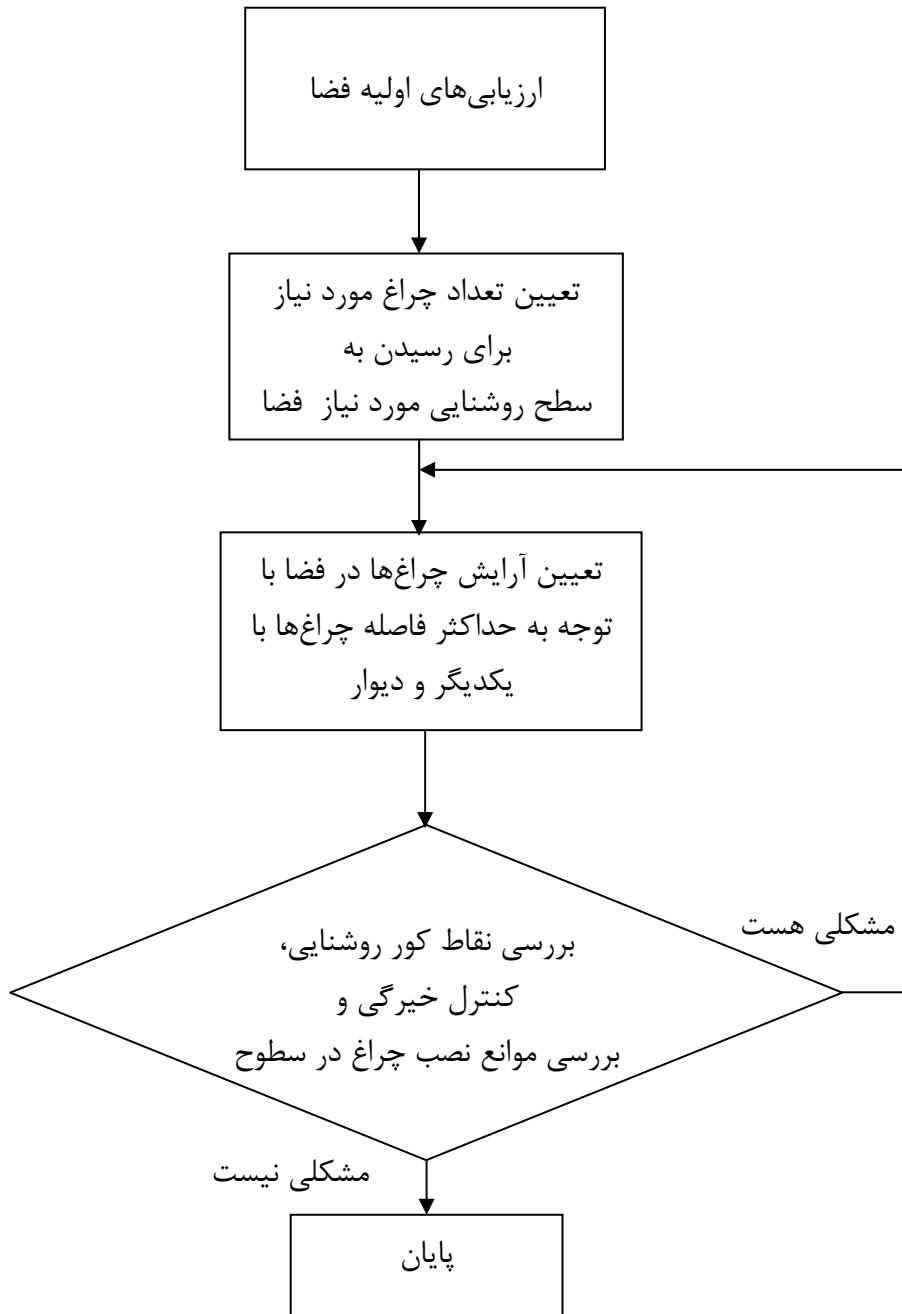
با طی کردن مراحل یاد شده بالا، تعداد و آرایش چراغ‌ها در فضا تعیین شده و با توجه به گرد کردن عدد تعداد چراغ‌ها در رابطه ۲-۳، لازم است طراح شدت روشنایی مورد انتظار E، را با توجه آرایش نهایی چراغ‌ها محاسبه کند. همچنین لازم است طراح امکان نصب چراغ‌ها در روی سطح را با توجه به وجود موانع احتمالی بررسی و در صورت لزوم تغییرات لازم را انجام دهد.

به منظور اطمینان از کیفیت طراحی روشنایی، کنترل ضریب خیرگی در انتهای مراحل طراحی سیستم روشنایی الزامی است. در هر فضا با توجه به نوع کاربری فضا، ضریب خیرگی باید مطابق الزامات جدول ۳-۵ (DIN EN 12461) کنترل شود.

جدول (۲-۵). حداکثر ضریب خیرگی در فضاهای مختلف

حداکثر ضریب خیرگی	کاربری فضا
۱۶	اتاق طراحی و نقشه‌کشی
۱۹	فضای اداری، کلاس، اتاق رایانه و کتابخانه
۲۲	فضاهای با کاربری دقیق
۲۵	فضاهای با کاربری غیردقیق
۲۸	راهروها و پارکینگ‌ها

با توجه به مطالب ارائه شده در بالا، روند نمای مراحل طراحی در سیستم‌های روشنایی داخلی مطابق دیاگرام شکل ۱-۳ خلاصه می‌شود.



شکل (۱-۲). روند نمای مراحل طراحی سیستم روشنایی در فضاهای داخلی

صاحبان کار و مراجع دی صلاح کنترل طراحی‌ها، در صورت لزوم می‌توانند دفترچه محاسبات طراحی سیستم روشنایی شامل روند کلی محاسبات، مفروضات و نتایج طراح در مورد سیستم روشنایی را طلب کنند. از این رو لازم است طراح دفترچه‌ای شامل موارد یاد شده بالا را هنگام اجرای مراحل طراحی تهیه و در موقع لزوم ارائه نماید. نمونه‌ای از دفترچه محاسبات سیستم روشنایی برای فضاهای داخلی در قسمت ۳-۴ ارائه شده است.

**نمونه:** جهت روشن شدن موضوع، محاسبات روشنایی برای یک فضای نمون ارائه می‌شود. برای یک فضای اداری با ابعاد ۱۵ \* ۷ متر، سقف طبقه ۳/۵ متر، سقف کاذب به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از سقف و ارتفاع سطح کار ۸۰ سانتی‌متر، داریم:

ضرایب انعکاس سقف، کف و دیوار بترتیب: ۰.۷۰، ۰.۲۰، ۰.۵۰.  
 شدت روشنایی مورد نیاز با توجه به کاربری اداری: ۳۰۰ لوکس.  
 چراغ و لامپ: چراغ شامل ۲ لامپ فلورسنت ۴۰ وات با شار نوری ۲۰۰۰ لومن.  
 افت نوری: ۰/۷

$\rho_{cc} : ۰/۵$

ارتفاع موثر نصب: ۲/۲ متر،

شاخص ابعاد فضا، RCR با توجه به ابعاد داده شده برابر است با: ۲/۳ متر،

ضریب بهره CU با توجه به جدول مشخصه چراغ و ضرایب انعکاس سطوح: ۰/۴۲،

حداقل تعداد چراغ مورد نیاز: ۲۷ عدد،

حداکثر فاصله مجاز چراغ‌ها: ۲/۲ متر،

بهترین آرایش نصب چراغ‌ها: ۹ \* ۳.

شدت روشنایی با توجه به بهترین آرایش چراغ‌ها: ۳۱۳/۶ لوکس که بیشتر از حداقل ارائه شده در استاندارد است.

### ۳-۳-۲- روش لومن منطقه‌ای (نوع دوم)

در برخی موارد از روش لومن منطقه‌ای (نوع دوم) برای طراحی روشنایی فضاهای داخلی استفاده می‌شود. در این روش، ابتدا با استفاده از رابطه ۳-۱ نسبت کف بدست می‌آید. در ادامه با استفاده از ضرایب انعکاس سقف، دیوار و کف، ضریب CU با استفاده از جداول ارائه شده توسط سازندگان بدست آمده و در ادامه با استفاده از رابطه ۳-۲، چیدمان منابع روشنایی در فضا تعیین می‌شود.

روش لومن منطقه‌ای (نوع دوم) به ندرت در طراحی روشنایی فضاهای داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اطلاعات لازم برای تعیین ضریب CU کمتر توسط سازندگان چراغ ارائه می‌شود.

جدول (۲-۶). تعیین ضریب انعکاس برای استفاده در

روش طراحی لومن منطقه‌ای (نوع دوم)

ضریب انعکاس	سطح	
۰/۸	رنگ سفید	سقف
۰/۵	رنگ سفید خشن	
۰/۳	رنگ کرمی	
۰/۸	رنگ سفید	دیوار
۰/۳	رنگ کرمی	
۰/۲	پارکت	کف
۰/۱۵	فرش	

در صورت اسنفاده از این روش نیز، کنترل خیرگی مطابق الزامات ارائه شده در جدول ۳-۵ ضروری است.

## ۴-۲- دفترچه برداشت اطلاعات و محاسبات روشنایی

در این قسمت، نمونه‌ای از دفترچه محاسبات برای طراحی سیستم‌های روشنایی داخلی ارائه شده است. طراحان سیستم روشنایی باید محاسبات مربوطه را در این قالب تهیه و در صورت درخواست صاحب کار یا مراجع ذیصلاح ارائه نمایند.



## دفترچه برداشت اطلاعات و محاسبات روشنایی ۱/۲

نام پروژه: ..... محل اجرا:

صاحب کار: ..... طراح:

ابعاد فضا - طول: ..... عرض: ..... ارتفاع طبقه: ..... ارتفاع سطح کار: .....

فاصله چراغ از سقف: ..... ارتفاع موثر نصب چراغ: .....

شاخص ابعاد فضا RCR:

### کاربری:

شدت روشنایی حداقل: ..... لوکس ..... شدت روشنایی پیشنهادی: ..... لوکس

حداکثر ضریب خیرگی:

### ضرایب انعکاس:

جنس و رنگ سقف: ..... ضریب انعکاس سطح سقف: .....

جنس و رنگ دیوارها: ..... ضریب انعکاس سطح دیوارها: .....

جنس و رنگ کف: ..... ضریب انعکاس سطح کف: .....

افت نوری: .....

نوع و مشخصات لامپ: .....

نوع بالاست (در صورت وجود): .....

نوع چراغ: .....

## دفترچه برداشت اطلاعات و محاسبات روشنایی ۲/۲

تعداد چراغ مناسب برای فضا: .....

$$n = \frac{E \cdot a \cdot b}{CU \cdot LLF \cdot \phi_L}$$

حداکثر فاصله چراغ‌ها از هم: .....

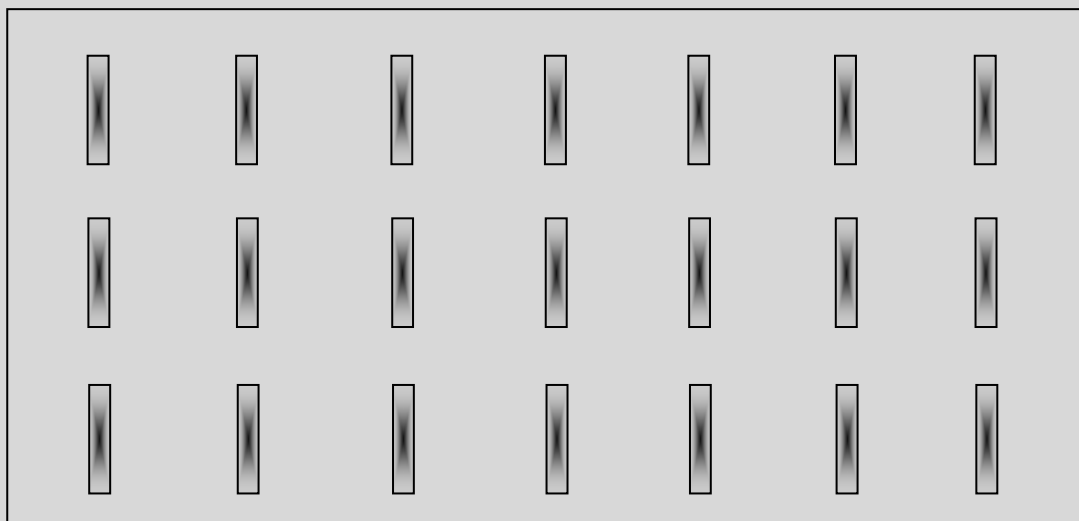
آرایش‌های پیشنهادی چراغ‌ها: .....

نتیجه امکان‌سنجی نصب چراغ، وجود موانع: .....

آرایش نهایی چراغ‌ها: ..... برآورد شدت روشنایی روی سطح کار: .....

ضریب خیرگی:

چیدمان چراغ‌ها در فضا:



## ۳-۱- لامپ‌ها

در این قسمت مشخصات فنی، آزمون‌ها و اسلوب بازرسی و نظارت، دستورالعمل‌های فنی و اجرایی نصب و راه‌اندازی، نحوه تعمیر و نگهداری و جایگزینی لامپ‌ها با لوازم یدکی و همچنین عناوین نقشه‌ها و مدارکی که باید در اختیار بهره‌بردار سیستم روشنایی قرار گیرد، ارائه می‌شود. طراحان سیستم روشنایی با توجه به نیازهای فضای داخلی و ارزیابی‌هایی که در مراحل اولیه طراحی در مورد فضا انجام داده اند نسبت به انتخاب نوع لامپ مناسب برای فضا اقدام می‌کنند. میانگین شدت نور، توان مصرفی، میانگین عمر مفید، رنگ‌دهی، ابعاد فیزیکی تیوب یا حباب لامپ و نوع سرپیچ از مهم‌ترین مشخصات فنی لامپ هستند که توسط سازندگان تعیین و توسط آزمایشگاه‌های معتبر تایید می‌شوند.

۳-۱-۱- بطور کلی با توجه به ساختار تولید شار نوری با استفاده از انرژی الکتریکی، لامپ‌ها به دو دسته لامپ‌های رشته‌ای (التهابی) و لامپ‌های گازی (تخلیه در گاز) تقسیم می‌شوند. البته لامپ‌هایی با فناوری ترکیب این دو دسته مانند لامپ‌های آمیخته نیز وجود دارند.

۳-۱-۲- لامپ‌های رشته‌ای بر اساس عبور جریان الکتریکی از فلزی با مقاومت بالا مانند تنگستن که بصورت مارپیچ درون حبابی که از گاز خنثی پر شده است تشکیل شده است. در این لامپ با افزایش گرما، طیف تشعشع شدت توسط لامپ به سمت حدود طول موج کوتاه‌تر یعنی رنگ سفید حرکت می‌کند. البته بیشترین تشعشع در این درجه حرارت در گستره مادون قرمز قرار می‌گیرد که باعث تلف شدن انرژی به صورت گرما می‌شود.

محاسن لامپ‌های رشته‌ای عبارتند از:

- رنگ‌دهی مطلوب
- کوچکی اندازه
- قیمت کم و عدم نیاز به راه‌اندازی
- قابلیت دیمر شدن بدون تیز به وسایل جانبی

معایب لامپ‌های رشته‌ای عبارتند از:

- بازده روشنایی پایین به علت ایجاد گرما توسط نور مادون قرمز و هدر رفتن این گرما

- عمر کوتاه این لامپها در مقابل اضافه ولتاژ
- ته نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب

۳-۱-۳- لامپهای تخلیه به وسیله برانگیخته کردن بخارات فلز یا گاز درون حباب روشنایی ایجاد می‌کنند. این کار با ایجاد ولتاژ بین دو الکتروود واقع در انتهای حباب لوله‌ای شکل این لامپها و تاثیر بر روی گاز خنثی یا بخار فلز درون فلز ایجاد می‌شود. در مسیر لوله حباب، الکترونهای جدا شده از الکتروود با ذرات گاز خنثی یا بخارات فلز برخورد کرده و با باردار کردن آنها باعث برانگیخته شدن و تشعشع انرژی به صورت نور می‌گردد. با توجه به این که هر گاز، طول موج خاص خود را منتشر می‌کند، در لامپهای تخلیه بر خلاف لامپهای التهابی، طیف پیوسته‌ای از نور ایجاد نمی‌شود. در ادامه ساختار فنی و مشخصات کلی هر نوع لامپ آمده است.

- **لامپهای بخار جیوه:** این لامپها در اثر عبور جریان برق در بخار جیوه و تحریک آن نور تولید می‌کنند. حسن این نوع لامپ در بهره نوری تقریباً بالا و عمر مفید زیاد آن (۲۴۰۰۰ ساعت) است. معایب آن عدم وصل سریع در هنگام قطع و وصل برق (۱۵ الی ۲۰ دقیقه) و همچنین رنگ‌دهی پایین آن است.

- **لامپهای بخار سدیم:** ساختاری مانند گاز بخار جیوه دارند با این تفاوت که در حباب آنها گاز سدیم و گاز خنثای نئون وجود دارد. از محاسن این نوع لامپ بهره نوری و عمر مفید بالا می‌توان نام برد. معایب آن نیز رنگ‌دهی پایین و زمان راه‌اندازی طولانی (۱۵ الی ۲۰ دقیقه) است. اما با قطع لحظه‌ای برق بلافاصله روشن می‌شود.

- **لامپهای تخلیه کم‌فشار:** در این لامپها در درون حباب از گازهای خنثی یا ترکیبی از گازهای خنثی و بخار فلز سود می‌جویند که فشار روی گاز درون حباب کمتر از ۱ بار (۱۴/۷ پاسکال) است.

- **لامپهای تخلیه پرفشار:** در این لامپها در درون حباب از گازهای خنثی یا ترکیبی از گازهای خنثی و بخار فلز با فشار بیشتر از ۱ بار (۱۴/۷ پاسکال) در درون حباب استفاده می‌شود.

- **لامپهای فلورسنت:** لامپ فلورسنت یک لامپ تخلیه کم‌فشار است که از بخار جیوه به عنوان گاز درون لوله استفاده شده است. در این لامپ، حباب به شکل یک لوله با دو الکتروود در دو طرف آن ساخته می‌شود. بعد از تحریک گاز و تبخیر جیوه، تشعشعات ماوراء بنفش توسط بخار جیوه ایجاد می‌شود. سطح داخلی لوله تخلیه با ماده فلورسنت پوشیده شده است تا تشعشعات ماوراء بنفش را به اشعه قابل دید تبدیل کند. در دو انتهای لوله نیز دو الکتروود از جنس تنگستن قرار می‌گیرند.

مدار راه‌اندازی لامپ فلورسنت از اجزاء زیر تشکیل شده است:

۱- الکتروود

۲- خازن

۳- خازن به منظور جلوگیری از پارازیت رادیویی

۴- کلید راه‌انداز

۵- بالاست

بهره نوری مناسب مهم‌ترین حسن لامپ‌های فلورسنت است. اندازه بزرگ و رنگ‌دهی کم از معایب این نوع لامپ بشمار می‌آید. لامپ‌های فلورسنت در مقایسه با لامپ‌های نقطه‌ای، نور را در سطح بیشتری منتشر کرده و از این رو برای روشنایی محیط‌های بزرگ مناسب هستند. این لامپ‌ها بازده نوری و عمر بالایی داشته ولی با افزایش کلیدزنی، عمر آن کاهش می‌یابد.

- **لامپ‌های فشرده فلورسنت:** لامپ‌های فلورسنت فشرده دارای ساختاری مشابه ساختار لامپ-های فلورسنت معمولی هستند با این تفاوت که حباب آن‌ها به صورت منحنی پیچیده می‌شود و از این رو اندازه کوچکتری داشته و از راه‌انداز الکترونیکی بهره می‌برند.

۳-۱-۴- لامپ‌های آمیخته ساختاری شبیه لامپ‌های جیوه‌ای پر فشار دارند با این تفاوت که رشته تنگستن نیز جهت محدود کردن جریان در آن‌ها تعبیه شده است.

- **لامپ هالوژن:** لامپ هالوژن با هدف رفع مشکل ته نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب و سیاه شدن حباب عرضه شد. اساس کار لامپ هالوژن به این گونه است که فیلامان تنگستن تا حدود نقطه ذوب گرم می‌شود و بخارات ناشی از تبخیر سطحی تنگستن با هیدروژن درون لامپ تولید تنگستن هالید می‌کند. تنگستن هالید مشکل ته‌نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب و سیاه شدن حباب را بر طرف کرده و پس از برخورد به جداره لامپ و به علت کاهش دما، دوباره به هیدروژن و تنگستن تبدیل شده و تنگستن دوباره به فیلامان برگشته و این روند همچنان ادامه دارد.

در مقایسه با لامپ‌های التهابی معمولی، لامپ‌های هالوژن دارای نور سفیدتری هستند. فشرده‌گی لامپ، طیف نوری پیوسته، کاربرد راحت‌تر در روشنایی‌های معماری و ایجاد نور نقطه‌ای از مزایای لامپ هالوژن بشمار می‌آید. بازده نوری لامپ‌های هالوژن تقریباً بالاتر از لامپ‌های التهابی معمولی

هستند. عمر لامپ‌های هالوژن بیشتر از لامپ‌های التهابی معمولی بوده و خاصیت دیمری لامپ-های التهابی را نیز دارا هستند.

- **لامپ متال هالید:** لامپ‌های متال هالید نسل پیشرفته لامپ‌های جیوه‌ای هستند. ساختار و کارکرد لامپ‌های متال هالید شبیه لامپ‌های جیوه‌ای بوده با این تفاوت که به جای جیوه دارای ترکیبی از متال هالیدها هستند. متال هالید در دمای پایین‌تری نسبت به فلز خالص ذوب می‌شود. این تفاوت به لامپ‌های متال هالید این خاصیت را می‌دهد که خود فلز در هنگام کارکرد قطعاً به بخار تبدیل نمی‌شود. بازده نوری بسیار خوب، کیفیت رنگ و طول عمر بالا از مزایای لامپ‌های متال هالید به شمار می‌آید.

### ۳-۱-۵- دیوهای نور افشان (لامپ‌های LED<sup>۹</sup>)

لامپ‌های LED نوعی از لامپ‌های حالت جامد است که از تکنولوژی دیود نورافشان استفاده می‌کند و به عنوان منبع روشنایی به کار می‌رود. در LED نور توسط تحریک کریستال‌ها، که از عناصر نیمه هادی هستند، تولید می‌شود. به این روش الکترومینانس نیز می‌گویند. ساختمان LED شامل دو ناحیه P و N است. در ناحیه N اتم‌های کریستال الکترون‌های مازاد دارند و در ناحیه P کمبود الکترون وجود دارد. با اعمال ولتاژ به دو سر LED، بین این دو ناحیه یک ناحیه P-N تشکیل می‌شود که به آن ناحیه تخلیه نیز می‌گویند. در اثر عبور جریان الکتریکی، الکترون‌ها با اتم‌هایی که کمبود الکترون دارند ترکیب می‌شوند و به این ترتیب نور تولید می‌شود.

عمر طولانی و بهره نوری بالا از ویژگی‌های مثبت لامپ‌های LED به شمار می‌آید.

۳-۱-۶- دما و شاخص نمود رنگ برخی لامپ‌های متداول در به ترتیب جدول‌های ۴-۱ و ۴-۲ خلاصه شده است. این اطلاعات در نورپردازی فضاهای داخلی مورد استفاده طراحان قرار می‌گیرد.

<sup>9</sup> Light Emitting Diode

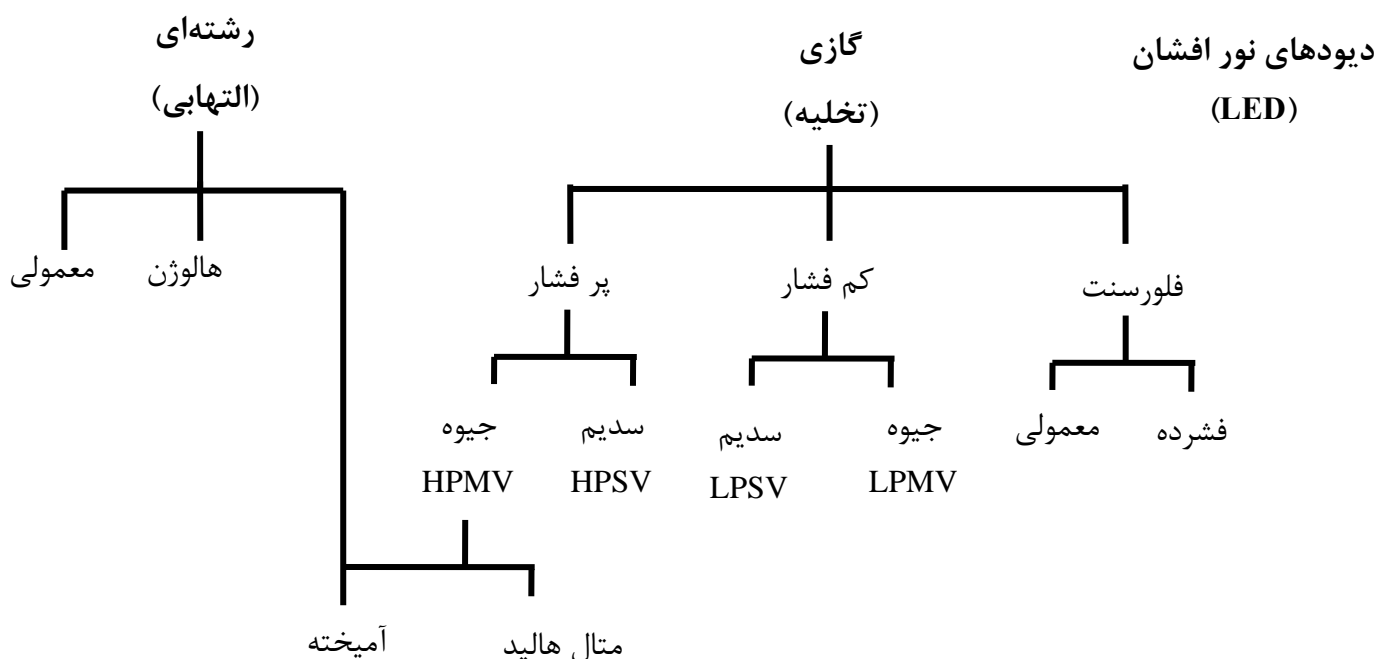
جدول (۱-۳). دمای رنگ برخی لامپ‌ها

دمای رنگ نور (K)	نوع منبع نور
۳۲۰۰	لامپ التهابی / لامپ هالوژن
۲۹۴۰	فلورسنت سفید گرم هالوفسفات
۴۲۳۰	فلورسنت سفید سرد هالوفسفات
۱۸۰۰	بخار سدیم کم فشار
۲۱۰۰	بخار سدیم کم فشار
۳۶۰۰	بخار جیوه پوشش داده شده
۴۲۰۰	متال هالید کوارتز
۵۴۰۰	متال هالید سرامیکی

جدول (۲-۳). اندیس نمود رنگ برای لامپ‌های مختلف

اندیس نمود رنگ	نوع منبع نور
۱۰۰	لامپ التهابی و لامپ هالوژن
۵۰ تا ۸۰	فلورسنت
۲۰ تا ۴۰	بخار سدیم
۸۰ تا ۹۰	متال هالید

۳-۱-۷- بر اساس مطالب یاد شده بالا، دسته‌بندی فناوری‌های مختلف تولید لامپ در دیاگرام شکل ۳-۱-۴ خلاصه شده است.



شکل (۳-۱). خلاصه فناوری‌های تولید لامپ

۳-۱-۸- طراح سیستم روشنایی می‌بایست با توجه شرایط محل و نیازهای روشنایی، با توجه به محاسن و معایب هر نوع لامپ، نسبت به انتخاب نوع لامپ و آرایش آن در فضا، طراحی‌های لازم را پیش‌بینی کند. بعنوان نمونه، لامپ‌های فلورسنت با توجه به بهره‌دهی نوری مناسب، در انواع چراغ‌های دوتایی و سه‌تایی در محیط‌های اداری، آموزشی و صنعتی استفاده می‌شوند. در کاربری‌های مسکونی استفاده از چراغ‌های رشته‌ای و فلورسنت (معمولی و فشرده) توصیه می‌شود. لامپ‌های بخار سدیم با توجه به قابلیت پایین رنگ‌دهی، در فضاهایی که رنگ اهمیت ندارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. لامپ‌های متال‌هالید جهت روشنایی میدین ورزشی، نورتایی به جبهه ساختمان‌ها و همچنین روشنایی برخی فضاهای داخلی استفاده می‌شود.

۳-۱-۹- توان نامی، شار نور خروجی لامپ  $\Phi_L$ ، طول عمر مفید، رنگ‌دهی، درجه حرارت رنگ از مهم‌ترین مشخصات فنی لامپ‌ها هستند که در هر فضا با توجه به کاربری، شرایط محیط و نیازهای نورپردازی، طراح



نسبت به انتخاب نوع لامپ اقدام می‌نماید. شار نوری لامپ با توجه به تعداد لامپ بکار رفته در یک چراغ، در محاسبات تعیین تعداد چراغ سیستم روشنایی یک فضا بکار می‌رود.

۳-۱-۱۰- در مورد فضاهای عمومی با استفاده ممتد (بیش از ۱۲ ساعت در شبانه‌روز) از سیستم روشنایی داخلی، بهره‌گیری از لامپ‌های کم‌مصرف (پر بازده- بهره نوری بیش از ۵۵ لومن بر وات) الزامی است. همچنین بهره‌گیری از لامپ‌های کم‌مصرف در کلیه فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی که از نظر روشنایی بصورت ممتد مورد استفاده قرار می‌گیرند (فضاهای نشیمن و آشپزخانه) توصیه می‌شود. در مورد فضاهای با مساحت بیش از ۱۰۰۰ متر مربع، استفاده از انرژی‌های نو نظیر خورشید جهت تامین بخشی از نیازهای روشنایی مجموعه بصورت مستقل یا موازی با شبکه برق سراسری توصیه می‌شود.

۳-۱-۱۱- مهم‌ترین مشخصات فنی مربوط به لامپ‌های التهابی، فلورسنت، فلورسنت فشرده (کم‌مصرف)، بخار سدیم، بخار جیوه و متال‌هالید به ترتیب در جداول ۳-۴ تا ۸-۴ ارائه شده است. طراح باید بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط سازنده و تایید شده توسط مراجع معتبر نسبت به طراحی سیستم روشنایی اقدام نماید.

جدول (۳-۳). مشخصات فنی لامپ‌های رشته‌ای

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	میانگین عمر مفید (ساعت)	ارتفاع (میلی‌متر)	شکل حباب	نوع حباب	نوع سرپیچ
۲۵	۲۲۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده	E27
۴۰	۳۵۰	۱۲۵۰	۸۸	قارچی	ساده/مات	E27
۴۰	۳۵۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/مات	E22-E27
۶۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/مات	E27
۶۰	۶۳۰	۱۲۵۰	۸۸	قارچی	ساده/مات	E27
۶۰	۶۳۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/مات	E22-E27
۶۰	۷۳۰	۱۰۰۰	۱۰۷	گلابی	ساده/مات	E27-E40
۸۰	۸۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/مات	E27
۱۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/مات	E22-E27

جدول (۳-۳). مشخصات فنی لامپ‌های رشته‌ای

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	میانگین عمر مفید (ساعت)	ارتفاع (میلیمتر)	شکل حباب	نوع حباب	نوع سرپیچ
۱۰۰	۱۲۴۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/مات	E27
۱۰۰	۱۳۸۰	۱۰۰۰	۱۰۷	گلابی	ساده/مات	E27-E40
۱۲۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/مات	E27
۱۵۰	۲۰۹۰	۱۲۵۰	۱۶۰	گلابی	ساده/مات	E27
۱۵۰	۲۲۲۰	۱۰۰۰	۱۲۸	گلابی	ساده/مات	E27-E40
۲۰۰	۲۹۲۰	۱۲۵۰	۱۶۰	گلابی	ساده/مات	E27
۲۰۰	۳۱۵۰	۱۰۰۰	۱۲۸	گلابی	ساده/مات	E27-E40
۳۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۱۲۷	قارچی	ساده/مات	E40
۵۰۰	۸۴۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰	قارچی	ساده/مات	E40
۱۰۰۰	۱۸۸۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰	قارچی	ساده/مات	E40

جدول (۴-۳). مشخصات فنی لامپ‌های فلورسنت

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	میانگین عمر مفید (ساعت)	طول (میلیمتر)	قطر تیوب (میلیمتر)	رنگ
۱۸	۱۳۵۰	۷۰۰۰	۵۹۰	۲۶	مهتابی/آفتابی/رنگی
۳۰	۲۴۰۰	۷۰۰۰	۸۹۵	۲۶	مهتابی/آفتابی/رنگی
۳۶	۳۳۵۰	۷۰۰۰	۱۲۰۰	۲۶	مهتابی/آفتابی/رنگی
۳۸	۳۲۰۰	۷۰۰۰	۱۰۴۷	۲۶	مهتابی/آفتابی/رنگی
۵۸	۵۲۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰	۲۶	مهتابی/آفتابی/رنگی

جدول (۳-۵). مشخصات فنی لامپ‌های فلورسنت فشرده (کم مصرف - پر بازده)

درجه رنگ (کلوین)	رنگ	شکل حباب	میانگین شدت نور (لومن)	توان (وات)
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۴۰۰	۷
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۶۰۰	۹
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۹۰۰	۱۱
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۹۰۰	۱۳
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۹۰۰	۱۵
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۱۲۰۰	۱۸
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۱۲۰۰	۲۰
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۱۵۰۰	۲۳
۲۷۰۰	آفتابی /مهتابی سبز/قرمز/آبی	۲ یو	۱۸۰۰	۲۶

جدول (۳-۶). مشخصات فنی لامپ‌های بخار سدیم

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	شکل حباب	نوع لامپ
۳۵	۴۶۵۰	استوانه‌ای باریک	کم فشار
۵۵	۷۷۰۰	استوانه‌ای باریک	کم فشار
۹۰	۱۲۵۰۰	استوانه‌ای باریک	کم فشار
۱۳۵	۲۱۵۰۰	استوانه‌ای باریک	کم فشار
۱۸۰	۳۲۰۰۰	استوانه‌ای باریک	کم فشار
۱۵۰	۱۴۵۰۰	حبابی قطره‌ای	پر فشار
۲۵۰	۲۵۰۰۰	حبابی قطره‌ای	پر فشار
۳۳۰	۳۰۰۰۰	حبابی قطره‌ای	پر فشار
۴۰۰	۴۷۰۰۰	حبابی قطره‌ای	پر فشار
۱۰۰۰	۱۲۰۰۰۰	حبابی قطره‌ای	پر فشار

جدول (۷-۳). مشخصات فنی لامپ‌های بخار جیوه

نوع لامپ	توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	طول لامپ (میلیمتر)	نوع سربیج
پر فشار	۵۰	۲۰۰۰	۱۳۰	E27
پر فشار	۸۰	۳۸۰۰	۱۵۶	E27
پر فشار	۱۲۵	۶۳۰۰	۱۷۰	E27
پر فشار	۲۵۰	۱۳۵۰۰	۲۲۶	E40
پر فشار	۴۰۰	۲۳۰۰۰	۲۹۰	E40
پر فشار	۷۰۰	۴۰۰۰۰	۳۴۳	E40
پر فشار	۱۰۰۰	۵۵۰۰۰	۳۸۰	E40
پر فشار	۲۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۴۲۰	E40

جدول (۸-۳). مشخصات فنی لامپ‌های متال هالید

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	طول لامپ (میلیمتر)	نوع سربیج
۲۵۰	۱۹۰۰۰	۲۲۵	E40
۲۵۰	۲۰۰۰۰	۲۲۵	E40
۴۰۰	۳۲۰۰۰	۲۹۰	E40
۴۰۰	۳۲۰۰۰	۲۷۵	E40

۳-۱-۱۲- کلیه لامپ‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای لامپ‌ها دارای گواهی‌نامه‌های معتبر و نتایج مثبت باشد. همچنین در مورد لامپ‌های مورد استفاده در فضاهای عمومی با استفاده ممتد الزامات ذکر شده در خصوص بهره نوری لامپ‌ها کنترل شود. در نظر گرفتن توصیه‌های این نوشتار در کنترل طراحی و اجرای سیستم روشنایی توصیه می‌شود.

۳-۱-۱۳- در طی ساخت و آزمون لامپ‌ها، بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون‌ها و بازرسی‌های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون‌ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات لامپ‌ها با مشخصات لازم برای مکان، لامپ‌ها را رد کند.

۳-۱-۱۴- کلیه لامپ‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی باید الزامات و مشخصات فنی ارائه شده در مورد آزمون‌های موجود در آخرین نسخه ارائه شده از استاندارد IEC شماره‌های ۶۰۵۹۸ و ۶۰۳۶۴ را داشته باشد.

۳-۱-۱۵- بسته‌بندی لامپ‌ها باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم لامپ به مقصد را کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته‌بندی لامپ‌ها نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده‌ای تماس داشته باشد.

۳-۱-۱۶- هر بسته‌بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تاریخ تولید، نوع مدل لامپ و مشخصات فنی آن باشد. کلیه سطوح اطراف لامپ باید با روش‌های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا لامپ از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا محل و همچنین نصب حفاظت شود. به منظور اطمینان از صحت لامپ، بسته‌بندی لامپ‌های مورد استفاده تا زمان نصب در چراغ-ها باز نمی‌گردند.

۳-۱-۱۷- دستورالعمل اجرایی روش نصب و راه‌اندازی

۳-۱-۱۷-۱- مجری عملیات نصب لامپ باید از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. نصب لامپ‌ها باید

بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به لامپ‌ها و اتصالات هنگام نصب لامپ در چراغ جلوگیری شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن لامپ و چراغ ممانعت گردد. همچنین مجری باید تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر عملیات نصب را فراهم نماید.

۳-۱-۱۷-۲- برای نصب یا تعویض لامپ درون چراغ بویژه در مورد چراغ‌های متصل به سقف، باید استادان کارآموده را بکار گرفته و اعتبار پروانه مهارت ایشان توسط مجری کنترل شود. حین عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های نوری و الکتریکی لامپ چنانکه در دفترچه مشخصات سازنده آن آمده است، خللی وارد آید. اتصال بین لامپ و محل چراغ باید توسط سرپیچ‌های استاندارد و متناسب با نوع چراغ و لامپ انجام شده و کنترل‌های لازم در این خصوص توسط اشخاص ذی‌صلاح انجام شود.

۳-۱-۱۷-۳- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب لامپ درون چراغ یا تعویض لامپ برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از:

کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد وجود دارد،

کمر بند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط،

دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

۳-۱-۱۷-۴- کلیه وسایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذی‌صلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین ایمنی کارگران آماده باشند. کلیه وسایلی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذی‌صلاح کنترل شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته‌های آن تامین گردد.

۳-۱-۱۷-۵- هنگام کار در ارتفاع و استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات بالابر در نصب یا تعویض لامپ‌ها، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزا آنها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، مهارها، پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط اشخاص ذی‌صلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

۳-۱-۱۷-۶- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب یا تعویض لامپ‌های سیستم روشنایی، پایه‌های نردبان باید در تکیه‌گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچ‌گونه لغزشی وجود نداشته باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات از جمله لامپ و ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان‌های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان‌های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آن‌ها جلوگیری کند. رعایت کلیه بندهای مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در هنگام استفاده از نردبان برای نصب یا تعویض لامپ‌های روشنایی الزامی است.

۳-۱-۱۷-۷- مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش لامپ‌های نصب شده با قید زمان در اختیار بهره‌بردار قرار دهد.

۳-۱-۱۸- در مورد لامپ‌ها، عملیاتی بعنوان تعمیر و نگهداری تعریف نمی‌شود. بهره‌برداری از لامپ‌ها بصورت "استفاده تا خروج" ۱۰ بوده و تا هنگام خرابی اقدامی جهت جایگزینی لامپ‌ها انجام نمی‌شود. اگر چه کیفیت رنگ لامپ در حالت خارج شدن از طول عمر مفید زیر حد طبیعی بوده و توصیه می‌شود با تمام شدن طول عمر مفید، لامپ‌ها تعویض شوند.

۳-۱-۱۹- لوازم یدکی مورد نیاز در دوره بهره‌برداری ۵ ساله و وسایل لازم برای نصب و جایگزینی لامپ‌ها که به نظر سازنده مورد نیاز است، باید توسط مجری پیشنهاد و تامین گردد. لامپ‌های جایگزین شده نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

۴-۱-۲۰- مدارکی که باید طراح و مجری سیستم روشنایی در مورد لامپ‌ها، پس از اجرای کار در اختیار بهره‌بردار قرار دهند، عبارتند از:

- نقشه‌های برابر ساخت که محتوی تعداد و نوع لامپ‌ها، بعنوان نمونه در چراغ شامل ۳ لامپ فلورسنت ۴۰ وات، در محل مناسب قید شود: 3\*40W.
- کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی لامپ و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت لامپ‌ها در صورت وجود)،
- لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره‌بردار،
- خلاصه‌ای از گزارش آزمون‌های بهره‌وری و طول عمر مفید انجام شده بر روی لامپ‌ها و گواهی موفقیت آن‌ها،



- دستورالعمل‌های مربوط به انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی لامپ‌ها.

۳-۱-۲۱- در نقشه‌های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر لامپ در چراغ مربوطه، نوع لامپ و مسیر مدار به دقت ترسیم شود. مقیاس نقشه‌ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه‌ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته‌های مربوط به لامپ‌ها هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌های بکار می‌رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه‌های IEC شماره ۶۱۷ باشد.

### ۳-۲- بالاست‌ها

۳-۲-۱- به منظور راه‌اندازی لامپ‌های فلورسنت، از تجهیزاتی به نام بالاست استفاده می‌شود. بالاست از دو نوع مغناطیسی (مرسوم) و الکترونیکی تشکیل شده‌اند. بالاست مغناطیسی از دو جزء چک (سلف مغناطیسی) و استارتر تشکیل شده‌اند. تولید ولتاژ بالای راه‌اندازی، محدود کردن جریان، فیلترینگ جریان تغذیه از پالس‌های سوزنی از وظایف بالاست مغناطیسی است. در مقابل بالاست الکترونیکی فاقد چک و استارتر بوده و اساس کار آن یکسوسازها و مبدل‌های فرکانس بالا می‌باشد. بالاست الکترونیکی با استفاده از تغییر فرکانس، ولتاژ را کم کم افزایش داده و لامپ را با کمترین ولتاژ روشن می‌کند. سرعت بالای روشن شدن، کاهش مصرف انرژی بالاست، افزایش شار نوری، بهبود ضریب توان و افزایش طول عمر مفید لامپ از محاسن بالاست الکترونیکی بشمار می‌آیند.

۳-۲-۲- طراح سیستم روشنایی با توجه به نوع لامپی که برای سیستم روشنایی در نظر می‌گیرد بر حسب ضرورت، نسبت به انتخاب بالاست و انجام طراحی‌های لازم در مورد آن اقدام می‌نماید.

۳-۲-۳- مهم‌ترین مشخصات فنی بالاست عبارتند از: میزان مصرف انرژی، طول عمر مفید بالاست و لامپ، تاثیر در شار نوری لامپ، میزان کنترل‌پذیری و اثری که در میزان اغتشاشات هارمونیکی در جریان تغذیه می‌گذارد. میزان مصرف انرژی با توجه به اهمیتی که در بهره‌برداری و کاهش هزینه‌های ساختمان دارد، مهم‌ترین پارامتر در انتخاب بالاست بشمار می‌آید.

۳-۲-۴- بر اساس استاندارد EN50294 بالاست‌های مغناطیسی و الکترونیکی با توجه به تلفات انرژی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

نوع A، بالاست‌های الکترونیکی با تلفات حداکثر ۱۰٪،

نوع B، بالاست‌های مغناطیسی کم تلفات با تلفات ۱۵٪،

نوع C، بالاست مغناطیسی با تلفات کمتر از ۳۰٪ و

نوع D، بالاست مغناطیسی با تلفات بیش از ۳۰٪.

۳-۲-۵- طراحی‌ها باید در راستای کاهش حداکثری مصرف انرژی و استفاده از بالاست‌های مدل A و B باشد.

۳-۲-۶- رعایت مبحث نوزدهم از مقررات ملی ساختمان در مورد مدیریت مصرف انرژی در بخش روشنایی در انتخاب بالاست ضروری است.

۳-۲-۷- کلیه بالاست‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای بالاست دارای گواهینامه‌های معتبر و نتایج مثبت باشد. کنترل تصادفی مشخصات بالاست‌های نصب شده در سیستم روشنایی از نظر میزان انرژی تلف شده، شاخص‌های کیفیت توان (بخصوص ایجاد هارمونیک) و تاثیر بالاست در شار نوری لامپ توصیه می‌شود.

۳-۲-۸- در طی ساخت و آزمون بالاست‌ها، بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون‌ها و بازرسی‌های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون‌ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات لامپ‌ها با مشخصات لازم برای مکان، لامپ‌ها را رد کند.

۳-۲-۹- بسته‌بندی بالاست‌ها باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم آن را به مقصد کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته‌بندی بالاست‌ها نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده‌ای تماس داشته باشد.

۳-۲-۱۰- هر بسته‌بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تاریخ تولید، نوع مدل بالاست و مشخصات فنی آن باشد. کلیه سطوح اطراف بالاست باید با روش‌های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا محل و همچنین نصب حفاظت شود. به منظور اطمینان از صحت عملکرد بالاست در سیستم روشنایی، بسته‌بندی بالاست‌های مورد استفاده تا زمان نصب در چراغ‌ها باز نمی‌گردند.

## ۳-۲-۱۱- دستورالعمل اجرایی روش نصب و راه‌اندازی

۳-۲-۱۱-۱- مجری عملیات نصب بالاست باید از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. نصب بالاست باید بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به لامپ، بالاست، اجزا چراغ و اتصالات هنگام نصب بالاست در چراغ جلوگیری شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن تجهیزات چراغ ممانعت گردد. همچنین در صورت لزوم مجری باید تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر نصب بالاست‌ها را فراهم نماید.

۳-۲-۱۱-۲- در هنگام نصب بالاست‌ها در ارتفاع، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به ایمنی مطابق مبحث دوازدهم از مقررات ملی ساختمان لازم‌الاجرا است.

۳-۲-۱۱-۳- برای نصب بالاست درون چراغ، باید استادان کارآموده را بکار گرفته و اعتبار پروانه مهارت ایشان توسط مجری کنترل شود. حین عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های الکتریکی بالاست چنانکه در دفترچه مشخصات آن آمده است، خللی وارد آید.

۳-۲-۱۱-۴- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب بالاست درون چراغ یا تعویض آن برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از:

کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد وجود دارد،

کمربند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط،

دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

۳-۲-۱۱-۵- کلیه وسایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذی‌صلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین حفاظت کارگران آماده باشند. کلیه وسایلی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذی‌صلاح کنترل شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته‌های آن تامین شود.

۳-۲-۱۱-۶- هنگام کار در ارتفاع و استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات بالابر در نصب یا تعویض بالاست در چراغ، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزا آن‌ها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، مهارها، پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط

اشخاص ذیصلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

۳-۲-۱۱-۷- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب یا تعویض بالاستها درون چراغ، پایه‌های نردبان باید در تکیه‌گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچ‌گونه لغزشی وجود نداشته باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات و ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان‌های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان‌های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آن‌ها جلوگیری کند. رعایت کلیه بندهای مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در هنگام استفاده از نردبان برای نصب یا تعویض بالاست سیستم روشنایی درون چراغ‌ها الزامی است.

۳-۲-۱۲- در مورد بالاستها نیز عملیاتی بعنوان تعمیر و نگهداری تعریف نمی‌شود. بهره‌برداری از بالاست لامپ بصورت "استفاده تا خروج" بوده و تا هنگام خرابی اقدامی جهت جایگزینی آن انجام نمی‌شود. تجهیزات جایگزین مورد نیاز در دوره بهره‌برداری ۵ ساله و وسایل لازم برای نصب و جایگزینی بالاستها که به نظر سازنده مورد نیاز است، باید توسط مجری پیشنهاد و تامین گردد. بالاست‌های جایگزین نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

۳-۲-۱۳- مدارکی که باید طراح و مجری سیستم روشنایی در مورد بالاستها، پس از اجرای کار در اختیار بهره‌بردار قرار دهند، عبارتند از:

- لیست تعداد و نوع بالاست‌های مورد استفاده در چراغ‌های روشنایی، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی بالاست و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت بالاستها در صورت وجود)،
- لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره‌بردار،
- خلاصه‌ای از گزارش آزمون‌های بهره‌وری و طول عمر مفید انجام شده بر روی بالاستها و گواهی موفقیت آن‌ها.
- دستورالعمل‌های مربوط به انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی بالاستها.

۳-۲-۱۴- در نقشه‌های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر بالاست در چراغ مربوطه یا در کنار راهنمای نقشه، نوع بالاست و مشخصات اصلی آن به دقت ترسیم شود. مقیاس

نقشه‌ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه‌ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته‌های مربوط به هر تجهیز هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌های بکار می‌رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه‌های IEC شماره ۶۱۷ باشد.

### ۳-۳- چراغ‌های روشنایی

۳-۳-۱- منابع روشنایی با توجه به شکل هندسی لامپ‌ها و بالاست‌ها، به منظور نگه داشتن لامپ و همچنین هدایت نور در جهت‌های دلخواه، نیاز به یک نگهدارنده و قاب منعکس‌کننده دارند. چراغ‌های بصورت توکار، روکار و یا آویزان از سطح نصب می‌گردند. منحنی توزیع شار نوری به مشخصات قاب منعکس‌کننده چراغ، شکل و مواد بکار رفته در آن بستگی دارد. چراغ‌ها اگر چه با جذب مقداری از انرژی نورانی منابع انرژی بازدهی نوری را کاهش می‌دهند، اما باعث هدایت نور در جهت مناسب بصورت مستقیم یا غیرمستقیم و همچنین جلوگیری از خیرگی و مزاحمت نور می‌شوند.

۳-۳-۲- شکل ظاهری، ابعاد، وزن، رنگ، طول عمر، تعداد لامپ قابل نصب در چراغ، نوع نورپردازی مستقیم و غیرمستقیم، منحنی قطبی توزیع نور، ضریب بازدهی چراغ مهم‌ترین مشخصات فنی چراغ‌ها هستند. همچنین استفاده از بازتابنده‌های نوری در کلیه چراغ‌های روشنایی با هدف بهینه‌سازی پخش نور و تمرکز نور تابیده شده روی سطح کار مورد نظر الزامی است.

۳-۳-۳- در قسمت ۴-۳-۱۴، جدول مشخصه برای پر کاربردترین انواع چراغ در سیستم‌های روشنایی فضاهای داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها ارائه شده است. از روی این جداول و با داشتن شاخص ابعاد فضا، ضرایب انعکاس سطوح داخلی فضا و مشخص بودن نوع چراغ مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی، ضریب بهره روشنایی استخراج و در مراحل طراحی روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۳-۴- در فصل سوم، مراحل طراحی یک سیستم روشنایی مطلوب برای فضاهای داخلی ارائه شده است. طراح سیستم روشنایی باید ابتدا با توجه به ارزیابی‌هایی که در مورد فضا انجام می‌دهد، اطلاعات اصلی در مورد کاربری، ابعاد دقیق فضا، ارتفاع سطح کار، میزان انعکاس نور از سطوح داخلی فضا را بدست آورد.

۳-۳-۵- میزان شار نوری، ضریب برگردان چراغ، طول عمر و توزیع نور چراغ از مهم‌ترین پارامترهای چراغ هستند که باید در آزمون‌های محصولات و همچنین اقدامات بازرسی و نظارت مورد توجه قرار گیرند. کلیه

چراغ‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی باید دارای بازتابنده‌های نوری استاندارد به منظور بهینه‌سازی جهت پخش نور و تمرکز آن لامپ روی سطح کار باشد. کنترل این موضوع در مراحل بررسی سیستم اجرا شده الزامی است.

۳-۳-۶- کلیه چراغ‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای چراغ در مورد میزان شار نوری، بازتابش نور، نحوه توزیع نور و طول عمر مفید دارای گواهی‌نامه‌های معتبر و نتایج مثبت باشد. در طی ساخت و آزمون لامپ‌ها، بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون‌ها و بازرسی‌های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون‌ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات لامپ‌ها با مشخصات لازم برای مکان، لامپ‌ها را رد کند.

۳-۳-۷- بسته‌بندی چراغ‌ها باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم آن را به مقصد کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته‌بندی تجهیزات چراغ نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده‌ای تماس داشته باشد.

۳-۳-۸- هر بسته‌بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تایخ تولید، نوع مدل بالاست و مشخصات فنی، ابعاد و وزن آن باشد. کلیه سطوح اطراف چراغ باید با روش‌های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا لامپ از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا محل و همچنین نصب بر روی سطح داخلی فضا حفاظت شود.

۳-۳-۹- به منظور اطمینان از صحت عملکرد چراغ در سیستم روشنایی، بسته‌بندی‌های مورد استفاده تا زمان نصب چراغ‌ها روی سطح نبایستی باز شوند.

۳-۳-۱۰- دستورالعمل اجرایی روش نصب و راه‌اندازی

۳-۳-۱۰-۱- طراح باید در مراحل انتخاب چراغ، شرایط و چگونگی نصب چراغ روی سطوح داخلی فضا مانند سقف و دیوارها را بررسی کند. مشخصات اتصال و نیروهای وارده به سطح باید در محاسبات در نظر گرفته شوند. مجری عملیات نصب چراغ باید از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. نصب چراغ باید بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به لامپ، بالاست، اجزا چراغ و اتصالات به سطح جلوگیری

شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن تجهیزات چراغ ممانعت گردد. همچنین مجری باید شرایط و تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر عملیات نصب را فراهم نماید.

۳-۳-۱۰-۲- هنگام نصب چراغ در ارتفاع، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به ایمنی مطابق مبحث دوازدهم از مقررات ملی ساختمان لازم‌الاجرا است. مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش چراغ‌های نصب شده و همچنین نحوه تغذیه الکتریکی هر چراغ از نظر فاز و شماره سیم با قید زمان اجرا در اختیار بهره‌بردار قرار دهد.

۳-۳-۱۰-۳- برای نصب چراغ‌ها در سطوح داخلی فضا بویژه در مورد اتصال چراغ در سقف، باید استادان کارآموده را بکار گرفته و اعتبار پروانه مهارت ایشان توسط مجری کنترل شود.

۳-۳-۱۰-۴- حین عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های پخش نور چراغ چنانکه در دفترچه مشخصات تجهیزات آمده است خللی وارد آید. از تغییر شکل بازتابنده‌های نوری و همچنین ایجاد مانع تابش نور در چراغ باید جلوگیری بعمل آید.

۳-۳-۱۰-۵- اتصال بین چراغ و سطح باید بگونه‌ای انجام شود که دوام و ایمنی آن‌ها تضمین شود. اتصال چراغ‌ها به سطح باید قبل از شروع بهره‌برداری و همچنین پس از تغییرات عمده در سیستم روشنایی آزموده شود تا نسبت به صحت کارهای انجام شده اطمینان حاصل شود.

۳-۳-۱۰-۶- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب چراغ برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از:

کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد وجود دارد،

کمر بند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط،

دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

۳-۳-۱۰-۷- کلیه وسایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذی‌صلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین حفاظت کارگران آماده باشند. کلیه وسایلی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذی‌صلاح

کنترل شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته‌های آن تامین شود.

۳-۳-۱۰-۸- هنگام کار در ارتفاع و استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات بالابر در نصب چراغ، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزا آن‌ها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، مهارها، پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط اشخاص ذیصلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

۳-۳-۱۰-۹- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب چراغ، پایه‌های نردبان باید در تکیه‌گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچ‌گونه لغزشی وجود نداشته باشد. جهت قرارگیری نردبان و همچنین تکیه‌گاه آن روی زمین باید بگونه‌ای باشد که هنگام نصب چراغ و وارد آمدن نیرو جهت اتصال آن به سطح، تعادل فرد به هم نخورده و ایمنی کامل فرد تضمین باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات از جمله لامپ و ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان‌های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان‌های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آن‌ها جلوگیری کند. باید طوری رعایت کلیه بندهای مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در هنگام استفاده از نردبان برای نصب چراغ‌های روشنایی الزامی است.

۳-۳-۱۱- چراغ‌های روشنایی با توجه به محل نصب همواره در معرض گرد و غبار و آلودگی قرار داشته و با گذشت زمان به تدریج انعکاس نور تجهیزات چراغ از حالت پیش‌بینی شده در طراحی‌ها فاصله می‌گیرد. از این رو الزامی است طراح سیستم روشنایی هنگام انتخاب چراغ، قابلیت و سهولت تمیز کاری در سطح بازتابنده‌های نوری چراغ را در نظر بگیرد و همچنین بهره‌بردار سیستم روشنایی می‌بایست بسته به شرایط محل از نظر آلودگی در فواصل زمانی مناسب و حداکثر شش ماهه نسبت به نظافت سطوح بیرونی چراغ و کمک به انعکاس نور حداکثری سیستم‌های روشنایی اقدام نمایند. با توجه به ساختار چراغ‌ها، بهره‌برداری از چراغ لامپ بصورت "استفاده تا خروج" بوده و تا هنگام خرابی و یا فرسودگی اقدامی جهت جایگزینی آن انجام نمی‌شود. طول عمر مفید چراغ باید چند برابر طول عمر مفید لامپ‌ها و بالاست‌ها باشد. چراغ‌های جایگزین نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.



۳-۳-۱۲- مدارکی که باید طراح و مجری سیستم روشنایی در مورد چراغ‌ها، پس از اجرای کار در اختیار بهره‌بردار قرار دهند، عبارتند از:

- نقشه برابر ساخت مربوط به محل و نوع کلیدهای فرمان چراغ‌ها، مسیرهای تغذیه چراغ‌ها با ذکر نوع کابل و سیم، تجهیزات قطع و وصل، تجهیزات حفاظت، آرایش چراغ‌ها، نوع چراغ، توان مصرفی هر چراغ. بعنوان نمونه در چراغ شامل ۳ لامپ فلورسنت ۴۰ وات، در محل مناسب قید شود: 3\*40W
- لیست تعداد و نوع چراغ‌های مورد استفاده در سیستم روشنایی، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت چراغ‌ها در صورت وجود)،
- لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره‌بردار،
- خلاصه‌ای از گزارش آزمون‌ها و نتایج پخش نور انجام شده بر روی چراغ‌ها و گواهی موفقیت آن‌ها.
- دستورالعمل‌های مربوط به نظافت، انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی چراغ‌ها.

۳-۳-۱۳- در نقشه‌های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر بالاست در چراغ مربوطه یا در کنار راهنمای نقشه، نوع بالاست و مسیر مدار به دقت ترسیم شود. مقیاس نقشه‌ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه‌ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته‌های مربوط به هر تجهیز هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌های بکار می‌رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه‌های IEC شماره ۶۱۷ باشد. مهم‌ترین این نشانه‌ها در قسمت ۲-۷ ارائه شده است. این مدارک باید مطابق با الزامات و دستورالعمل‌های آخرین نسخه استاندارد شماره ۶۰۵۹۸، ۶۰۸۹۸ و ۶۰۳۶۴ IEC ارائه شوند.

### ۳-۳-۱۴- جدول مشخصه چراغ‌های روشنایی

در این قسمت، جدول مشخصه پرکاربردترین چراغ‌های مورد استفاده در سیستم‌های روشنایی فضاهای داخلی ارائه شده است. در هر مورد طراح می‌بایست پس از انتخاب چراغ، از جدول مشخصه ارائه شده توسط سازنده، جهت تعیین ضریب بهره چراغ در سیستم روشنایی استفاده کند.



















#### ۴-۱- تجهیزات فرمان و کنترل روشنایی

۴-۱-۱- سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد منابع روشنایی از مهم‌ترین عناصر سیستم روشنایی بحساب می‌آید. سیستم فرمان مطلوب با عملکردی پایا و مطمئن، با کنترل صحیح و به موقع روشن/خاموش منابع روشنایی به دنبال تامین اهداف سیستم روشنایی با حداقل مصرف انرژی است. همچنین یک سیستم فرمان مطلوب، ضمن تامین نیازهای روشنایی باید بتواند از مشکلات احتمالی بهره‌برداری بکاهد و امکان کاهش سطح روشنایی فضا بطور یکنواخت، روشن/خاموش نگاه داشتن چراغ‌های محیط‌های مستقل را فراهم نماید. دارا بودن کلید کنترل به تعداد لازم و در محل مناسب، قابلیت امکان کاهش یکنواخت سطح روشنایی در فضا و تناسب نوع و مشخصات فنی کلیدها با جریان اسمی مدار تغذیه روشنایی از جمله مهم‌ترین مواردی هستند که باید در مراحل طراحی سیستم فرمان و کنترل روشنایی مد نظر قرار گیرند.

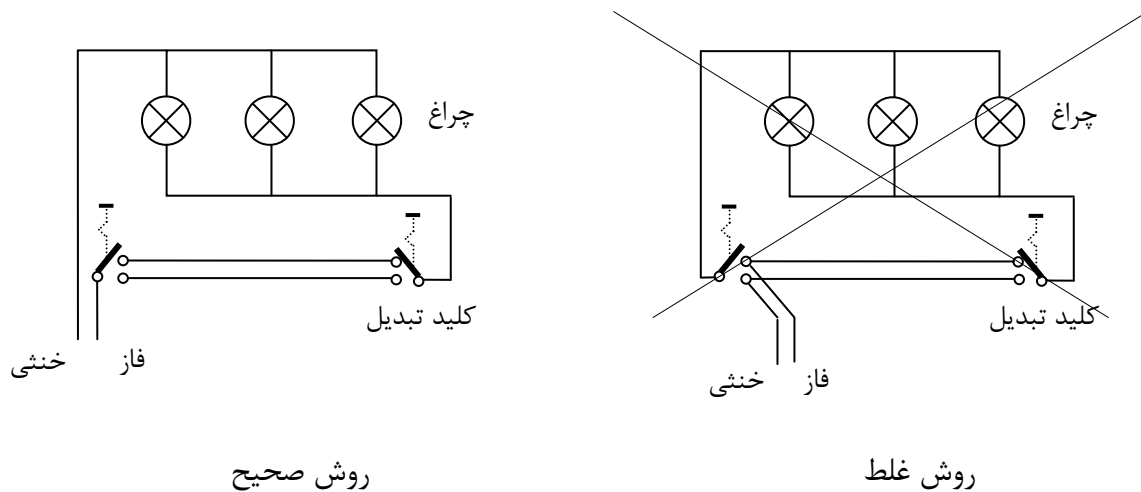
۴-۱-۲- شکل ظاهری، ابعاد، وزن، رنگ، طول عمر، تجهیزات سیستم فرمان و کنترل عملکرد روشنایی باید با سایر تجهیزات روشنایی و همچنین سایر طراحی‌های در نظر گرفته شده برای فضا متناسب باشد.

۴-۱-۳- کلیدهای روشنایی باید برای استفاده در سیستم‌های جریان متناوب و از نوع قطع و وصل سریع، بدون دخالت نحوه و سرعت عمل دست مناسب باشد. هیچ یک از قسمت‌های برقدار کلیدها، از جمله ترمینال‌های آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آنها در دسترس است، باید دارای پوشش کلی محافظ باشد. همچنین جریان اسمی کلید با توجه به نوع مدار روشنایی که قطع و وصل می‌شود، باید برابر یا بزرگتر از مقادیر ذکر شده زیر باشد:

- برای چراغ‌های با لامپ رشته‌ای (دارای ضریب قدرت واحد)، برابر جریان مصرف (جریان اکتیو)،
- برای چراغ‌های با لامپ گازی با خازن‌های تصحیح‌کننده ضریب قدرت (بار خازنی)، ۲ برابر جریان مصرف (جریان اکتیو).

۴-۱-۴- حداقل سطح مقطع هادی‌ها در کلیه مدارهای کنترل نیرو و ارسال علائم (مدارهای کنترل روشنایی مانند حسگر سنجش شدت روشنایی) بترتیب ۱ و ۰/۵ میلیمتر مربع است.

۴-۱-۵- کلیدهای کنترل مدارهای روشنایی باید هادی فاز را قطع کنند. قطع و وصل هادی خنثی برای کنترل لامپ مجاز نیست. کلیدهای تبدیل نباید با استفاده از روش غلط که در آن هم هادی فاز هم هادی خنثی به کلید وصل می‌شوند، سیم‌کشی شوند. روش صحیح و غلط کنترل کلیدهای تبدیل در دیاگرام شکل ۴-۱ ارائه شده است.



شکل (۴-۱). شکل صحیح و غلط اتصال کلیدها در مدار تبدیل

#### ۴-۱-۶- کلید گردان

این کلید وظیفه قطع و وصل بار را به عهده دارد و عمل حفاظتی انجام نمی‌دهد. این کلید در جریان‌های پایین (۶، ۱۰ و ۲۵ آمپر) در مدل سه‌فاز و تک‌فاز و در جریان‌های بالا (۶۳ آمپر به بالا) در مدل سه‌فاز وجود دارد. نمایی از این کلید در شکل ۴-۲ آمده است.



شکل (۴-۲). نمایی از یک کلید گردان

## ۴-۱-۷- کلید فیوز

این کلید جهت قطع و وصل بار و حفاظت مدار از نوع فیوز بکار می‌رود. کلید فیوز عمدتاً در مدل سه‌فاز و تا ظرفیت ۶۳۰ آمپر تولید می‌شوند. با توجه به حفاظت مدار روشنایی در مقابل اتصال کوتاه، کارایی اقتصادی بسیار مناسبی دارد و در مدارهای روشنایی کاربرد زیادی دارد. نمایی از این تجهیز در شکل ۴-۳ ارائه شده است.



شکل (۴-۳). نمایی از یک کلید فیوز

## ۴-۱-۸- کلید اتوماتیک

این کلیدها ضمن انجام وظیفه قطع و وصل بار، حفاظت را توسط رله‌های مغناطیسی در مقابل اتصال کوتاه و در مقابل اضافه بار توسط رله‌های حرارتی انجام می‌دهند. با توجه به قیمت بالای این کلید کمتر در مدار روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و تنها روی بارهای حساس روشنایی بکار می‌رود. نمایی از این کلید در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.



شکل (۴-۴). نمایی از یک کلید اتوماتیک

## ۴-۱-۹- کلیدهای مینیاتوری:

این کلیدها از نوع کلیدهای اتوماتیک در اندازه‌های کوچک تا ۶۳ آمپر هستند که بصورت یک‌فاز و سه‌فاز ساخته می‌شوند. این کلیدها در تابلوهای توزیع خانگی و نیز در بارهای کوچک شبکه‌های الکتریکی کاربرد گسترده‌ای دارند و عمل قطع و وصل و حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه را انجام می‌دهند. نمونه‌ای از کلیدهای مینیاتوری در شکل ۵-۵ نشان داده شده است.



شکل (۴-۵). نمایی از یک کلید مینیاتوری

۴-۱-۱۰- در تاسیسات الکتریکی، استفاده از کلیدهای مینیاتوری نوع پیچی که در پایه فیوز نصب می‌شود، ممنوع است.

## ۴-۱-۱۱- کلیدهای کنتاکتور

کلیدهای کنتاکتور در حالتی که اعمال تغذیه، حفاظت و کنترل بطور همزمان مورد نظر هستند، کاربرد دارند. کنتاکتورها به لحاظ جریان دارای دو قسمت مجزا هستند.

- جریان قسمت بار که تغذیه مدار روشنایی را عبور می‌دهد. این جریان تحت ولتاژ شبکه و توسط توان مصرفی چراغ‌های روشنایی تعیین می‌شود.
- جریان قسمت تحریک کویل که جریان تحریک بوبین کنتاکتور را جهت مغناطیسی شدن آن عبور می‌دهد. ولتاژ تحریک می‌تواند ۱۲، ۲۴ یا ۱۲۰ ولت DC یا AC و یا ولتاژ ۲۲۰ ولت برق شهر باشد. البته بهره‌گیری از ولتاژ DC در صورت دسترسی با توجه به مشخصات کنتاکتورها مناسب‌تر بوده و پیشنهاد می‌شود.

نمایی از یک کنتاکتور در شکل ۵-۶ ارائه شده است.



شکل (۴-۶). نمایی از یک کلید کنتاکتور

۴-۱-۱۲- از لحاظ جریان بار کنتاکتورها عمدتاً سه فاز بوده و تا ظرفیت ۱۰۰۰ آمپر ساخته می‌شوند. جریان تحریک نیز با توجه به مشخصات ساخت و اندازه کنتاکتور توسط سازنده تعیین می‌شود. در مدارهای با توان بالا چنانچه جریان تحریک قابل توجه باشد، باید از کابل‌های با مقطع مناسب و مطابق خواسته‌های سازنده استفاده کرد.

۴-۱-۱۳- کنتاکتورها عمل قطع و وصل مدار روشنایی را با دریافت فرمان از یک مرجع مشخص انجام می‌دهند. بعنوان نمونه در مدارهای تنظیم روشنایی که با بهره‌گیری از حسگرهای روشنایی، شدت نور محیط تشخیص داده شده و با مقدار معینی مقایسه می‌شوند، با صدور فرمان قطع یا وصل توسط واحد پردازنده، این فرمان به قسمت تحریک کنتاکتور رسیده و توسط آن عمل قطع یا وصل کلید انجام می‌شود.

#### ۴-۱-۱۴- تابلوی کنترل روشنایی

تابلوی کنترل روشنایی می‌تواند از یک یا چند صفحه از جنس عایق که جاذب رطوبت نباشد (فیبر الکتریکی) تشکیل شده و یا تمام فلزی باشد. در تابلوهای روشنایی که در محل رفت و آمد ساکنان ساختمان نصب می‌شوند، نباید هیچ یک از قسمت‌های برقدار تابلو در دسترس یا قابل لمس باشد. از این رو تابلو باید با صفحات یا درهای عایق یا فلزی محصور شده باشد. برای دسترسی به قسمت‌های برقدار تابلو باید صفحات محافظ را با استفاده از نوعی ابزار پیاده کرد. همچنین تابلو باید به در قفل شو مجهز باشد و کلیه

تجهیزات و ترمینال‌های برقدار پشت آن قرار گرفته باشد. تنها کلیدهای کنترل روشنایی می‌توانند موقع قفل بودن در تابلو قابل دسترسی باشند.

۴-۱-۱۵- برای کمک به خنک شدن لوازم داخلی تابلو می‌توان آن را به منافذ عبور هوای خنک‌کننده مجهز کرد، مشروط بر آن که آب ترشح شده قابلیت سرایت به قسمت‌های برقدار را نداشته باشد. نمایی از داخل یک تابلو کنترل روشنایی در شکل ۵-۷ ارائه شده است.



شکل (۴-۷). نمایی از داخل یک تابلو روشنایی

۴-۱-۱۶- تابلو باید در واحدهای تولید و مطابق با استانداردهای ملی یا بین‌المللی ساخته شود.

۴-۱-۱۷- تابلوها باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشند:

- هر تابلو باید به یک کلید اصلی جداکننده قابل قطع و وصل زیر بار مجهز باشد. جریان نامی این کلید باید حداقل برابر جریان نامی کل تابلو یا مصرف کل تابلو باشد و جریان نامی ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه نباید کمتر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب باشد.

- هر تابلو تغذیه کننده مدارهای روشنایی باید به وسیله حفاظتی (کلید خودکار، فیوز) مخصوص خود مجهز باشد. جریان نامی وسیله حفاظتی نباید از جریان نامی تابلو بزرگتر باشد.
- چنانچه تابلو علاوه بر کلید اصلی به فیوز نیز مجهز باشد، فیوز باید در طرف مصرف کلید نصب شود. در این حالت تعویض فیوز در حالت بی‌باری امکان‌پذیر خواهد بود.
- اگر در تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود باید یک سری فیوز بالادست آنها یا در تابلوی مورد بحث یا در تابلوی اصلی آن وجود داشته باشد. جریان نامی فیوز بالا دست نباید از مقادیر زیر بزرگتر باشد:

۱- اگر جریان نامی قطع یک یا چند کلید مینیاتوری تا ۱/۵ کیلوآمپر باشد، ۶۳ آمپر

۲- اگر جریان نامی قطع کلید مینیاتوری ۳ کیلوآمپر یا بیشتر باشد، ۱۰۰ آمپر.

- کلیه تابلوهای روشنایی باید علاوه بر شینه‌ها یا ترمینال‌های مربوط به قسمت‌های برقدار، باید برای وصل هادی‌های حفاظتی یک شینه یا ترمینال مخصوص داشته باشد.
- شینه‌ها یا ترمینال‌ها باید دارای علامت‌گذاری مناسب، مشخص و دائمی مانند نمونه زیر باشند:

فازها: L1, L2, L3

خنثی: N

حفاظتی: PE

- مدارهای خروجی، کلیدها، فیوزها و دیگر تجهیزات منصوب داخل تابلو نیز باید دارای برچسب‌های مشخص و دائمی باشند تا بتوان براحتی آنها را شناسایی کرد.
- بدنه تابلو باید مجهز به ترمینال علامت‌گذاری شده اتصال زمین باشد و این ترمینال باید به شینه یا ترمینال حفاظتی متصل باشد.

- ۴-۱-۱۸- همچنین کلیه این تجهیزات مورد استفاده در سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی شامل انواع کلیدها، تابلو الکتریکی و اتصالات آنها باید بر الزامات و مشخصات فنی ارائه شده در نشریه ۱-۱۱۰ مشخصات فنی و عمومی تاسیسات برقی منطبق باشد.





#### ۴-۲- طراحی و محاسبه سیستم فرمان و کنترل روشنایی

۴-۲-۱- در دیدگاه طراحی سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی، چیدمان آرایش چراغ‌ها، نحوه تغذیه و مدار کنترل روشنایی باید بگونه‌ای طراحی شود که پوشش اهداف سیستم روشنایی یعنی تامین روشنایی با کمترین مصرف انرژی انجام شود. از این رو باید بتوان در مواقع گوناگون و بر حسب نیاز، سطح روشنایی محیط را تغییر داده و بتوان تعدادی از چراغ‌ها را از مدار خارج کرد. بر این اساس، ضوابط این قسمت باید در طراحی‌ها در نظر گرفته شود.

۴-۲-۲- هر فضای مستقل باید یک کلید یا سیستم کنترل جداگانه داشته باشد. تجهیز کنترل روشنایی هر فضا باید در محل ورودی- خروجی قرار گرفته و رویت‌پذیر و در دسترس باشد. همچنین طراحی تجهیز کنترل منبع روشنایی باید طوری باشد که با دیدن آن، خاموش یا روشن بودن چراغ معلوم باشد. این الزامات در مورد لامپ‌هایی که بعنوان منبع روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند وجود دارد و در مورد لامپ‌هایی که با اهداف نورپردازی تزئینی استفاده می‌شوند، ضروری نیست.

۴-۲-۳- سیستم کنترل منابع روشنایی هر فضا باید بگونه‌ای طراحی شوند که از نظر مصرف انرژی قابلیت کاهش میزان روشنایی یا مدت زمان روشنایی را داشته باشد. روشنایی فضاهای محصور با بیش از یک منبع روشنایی که مساحت آن بیش از ۱۰ متر مربع بوده و یا بار الکتریکی روشنایی فضا بیش از ۱۲ وات بر متر مربع است، باید بنحوی طراحی شوند که بار الکتریکی روشنایی چراغ‌ها تا نصف قابل کاهش باشد. ضمن اینکه شدت روشنایی با یکنواختی قابل قبولی در فضا تامین گردد. کاهش شدت روشنایی بصورت یکنواخت می‌تواند به روش‌های زیر تامین گردد.

- استفاده از تجهیزات کاهش دهنده نور<sup>۱۱</sup> برای کنترل تمامی چراغ‌ها،
- کنترل ردیف‌های زوج و فرد با دو کلید و بصورت یک در میان،
- نصب کلید مستقل برای لامپ وسط چراغ‌های سه لامپی،
- نصب کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعه لامپ‌ها در چراغ‌ها،
- استفاده از تجهیزات تشخیص حضور یا حرکت در فضای داخلی،
- استفاده از تجهیزات زمان‌دار قابل تنظیم و یا سیستم‌های خاموشی خودکار،
- بهره‌گیری از تجهیزات کنترل نور جهت کنترل منابع روشنایی در قسمت‌هایی با قابلیت بهره‌گیری از نور طبیعی روز.

<sup>۱۱</sup> Dimmer

۴-۲-۴- در هر منطقه روشنایی ساختمان، منابع روشنایی باید توسط یک یا چند کلید مرکزی دستی نصب شده در محل قابل کنترل باشد. همچنین استفاده از کلید اتوماتیک (حسگر تشخیص حضور یا حرکت یا کنترل زمانی) توصیه می‌شود. در موارد زیر رعایت این ضابطه الزامی نیست:

- روشنایی راهروها، سراسراها، لابی‌ها و فضاهای ورودی که فاقد روشنایی ایمنی باشند.
- فضاهای با کاربری خاص مانند فروشگاه‌ها، مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها، مساجد، تئاترها، سینماها و ساختمان‌های مشابه.

۴-۲-۵- اگر کلید زمان‌دار در طراحی سیستم کنترل روشنایی پیش‌بینی شود، باید شرایط زیر برقرار باشد:

- براحتی قابل رویت و در دسترس باشد.
- در محلی نصب شود که ارتباط کلید با فضای مربوطه قابل تشخیص باشد.
- به صورت دستی نیز کار کند.

۴-۲-۶- در صورتی که از سیستم برنامه‌ریزی زمانی استفاده می‌شود، سیستم باید دارای قابلیت دریافت برنامه‌های مختلف بر اساس تقویم سالانه باشد.

۴-۲-۷- در مراحل طراحی سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی، طراح باید با در نظر گرفتن کاربری‌های حال و آینده فضا، امکان بروز پدیده استروبوکوپ را بررسی و برای جلوگیری از آن تمهیدات لازم را ببیند. از این در فضاهای با کاربری صنعتی، تغذیه منابع روشنایی مجاور از فازهای مختلف الزامی شوند. در ادامه این پدیده تشریح و راهکار جلوگیری از آن در طراحی روشنایی ارائه می‌شود.

۴-۲-۸- هر گاه دو پدیده با دو فرکانس مختلف  $f_1$  ,  $f_2$  در مقابل چشم قرار گیرند، حاصل آن روی چشم دارای یک فرکانس ظاهری با مقدار  $f=f_1-f_2$  خواهد بود. بعنوان نمونه اگر یک چرخ الکتریکی با فرکانس  $f_1=80$  Hz در زیر یک منبع نور که با فرکانس برق شهر  $f_2=50$  Hz تغذیه می‌شود قرار گیرد، این چرخ توسط چشم با یک فرکانس ظاهری  $f=f_1-f_2=30$  Hz دیده خواهد شد. این پدیده در فضاهای صنعتی که تعداد زیادی تجهیزات چرخان در آن حرکت می‌کنند می‌تواند مشکل‌زا باشد. برای جلوگیری از بروز این پدیده باید تغذیه چراغ‌های مجاور در یک فضا از فازهای مختلف مدار روشنایی باشد تا با توجه به اختلاف فاز ۱۲۰ درجه‌ای هر یک از فازها، از تشکیل فرکانس ظاهری جلوگیری بعمل آید.

۹-۲-۴- بهنگام اتصال مدار تغذیه هر چراغ و همچنین اتصال تجهیزات کنترل روشنایی با توجه به محل هر چراغ از فازهای R، S و T در چراغ‌های مجاور استفاده شود. حاصل جمع فازهای مختلف در هر لحظه نوساناتی با دامنه یکسان خواهد داشت. این مسئله الزامات طراحی سیستم تغذیه روشنایی به تفصیل طرح شده است.

۱۰-۲-۴- با رعایت موارد ارائه شده در این قسمت در مورد سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی و یا هر گونه ابتکار طراح در جهت کاهش مصرف انرژی (در صورت سازگاری با الزامات این بخش)، تامین روشنایی فضاهای داخلی با کمترین انرژی مصرفی امکان‌پذیر خواهد بود.

۱۱-۲-۴- کلیه تجهیزات مورد استفاده در سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای لامپ‌ها دارای گواهی‌نامه‌های معتبر و نتایج مثبت باشد. در طی ساخت و آزمون کلیدها، حسگرهای روشنایی، تابلوها و سایر تجهیزات بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون‌ها و بازرسی‌های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون‌ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات تجهیزات با مشخصات لازم برای مکان، آن‌ها را رد کند.

۱۲-۲-۴- استانداردهای ساخت کلیدها و تابلوهای روشنایی، نحوه اتصال تجهیزات فرمان و تناسب ظرفیت تجهیزات کنترل با جریان اسمی چراغ‌ها از مهم‌ترین شاخص‌های سیستم فرمان و کنترل روشنایی هستند که باید در آزمون‌های محصولات و همچنین اقدامات بازرسی و نظارت مورد توجه قرار گیرند.

۱۳-۲-۴- در مورد فضاهای با کاربری که امکان نصب تجهیزات گردان وجود دارد، با در نظر گرفتن شرط تعادل حداکثری فازها در تغذیه چراغ‌ها، باید طراحی‌های لازم برای جلوگیری از پدیده استروبوسکوپ در نظر گرفته شود و این مورد در بازرسی‌ها ارزیابی شود.

۱۴-۲-۴- هیچ یک از قسمت‌های برقدار کلیدها، از جمله ترمینال‌های آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آنها در دسترس است، باید دارای پوشش کلی محافظ باشد.

۱۵-۲-۴- اهم مواردی که در نظارت‌ها و بازرسی‌های سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی باید مورد بررسی قرار گیرند در جدول ۴-۱ خلاصه شده است.

جدول (۴-۱). چک لیست نظارت و بازرسی تجهیزات سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی

ردیف	مورد نظارت و بازرسی
۱	کلیدها و تابلوهای مطابق استاندارد
۲	تناسب ظرفیت کلیدها با جریان اسمی مدار روشنایی
۳	قابل لمس نبودن قسمت‌های برق‌دار
۴	اتصالات صحیح ترمینال‌ها
۵	امکان کنترل مجزای چراغ‌های فضا‌های مستقل
۶	تعداد لازم کلیدها برای فضا‌های مستقل
۷	مکان مناسب نصب کلیدها
۸	قابلیت کاهش روشنایی
۹	یکنواختی پخش نور پس از کاهش سطح روشنایی
۱۰	تمهیدات لازم برای جلوگیری از بروز پدیده استروبوکوپ

۴-۲-۱۶- بسته‌بندی کلیدها، حسگرهای روشنایی باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم آن را به مقصد کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته‌بندی تجهیزات نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده‌ای تماس داشته باشد. شرایط حمل تابلوهای کنترل روشنایی نیز باید بگونه‌ای باشد که تغییری در مشخصات ظاهری آن ایجاد نشود.

۴-۲-۱۷- هر بسته‌بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تاریخ تولید، نوع، مدل و مشخصات فنی، ابعاد و وزن آن باشد. کلیه سطوح اطراف بسته‌بندی تجهیزات باید با روش‌های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا تجهیزات از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا مقصد و همچنین نصب حفاظت شود.

۴-۲-۱۸- به منظور اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات فرمان در سیستم روشنایی، بسته‌بندی‌های مورد استفاده تا زمان نصب تجهیزات باز نمی‌شوند.

#### ۴-۲-۱۹- دستورالعمل اجرایی اصول و روش نصب و راه‌اندازی

۴-۲-۱۹-۱- مجری عملیات نصب باید از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. همچنین طراح باید در مراحل انتخاب کلید و تابلو، شرایط و چگونگی نصب آن را بررسی کند. مشخصات اتصال و نیروهای وارده به سطح باید در محاسبات در نظر گرفته شوند عملیات نصب باید بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به قسمت‌های مختلف تجهیزات و اتصالات مربوطه به سطح جلوگیری شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن کلیدها، حسگرها، تابلوها و سایر تجهیزات ممانعت گردد. همچنین مجری باید شرایط و تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر عملیات نصب را فراهم نماید.

۴-۲-۱۹-۲- حین عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های ظاهری و الکتریکی تجهیزات چنانکه در دفترچه مشخصات آن آمده است خللی وارد آید. همچنین از تغییر شکل، برش و سایش قسمتی از کلید، تابلو و اتصالات به هنگام قرار دادن در محل باید جلوگیری بعمل آید.

۴-۲-۱۹-۳- اتصال بین تابلو و سطح داخلی فضا باید بگونه‌ای انجام شود که دوام و ایمنی تابلو تضمین شود. اتصال تابلو به سطح باید قبل از شروع بهره‌برداری و همچنین پس از تغییرات عمده در سیستم روشنایی آزموده شود تا نسبت به صحت کارهای انجام شده اطمینان حاصل شود.

۴-۲-۱۹-۴- اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی استاندارد انجام شود و میزان نیروی گردشی که صرف بستن پیچ‌ها می‌شود باید ضمن استحکام مناسب از آسیب به اتصال جلوگیری کند. پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است. جهت اتصال سیم‌ها به کلیدها باید از نوعی جعبه یا وسیله انتهایی مانند آن استفاده شود. استفاده از سرچپق و نظایر آن مجاز نمی‌باشد.

۴-۲-۱۹-۵- هیچ یک از قسمت‌های برقدار کلیدها، از جمله ترمینال‌های آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آنها در دسترس است، باید دارای پوشش کلی محافظ باشد.

۴-۲-۱۹-۶- جهت تعادل جریان فازها در مدارهای تغذیه‌کننده چراغ‌ها و همچنین جلوگیری از بروز پدیده استروبوکوپ، تمهیدات لازم برای تغذیه چراغ‌های مجاور از فازهای مختلف به هنگام نصب در نظر گرفته شود.

۴-۲-۱۹-۷- رعایت الزامات زیر به هنگام نصب تابلو ضروری است.

- در اطراف تابلو باید فضای کافی برای انجام عملیات، تعمیرات و بازدید وجود داشته باشد و حریم ارائه شده توسط سازنده باید رعایت شود.
- در محل نصب تابلو اعم از اتاق مخصوص یا فضای عمومی هیچگونه دودکش یا لوله‌های حامل آب، گاز و حرارت مرکزی و یا سایر تجهیزات عبور ننماید یا آن را قطع نکند.

۴-۲-۱۹-۸- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب تجهیزات برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از:

- کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد وجود داشته باشد،
- کمربند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط،
- دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

۴-۲-۱۹-۹- کلیه وسایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذیصلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین ایمنی کارگران آماده باشند. کلیه وسایلی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذیصلاح کنترل شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته‌های آن تامین شود.

۴-۲-۱۹-۱۰- در هنگام نصب تجهیزات در ارتفاع، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به ایمنی مطابق مبحث دوازدهم از مقررات ملی ساختمان لازم‌الاجرا است. در صورت استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات بالابر در عملیات نصب، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزای آنها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، مهارها، پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط اشخاص ذیصلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

۴-۲-۱۹-۱۱- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب تجهیزات، پایه‌های نردبان باید در تکیه‌گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچ‌گونه لغزشی وجود نداشته باشد. قرارگیری نردبان و همچنین تکیه‌گاه آن روی زمین باید بگونه‌ای باشد که هنگام نصب چراغ و وارد آمدن نیرو جهت اتصال آن به سطح، تعادل فرد به هم نخورده و ایمنی کامل فرد تضمین باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات از جمله ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان‌های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان‌های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آن‌ها جلوگیری کند. باید طوری رعایت کلیه بندهای مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در هنگام استفاده از نردبان برای نصب چراغ‌های روشنایی الزامی است.

۴-۲-۱۹-۱۲- مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش تجهیزات نصب شده با قید زمان در اختیار بهره‌بردار قرار دهد.

۴-۲-۲۰- در مورد کلیدها، حسگرهای روشنایی، تابلوها و تجهیزات اتصال سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی، عملیاتی بعنوان تعمیر و نگهداری تعریف نمی‌شود. بهره‌برداری از این تجهیزات بصورت "استفاده تا خروج"<sup>۱۲</sup> بوده و تا هنگام خرابی اقدامی جهت جایگزینی آن‌ها انجام نمی‌شود. اگر چه کیفیت اتصالات در حالت خارج شدن از طول عمر مفید تجهیزات کاهش می‌یابد و توصیه می‌شود در صورت سوختگی و یا تغییر شکل نقطه اتصال در این تجهیزات، اقدام لازم برای جایگزینی تجهیز انجام شود.

۴-۲-۲۱- تجهیزات جایگزین شده نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

۲-۲-۴-۲۲- در صورت استفاده از حسگرهای روشنایی یا سایر حسگرهای فرمان (مانند حسگر تشخیص حرکت در محیط) در سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد منابع روشنایی، بسته به نوع تجهیزات بکار رفته ممکن است نیاز به تنظیم مجدد<sup>۱۳</sup> یا کالیبراسیون<sup>۱۴</sup> در این تجهیزات وجود داشته باشد. در این صورت انجام عملیات تنظیم با توجه به دستورالعمل سازنده و در زمان تعیین شده الزامی است.

۲-۲-۴-۲۳- مدارکی که باید طراح و مجری سیستم روشنایی در مورد سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی، پس از اجرای کار در اختیار بهره‌بردار قرار دهند، عبارتند از:

- لیست تعداد و نوع کلیدها، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت کلیدها در صورت وجود)،
- لیست تعداد و نوع تابلوها، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت آن در صورت وجود)،
- لیست تعداد و نوع حسگرهای روشنایی (در صورت استفاده)، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت آن در صورت وجود)،
- لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره‌بردار،
- خلاصه‌ای از گزارش آزمون‌های بهره‌وری و طول عمر مفید انجام شده بر روی کلیدها، حسگرهای روشنایی و تابلوها و گواهی موفقیت آن‌ها،
- دستورالعمل‌های مربوط به انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی تجهیزات.
- نقشه برابر ساخت سیستم روشنایی با ذکر محل و نوع تابلوها، کلیدهای فرمان چراغ‌ها، مسیرهای مدار فرمان چراغ‌ها با ذکر نوع کابل و سیم، تجهیزات قطع و وصل، تجهیزات حفاظت، آرایش چراغ‌ها، نوع چراغ و توان مصرفی هر چراغ.

۲-۲-۴-۲۴- در نقشه‌های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر تابلو، کلید و حسگر روشنایی مشخص و در کنار راهنمای نقشه، نوع، مشخصات فنی و مسیر مدار فرمان و کنترل زمان عملکرد به دقت ترسیم شود. مقیاس نقشه‌ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه‌ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته‌های مربوط به هر وسیله هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌های بکار می‌رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه‌های IEC شماره ۶۱۷ باشد. مهم‌ترین این نشانه‌ها در فصل هشتم ارائه شده است



## ۵-۱- تجهیزات سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی

### ۵-۱-۱- سیم‌ها و کابل‌ها

۵-۱-۱-۱- شکل ظاهری، ابعاد، وزن، رنگ، طول عمر، تجهیزات سیستم تغذیه الکتریکی روشنایی (کابل و سیم، سینی کابل، لوله محافظ سیم، تابلو تغذیه) باید با سایر تجهیزات روشنایی و همچنین سایر طراحی‌های در نظر گرفته شده برای فضا متناسب باشد.

۵-۱-۱-۲- کابل‌ها، سیم‌ها و تابلوهای تغذیه الکتریکی روشنایی باید برای استفاده در سیستم‌های جریان متناوب بوده و هیچ یک از قسمت‌های برقدار آن‌ها، از جمله ترمینال‌های اتصال نباید در دسترس یا قابل لمس بوده و باید دارای پوشش کلی محافظ باشند.

۵-۱-۱-۳- سیم‌ها و کابل‌های مورد استفاده در سیستم تغذیه الکتریکی مدارهای روشنایی باید بر الزامات نشریه ۱-۱۱۰ مشخصات فنی و عمومی تاسیسات برقی منطبق باشد.

۵-۱-۱-۴- سازندگان کابل مشخصات فنی الکتریکی و مکانیکی و ابعادی کابل‌ها را در جداولی در اختیار طراحان قرار می‌دهند. مهم‌ترین مشخصه‌ای که در محاسبات طراحی سیستم تغذیه الکتریکی استفاده می‌شود مقدار مقاومت و راکتانس کابل است. نمونه‌ای از این اطلاعات برای کابل با عایق پی.وی. سی در مقاطع مختلف در جدول ۶-۱ آمده است.

جدول (۱-۵). مقاومت و راکتانس کابل‌های ۰/۶ تا ۱ کیلوولت با عایق پی.وی. سی

(استاندارد IEC 60228)

راکتانس (اهم بر کیلومتر)		مقاومت اهمی در ۷۰ درجه سانتیگراد (اهم بر کیلومتر)	سطح مقطع (میلیمترمربع)	ردیف
چند هسته‌ای	تک هسته‌ای			
۰/۱۱۵	-	۱۴/۴۷	۱/۵	۱
۰/۱۱۰	-	۸/۷۱	۲/۵	۲
۰/۱۰۷	-	۵/۴۵	۴	۳
۰/۱۰۰	-	۳/۶۲	۶	۴
۰/۰۹۴	-	۲/۱۶	۱۰	۵

جدول (۵-۱). مقاومت و راکتانس کابل‌های ۰/۶ تا ۱ کیلوولت با عایق پی. وی. سی  
(استاندارد IEC 60228)

راکتانس (اهم بر کیلومتر)		مقاومت اهمی در ۷۰ درجه سانتیگراد (اهم بر کیلومتر)	سطح مقطع (میلیمترمربع)	ردیف
چند هسته‌ای	تک هسته‌ای			
۰/۰۹۰	-	۱/۳۶	۱۶	۶
۰/۰۸۶	-	۰/۸۶	۲۵	۷
۰/۰۸۳	-	۰/۶۵	۳۵	۸
۰/۰۸۳	۰/۰۹۷	۰/۶۳	۵۰	۹
۰/۰۸۲	۰/۰۹۷	۰/۴۶	۷۰	۱۰
۰/۰۸۰	۰/۰۹	۰/۲۳	۹۵	۱۱
۰/۰۸۰	۰/۰۹	۰/۱۸	۱۲۰	۱۲
۰/۰۸۰	۰/۰۹	۰/۱۵	۱۵۰	۱۳
۰/۰۸۰	۰/۰۹	۰/۱۲	۱۸۵	۱۴
۰/۰۷۹	۰/۰۷۲	۰/۰۰۲	۲۴۰	۱۵
۰/۰۷۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۴	۳۰۰	۱۶

برای محاسبه راکتانس کابل‌های زره‌دار به مقادیر فوق ۱۰٪ اضافه می‌شود.

۵-۱-۱-۵- سیم زمین نیز باید تمامی الزامات ارائه شده برای سایر تجهیزات تغذیه الکتریکی را دارا باشد. انتخاب مقطع سیم زمین پس از انتخاب سطح مقطع سیم‌های اصلی فاز انجام می‌شود. بر اساس اطلاعات جدول ۶-۲ مقطع سیم زمین یا سیم حفاظتی بر اساس مقطع انتخاب شده برای سیم فازهای اصلی تعیین می‌شود. اطلاعات این جدول از استاندارد DIN VDE 0100-540/05.86 برداشت شده است.

جدول (۵-۲). انتخاب مقطع سیم زمین/حفاظتی بر اساس سیم فاز اصلی

مقطع سیم زمین/حفاظتی (میلیمتر مربع)	مقطع سیم فاز اصلی (میلیمتر مربع)	ردیف
۰/۵	۰/۵	۱

جدول (۵-۲). انتخاب مقطع سیم زمین/حفاظتی بر اساس سیم فاز اصلی

ردیف	مقطع سیم فاز اصلی (میلیمتر مربع)	مقطع سیم زمین/حفاظتی (میلیمتر مربع)
۲	۰/۷۵	۰/۷۵
۳	۱	۱
۴	۱/۵	۱/۵
۵	۲/۵	۲/۵
۶	۴	۴
۷	۶	۶
۸	۱۰	۱۰
۹	۱۶	۱۶
۱۰	۲۵	۱۶
۱۱	۵۰	۲۵
۱۲	۷۰	۳۵
۱۳	۹۵	۵۰
۱۴	۱۲۰	۷۰
۱۵	۱۵۰	۹۵
۱۶	۱۸۵	۹۵
۱۷	۲۴۰	-
۱۸	۳۰۰	-

۵-۱-۲- تابلوهای الکتریکی مدار روشنایی

۵-۱-۲-۱- تابلوهای تغذیه الکتریکی باید در واحدهای تولیدی و مطابق با استانداردهای ملی یا بین-المللی ساخته شوند.

۵-۲-۲-۱-۲- تابلوهای اصلی و فرعی توزیع برق باید از نظر استاندارد ساخت، مشخصات فنی و روش نصب با الزامات مشخص شده در فصل پنجم نشریه شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی منطبق باشند.

۵-۲-۱-۳- انتخاب نوع، تعداد و مشخصات فنی لازم برای تجهیزات تابلوهای تغذیه‌کننده مدارهای روشنایی باید با توجه به الزامات ارائه شده در نشریه شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان انجام شود.

۵-۲-۱-۴- هر تابلو باید به یک کلید اصلی جداکننده قابل قطع و وصل زیر بار مجهز باشد. جریان نامی این کلید باید حداقل برابر جریان نامی کل تابلو یا مصرف کل تابلو باشد و جریان نامی ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه نباید کمتر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب باشد.

۵-۲-۱-۵- لوازم داخل تابلو از قبیل کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظت، واحد اعلام خطر و غیره باید به نحوی نصب شوند که از نظر تعمیر و نگهداری و تعویض، هر یک از آنها به سهولت قابل دسترسی باشند.

۵-۲-۱-۶- هر تابلو تغذیه‌کننده مدارهای روشنایی باید به وسیله حفاظتی (کلید خودکار، فیوز) مخصوص خود مجهز باشد. جریان نامی وسیله حفاظتی نباید از جریان نامی تابلو بزرگتر باشد.

۵-۲-۱-۷- چنانچه تابلو علاوه بر کلید اصلی به فیوز نیز مجهز باشد، فیوز باید در طرف مصرف کلید نصب شود. در این حالت تعویض فیوز در حالت بی‌باری امکان‌پذیر خواهد بود.

۵-۲-۱-۸- اگر در تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود باید یک سری فیوز بالادست آنها یا در تابلوی مورد بحث یا در تابلوی اصلی آن وجود داشته باشد. مطابق الزامات شریه شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی، جریان نامی فیوز بالا دست نباید از مقادیر زیر بزرگتر باشد:

اگر جریان نامی قطع یک یا چند کلید مینیاتوری تا ۱/۵ کیلوآمپر باشد، ۶۳ آمپر

اگر جریان نامی قطع کلید مینیاتوری ۳ کیلوآمپر یا بیشتر باشد، ۱۰۰ آمپر.

۵-۱-۲-۹- کلیه تابلوهای روشنایی باید علاوه بر شینه‌ها یا ترمینال‌های مربوط به قسمت‌های برقدار، باید برای وصل هادی‌های حفاظتی یک شینه یا ترمینال مخصوص داشته باشد.

۵-۱-۲-۱۰- شینه‌ها یا ترمینال‌ها باید دارای علامت‌گذاری مناسب، مشخص و دائمی مانند نمونه زیر باشند:

فازها: L1, L2, L3

خنثی: N

حفاظتی: PE

۵-۱-۲-۱۱- مدارهای خروجی، کلیدها، فیوزها و دیگر تجهیزات منصوب داخل تابلو نیز باید دارای برچسب‌های مشخص و دائمی باشند تا بتوان براحتی آنها را شناسایی کرد.

۵-۱-۲-۱۲- بدنه تابلو باید مجهز به ترمینال علامت‌گذاری شده اتصال زمین باشد و این ترمینال باید به شینه یا ترمینال حفاظتی متصل باشد.

۵-۱-۲-۱۳- تابلو توزیع نیرو و روشنایی باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن گالوانیزه به فرم نبشی، ناودانی و سپری، و پوشش آن از ورق‌های آهن گالوانیزه با ضخامت حداقل دو میلی‌متر یا بیشتر ساخته شود.

۵-۱-۲-۱۴- این تابلوها باید پس از زیرسازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفات‌کاری، ضمن پوشش کامل ضدزنگ مخصوص، با پوشش آستری و اصلی رنگ شوند.

۵-۱-۲-۱۵- این تابلوها ممکن است از جنس آلومینیوم نیز ساخته شوند که در این صورت اسکلت نگهدار و کلیه اجزای آن از جنس آلومینیوم خواهد بود و پوشش آن باید از ورق‌های آلومینیوم با ضخامت حداقل سه میلی‌متر ساخته شوند.

۵-۱-۲-۱۶- بدنه این نوع تابلو باید به نحوی ساخته شود که کلیه جوانب آن کاملاً مسدود و فقط از طرف جلو قابل دسترسی باشد.

۵-۱-۲-۱۷- سقف بیرونی این نوع تابلو باید دارای شیب دوطرفه با لبه‌های برگردان به طرف داخل باشد و حداقل پنج سانتی‌متر از هر چهار طرف بزرگتر از ابعاد سقف تابلو باشد.

۵-۱-۲-۱۸- حدافل دومین رقم مشخصه درجه حفاظت تابلوهای هوای آزاد در صورتی که دارای حفاظت تکمیلی نباشد باید IPX3 در نظر گرفته شود. حفاظت تکمیلی در مورد تاسیسات هوای آزاد می‌تواند سقف حفاظتی یا مشابه آن باشد.

۵-۱-۲-۱۹- برای حفاظت در برابر اثرات زیان‌آور آب در این گونه تابلوها باید ضمن حفظ درجه حفاظت لازم، اقدامات مناسبی برای جلوگیری از تجمع قطرات آب در داخل تابلو (از قبیل سوراخ‌های آب و غیره) به عمل آید.

۵-۱-۲-۲۰- ساختمان تابلو باید طوری باشد که دسترسی به کلید لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برای فرمان، تعمیر و تعویض بدون تداخل با کار قسمت‌های دیگر امکان‌پذیر باشد.

۵-۱-۲-۲۱- درب تابلو باید مجهز به لاستیک آب‌بندی باشد.

۵-۱-۲-۲۲- تابلوها باید مجهز به قفل مخصوص بوده و درب آن بوسیله کلید یا آچار مخصوص باز و بسته شود.

۵-۱-۲-۲۳- برای سیم‌کشی وسایل اندازه‌گیری و چراغ‌های سیگنال، فواصل تجهیزات داخل تابلو، شماره‌گذاری تجهیزات، شماره‌گذاری سر سیم‌ها و کابل‌ها و همچنین شرایط ترمینال‌ها باید برابر الزامات نشریه ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان انجام شود.

۵-۱-۲-۲۴- ابعاد تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز عبارتست از:

ارتفاع، حداکثر ۱۲۰ سانتی‌متر

عرض، بر حسب نیاز

عمق، ۴۰ سانتی‌متر

۵-۱-۲-۲۵- تابلو باید روی سکوی بتونی یا آجری که ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر از کف تمام‌شده خیابان یا محوطه ارتفاع داشته باشد نصب شود. سکوی یاد شده از نوع توخالی بوده و باید دارای دیواره‌ای به قطر ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر باشد و نیم‌متر پایین‌تر از کف تمام شده محوطه شروع و تا ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر بالاتر از کف مزبور باشد.

۵-۱-۲۶- لبه خارجی سکو که بصورت نیم‌گرد ساخته می‌شود باید از هر چهار طرف حداقل ۱۰ سانتی‌متر بزرگتر از بدنه تابلو بوده و لبه داخلی آن حداقل ۵ سانتی‌متر از بدنه تابلو فاصله داشته باشد. محل نصب تابلوهای فضای باز باید طوری پیش‌بینی شوند که در جلوی آن فضای کافی برای دسترسی با تابلو وجود داشته باشد.

۵-۱-۲۷- برای نصب تابلو روی سکوی بتونی در نواحی مرطوب، ابتدا باید کلافی از نبشی آهنی آماده شود و سپس تابلو به آن پیچ و مهره گردد. در این صورت تابلو با کف بتونی تماس مستقیم نخواهد داشت.

#### ۵-۱-۲۸- تجهیزات داخل تابلو

لوازم و تجهیزاتی که در داخل تابلو نصب می‌شوند عبارتند از:

- تجهیزات اندازه‌گیری شامل ولت‌متر، آمپر‌متر، فرکانس‌متر، کسینوس‌فر متر، وات‌متر، ترانسفورماتور جریان، دورشمار، ساعت شمار، فشار سنج و غیره.
- تجهیزات حفاظت و فرمان مانند فیوز، انواع کلیدها و کنتاکتورها، رله‌ها و تایمرها، کلید فرمان ولت‌متر و آمپر‌متر و غیره.
- وسایل اعلام خطر، چراغ سیگنال و غیره.
- مقره‌ها و شیشه‌ها

۵-۱-۲۹- تابلوهای فشار ضعیف مورد استفاده در سیستم تغذیه مدارهای روشنایی باید مجهز به کلید اصلی جداکننده و یک وسیله حفاظتی بشرح زیر باشند:

- کلید اصلی جداکننده باید قابل قطع و وصل زیر بار بوده و جریان نامی آن حداقل برابر جریان نامی کل تابلو و مصرف کل آن باشد. جریان ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه نباید کمتر از جریان اتصال کوتاه در محل نصب باشد.
- وسیله حفاظتی تابلو باید دارای جریان نامی حداکثر برابر جریان نامی تابلو باشد. در مواردی که تابلو بوسیله مدار اختصاصی تغذیه می‌شود، وسیله حفاظتی مدار در صورتی که جریان نامی آن از جریان نامی تابلو بیشتر نباشد ممکن است وسیله حفاظتی تابلو نیز محسوب شده و نیازی به وسیله حفاظتی جداگانه نخواهد بود.
- در مواردی که وسیله حفاظتی اصلی تابلو از انواع کلیدهای خودکاری که دارای مشخصات کلید جداکننده نیز می‌باشد انتخاب شود، ممکن است برای هر دو منظور حفاظت و جدا کردن استفاده شود.

۵-۱-۲-۳۰- مدار تغذیه کننده وسایل کنترل و اندازه‌گیری مورد تغذیه از سیستم برق تابلو باید دارای وسیله حفاظتی مانند فیوز باشد.

۵-۱-۲-۳۱- در مواردی که از کلیدهای مینیاتوری در تابلو استفاده می‌شود، با توجه به این که قدرت قطع این نوع کلیدها در اتصال کوتاه کم است، باید بوسیله فیوز بالادست در تابلو مورد نظر و یا در تابلو اصلی با رعایت ضوابط فنی حفاظت شود.

۵-۱-۲-۳۲- در تابلوهای روشنایی تک‌فاز و سه‌فاز، کلید اصلی باید حتی‌الامکان از نوع گردان باشد و برای محافظت در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلید اصلی استفاده شود.

۵-۱-۲-۳۳- کلیه مدارهای خروجی که برای روشنایی بکار می‌روند باید ترجیحاً بوسیله کلیدهای مینیاتوری با فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی حداقل ۱۰ آمپر محافظت شوند.

۵-۱-۲-۳۴- کلیه سیم‌کشی‌های داخل تابلو باید با سیم مسی مفتولی با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر ۴ آمپر برای هر میلی‌متر مربع سطح مقطع سیم) انجام شود.

۵-۱-۲-۳۵- فرم‌بندی سیم‌کشی‌های مزبور باید به نحوی انجام شود که در صورت نیاز به تعویض هر یک از سیم‌ها، بدون تداخل با کار سایر مدارها امکان‌پذیر بوده و یا کلیه سیم‌کشی‌های داخلی در داخل کانال مخصوص از نوع نسوز انجام شود.

۵-۱-۲-۳۶- سطح مقطع ترمینال‌های مورد استفاده باید با سطح مقطع هادی‌ها یکسان باشد و بعلاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی وصل شود و اتصال دو یا چند هادی به یک ترمینال تک‌سوراخ مجاز نمی‌باشد.



## ۵-۱-۲-۳۷- پلاک‌های مشخصات و نشانه‌گذاری تابلو

هر تابلوی مورد استفاده در سیستم تغذیه مدار روشنایی باید دارای یک یا چند پلاک مشخصات باشد. نوشته‌ها و علامت‌های روی آن‌ها باید بصورت خوانا و ماندگار بوده و در محلی قابل رویت نصب شوند. اطلاعات اولیه‌ای که باید روی پلاک(ها) درج شوند عبارتند از:

(بندهای ۱ و ۲ الزامی و سایر بندها در صورت داشتن مورد باید درج شوند)

- ۱- نام یا علامت تجاری سازنده
- ۲- نشانه مخصوص نوع تابلو یا شماره سریال و یا هر نشانه مشخصه دیگر که بتوان اطلاعات سازنده را بدست آورد.
- ۳- شماره استاندارد ISIRI 1928-1 و یا شماره استاندارد IEC 60439-1 (در صورت تطابق با الزامات مشخص شده در استانداردها)
- ۴- نوع جریان و فرکانس سیستم
- ۵- ولتاژهای بهره‌برداری
- ۶- ولتاژهای عایق‌بندی اسمی
- ۷- ولتاژهای ضربه‌ای ایستادگی اسمی
- ۸- ولتاژهای اسمی مدارهای کمکی
- ۹- محدوده کاربرد
- ۱۰- جریان اسمی هر مدار
- ۱۱- توان ایستادگی در برابر اتصال کوتاه
- ۱۲- درجه حفاظت
- ۱۳- اقدامات انجام شده برای حفاظت افراد
- ۱۴- شرایط استفاده مناسب از نظر نصب در داخل یا خارج ساختمان یا شرایط ویژه
- ۱۵- نوع اتصال زمین سیستم تابلو
- ۱۶- ابعاد تابلو (از چگ به راست ارتفاع، عرض و عمق)
- ۱۷- وزن تابلو
- ۱۸- فرم جداسازی داخلی
- ۱۹- نوع اتصالات الکتریکی واحدهای عامل

۵-۱-۲-۳۸- کلیه تجهیزات داخل تابلو باید مطابق الزامات استاندارد IEC 60750 نشانه‌گذاری شوند.

۵-۱-۳- بسته به نوع لامپ بکار رفته در منابع روشنایی ممکن است علاوه بر توان اکتیو جاری در مدار تغذیه، توان راکتیو در مدار روشنایی جاری باشد. جریان راکتیو باعث افزایش تلفات و اشغال ظرفیت سیستم تغذیه الکتریکی منابع روشنایی شود. از این رو لازم است طراح با توجه به مشخصات فنی لامپ، به هنگام ضرورت جبران‌سازی لازم برای جلوگیری از جریان بی‌مورد توان راکتیو در مدار روشنایی را از طریق نصب خازن پیش‌بینی کند. نصب خازن و کنترل ورود-خروج آن به مدار جهت تنظیم ضریب توان بار مدار روشنایی در بازه ۰/۹ تا ۱ ضروری است. البته طراح می‌تواند جبران‌سازی مدار روشنایی را همراه سایر بارهای الکتریکی تجهیزات و سیستم سرمایش- گرمایش در پست برق انجام دهد.

۵-۱-۴- استفاده از لامپ‌های فلورسنت بدلیل فناوری بکار رفته در این لامپ‌ها و بالاست آن‌ها باعث جاری شدن جریان‌های هارمونیک در سیستم تغذیه الکتریکی می‌شود. مقاومت هادی‌ها در برابر جریان‌های هارمونیک از رابطه ۶-۱ پیروی می‌کند.

$$R_h = R \cdot \sqrt{h} \quad (1-5)$$

در این رابطه،

$R_h$ ، مقاومت سیستم در برابر هارمونیک  $h$  ام جریان بر حسب اهم،

$R$ ، مقاومت سیستم تغذیه برای مولفه اصلی جریان بر حسب اهم و

$h$ ، مرتبه هارمونیک جریان است.

از این رو جریان‌های هارمونیک تاثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش تلفات سیستم تغذیه الکتریکی دارند. در این صورت طراح باید تمهیدات لازم برای رعایت استانداردهای موجود برای سقف جریان هارمونیک در شبکه‌های توزیع نیرو را اندیشیده و در صورت لزوم نسبت به پیش‌بینی جبران‌سازی‌های هارمونیک اقدام نماید.

## ۵-۲- طراحی و محاسبه سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی

سیستم تغذیه الکتریکی منابع روشنایی از مهم‌ترین عناصر سیستم روشنایی بحساب می‌آید. سیستم تغذیه الکتریکی مطلوب به دنبال تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز منابع روشنایی با قابلیت اطمینان بالا، پایایی مناسب، با رعایت موارد ایمنی و با حداقل مصرف انرژی است. همچنین طراحی و اجرای یک سیستم تغذیه الکتریکی مطلوب می‌بایست ضمن تامین نیازهای روشنایی با کمترین هزینه و مشکلات اجرایی پیاده شود. مسیرهای تغذیه باید بهینه و با کمترین هزینه در نظر گرفته شوند. بهره‌وری سیستم تغذیه، قابلیت اطمینان، ایمنی و تجهیزات حفاظت الکتریکی و مکانیکی، طول مدار، افت ولتاژ سیستم و رعایت استانداردهای کیفیت از جمله مهم‌ترین مواردی هستند که باید در مراحل طراحی سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی مد نظر قرار گیرند.

۵-۲-۱- از دیدگاه طراحی مدار روشنایی، چیدمان آرایش چراغ‌ها، نحوه تغذیه و مدار کنترل روشنایی باید بگونه‌ای طراحی شود که پوشش اهداف سیستم روشنایی یعنی تامین روشنایی با کمترین مصرف انرژی انجام شود. از این رو باید بتوان در مواقع گوناگون و بر حسب نیاز، سطح روشنایی محیط را تغییر داده و بتوان تعدادی از چراغ‌ها را از مدار خارج کرد. بر این اساس، ضوابط این قسمت باید در طراحی‌ها در نظر گرفته شود. طراح باید با پیش‌بینی این نکته و تغذیه چراغ‌ها از فازهای مختلف این امکان را فراهم آورد.

### ۵-۲-۲- تخمین جریان اسمی مدار روشنایی

۵-۲-۲-۱- در مراحل طراحی سیستم روشنایی فضاهای داخلی ساختمان‌ها و مجموعه‌ها، پس از تعیین آرایش قرارگیری چراغ‌ها در فضا، با مراجعه به مشخصات فنی هر چراغ، توان مصرفی آن قابل تخمین است.

۵-۲-۲-۲- در محاسبات تخمین جریان اسمی بارهای الکتریکی باید بر اساس مقادیر زیر در نظر گرفته شوند:

- برای چراغ‌های با لامپ رشته‌ای (دارای ضریب قدرت واحد)، جریان مصرف (جریان اکتیو)،
- برای چراغ‌های با لامپ گازی با خازن‌های تصحیح‌کننده ضریب قدرت (بار خازنی)، ۲ برابر جریان مصرف (جریان اکتیو).

۵-۲-۲-۳- پس از تعیین مدار تغذیه چراغ‌ها بار کل هر فاز مدار روشنایی با تجمیع توان مصرفی چراغ‌های متصل به سیستم و اعمال ضرایب همزمانی، جریان اسمی مدار تغذیه روشنایی قابل استحصال است. ضریب

همزمانی برای یک فضای مستقل برابر ۱ و برای محاسبات تابلو اصلی به فرعی، ضرایب همزمانی برای فضاهای مختلف در جدول ۳-۵ خلاصه شده است.

جدول (۳-۵). ضریب همزمانی بارهای روشنایی در کاربری‌های مختلف

ردیف	نوع ساختمان	ضریب همزمانی (%)
۱	آپارتمان‌ها یا منازل یک‌خانواده‌ای	۶۶
۲	ساختمان‌های چند طبقه آپارتمانی	۶۶
۳	هتل‌ها و آپارتمان‌های مبله	۷۵
۴	واحدهای تجاری، ادارات و مجموعه‌های صنعتی	۹۰

بعنوان نمونه جهت تخمین جریان اسمی یک مدار روشنایی در یک ساختمان با ۳ واحد مسکونی، چنانچه بار روشنایی هر یک از مصرف‌کننده‌ها ۵ لامپ التهابی با توان اسمی ۱۰۰ وات باشد، جریان اسمی مدار هر واحد برابر ۲/۵ آمپر و جریان اسمی مدار اصلی روشنایی عبارتست از:

$$I_n = \frac{3 \times 5 \times 100 \text{ W} \times 0.66}{220 \text{ V}} \approx 5 \text{ A}$$

۳-۲-۲-۵-۴- استفاده از ضرایب همزمانی فقط در مواردی مجاز است که مصرف‌کننده‌های غیرهمزمان در مدار روشنایی وجود داشته باشند. بجز در موارد خاص، در مدارهای روشنایی ضرایب همزمانی استفاده نمی‌شود.

۳-۲-۵-۳- قابلیت بار مجاز سیم‌ها و کابل‌ها

۳-۲-۵-۱- برای تعیین قابلیت بار مجاز و سطح مقطع سیم‌ها و کابل‌ها باید از نشریه شماره ۱۹۳۶ سازمان ملی استاندارد و یا استاندارد IEC 60364-5-52 استفاده شود. در این مراجع، قابلیت بار مجاز برای سیم‌ها و کابل‌ها در شرایط مختلف بهره‌برداری ارائه شده است. در صورتی که با توجه به شرایط مندرج در این مراجع نتوان اطلاعات این مراجع را ملاک قرار داد می‌توان مقادیر ارائه شده در جدول ۴-۵ را به کار برد.

جدول (۵-۴). قابلیت بار مجاز سیم‌های مسی عایق‌دار

سیم‌های مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع		کابل‌های سبک تخت و قابل انعطاف		یک یا چند سیم عایق‌دار در داخل لوله		سطح مقطع (میلی‌متر مربع)
فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	
۱۰	۱۹	۱۰	۱۵	۶	۱۱	۱
۲۰	۲۴	۱۰	۱۸	۱۰	۱۵	۱/۵
۲۵	۳۲	۲۰	۲۶	۱۶	۲۰	۲/۵
۳۵	۴۳	۲۵	۳۴	۲۰	۲۵	۴
۵۰	۵۴	۳۵	۴۴	۲۵	۳۳	۶
۶۳	۷۳	۵۰	۶۱	۳۵	۴۵	۱۰
۸۰	۹۸	۶۳	۸۲	۵۰	۶۱	۱۶
۱۰۰	۱۲۹	۸۰	۱۰۸	۶۳	۸۳	۲۵
۱۲۵	۱۵۸	۱۰۰	۱۳۵	۸۰	۱۰۳	۳۵
۱۶۰	۱۹۸	۱۲۵	۱۶۸	۱۰۰	۱۳۲	۵۰
۲۰۰	۲۴۵	۱۶۰	۲۰۷	۱۲۵	۱۶۵	۷۰
۲۵۰	۲۹۲	۲۰۰	۲۵۰	۱۶۰	۱۹۷	۹۵
۳۱۵	۳۲۴	۲۵۰	۲۹۲	۲۰۰	۲۴۵	۱۲۰
۳۱۵	۳۹۱	۲۵۰	۳۳۵	-	-	۱۵۰
۴۰۰	۴۴۸	۳۱۵	۳۸۲	-	-	۱۸۵
۴۰۰	۵۲۸	۴۰۰	۴۵۳	-	-	۲۴۰
۵۰۰	۶۰۸	۴۰۰	۵۰۴	-	-	۳۰۰
۶۳۰	۷۲۶	-	-	-	-	۴۰۰
۶۳۰	۸۳۰	-	-	-	-	۵۰۰

۵-۲-۳-۲- در انتخاب جریان مجاز هادی‌های برق‌دار باید تاثیر مدارهای هم‌جوار و شرایط نصب مورد توجه قرار گرفته و در صورت لزوم ضرایب تعدیل متناسب با استاندارد در نظر گرفته شوند. طراحی سیستم حفاظت مدار تغذیه نیز با توجه به جریان‌های تعدیل شده انجام می‌شود.

۵-۲-۳-۳- طراح می‌بایست با در نظر گرفتن جمیع جهات و فاکتورهای کاهنده ظرفیت حمل جریان توسط کابل، طوری نسبت به تعیین مقطع مناسب کابل اقدام نماید تا سیستم تغذیه ضمن پاسخگویی به نیازهای مدار روشنایی در زمان حال و توسعه‌های احتمالی آتی، کمترین هزینه خرید کابل محقق شود. در هر صورت سطح مقطع هادی‌های در مدار روشنایی در هر صورت نباید کمتر از  $1/5$  میلیمتر مربع در نظر گرفته شود.

۵-۲-۳-۴- نصب کابل در خاک یا مجاورت کابل‌های دیگر، باعث کاهش ظرفیت حمل جریان آن می‌شود. شرایط مسیر عبور کابل باید در محاسبات طراح لحاظ شود.

فاصله کابل‌ها از یکدیگر (فاصله آزاد) باید حداقل دو برابر قطر کابل باشد. اگر فاصله آزاد کابل‌ها از این مقدار کمتر باشد باید ضرایبی برای کاهش ظرفیت عبوری هر کابل در محاسبات لحاظ شود. ضرایب تصحیح ناشی از همجواری کابل‌ها در فاصله‌ای کمتر از فاصله آزاد مطابق الزامات نشریه ۱-۱۱۰ مشخصات فنی و عمومی تاسیسات برقی، در جدول ۶-۵ خلاصه شده است.

جدول (۵-۵). ضریب تصحیح ظرفیت کابل تعداد هادی‌های هم‌جوار

۴	۳	۲	تعداد مدارهای مجاور
۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸۷	ضریب تصحیح

کابل‌های دفن شده در خاک باید از انواع مجاز برای این کار باشد و علاوه بر رعایت کلیه شرایط ذکر شده برای کابل‌ها، باید عمق دفن کابل‌ها در بازه  $0/7$  تا  $1$  متر باشد. آهنگ کاهش ظرفیت حمل جریان در کابل بسته به شرایط ساخت، توسط سازندگان و استانداردها بیان می‌شود. بعنوان نمونه بر اساس استاندارد IEC 60364 ضرایبی جهت کاهش ظرفیت حمل جریان در کابل‌ها بر حسب عمق دفن و درجه حرارت متوسط خاک بیان شده است این ضرایب در جداول ۵-۶ و ۵-۷ خلاصه شده است.

جدول (۵-۶). ضریب تصحیح کابل‌ها بر اساس عمق دفن کابل بر اساس استاندارد IEC 60364

کابل ۰/۶ تا ۱ کیلوولت			عمق دفن (متر)	ردیف
تا مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع	مقطع ۷۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر مربع	مقطع بیش از ۳۰۰ میلی‌متر مربع		
۱	۱	۱	۰/۵	۱
۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۶	۲
۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۸	۳
۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۵	۱	۴
۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۴	۱/۲۵	۵
۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۹۳	۱/۵۰	۶
۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۲	۱/۷۵	۷
۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۱	۲	۸
۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۹	۲/۵	۹
۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۹	بیش از ۳ متر	۱۰

جدول (۵-۷). ضریب تصحیح ظرفیت کابل بر اساس درجه حرارت خاک

۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	دمای خاک (درجه سانتیگراد)
۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۹۷	۱	ضریب تصحیح

۵-۳-۲-۵- با مشخص شدن جریان اسمی مدار تغذیه و قابلیت حمل بار مدار، محاسبات جهت تعیین سطح مقطع مناسب کابل یا سیم‌های مدار تغذیه با در نظر گرفتن حداکثر افت ولتاژ مجاز و سایر الزامات عمومی مدار روشنایی انجام می‌شود.

۵-۲-۴- سازندگان کابل، هادی‌ها را با تعداد و مقاطع مختلف در داخل عایق‌بندی قرار داده و طراحان با توجه به نیاز سیستم به هادی فاز/نول/حفاظتی نسبت به انتخاب کابل مورد نظر اقدام می‌کنند. کابل‌های ۲، ۳ و ۴ رشته‌ای از انواع مدل‌های عرضه شده توسط سازندگان هستند.

#### ۵-۲-۵- محاسبات افت ولتاژ

۵-۲-۵-۱- افت ولتاژ در کل مدار نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۶-۸ بیشتر باشد. تجهیزات مختلفی در کاهش ولتاژ رسیده به منبع روشنایی موثر هستند. نمایی از این تجهیزات در شکل ۶-۱ آمده است.

#### SP - تابلوی توزیع ترانسفورماتور توزیع

نقطه شروع افت ولتاژ در سیستم فشار ضعیف این تابلو بحساب می‌آید. اگر ترانسفورماتور اختصاصی باشد، افت ولتاژ از این تابلو مشمول مقررات است اما در شبکه‌های عمومی افت ولتاژ تا سرویس مشترک، طبق مقررات شرکت توزیع نیروی برق است.

#### D- مدار توزیع

این مدار ممکن است مرکب از چند مدار مختلف باشد که پس از عبور از چند تابلو یا انشعاب، به ورودی سرویس مشترک یا تابلو اصلی ساختمان می‌رسد. افت ولتاژ در این مدار اگر ترانسفورماتور اختصاصی باشد، طبق اطلاعات جدول ۶-۸ است و در مورد ترانسفورماتورهای عمومی، تابع مقررات شرکت توزیع نیروی برق است.

#### DB- نقطه تغذیه

ورودی سرویس مشترک یا تابلوی اصلی ساختمان‌هایی که ترانسفورماتور اختصاصی دارند.

#### F- مدار داخلی

مدرا داخلی شامل کلیه مدارهایی است که از تابلوی اصلی ساختمان یا سرویس مشترک ساختمان تا مصرف‌کننده ادامه دارند.

#### E- اتصالات منابع روشنایی

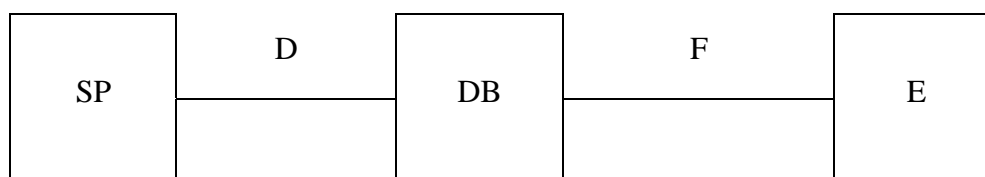
شامل اتصالات مربوط به منابع روشنایی است.





جدول (۶-۸). حداکثر افت ولتاژ مجاز در مدارهای روشنایی

افت ولتاژ مجاز (%)	مصرف	نوع مدار
۳	تجهیزات روشنایی (E)	مدار روشنایی (F)



شکل (۶-۱). نمایی از افت ولتاژ در تجهیزات مختلف مدار روشنایی

۵-۲-۵-۲- انتخاب سیستم سیم‌کشی مناسب باید با توجه به شرایط فضا و مطابق استاندارد انجام شود. انواع سیستم‌های سیم‌کشی در جدول ۵-۹ خلاصه شده است.

جدول (۵-۹). انتخاب سیستم سیم‌کشی

روش نصب								سیم‌ها و کابل‌ها	
سیم معار	شبکه هوایی	نردبان کابل سینی کابل	داکت کابل	ترانکینگ	روکار با بست	لوله	بدون بست		
-	+	-	-	-	-	-	-	سیم‌های لخت	
-	+	-	+	+	-	+	-	سیم‌های عایق‌دار	
+	غیرقابل اعمال	+	+	+	+	+	+	چند سیمه	غلاف‌دار
+	غیرقابل اعمال	+	+	+	+	+	غیرقابل اعمال	تک سیمه	

+ : مجاز

- : غیر مجاز

۳-۵-۲-۵- سیم‌کشی باید به نحوی طراحی و اجرا شود که برای بالاترین دمای محیط مناسب بوده و از دمای حداکثر مندرج در جدول ۵-۱۰ تجاوز ننماید.

جدول (۵-۱۰). حداکثر دمای کار برای انواع عایق

نوع عایق	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)
پلی ونیل کلراید، PVC	۷۰ در هادی
پلی اتیلن کراس لینک، XLPE و لاستیک اتیلن پروپیلن، EPR	۹۰ در هادی
معدنی، پوشش PVC	۷۰ در غلاف
معدنی (لخت غیرقابل لمس یا عدم تماس با مواد قابل انفجار)	۱۰۵ در غلاف

۴-۵-۲-۵- هادی‌های برق‌دار باید در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه جز در مواردی که منبع تغذیه قادر با تامین جریان به مقداری که بیش از مقدار جریان مجاز هادی نباشد. به کمک یک یا چند وسیله که بطور خودکار مدار تغذیه را قطع کند حفاظت شود. همچنین حفاظت‌های اضافه بار و اتصال کوتاه باید با یکدیگر هماهنگ باشند.

۵-۵-۲-۵- در مواردی که در طول مدار روشنایی، جریان مجاز حرارتی هادی‌ها در نتیجه تغییر سطح مقطع، تغییر نوع هادی یا گرفتن انشعاب تغییر می‌کند، باید یک وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان متناسب با جریان مجاز مقطع کوچکتر انتخاب و نصب شود، مگر آنکه:

- حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر کمتر از ۳ متر باشد یا
- وسیله حفاظتی در شروع مدار اصلی متناسب با مدار یا انشعاب کوچکتر باشد.

۶-۵-۲-۵- حداقل سطح مقطع یا قطر هادی‌های مسی یا آلومینیومی برای مدارهای روشنایی در جدول ۵-۱۱ آمده است.

جدول (۵-۱۱). حداقل سطح مقطع یا قطر هادی‌های مسی یا آلومینیومی برای مدارهای روشنایی و اتصالات قابل انعطاف

نوع سیم‌کشی	هادی مسی	هادی آلومینیومی
تاسیسات ثابت	۱/۵ میلی‌متر مربع	۲/۵ میلی‌متر مربع
اتصالات قابل انعطاف با هادی‌های عایق‌دار و کابل‌ها	۰/۷۵ میلی‌متر مربع	-

۵-۲-۵-۷ در انتخاب سطح مقطع مناسب برای هادی خنثی در مدارهای سه‌فاز باید دقت کافی به عمل آید و در صورت لزوم مقطع این هادی برابر مقطع هادی‌های فاز انتخاب شود.

۵-۲-۵-۸ اگر در منابع روشنایی از لامپ‌های با هارمونیک‌های بالا استفاده می‌شود و یا ضریب قدرت در فازهای مختلف متفاوت است بگونه‌ای که جریان جاری شونده در سیم زمین/حفاظتی قابل توجه است، باید مقطع این سیم هم‌اندازه با مقطع فازهای اصلی در نظر گرفته شود.

۵-۲-۵-۶ رنگ سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدار روشنایی باید بر حسب فاز تغذیه کننده تغییر کرده و مطابق الزامات زیر باشد:

فاز اول: قرمز

فاز دوم: آبی‌ها.

فاز سوم: سیاه

نول: آبی کم‌رنگ

برگشت: ترجیحاً رنگ فاز مربوطه با خط سفید و یا خاکستری

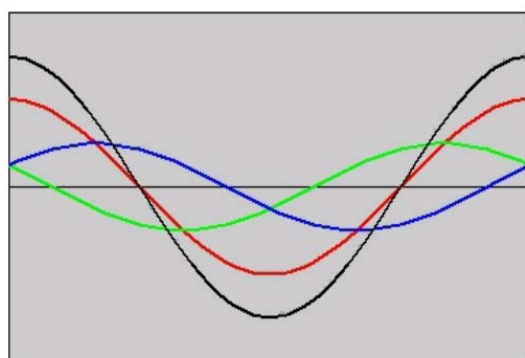
زمین: رنگ دوگانه سبز/زرد

۵-۲-۷- جلوگیری از استروبوسکوپ

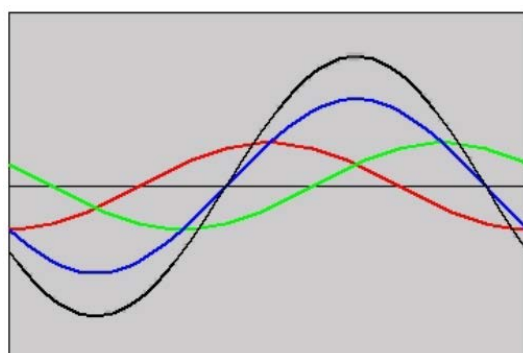
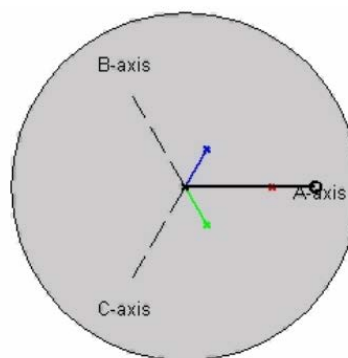
در مراحل طراحی مدار روشنایی، طراح باید با در نظر گرفتن کاربری‌های حال و آینده فضا، امکان بروز پدیده استروبوسکوپ را بررسی و برای جلوگیری از آن تمهیدات لازم را بیانید. در فضاهای با کاربری صنعتی، تغذیه منابع روشنایی مجاور از فازهای مختلف ضرورت دارد. در ادامه این پدیده تشریح و راهکار جلوگیری از آن در طراحی روشنایی ارائه می‌شود.

هر گاه دو پدیده با دو فرکانس مختلف  $f_1$  ,  $f_2$  در مقابل چشم قرار گیرند، حاصل آن روی چشم دارای یک فرکانس ظاهری با مقدار  $f=f_1-f_2$  خواهد بود. بعنوان نمونه اگر یک چرخ الکتریکی با فرکانس  $f_1=80$  Hz در زیر یک منبع نور که با فرکانس برق شهر  $f_2=50$  Hz تغذیه می‌شود قرار گیرد، این چرخ توسط چشم با یک فرکانس ظاهری  $f=f_1-f_2=30$  Hz دیده خواهد شد. این پدیده در فضاهای صنعتی که تعداد زیادی تجهیزات چرخان در آن حرکت می‌کنند می‌تواند مشکل‌زا باشد. برای جلوگیری از بروز این پدیده باید تغذیه چراغ‌های مجاور در یک فضا از فازهای مختلف مدار روشنایی صورت پذیرد تا با توجه به اختلاف فاز  $120^\circ$  درجه‌ای هر یک از فازها، از تشکیل فرکانس ظاهری جلوگیری بعمل آید.

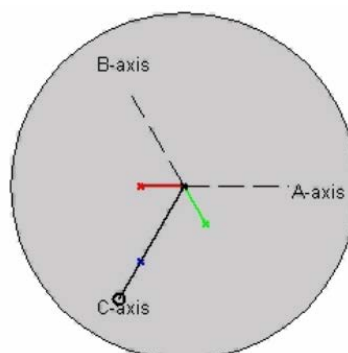
بدین ترتیب که بهنگام اتصال مدار تغذیه هر چراغ و همچنین اتصال تجهیزات کنترل روشنایی با توجه به محل هر چراغ از فازهای R, S, T در چراغ‌های مجاور استفاده شود. حاصل جمع فازهای مختلف در هر لحظه، نوساناتی با دامنه یکسان خواهد داشت. این مسئله در دیاگرام‌های شکل ۶-۲ بصورت نمودار زمانی و فازوری نشان داده شده است.

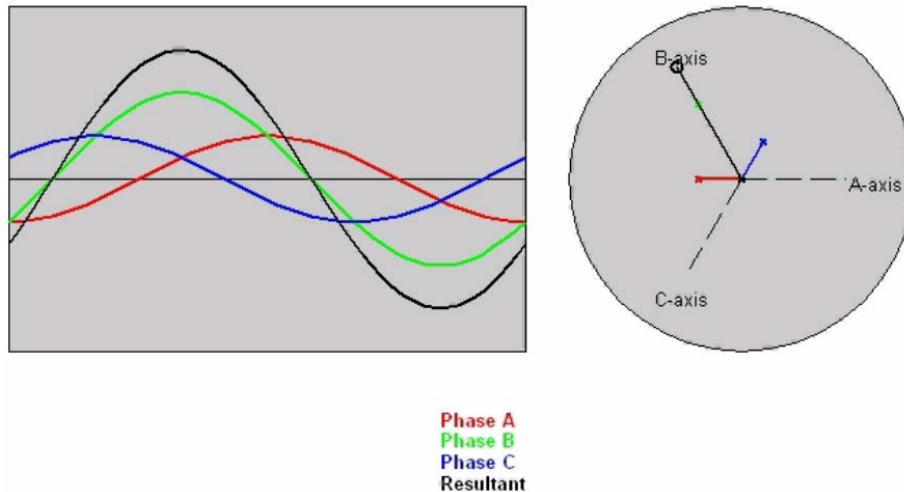


Phase A  
Phase B  
Phase C  
Resultant



Phase A  
Phase B  
Phase C  
Resultant





شکل (۲-۵). جمع شدت نور در صورت تغذیه چراغ‌های مجاور از فازهای مختلف

جهت جلوگیری از استروبوسکوپ توصیه می‌شود برای فضاهای با کاربری صنعتی و دارای تجهیزات گردان، با مترائز بالاتر از ۱۰۰ متر، از فازهای مختلف برای تغذیه چراغ‌ها استفاده شود.

۲-۵-۸- در مراحل طراحی و در نظر گرفتن مسیر عبور مدار روشنایی در ساختمان، شعاع خمش کابل‌ها باید از مقادیر زیر بیشتر باشد.

- در کابل‌های دارای روپوش فلزی (کابل‌های زردهار یا کابل‌های با غلاف سربی یا هم‌مرکز):

$$r = 9(D + d) \quad (۲-۵)$$

- در کابل‌های پلاستیکی (بدون روپوش فلزی):

$$r = 8(D + d) \quad (۳-۵)$$

در این روابط،

$r$  حداقل شعاع خمش کابل‌ها بر حسب سانتیمتر،

$D$  قطر خارجی کابل بر حسب سانتیمتر،

$d$  قطر هادی بزرگترین رشته کابل بر حسب سانتیمتر،

در صورتی که از کابل‌های با مقطع غیردایروی برای تغذیه مدار روشنایی استفاده می‌شود، قطر هادی معادل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$d = 1.3 \sqrt{A} \quad (۴-۵)$$

در این رابطه،

A، سطح مقطع هادی غیردایروی بر حسب سانتیمتر مربع است.

۵-۲-۹- سیم‌کشی نصب شده در کف اتاق‌ها و سالن‌ها به علت رفت و آمد زیاد در برابر فشارهای مکانیکی باندازه کافی حفاظت شود.

۵-۲-۱۰- در سیم‌کشی ثابت نصب شده در درون دیوارها، سیم‌ها و کابل‌ها باید بصورت افقی و عمودی یا موازی با لبه‌های اتاق نصب شود.

۵-۲-۱۱- سیم‌های مدارهای الکتریک با ولتاژهای مختلف باید از داخل لوله‌های مختلف عبور داده شوند.

۵-۲-۱۲- سیم‌ها باید در برابر گرم شدن زیاد با تجهیزات خودکاری که بستگی به مقدار جریان و درجه حرارت دارد محافظت شوند.

۶-۲-۱۳- مجاری عبوری از مسیر تغذیه الکتریکی مدار روشنایی باید سالم و از بروز هر گونه مشکل مکانیکی کابل/سیم را محافظت نموده و آن را در طول مسیر هدایت نماید. در صورتی که از لوله‌های فلزی و پلاستیکی برای عبور مدار روشنایی استفاده می‌شود باید الزامات مربوط به آن دقیقاً رعایت شود. الزامات مربوط به لوله‌های قابل استفاده در سیم‌کشی مدار روشنایی در جدول ۶-۱۲ خلاصه شده اند.

جدول (۵-۱۲). لوله‌های مجاز برای استفاده بعنوان مجرای عبور مدار روشنایی

ردیف	نوع لوله/ سیم‌کشی	روکار	توکار	ملاحظات
۱	فولادی پیچی (رزوه)	مجاز	مجاز	همه نوع ساختمان
۲	فولادی (گاز)	مجاز	مجاز	محیط‌های با خطر انفجار
۳	پلاستیکی صلب	مجاز	مجاز	محیط‌های با خوردنگی زیاد
۴	پلاستیکی خرطومی	غیر مجاز	مجاز	ساختمان‌های غیرصنعتی

۵-۲-۱۴- اندازه لوله‌ها با توجه به قطر داخلی آن‌ها باید با احتساب تعداد سیم‌ها و قطر آن‌ها، طول لوله و تعداد خم‌های مسیر بنحوی انتخاب شود که انجام سیم‌کشی بدون مصرف نیروی بیش از حد امکان‌پذیر باشد و در عایق‌بندی سیم‌هاف ساییدگی یا پارگی ایجاد نشود. برای تامین این شرط، حداکثر درصدی از سطح مقطع داخلی لوله برای عبور سیم‌ها استفاده می‌شود که الزامات آن در فصل هفتم اشاره شده است.

۵-۲-۱۵- هادی‌های مربوط به یک مدار اعم از هادی‌های فاز، خنثی و حفاظتی باید کلاً در داخل یک لوله یا مجرا کشیده شوند.

۵-۲-۱۶- سیم نول هر مدار فیوز باید بطور مجزا تعبیه شود و استفاده از یک نول مشترک برای مدارهای مختلف مجاز نمی‌باشد.

۵-۲-۱۷- به کار بردن سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی) بجای سیم نول مجاز نمی‌باشد. سیم نول باید بطور جداگانه کشیده شود.

۵-۲-۱۸- تمامی سیم‌های درون لوله‌ها باید دارای پوشش باشد.

۵-۲-۱۹- لوله‌های فلزی و پوشش‌های فلزی سیم‌های عایق‌دار نباید بعنوان سیم نول یا سیم حفاظت مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۲-۲۰- سیم‌کشی‌های روکار یا توکار که در محیط‌های تر و مرطوب بکار می‌روند باید مجهز به اتصالات متناسب با نوع سیم‌کشی باشد تا از نفوذ آب و رطوبت به درون لوله‌ها و سایر تجهیزات مانند جعبه‌ها، کلیدها، پریزها، چراغ‌ها و سایر مصرف‌کننده‌ها جلوگیری شود. تمامی لوازم مورد استفاده در این گونه محیط‌ها باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشند:

تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های مرطوب، درجه حفاظت IP44 (مقاوم در برابر ترشح آب)

تجهیزات مورد استفاده در محیط‌های تر، درجه حفاظت IP45 (مقاوم در برابر آب تحت فشار)

۵-۲-۲۱- چنانچه در طول یک مدار تغییر سطح مقطع داده شود، یا انشعابی با سطح مقطع کوچکتر از آن گرفته شود، در نقطه تغییر سطح مقطع یا انشعاب، باید وسیله حفاظتی متناسب با مقطع کوچکتر پیش‌بینی شود. مگر آنکه:

- طول مدار با مقطع کوچکتر کمتر از ۳ متر باشد،

- وسیله حفاظتی در ابتدای مدار روشنایی متناسب با مقطع کوچکتر انتخاب شده باشد.

۵-۲-۲۲- استفاده از مسیر آسانسور بعنوان کابل بالارو برای هر نوع مداری جز مدارهای مربوط به آسانسور مجاز نمی‌باشد. مگر این که کانال عبور این گونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن برابر با عرض یک

آجر (۱۰ سانتی‌متر) یا معادل آن از بتون باشد از مسیر آسانسور مجزا شده باشد. استفاده از این دیوار بعنوان دیوار حامل کابل‌ها ممنوع است.

۵-۲-۲۳- سیم‌کشی باید به گونه‌ای علامت‌گذاری شود که شناسایی هادی‌ها برای بازرسی، آزمایش و تعمیرات بعدی براحتی امکان‌پذیر باشد.

۵-۲-۲۴- از نظر ایمنی انسان، حیوانات و تاسیسات در برابر خطرات و آسیب‌های محتمل در بهره‌برداری تاسیسات الکتریکی در طراحی سیم‌کشی باید حفاظت‌های لازم در مقابل شوک الکتریکی حاصل از تماس مستقیم یا غیرمستقیم، اثرات حرارتی، اضافه‌جریان و جریان‌های حاصل از خرابی و نقش مدار روشنایی پیش‌بینی شوند.

۵-۲-۲۵- در مکان‌هایی با گرد و غبار زیاد، به منظور جلوگیری از تجمع گرد و غبار و سایر عناصری که می‌تواند بر انتقال و اتلاف حرارتی سیم‌کشی تاثیرگذار باشد باید اقدامات احتیاطی لازم و اضافی به عمل آید.

۵-۲-۲۶- برای اتصال هادی‌های کابل‌های فشار ضعیف به کلید، فیوز، چراغ‌ها، وسایل اندازه‌گیری و ترمینال‌ها در داخل ساختمان می‌توان از کابلشوه‌های استاندارد مسی نوع پرسی، پیچی و لحیمی استفاده کرد.

۵-۲-۲۷- برای اتصال کابل‌های افشان از مقطع یک میلی‌متر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع به بالا باید از کابلشو استفاده شود. کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلی‌متر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با ایجاد حلقه به ترمینال مربوطه متصل کرد.

۵-۲-۲۸- در اطراف محیط‌های با درجه حرارت بیش از ۵۵ درجه سانتی‌گراد نظیر اطراف هود آشک‌زخانه باید از سیم‌های نشوز در برابر حرارت که در داخل لوله‌های فولادی معمولی یا نرم قرار می‌گیرند استفاده کرد.

۵-۲-۲۹- سیم‌های نباید به داخل چراغ‌ها یا سایر تجهیزاتی که به علت انتقال حرارت در شرایط عادی کار ممکن است سبب تجاوز دمای هادی‌ها از مقادیر منظور شده در محاسبات طراحی وارد شوند.

۵-۲-۳۰- سیم‌ها و کابل‌ها نباید از ابتدا در داخل لوله‌های برق قرار داده شوند بلکه باید پس از نصب لوله‌های و اتمام نازک‌کاری در در موقع مناسب در داخل لوله‌ها قرار داده شوند.



۵-۲-۳۱- هنگام نصب یا کشیدن سیم‌ها به داخل لوله بهتر است تنش و کشش به هادی‌ها وارد شود و نه بر پوشش آن‌ها.

۵-۲-۳۲- اتصال سیم‌ها به یکدیگر باید در داخل جعبه‌های تقسیم انجام شود.

۵-۲-۳۳- تمامی سیم‌هایی که در داخل لوله برق قرار می‌گیرند باید یک‌تکه و بدون زدگی باشند.

۵-۲-۳۴- سر سیم‌های افشان باید قبل از قرار گرفتن در ترمینال با لحیم‌کاری یک‌پارچه شده یا باید از کابلشوی‌های لوله‌ای پرسی مخصوص زیر ترمینال استفاده شود.

۵-۲-۳۵- پوشش سر سیم‌ها بویژه سیم‌های افشان باید با استفاده از سیم‌لخت‌کن برداشته شود و نباید به هادی‌ها و رشته‌های آسیبی وارد شود.

۵-۲-۳۶- در هر نقطه خروجی و هر قسمت کلیدی حداقل باید ۱۵ سانتی‌متر از سیم برای ایجاد اتصال در نظر گرفته شود مگر آن که سیم بدون اتصال از آن نقطه عبور کند.

۵-۲-۳۷- اتصال سیم‌ها به شینه‌های تابلو، چراغ‌ها و سایر تجهیزات فقط باید با پیچ و مهره مجاز باشد.

۵-۲-۳۸- هر رشته سیم نول باید مستقلاً به شینه نول تابلو متصل شود و اتصال دو یا چند سیم نول به هم بسته به تابلو مجاز نیست.

۵-۲-۳۹- تمامی مدارهای روشنایی، برای اتصال به بدنه‌های هادی چراغ‌ها باید شامل هادی حفاظتی باشد.

۵-۲-۴۰- سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی باید برای مقاطع پایین تا ۱۰ میلی‌متر مربع از نوع تک-مفتولی و برای مقاطع بالاتر از نوع چندمفتولی با عایق‌بندی PVC انتخاب شوند. کاربرد سیم‌های افشان فقط در مواردی که انجام برخی قسمت‌های سیم‌کشی بطور استثنایی مشکل باشد مجاز است.

۵-۲-۴۱- سیم‌های لختی که به سیستم اتصال زمین متصل نیستند باید فقط روی مقره کشیده شوند و از دیوارها و قسمت‌های فلزی و ساختمان‌ها فاصله کافی داشته باشند.

۵-۲-۴۲- ابعاد سینی‌های کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابل‌ها و همچنین در صورت لزوم با توجه به شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود. بطور کلی سینی‌های کابل باید با ورق آهن گالوانیزه

مشبک و به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شده و در صورت آویز بودن توسط میله‌های فولادی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر در فاصله‌های حداکثر یک متر نگاه داشته شوند.

۵-۲-۴۳- سینی‌های کابل چند طبقه باید با توجه به عرض آن به نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل‌ها حداقل از یک طرف امکان‌پذیر باشد. فاصله بین سینی‌های دو طبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد.

۵-۲-۴۴- هنگام نصب کابل‌ها بر روی سینی کابل، کابل‌ها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه‌راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین به فاصله ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱/۵ متر در مسیرهای قائم به سینی‌ها محکم شوند.

۵-۲-۴۵- برای نصب یک رشته کابل بر روی دیوار یا سقف باید از بست‌های کائوچویی دو تکه‌ای مخصوص کابل استفاده شود بطوری که در محل‌های بست‌کاری، کابل مستقیماً با دیوار یا سقف تماس نداشته باشد.

۵-۲-۴۶- در مورد نصب چند رشته کابل توصیه می‌گردد که کابل‌ها بصورت موازی روی دیوار یا سقف نصب گردیده و از بست‌های ریلی استفاده شود.

۵-۲-۴۷- حداقل فاصله کابل از دیوار باید ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

۵-۲-۴۸- فاصله کابل‌های از یکدیگر باید حداقل دو برابر قطر کابل بزرگتر (فاصله آزاد) باشد. در مواردی که فاصله مذکور کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت مجاز کابل‌های استفاده شود.

۵-۲-۴۹- کابل‌هایی که بوسیله بست نصب می‌شوند یا بر روی بازوهای افقی قرار داده می‌شوند باید بنحوی نگهداری شوند که فاصله بست‌ها با بازوهای تکیه‌گاه کابل از مقادیر زیر تجاوز ننماید:

- در مورد کابل‌های بدون زره فلزی به اندازه ۲۰ برابر قطر خارجی کابل.

- در مورد کابل‌های زره‌دار فلزی به اندازه ۳۵ برابر قطر خارجی کابل.

در موارد نصب در حالت قائم می‌توان به مقادیر بالا تا میزان ۵۰ درصد اضافه نمود.

۵-۲-۵۰- بست‌های مورد استفاده در صورتی که از انواع عایق‌دار نباشد باید بوسیله غلاف محافظ عایق پوشانده شود.

۵-۲-۵۱- اگر کابل‌ها دارای روکش یا غلاف ترموپلاستیکی باشند، باید اطمینان یافت که هر گیره دارای کفشک‌های محافظ مناسب باشد. در غیر این صورت امکان آسیب کابل وجود دارد.

۵-۲-۵۲- در فضاهای دارای سقف کاذب، نصب کابل روی سقف کاذب مجاز نمی‌باشد و باید مسیر کابل روی سطح سقف اصلی باشد.

۵-۲-۵۳- فاصله‌ای که به علت استفاده از بست‌های ریلی یا دو تکه‌ای بین کابل و سطح دیوار/سقف ایجاد گردیده است باید در گوشه‌ها با نصب دو عدد بست به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از طرفین گوشه عیناً حفظ و رعایت گردد.

۵-۲-۵۵- حین عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های ظاهری و الکتریکی تجهیزات چنانکه در دفترچه مشخصات آن آمده است خللی وارد آید. همچنین از تغییر شکل، برش و سایش قسمتی از کابل، سیم، تابلو، مجاری و اتصالات به هنگام قرار دادن در محل باید جلوگیری بعمل آید.

۵-۲-۵۶- رعایت کلیه مقررات ایمنی مانند استفاده از هادی حفاظتی و اتصال بدنه منابع روشنایی به هادی حفاظتی الزامی است.

۶-۲-۵۷- اتصال بین تابلو و سطح داخلی فضا باید بگونه‌ای انجام شود که دوام و ایمنی تابلو تضمین شود. اتصال تابلو به سطح باید قبل از شروع بهره‌برداری و همچنین پس از تغییرات عمده در سیستم روشنایی آزموده شود تا نسبت به صحت کارهای انجام شده اطمینان حاصل شود. رعایت الزامات زیر به هنگام نصب تابلو ضروری است.

- در اطراف تابلو باید فضای کافی برای انجام عملیات، تعمیرات و بازدید وجود داشته باشد و حریم ارائه شده توسط سازنده باید رعایت شود.
- از محل نصب تابلو اعم از اتاق مخصوص یا فضای عمومی نباید هیچگونه دودکش یا لوله‌های حامل آب، گاز و حرارت مرکزی و یا سایر تجهیزات عبور نماید یا آن را قطع کند.

۵-۲-۵۸- اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی استاندارد انجام شود و میزان نیروی گردشی که صرف بستن پیچ‌ها می‌شود باید ضمن استحکام مناسب از آسیب به اتصال جلوگیری کند. پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است. جهت اتصال سیم‌ها به کلیدها باید از نوع جعبه یا وسیله انتهایی مانند آن استفاده شود.

استفاده از سرچپق و نظایر آن مجاز نمی‌باشد. هیچ یک از قسمت‌های برقدار تجهیزات، از جمله ترمینال‌های آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آنها در دسترس است، باید دارای پوشش کلی محافظ باشد. در نقاط اتصال مدار روشنایی با توجه به سطح مقطع کابل یا سیم باید از ترمینال‌های پیچی یا کابلشو استاندارد استفاده شود. کابلشوها باید از نوعی باشند که یا حداقل دو عدد پیچ داشته باشند و یا اتصال آن‌ها به کمک پرس مناسب انجام شود. استفاده از کابلشوهایی که به کمک لحیم (قلع و سرب) انجام می‌شود ممنوع است. اتصال کابل‌ها و سیم‌ها به منابع روشنایی باید با توصیه سازنده چراغ هماهنگی داشته باشد و رعایت کلیه دستورالعمل‌های سازندگان کابل، سیم و چراغ در عملیات نصب الزامی است.

۵-۲-۵- کلیه وسایل اتصال کابل (سرکابل، مفصل، چند راهه و ترمینال) باید متناسب با نوع هادی و عایق کابل بوده و با توصیه‌های سازنده برای نصب کابل هماهنگی داشته باشد. کلیه دستورالعمل‌های سازنده این تجهیزات نیز باید در عملیات نصب رعایت شوند. در مورد کابل‌های زره‌دار یا دارای نوعی پوشش فلزی باید نسبت به وجود پیوستگی الکتریکی پوشش فلزی در محل‌های اتصال و انشعاب اطمینان حاصل شود.

۵-۲-۶۰- اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی استاندارد انجام شود. استفاده از انواع دیگر ترمینال که ضمن انجام محکم اتصال و تضمین تداوم الکتریکی، عایق‌بندی را تامین می‌کند بلا مانع است. پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با استفاده از نوار چسب الکتریکی ممنوع است. برای محل اتصال مدار روشنایی به نقاط انشعاب یا چراغ، باید از یک وسیله انتهایی استفاده شود. استفاده از سرچپق و نظایر آن ممنوع است.

۵-۲-۶۱- جابجا کردن، باز کردن، کشیدن یا نصب کابل در هوای آزاد، نباید در دمای کمتر از ۳ درجه سانتیگراد انجام شود، مگر آنکه کابل قبلاً حداقل به مدت ۷۲ ساعت در فضایی بسته که دمای آن بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد بوده است نگهداری شده باشد و عملیات نصب کابل در کمتر از ۸ ساعت انجام شود.

۵-۲-۶۲- اگر بدلیل بالا بودن توان انتقالی استفاده از چند کابل مشابه به صورت موازی لازم باشد هادی‌های مربوط به یک مدار، (فازها، هادی زمین/حفاظتی) باید کلاً در داخل یک پوشش قرار گیرند. در مورد سیم‌کشی‌ها، رشته‌های مربوط به یک مدار در داخل یک لوله، مجرا یا کانال سیم‌کشی هدایت شوند.

۵-۲-۶۳- کلیه مدارها باید بنحوی در داخل مجاری ساختمانی یا لوله‌ها و نگهدارنده‌های مخصوص مانند سینی کابل نصب و هدایت شوند که بازدید، خارج کردن و نصب مجدد آن‌ها در داخل مجاری و لوله‌های

دیگر بدون ایجاد خرابی و کندوکاو امکان‌پذیر باشد. برای تامین این شرط لازم است در مراحل طراحی ساختمان، کانال‌های قائم یا بالارو پیش‌بینی و احداث شوند. بجای آجر می‌توان از دال بتونی با خصوصیات حفاظت مکانیکی مشابه یا بیشتر از آجر استفاده کرد.

۵-۲-۶۴- چنانچه کابل‌ها در چند لایه بر روی بازوها یا سینی کابل نصب شوند، علاوه بر حفظ فواصل آن‌ها نسبت به هم، لازم است فاصله بین لایه‌ها نیز حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد. کابل‌های تغذیه‌کننده مدارهای روشنایی باید در برابر تابش مستقیم آفتاب محافظت شوند. چنانچه کابل‌های مدار روشنایی در مجاورت کابل‌های فشار متوسط/قوی بموازات هم کشیده می‌شوند، کابل‌های فشار متوسط/قوی نباید مستقیماً در زیر کابل‌های روشنایی قرار گیرند.

در حالت کابل‌کشی زمینی، کابل‌ها باید در ماسه نرم خوابانده شوند و ماسه باید حداقل ۱۰ سانتیمتر اطراف کابل را احاطه کند. برای حفاظت کابل در برابر عوامل مکانیکی باید لایه‌ای از آجر روی ماسه گذاشته شود. طول آجر باید عمود بر محور کابل باشد.

۵-۲-۶۵- چنانچه چند کابل بموازات هم کشیده می‌شوند، ضمن رعایت فواصل مجاز، کل سطح کابل‌ها باید از آجر پوشیده شده و در مورد کابل‌های بیرونی، حداقل نصف طول آجر از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد.

۵-۲-۶۶- چنانچه کابل در زیر جاده، محوطه‌های مفروش به هر نحو و یا از زیر سنگ‌چین‌ها عبور کند، باید در زیر سطح مفروش یا جاده، برای کل طول هر کابل، یک لوله محافظ از جنس پلاستیک صلب فشار قوی، از بست سیمان، سیمان یا فولاد پیش‌بینی شود. نسبت قطر لوله به قطر کابل باید بیش از ۳ به ۱ باشد. در محل‌های خروج کابل یا سیم از لوله، جهت حفاظت از ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله، نوعی بالشتک استفاده شود.

۵-۲-۶۷- مدارهایی که در زیر کف‌ها قرار می‌گیرند باید فقط با استفاده از لوله‌های فولادی یا پلاستیکی صلب اجرا شوند. بست‌های لوله‌های روکار باید دو پیچ و از نوعی باشند که لوله با دیوار و سقف تماس پیدا نکند و حداقل فاصله‌ای ۶ میلیمتری با دیوار/سقف داشته باشد.

۵-۲-۶۸- کلیه سیم‌کشی‌های انجام شده در مدار تغذیه سیستم روشنایی باید در داخل لوله‌های مخصوص سیم‌کشی یا مجاری مخصوص عبور مدار روشنایی انجام شود. برای اجرای انشعاب‌ها، خم‌ها، چند راهه‌ها باید

از وسایل استاندارد مربوط به لوله یا مجرا استفاده شود. لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سپس کابل/سیم‌ها پس از پایان عملیات نصب لوله‌ها به داخل آن‌ها هدایت شوند.

۵-۲-۶۹- مسیر مدار تغذیه روشنایی باید بگونه‌ای طراحی شود که در طول هر قسمت از لوله‌کشی که بین دو تجهیز یا جعبه تقسیم قرار می‌گیرد نباید بیش از ۴ خم ۹۰ درجه وجود داشته باشد. در محل ورود لوله به تجهیزات باید از پوشینگ متناسب با نوع لوله استفاده شود تا از زخمی شدن کابل یا سیم جلوگیری شود. استفاده از لوله‌بر در لوله‌کشی ممنوع است. لوله‌ها و مجاری باید با اره بریده شده و لبه‌های تیز محل برش قبل از نصب لوله صاف شوند بگونه‌ای که ساییدگی کابل یا سیم با محل برش باعث بروز آسیب به آن نشود.

۵-۲-۷۰- تغییر نوع لوله یا مجاری عبور مدار تغذیه بدون تعبیه جعبه‌ای متناسب در محل تغییر ممنوع است. سیم‌های استفاده شده در مدار تغذیه روشنایی باید تا مقطع ۱۰ میلیمتر مربع از نوع تک مفتولی با عایق‌بندی پی.وی.سی و از این مقطع به بالا سیم‌ها می‌توانند چندمفتولی باشند. جنس سیم‌ها مس خواهد بود. استفاده از سیم‌های افشان در مواردی که انجام بعضی از قسمت‌های مدار روشنایی بطور استثنایی مشکل باشد، مجاز خواهد بود.

۵-۲-۷۱- در صورت استفاده از سیم‌های افشان، سر سیم‌ها باید با لحیم‌کاری یکپارچه و پس از آن اتصالات با استفاده از ترمینال‌های استاندارد انجام شود. سیم‌های کشیده شده در طول لوله‌ها و مجاری باید از هر نظر سالم و بدون هیچ شکستگی و پیچیدگی باشند و بین دو وسیله مدار یا در محل‌های دسترسی به سر سیم‌ها باید بصورت یکپارچه باشند.

۵-۲-۷۲- انجام سیم‌کشی روکار برای عبور مدار روشنایی با استفاده از سیم‌های چندلا و بست‌های میخی یا میخ معمولی ممنوع است. از سیم‌ها و کابل‌های زیرگچی فقط در صورتی می‌توان استفاده کرد که طول انشعاب از محل سیم‌کشی ثابت تا محل منبع روشنایی کمتر از ۱/۵ متر باشد.

۵-۲-۷۳- سیم‌کشی باید به نحوی نصب شود که عملکرد ساختاری ساختمان و ایمنی آن در مقابل آتش کاهش نیابد. در مکان‌هایی که سیم‌کشی از قسمت‌های مختلف ساختمان از قبیل کف، دیوارها، سقف‌ها و پشت بام‌ها عبور می‌کند، فضای خالی باقیمانده پس از عبور سیم‌کشی باید آب‌بندی شده و هر قسمت همان درجه حفاظت قبلی در برابر آتش را داشته باشد.

۵-۲-۷۴- در مکان‌هایی که سیم‌کشی از مسیری در مجاورت سرویس‌های آب، بخار یا گاز عبور می‌کند و امکان دارد این سرویس‌ها موجب ایجاد تراکم یا گاز شوند، اقدامات احتیاطی برای حفاظت سیم‌کشی در مقابل این گونه اثرات مخرب باید در نظر گرفته شود.

۵-۲-۷۵- اتصالات بین هادی‌ها و سایر تجهیزات مدار روشنایی از قبیل چراغ‌ها باید دارای پیوستگی الکتریکی پایدار و قدرت و حفاظت مکانیکی کافی باشد. در انتخاب وسیله اتصال باید به عوامل مهم شامل جنس هادی و عایق، تعداد و نوع سیم‌ها، سطح مقطع هادی توجه گردد.

۵-۲-۷۶- در نصب ثابت چراغ‌های مدار روشنایی باید از کابل قابل انعطاف استفاده شود. اگر انتظار نمی‌رود هیچ گونه حرکت یا نوسانی نمی‌رود می‌توان از کابل غیرقابل انعطاف استفاده کرد.

۵-۲-۷۷- سیم‌کشی باید بنحوی طراحی و اجرا شود که در طول نصب، بهره‌برداری و نگهداری، به غلاف، عایق و هادی‌های عایق‌شده و ترمینال‌ها آسیبی وارد نشود.

۵-۲-۷۸- در مکان‌هایی مانند چراغ‌های آویزان که تنش کشش دائم به سیم‌کشی وارد می‌شود، باید از نوع مناسبی از کابل یا سیم با سطح مقطع مناسب و روش نصب صحیح استفاده شود تا آسیبی به مدار روشنایی وارد نشود.

۵-۲-۷۹- جهت تعادل فازها در مدارهای تغذیه‌کننده چراغ‌ها و همچنین جلوگیری از بروز پدیده استروبوکوپ، تمهیدات لازم برای تغذیه چراغ‌های مجاور از فازهای مختلف به هنگام نصب در نظر گرفته شود.

۵-۲-۸۰- مطابق استاندارد باید برای نصب تابلوهای فشار قوی و فشار ضعیف اتاق‌های مجزایی در نظر گرفته شود. در برخی موارد که محدودیت در فضا وجود دارد یا خصوصیات ساختمان ایجاب می‌کند، می‌توان از اتاق واحدی برای تابلوهای فشار قوی و فشار ضعیف استفاده شود البته در صورتیکه از تابلوهای تمام بسته و با رعایت فواصل مجاز انجام شود، حداقل فاصله بین تابلوهای فشار قوی و فشار ضعیف ۱/۵ متر است.

حداقل فواصل بین تابلوها در جدول ۶-۱۳ آمده است. رعایت این فواصل توسط طراح سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی الزامی است. در مواردی که یک تابلو وجود دارد فواصل اشاره شده در این جدول بعنوان حریم تابلو حساب شده و نباید تجهیز دیگری در حریم نصب شود.

ارتفاع اتاق باید ۰/۵ متر بیش از ارتفاع بلندترین تابلو باشد. همچنین ارتفاع اتاق نباید کمتر از ۲ متر باشد.

جدول (۵-۱۳). حداقل فواصل مجاز و حریم تابلوهای الکتریکی

دیوار	جبهه پشت (قابل سرویس)	جبهه پشت (عملیاتی)	جبهه جلو	حداقل فاصله (متر)
۱	۱	۱	۱/۲	جبهه جلو (عملیاتی)
۰	۰/۸	۰	جبهه پشت (بسته)	
۰/۸	۰/۸	جبهه پشت (قابل سرویس)		

۵-۲-۵- مجری عملیات نصب باید از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. همچنین طراح باید در مراحل انتخاب کابل، سیم، تابلو، مجاری عبور مدار و اتصالات مربوطه شرایط و چگونگی نصب آن را بررسی کند. مشخصات اتصال و نیروهای وارده به سطح باید در محاسبات در نظر گرفته شوند عملیات نصب باید بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به قسمت‌های مختلف تجهیزات و اتصالات مربوطه به سطح جلوگیری شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن تجهیزات ممانعت گردد. همچنین مجری باید شرایط و تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر عملیات نصب را فراهم نماید.

۵-۲-۸۱- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب تجهیزات برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از:

کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد می‌رود،

کمر بند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط،

دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

۵-۲-۸۲- کلیه وسایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذی‌صلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین حفاظت کارگران آماده باشند. کلیه وسایلی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذی‌صلاح کنترل



شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته‌های آن تامین شود.

۵-۲-۸۳- در هنگام نصب تجهیزات در ارتفاع، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به ایمنی مطابق مبحث دوازدهم از مقررات ملی ساختمان لازم‌الاجرا است. در صورت استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات بالابر در عملیات نصب، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزای آنها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، مهارها، پایه‌ها، تکیه‌گاه‌ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط اشخاص ذیصلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

۵-۲-۸۴- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب تجهیزات، پایه‌های نردبان باید در تکیه‌گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچ‌گونه لغزشی وجود نداشته باشد. جهت قرارگیری نردبان، تکیه‌گاه آن روی زمین باید بگونه‌ای باشد که هنگام نصب چراغ و وارد آمدن نیرو به سطح، تعادل فرد به هم نخورده و ایمنی کامل فرد تضمین باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات از جمله ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان‌های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان‌های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آنها جلوگیری کند. رعایت کلیه بندهای مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در هنگام استفاده از نردبان برای نصب چراغ‌های روشنایی الزامی است.

۵-۲-۸۵- مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش تجهیزات نصب شده با قید زمان در اختیار بهره‌بردار قرار دهد.

۵-۲-۸۶- کلیه تجهیزات مورد استفاده در سیستم تغذیه الکتریکی می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای این تجهیزات دارای گواهینامه‌های معتبر و نتایج مثبت باشد. در طی ساخت و آزمون کابل‌ها، سیم‌ها، تابلوها، شمش‌ها، سینی کابل‌ها، مجاری عبور مدار و سایر تجهیزات بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون‌ها و بازرسی‌های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون‌ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات تجهیزات با مشخصات لازم برای مکان، آنها را رد کند.

۵-۲-۸۷- هیچ یک از قسمت‌های برقدار از جمله ترمینال‌ها، کابلشوها، نقاط انشعاب و نقاط تغییر مقطع آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آنها در دسترس است، باید دارای پوشش کلی محافظ باشد.

۵-۲-۸۸- مدارکی که باید مجری سیستم روشنایی در مورد سیستم تغذیه الکتریکی منابع روشنایی، پس از اجرای کار در اختیار بهره‌بردار قرار دهد، عبارتند از:

- لیست تعداد مدارهای تغذیه‌کننده منابع روشنایی، طول کابل‌ها و نوع آن‌ها، فاز تغذیه شونده، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت تجهیزات در صورت وجود).
- لیست تعداد و نوع تابلوها، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت آن در صورت وجود).
- لیست تعداد و نوع سینی کابل‌ها و تکیه‌گاه‌ها، کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده (و یا دفترچه ضمانت آن در صورت وجود).
- لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره‌بردار.
- علائم استاندارد تجهیزات به کار رفته در سیستم.
- مسیرهای عبور کابل و سینی کابل در لایه‌های مختلف نقشه بطور جداگانه.
- اطلاعات مربوط به حداکثر بار مکانیکی مجاز روی سینی کابل‌ها.
- اطلاعات لازم در خصوص نحوه اجرای اتصالات بین کابل‌ها در نقاط انشعاب، نقاط تغییر سطح مقطع و اتصال تغذیه به چراغ‌ها.
- اطلاعات فنی مجراهای عبور کابل و انواع لوله‌های نگهدارنده سیم.
- دستورالعمل‌های مربوط به انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی تجهیزات.
- نقشه برابر ساخت سیستم روشنایی با ذکر محل و نوع تابلوها، مسیرهای تغذیه و فازهای سیستم با ذکر نوع کابل و سیم. در نقشه‌های طراحی و همچنین برابر ساخت، مسیرهای تغذیه اجرا شده با خط معمولی و خطوط طراحی شده برای فازهای توسعه سیستم روشنایی با خط چین مشخص شود.
- کلیه علائم و نشانه‌های بکار رفته در نقشه‌ها باید مطابق مشخصات و علائم استاندارد بوده و از بکارگیری علائم و نشانه‌های متفرقه جلوگیری شود.

- کلیه توضیحات لازم برای اجرای سیستم تغذیه روشنایی باید در نقشه‌ها و یا در توضیحات کنار نقشه ارائه شود.

۵-۲-۸۹- در نقشه‌های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر تابلو، مسیر عبور کابل‌ها، سیم‌ها، سینی کابل‌ها و نقاط اتصال مشخص و در کنار راهنمای نقشه، نوع، مشخصات فنی و مسیر مدار فرمان و کنترل زمان عملکرد به دقت ترسیم شود.

۵-۲-۹۰- با توجه به پراکندگی زیاد سیستم روشنایی فضاهای داخلی باید در نقشه‌های اجرایی، مسیر عبور و نوع کابل‌های استفاده شده در مدار روشنایی در نقشه‌ای مجزا ارائه شود. عبور مجاری کابل و مشخصات فنی آن نیز باید در لایه‌ای جداگانه از نقشه سیستم روشنایی ارائه شود. چنانچه نقشه‌های اجرایی برای فازهای مختلف توسعه فضا طراحی می‌شوند، تجهیزات مربوط به فازهای مختلف با رنگ‌های متفاوت از یکدیگر تمییز داده شده و تجهیزات مربوط به فازهای توسعه با خط‌چین نمایش داده شود. مقیاس نقشه‌ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه‌ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته‌های مربوط به هر وسیله هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌ها بکار می‌رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه‌های IEC شماره ۶۱۷ باشد. مهم‌ترین این نشانه‌ها در فصل هشتم ارائه شده است.

۵-۲-۹۱- بسته‌بندی کابل‌ها، سینی کابل، شمش‌ها، تجهیزات مربوط به مجاری عبور کابل، سیم و تجهیزات مربوط به اتصال الکتریکی باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم آن را به مقصد کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته‌بندی تجهیزات نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده‌ای تماس داشته باشد. شرایط حمل تابلوهای کنترل روشنایی نیز باید بگونه‌ای باشد که تغییری در مشخصات ظاهری آن ایجاد نشود. استفاده از لوله‌های آسیب دیده در مجاری عبور مدار روشنایی ممنوع است. ایجاد برش بی‌مورد در مدار روشنایی بین دو وسیله ممنوع است.

۵-۲-۹۲- هر بسته‌بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تاریخ تولید، نوع، مدل و مشخصات فنی، ابعاد و وزن آن باشد. کلیه سطوح اطراف بسته‌بندی تجهیزات باید با روش‌های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا تجهیزات از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا مقصد و همچنین نصب حفاظت شوند. به منظور اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات مدار تغذیه در سیستم روشنایی، بسته‌بندی‌های مورد استفاده تا زمان نصب تجهیزات باز نمی‌گردند.

۵-۲-۹۳- در مورد کابل‌های روشنایی، سینی کابل و لوله محافظ سیم‌ها، عملیاتی بعنوان تعمیر و نگهداری تعریف نمی‌شود. بهره‌برداری از این تجهیزات بصورت "استفاده تا خرابی"<sup>۱۵</sup> بوده و تا هنگام خرابی اقدامی جهت جایگزینی آن‌ها انجام نمی‌شود. اگر چه کیفیت اتصالات کابل‌ها و ترمینال‌ها با گذشت زمان از طول عمر مفید تجهیز کاهش می‌یابد و توصیه می‌شود در صورت سوختگی و یا تغییر شکل نقطه اتصال در این تجهیزات، اقدام لازم برای جایگزینی تجهیز انجام شود.

۵-۲-۹۴- استفاده از اتصالات نامناسب نظیر پیچیدن سیم‌ها و استفاده از نوار چسب الکتریکی جهت اتصال، حتی بصورت موقت ممنوع است. تجهیزات جایگزین شده نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

۵-۲-۹۵- در طول بهره‌برداری، باید از اعمال هر گونه نیروی خارجی و یا تغییر شکل سینی کابل و وارد آمدن آسیب به کابل‌ها و اتصالات جلوگیری بعمل آید. بهره‌بردار باید از میزان بار مجاز وارده به سینی کابل-ها اطلاع داشته باشد. قرار دادن و نگهداری تجهیزات مختلف روی مسیر سینی کابل‌ها و سایر مجاری عبور کابل و سیم ممنوع است. هر گونه اتصال و مجاورت اشیاء مختلف با این مجاری در فاصله‌ای کمتر از ۶ میلیمتر ممنوع است. در طول بهره‌برداری مجاورت کابل‌ها با یکدیگر در نظر گرفته شده و ضریب کاهشی مجاورت کابل‌ها در ظرفیت جریان‌دهی کابل‌ها لحاظ شود. جایگزینی تجهیزات، باز و بسته کردن اتصالات و ترمینال‌های تغذیه چراغ‌ها در زمان بی‌برق کردن سیستم، توسط افراد متخصص و با رعایت کلیه نکات ایمنی انجام شود.

۵-۲-۹۶- اهم مواردی که در نظارت‌ها و بازرسی‌های سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی باید مورد بررسی قرار گیرند در جدول ۵-۱۴ خلاصه شده است.

جدول (۵-۱۴). چک لیست نظارت و بازرسی تجهیزات سیستم تغذیه مدار روشنایی

ردیف	مورد نظارت و بازرسی
۱	برآورد صحیح بار روشنایی، ضرایب همزمانی و جریان اسمی مدار در فازها
۲	تابلوها و تجهیزات شامل شمش‌ها و کلیدها مطابق استاندارد

جدول (۵-۱۴). چک لیست نظارت و بازرسی تجهیزات سیستم تغذیه مدار روشنایی

ردیف	مورد نظارت و بازرسی
۳	تناسب ظرفیت کابل‌ها با جریان اسمی مدار روشنایی
۴	رعایت فاصله آزاد کابل‌ها و اعمال ضریب کاهش همجواری کابل‌ها در ظرفیت الکتریکی
۵	قابل لمس نبودن قسمت‌های برق‌دار
۶	اتصالات صحیح ترمینال‌ها، کابلشوها و نقاط انشعاب و تغییر مقطع
۷	مسیر امن و کوتاه‌ترین مسیر برای تغذیه مدارهای روشنایی
۸	سلامت مجاری عبور کابل و سیم
۹	بررسی امکان ساییدگی و آسیب کابل و سیم در مجاری
۱۰	استفاده از کابل‌ها و تجهیزات استاندارد دارای گواهی‌نامه‌های معتبر
۱۱	اتصال صحیح کابل‌ها به سینی کابل‌ها مطابق الزامات نشریه ۱-۱۱۰
۱۲	رعایت حداقل شعاع خمش کابل در نقاط پیچ مطابق الزامات نشریه ۱-۱۱۰
۱۳	رعایت حداکثر شیب سینی کابل با توجه به شعاع خمش کابل مطابق الزامات نشریه ۱-۱۱۰
۱۴	انتخاب صحیح سطح مقطع هادی فاز و زمین/حفاظتی
۱۵	جبران‌سازی توان راکتیو مصرفی در مدار روشنایی در صورت نیاز
۱۶	تطبیق شاخص‌های کیفیت توان با مقادیر تعیین شده در استاندارد و جبران‌سازی هارمونیک‌های ناشی از لامپ در صورت نیاز
۱۷	تطبیق سیستم اجرا شده با نقشه‌های برابر ساخت ارائه شده و تجهیزات منصوبه با مشخصات ارائه شده توسط طراح
۱۸	طراحی و اجرای صحیح سیم‌خنی
۱۹	رعایت ایمنی در عملیات اجرایی و استفاده از افراد متخصص در عملیات نصب

جدول (۵-۱۴). چک لیست نظارت و بازرسی تجهیزات سیستم تغذیه مدار روشنایی

ردیف	مورد نظارت و بازرسی
۲۰	تغذیه از فازهای مختلف و تمهیدات لازم برای جلوگیری از بروز پدیده استروبوکوپ

### ۵-۳- تغذیه الکتریکی اضطراری در مدار روشنایی

در صورتی که محل طراحی دارای سیستم تغذیه اضطراری می باشد باید در طراحی سیستم تغذیه مدارهای روشنایی نیز ملاحظات در نظر گرفته شود.

۵-۳-۱- ابتدا باید محل های با اهمیت بالاتر و نیازمند روشنایی در حالت اضطراری شناسایی شوند. در کلیه مراحل طراحی، انتخاب آرایش چراغ های روشنایی، طراحی سیستم کنترل و مدار فرمان روشنایی و سیستم تغذیه باید طراحی طوری انجام شود که برای حالت اضطراری نیز مدار روشنایی پاسخگو و مطابق الزامات استاندارد باشد.

۵-۳-۲- فضاهای نیازمند روشنایی در حالت اضطراری باید در دفترچه محاسبات مدار تغذیه روشنایی صراحتاً مشخص و مساحت آن نقاط در نقشه های پلان ضمیمه ارائه شود.

۵-۳-۳- محاسبات برآورد توان مصرفی مدار روشنایی اضطراری باید در محاسبات مدارهای تغذیه الکتریکی لحاظ و سهم مدار روشنایی در توان سیستم اضطراری گزارش شود.

۵-۳-۴- کلیه ضوابط ارائه شده برای الزامات، مشخصات فنی تجهیزات و نصب سیستم های تغذیه، کنترل و مدار فرمان روشنایی باید در مورد سیستم تغذیه اضطراری هم رعایت شوند.

۵-۳-۵- استانداردهای ساخت، طراحی و آزمون تجهیزات سیستم تغذیه اضطراری باید عیناً با استاندارد ساخت، طراحی و آزمون تجهیزات مدار روشنایی تطابق داشته باشد.

۵-۳-۶- سیم‌کشی مدار روشنایی باید بگونه‌ای انجام شود که روشنایی فضا در حالت اضطراری پوشاننده نیازهای کاربر فضا و دارای توزیع همگن شدت روشنایی در فضای مورد نظر باشد.

۵-۳-۷- کنترل چراغ‌های اضطراری نباید بگونه‌ای باشد که در حالت عملکرد در شرایط اضطراری با فضاهای غیرضروری تداخلی ایجاد کند.

۵-۳-۸- چراغ‌های اضطراری باید روی تابلوی کنترل روشنایی و در مسیر سیم‌ها و کابل‌ها با علامت مشخصه‌ای از سایر چراغ‌ها تمایز داده شوند.

۵-۳-۹- تعبیه کلیدهای کنترل مدار روشنایی اضطراری باید طوری باشد که به راحتی در دسترس باشند.

۵-۳-۱۰- تغذیه چراغ‌های روشنایی اضطراری از فازهای مختلف باید به گونه‌ای باشد که از بوجود آمدن پدیده استروبوسکوپ در حالت تغذیه از مدار روشنایی اضطراری جلوگیری کند.

۵-۳-۱۱- کلیه الزامات فنی، مشخصات فنی، الزامات طراحی و تنظیمات در مورد سیستم حفاظت مدار روشنایی باید به گونه‌ای باشد که در حالت عملکرد مدار روشنایی در حالت اضطراری نیز استانداردهای عملکردی ارائه شده رعایت گردد.

#### ۵-۴- دفترچه محاسبات سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی

خلاصه‌ای از محاسبات و نتایج مربوط به برآورد بار مدار روشنایی، انتخاب مقطع هادی‌های فاز و خنثی، انتخاب مسیر تغذیه، انتخاب سینی کابل، مطالعات کیفیت توان و محاسبات جبران‌سازی خازنی یا هارمونیک (در صورت وجود) باید تهیه و در صورت درخواست ناظر یا صاحب کار ارائه شود. نمونه‌ای از دفترچه محاسبات سیستم تغذیه الکتریکی مدارهای روشنایی در این قسمت ارائه شده است.

## دفترچه محاسبات سیستم روشنایی فضاهای داخلی

### سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی ۱/۲

نام پروژه: محل اجرا:

صاحب کار: طراح:

ابعاد فضا: طول: ..... عرض: ..... ارتفاع طبقه: .....

کاربری / نوع ساختمان:

فضاهای دارای نیاز به تغذیه مدار روشنایی اضطراری مطابق نقشه: .....

نوع و مشخصات لامپ: .....

نوع بالاست (در صورت وجود): .....

نوع چراغ: .....

ضریب همزمانی در نظر گرفته شده:

حداکثر افت ولتاژ در نظر گرفته شده: % .....



## دفترچه محاسبات سیستم روشنایی فضاهای داخلی

### سیستم تغذیه الکتریکی مدار روشنایی ۲/۲

سازنده کابل:

سطح مقطع هادی های فاز: ..... میلیمتر مربع

سطح مقطع هادی زمین / حفاظتی: ..... میلیمتر مربع

سازنده تابلوهای تغذیه الکتریکی:

حداکثر شعاع خمش کابل:

نوع و مشخصات فنی مجرای عبور کابل / سیم:

نحوه اتصالات مدار و چراغها:

نحوه جبران سازی توان راکتیو:

نحوه جبران سازی کیفیت توان:

شرح مسیر مدار تغذیه:

محل ذخیره فایل های مربوطه:

## ۱-۶- تجهیزات حفاظت الکتریکی

## ۱-۱-۶- کلیدهای خودکار

۱-۱-۱-۶- کلیدهای خودکار به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

بر حسب رده بهره‌برداری:

A: بدون تاخیر زمانی کوتاه‌مدت عمدی برای تامین قابلیت انتخاب تحت شرایط اتصال کوتاه

B: دارای تاخیر زمانی کوتاه مدت عمدی قابل تنظیم برای قابلیت انتخاب تحت شرایط اتصال کوتاه

بر حسب محیط واسط قطع:

- قطع در هوا
- قطع در خلا
- قطع در گاز

بر حسب نوع طراحی :

- ساختمان باز
- بدنه قالبی

بر حسب روش فرمان به مکانیزم عمل‌کننده:

- عمل وابسته دستی
- عمل مستقل دستی
- عمل وابسته به منبع تغذیه
- عمل مستقل از منبع تغذیه
- عمل با انرژی ذخیره شده

بر حسب تناسب برای جداسازی:

- مناسب برای جداسازی

- نامناسب برای جداسازی

بر حسب پیش‌بینی برای نگهداری و تعمیر:

- قابل نگهداری و تعمیر

- غیرقابل نگهداری و تعمیر

بر حسب روش نصب:

- ثابت

- شاخه‌ای

- کشویی

بر حسب درجه حفاظت تامین شده توسط محفظه:

بر حسب مدارهای فرمان

- مدارهای فرمان الکتریکی

- مدارهای فرمان هوای فشرده

استفاده از فیوزهای یکپارچه (کلیدهای خودکار یکپارچه با فیوز)

۶-۱-۱-۲- مشخصات فنی کلیدهای خودکار

- نوع کلید خودکار

- تعداد قطب‌ها

- تعداد فازها

- نوع جریان

- فرکانس اسمی

۶-۱-۱-۳- مقادیر اسمی و حدی مربوط به مدار اصلی

- ولتاژ بهره‌برداری اسمی بر حسب ولت
- ولتاژ عایق‌بندی اسمی بر حسب ولت
- ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی بر حسب ولت
- جریان حرارتی قراردادی در هوای آزاد بر حسب آمپر
- جریان حرارتی قراردادی در محفظه بر حسب آمپر
- جریان اسمی بر حسب آمپر
- مقادیر اسمی جریان در کلیدهای خودکار چهارقطبی
- فرکانس اسمی بر حسب هرتز
- قدرت وصل اتصال کوتاه اسمی بر حسب آمپر
- قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی اسمی بر حسب آمپر
- قدرت قطع اتصال کوتاه بهره‌برداری اسمی بر حسب آمپر
- جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی بر حسب آمپر

۴-۱-۱-۶- اطلاعات زیر باید به طور خوانا و همیشگی روی کلیدهای خودکار نوشته شده باشد:

- جریان اسمی
- مناسب بودن کلید برای جداسازی
- نشانه وضعیت باز و بسته به ترتیب با نمادهای O و I

۵-۱-۱-۶- اطلاعات زیر باید روی کلید خودکار نوشته شود ولی قابلیت رویت آنها پس از نصب ضروری نیست:

- نام یا نشانه تجاری سازنده
- نوع مدل یا شماره سریال
- شماره استاندارد مربوطه
- رده بهره‌برداری
- ولتاژهای بهره‌برداری اسمی
- مقدار یا محدوده فرکانس اسمی
- قدرت قطع اتصال کوتاه بهره‌برداری اسمی
- قدرت قطع اتصال کوتاه نهایی اسمی

- جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی همراه با مدت آن
- ترمینال‌های بار و خط، به جز مواردی که اتصالات آن‌ها اهمیتی ندارد.
- ترمینال‌های قطب خنثی، در صورت نمایش با حرف N
- ترمینال‌های اتصال زمین حفاظتی
- دمای مرجع در مورد رهاسازهای حرارتی جبران‌نشده

## ۶-۱-۲- کنتاکتورها

۶-۱-۲-۱- کنتاکتورهای فشار ضعیف که کنتاکت اصلی آن‌ها برای اتصال به مدارهای روشنایی با ولتاژ اسمی ۱۰۰۰ ولت متناوب یا ۱۵۰۰۰ ولت مستقیم در نظر گرفته می‌شوند باید بر الزامات نشریه فنی شماره ۱۱۰-۱ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی منطبق باشند.

۶-۱-۲-۲- کنتاکتورها بر حسب نوع کنترل به ۳ دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- خودکار (بوسیله کلید پیلوت یا کنترل ترتیبی)
- غیر خودکار (بوسیله کلید دستی یا دکمه فشاری)
- نیمه خودکار (بخشی خودکار و بخشی غیر خودکار)

۶-۱-۲-۳- اطلاعات زیر باید به صورت خوانا و همیشگی روی بدنه کنتاکتورهای فشار ضعیف نوشته شده باشد:

- شماره استاندارد مورد مطابقت
- نام سازنده یا علامت تجاری آن
- نوع و سری ساخت

۶-۱-۲-۴- اطلاعات زیر باید به صورت خوانا و همیشگی روی پلاک شناسایی، بدنه و یا مدارک سازنده کنتاکتورهای فشار ضعیف نوشته شده باشد:

- ولتاژهای اسمی بهره‌برداری
- رده کاربری، جریان‌های اسمی بهره‌برداری در ولتاژهای مختلف بهره‌برداری
- مقدار فرکانس یا نشانه مدارهای مستقیم
- مدت اسمی کار (۸ ساعته، کار مداوم، متناوب، موقت و دوره‌ای)

- ظرفیت قطع و وصل یا رده کاربری
- ولتاژ اسمی عایق‌بندی
- ولتاژ اسمی ایستادگی در برابر ضربه الکتریکی
- کد IP در مورد تجهیزات دارای محفظه
- درجه آلودگی
- جریان اسمی اتصال کوتاه مشروط و نوع هماهنگی با وسایل پشتیبان حفاظت در برابر اتصال- کوتاه
- اضافه‌ولتاژهای کلیدزنی

۶-۱-۲-۵- قدرت اسمی کنتاکتورها بر حسب اندازه و نوع بار مدار روشنایی تعیین می‌شود. نوع کنتاکتور باید متناسب با رده کاربری و موارد استفاده از آن‌ها صورت گیرد. طبقه‌بندی رده کاربری انواع کنتاکتور و راه‌اندازهای مدار روشنایی در جدول ۶-۱ آمده است.

جدول (۶-۱). رده کاربری و موارد استفاده انواع کنتاکتورها در مدارهای روشنایی

نوع جریان	رده کاربری	موارد استفاده در مدار روشنایی
برق متناوب	AC-5a	کلیدزنی کنترل لامپ‌های تخلیه الکتریکی
برق متناوب	AC-5b	کلیدزنی لامپ‌های رشته‌ای
برق متناوب	AC-6b	کلیدزنی بانک‌های خازنی
برق مستقیم	DC-6	کلیدزنی لامپ‌های رشته‌ای

۶-۱-۳- فیوزها

۶-۱-۳-۱- فیوزهای مورد استفاده در سیستم حفاظت الکتریکی مدارهای روشنایی باید بر الزامات اشاره شده در نشریه فنی شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی منطبق باشند.

۶-۱-۳-۲- هماهنگی بین فیوزهای فشار ضعیف، کنتاکتورها و سایر تجهیزات باید برابر راهنمای کاربری IEC 61459 و IEC TR 61459 انجام شود.

۶-۱-۳-۳- فیوز می‌تواند بعنوان وسیله حفاظتی در موارد زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- به منظور حفاظت مدار روشنایی در برابر اتصال کوتاه
- برای حفاظت تجهیزات روشنایی در برابر اتصال کوتاه
- به منظور تامین ایمنی در صورت بروز اتصال کوتاه فاز و خنثی

۶-۱-۳-۴- فیوزهای مورد استفاده در مدار روشنایی، باید دارای مشخصات فنی به شرح زیر باشند:

- ولتاژ نامی بر حسب ولت
  - جریان اسمی پایه فیوز بر حسب آمپر
  - جریان اسمی رابط فیوز (فشنگ، تیغه فیوز) بر حسب آمپر
  - جریان اتصال کوتاه بر حسب کیلوآمپر
  - فرکانس اسمی بر حسب هرتز
  - سطح عایقی بر حسب ولت
  - مشخصه‌های عملکردی جریان- زمان (تندکار، کندکار و ...)
  - نوع فیوز (کاردی / فشنگی)
  - قابلیت محدودکنندگی جریان اتصال کوتاه
- ۶-۱-۳-۵- در انتخاب فیوز باید ضرایبی کاهش مقادیر اسمی جریان در ارتفاعات و محیط‌های مختلف با توجه به درجه حرارت محیط در نظر گرفته شود.

۶-۱-۳-۶- مشخصات عملکردی جریان- زمان فیوزها باید در طراحی‌ها ارائه شود.

۶-۱-۴- کلیدهای خودکار مینیاتوری

۶-۱-۴-۱- کلیدهای مینیاتوری مورد استفاده در سیستم حفاظت مدارهای روشنایی باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی مانند استانداردهای زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

۶-۱-۴-۲- قطع‌کننده‌های حفاظتی مدارهای روشنایی در برابر اضافه جریان برق متناوب با ولتاژ کمتر از ۴۴۰ ولت بین فازها، جریان اسمی کمتر از ۱۲۵ آمپر و جریان اتصال کوتاه کمتر از ۲۵ کیلوآمپر، باید با

ضوابط مندرج در استاندارد IEC 60898-1 مطابقت نماید. این گونه کلیدها برای جدایی مدار مناسب بوده و ممکن است در محیط‌های دارای آلودگی درجه ۲ مورد استفاده قرار گیرد.

۶-۱-۴-۳- قطع‌کننده‌های مدار حفاظت مدارهای روشنایی در برابر اضافه جریان برق متناوب با ولتاژ کمتر از ۲۲۰ ولت یک قطبی، جریان اسمی کمتر از ۲۵ آمپر و جریان اتصال کوتاه کمتر از ۱۰ کیلوآمپر باید با ضوابط مندرج در استاندارد IEC 60898-2 مطابقت نماید.

۶-۱-۴-۴- کلیدهای مینیاتوری بکار رفته در مدارهای روشنایی باید از نوع حرارتی-مغناطیسی باشد و بدنه آن استقامت مکانیکی و حرارتی کافی برای تحمل مداوم جریان نامی قید شده آن را داشته باشد.

۶-۱-۴-۵- درجه حفاظت کلید مدار روشنایی باید با درجه حفاظت تابلو مربوطه همخوانی داشته و از درجه حفاظت تابلو نگاهد.

۶-۱-۴-۶- محفظه دربرگیرنده جزء عمل‌کننده حفاظتی، باید به منظور جلوگیری از تماس شخص با مکانیزم مزبور کاملاً مهر و موم شده باشد.

۶-۱-۴-۷- اجزای فلزی مکانیزم عمل‌کننده کلید باید از جنس مقاوم باشد تا در شرایط آب و هوایی نامساعد فرسوده نباشد. ترمینال‌های کلید باید بگونه‌ای باشد که از پراکنده شدن سیم و کابل متصل به آن جلوگیری شود. رزوه‌های پیچ ترمینال‌ها باید در فلز محکم شود. انتهای آچارخور پیچ‌ها باید گرد باشد تا از صدمه رساندن به سیم‌ها جلوگیری نماید.

۶-۱-۴-۸- اطلاعات زیر باید بطور خوانا و همیشگی روی بدنه کلیدها درج شده باشد:

- استاندارد ساخت
- جریان اسمی
- ولتاژ اسمی و تعداد فازها
- دمای مرجع برای تنظیم کردن
- نوع کلید بر حسب جریان قطع حفاظتی آن
- نام سازنده یا علامت تجاری آن
- فرکانس نامی
- وظیفه کلید



### ۶-۲- لوله کشی

۶-۲-۱- لوله‌های فلزی، عایق، مرکب و اتصالات مربوط به آن‌ها که برای حفاظت مکانیکی هادی‌های عایق-دار و کابل‌ها در تاسیسات الکتریکی بکار می‌روند، باید بر حسب محل استفاده، بر الزامات نشریه فنی ۱-۱۱۰ مشخصات فنی و عمومی تاسیسات برقی منطبق باشد.

۶-۲-۲- لوله‌های محافظ مدارهای روشنایی باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که سیم‌ها و کابل‌هایی که درون آن‌ها قرار می‌گیرند، از نظر مکانیکی محافظت شوند. در مورد لوله‌های فلزی باید موارد لازم برای حفاظت الکتریکی نیز تامین شود. همچنین لوله‌ها باید در برابر تنش‌های مکانیکی در اثر جابجایی، انبار و تنش‌های مکانیکی در حال نصب و بهره‌برداری مقاومت لازم را داشته باشند.

### ۶-۲-۳- ابعاد رزوه‌ها و ضخامت دیواره‌های لوله

- قطر بیرونی لوله‌های محافظ و جزئیات مربوط به رزوه‌ها و اتصالات مربوط به آن باید برابر استاندارد ISIRI 3455 مطابقت داشته باشد.

- ضخامت دیواره لوله‌های فلزی محافظ بدون قابلیت رزوه شدن باید با استاندارد ISIRI 3450-2-1 مطابقت نماید.

- ضخامت دیواره و طول رزوه لوله‌های فلزی محافظ با قابلیت رزوه شدن باید با استاندارد ISIRI 3450-2-1 مطابقت نماید.

- حداقل قطر درونی لوله‌های عایقی خم‌پذیر ارتجاعی محافظ باید با استاندارد ISIRI 3450-2-4 مطابقت نماید.

- حداقل قطر بیرونی لوله‌های عایقی خم‌پذیر ارتجاعی محافظ باید با استاندارد ISIRI 3450-2-4 مطابقت نماید.

۶-۲-۴- سطح درونی و بیرونی لوله‌های محافظ مدار روشنایی باید فاقد زبری، پلیسه و عیوب مشابه باشد. همچنین لبه‌هایی که ممکن است هادی‌ها درون آن کشیده شود نباید باعث آسیب دیدن غلاف یا عایق‌بندی هادی‌ها یا کابل‌ها شود.

۶-۲-۵- لوله‌های محافظ با مشخصه پیوستگی الکتریکی باید به گونه‌ای ساخته شود که در سیستم نصب به عنوان هادی اتصال زمین یا حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد. مقاومت این لوله‌ها نباید از ۵ میلی‌اهم بر متر بیشتر باشد.

۶-۲-۶- لوله‌های محافظ با مشخصه عایق الکتریکی باید از نظر استقامت الکتریکی عایقی و مقاومت عایقی مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۲-۷- لوله‌های محافظ مدار روشنایی باید از نظر حفاظت در برابر آب، روغن یا مصالح ساختمانی دماهای کم یا زیاد، مواد آلاینده خورنده و پرتوهای خورشیدی مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۲-۸- روی لوله‌های محافظ باید موارد زیر را به صورت خوانا و همیشگی نوشته شده باشد.

- نام سازنده یا علامت تجاری آن
- کد طبقه‌بندی
- هر نوع نماد یا نشانه استاندارد
- کلمه "بدون هالوژن" یا عبارت اختصاری آن در صورت مقتضی

۶-۲-۹- لوله‌های فولادی سیاه

این نوع لوله و لوازم مربوط که به بوسیله رنگ یا وارنیش مقاوم می‌شوند را صرفاً می‌توان در داخل ساختمان‌ها (فضاهای داخلی) مورد استفاده قرار داد. مصرف این نوع لوله در ارتباط مستقیم با زمین یا محل‌هایی که در معرض نفوذ عوامل زنگ‌زدگی و خوردگی شدید است، مجاز نمی‌باشد.

۶-۲-۱۰- لوله‌های گالوانیزه

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن که در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی با ماده عایقی مانند روی یا کادمیم از داخل و خارج پوشیده می‌شود، می‌توان متناسب با میزان حفاظت و استحکام مکانیکی در زیر اندود گچی، محل‌های تر و مرطوب و مانند آن مورد استفاده قرار داد.

۶-۲-۱۱- لوله‌های فولادی گالوانیزه عمقی داغ

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن باید در بتن، در تماس مستقیم با زمین، در لوله‌کشی روکار که در فضای آزاد انجام می‌شود یا در مواردی که در معرض زنگ‌زدگی و خوردگی قرار می‌گیرد مانند محل‌های تر و مرطوب و همچنین در مواردی که استحکام مکانیکی زیادی مورد انتظار است، بکار می‌روند.

۶-۲-۱۲- لوله‌های فولادی گالوانیزه بدون درز انفجار

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن باید در لوله‌کشی مکان‌های مخاطره‌آمیز طبقه‌بندی شده بکار روند. در این فضاها به علت وجود گازها، بخارها، مایعات قابل اشتعال، غبارها و مانند آن‌ها، امکان بوجود آمدن آتش‌سوزی و انفجار در اثر جرقه، قوس الکتریکی و دمای بیش از حد بسیار زیاد است. از این رو کلیه تجهیزات الکتریکی از جمله مدار روشنایی باید در محل مناسب باشد و حفاظت لازم را ایجاد کند. این مناطق در نشریه شماره ۱۱۰-۱ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان آمده است.

#### ۶-۲-۱۳- لوله‌های فولادی قابل انعطاف

در مواردی که لوله‌های مدار روشنایی از درز ساختمان عبور می‌کند و همچنین برای اتصال برق به تجهیزات دارای لرزش و حرکت از این لوله‌ها استفاده می‌شود. داخل این لوله‌ها باید دارای پوشش لاستیکی یا مواد مشابه باشد.

#### ۶-۲-۱۴- لوله‌های فلزی قابل انعطاف مقاوم در برابر مایعات

این لوله‌ها در موارد زیر بکار می‌روند:

- در مواردی که به علت شرایط نصب و بهره‌برداری لوله، محافظت در برابر مایعات، بخارها یا جامدات ضروری باشد.
- در فضاهاى مخاطره‌آمیزی که استفاده از این لوله‌ها مجاز است.
- در حالت دفن مستقیم در زمین در حالتی که برای این منظور ساخته و علامت‌گذاری شده باشد.

#### ۶-۲-۱۵- لوله‌های غیرفلزی

این لوله‌ها و لوازم مربوط به آن در مواردی که در بالای سطح زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند باید در برابر رطوبت، فضاهاى شیمیایی، ضربه، فشار، شعله، تغییر شکل ناشی از حرارت، برودت و اثرات خورشید مقاومت کافی داشته باشد. لوله‌های غیرفلزی مورد استفاده در زیر سطح زمین باید از موادی ساخته شوند که در برابر رطوبت و عوامل خوردنده مقاوم بوده و در برابر ضربه و فشارهایی که ممکن است در حمل و نقل و نصب به آن وارد شود نیز مقاومت نماید.

استفاده از لوله‌های غیرفلزی سخت در موارد زیر مجاز است:

- نصب توکار در دیوار، کف و سقف
- در محیط‌هایی که لوله‌ها در معرض خوردگی شدید قرار دارند و یا در مکان‌هایی که در معرض مواد شیمیایی باشد. در این فضاها باید جنس لوله مناسب انتخاب شود.

#### ۱۶-۲-۶- ظرفیت لوله‌ها

۱-۱۶-۲-۶- تعداد هادی‌های مجاز در هر لوله، بستگی به درصدی از سطح مقطع لوله که بوسیله هادی‌ها اشغال می‌شود دارد و باید با الزامات تعیین شده در نشریه شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی منطبق باشد. این الزامات در جدول ۲-۶ خلاصه شده است.

جدول (۲-۶). درصد سطح مقطع مجاز اشغال شده در هر لوله بسته به نوع و تعداد هادی

نوع هادی/تعداد هادی	۱	۲	۳	۴	بیش از ۴
هادی غلاف سربی	٪۵۵	٪۳۰	٪۴۰	٪۳۸	٪۳۵
سایر هادی‌ها	٪۵۳	٪۳۱	٪۴۰	٪۴۰	٪۴۰

۲-۱۶-۲-۶- انتخاب اندازه لوله باید با توجه به قطر داخلی لوله و تعداد خم‌های موجود در آن بگونه‌ای انجام شود که سیم‌کشی در داخل لوله به آسانی انجام شود و آسیبی به سیم‌ها، کابل‌ها و مواد عایقی وارد نشود.

۳-۱۶-۲-۶- حداکثر تعداد مجاز هادی‌های روشنایی در داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق و پلاستیکی سخت بر حسب سطح مقطع هادی‌ها و قطر داخل لوله بر اساس اطلاعات جدول ۷-۱ تعیین می‌شود.



جدول (۶-۱). تعداد مجاز هادی‌های روشنایی در داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق و پلاستیکی سخت

تعداد هادی			۲			۳			۴			۵			۶			
شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق / پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	سطح مقطع هادی (میلیمتر مربع)
۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱ تک و چند رشته
۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱/۵ تک و چند رشته
۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۲/۵ تک و چند رشته
۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۱	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۴ تک و چند رشته
۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۱	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۶ تک و چند رشته
۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۰ تک و چند رشته
۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶ تک رشته
۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶ چند رشته
۴۲	۵۱	۴۸	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۵ تک رشته
۴۲	۵۱	۴۸	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۵ چند رشته
۴۸	۵۵/۸	-	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۳۵ چند رشته

جدول (۶-۱). تعداد مجاز هادی‌های روشنایی در داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق و پلاستیکی سخت

تعداد هادی			۲			۳			۴			۵			۶					
سطح مقطع هادی (میلی‌متر مربع)	فولادی عایق‌دار	پلاستیکی سخت	فولادی بدون عایق /	شماره لوله	قطر	فولادی عایق‌دار	پلاستیکی سخت	فولادی بدون عایق /	شماره لوله	قطر	فولادی عایق‌دار	پلاستیکی سخت	فولادی بدون عایق /	شماره لوله	قطر	فولادی عایق‌دار	پلاستیکی سخت	فولادی بدون عایق /	شماره لوله	قطر
۵۰ چند رشته	۴۲	۴۴	۳۶	۴۸	۴۲	۴۸	۵۱	۴۲	۴۸	۵۵/۸	-	۴۸	۴۸	-	-	-	-	-	-	-
۷۰ چند رشته	۴۸	۴۴	۳۶	۴۸	۴۲	۴۸	۵۱	۴۲	۴۸	۵۵/۸	-	۴۸	۴۸	-	-	-	-	-	-	-
۹۵ چند رشته	-	۵۱	۴۲	-	۴۸	۵۵/۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۲۰ چند رشته	-	۵۵/۸	۴۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۵۰ چند رشته	-	۵۵/۸	۴۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

۶-۲-۱۶-۴- حد اقل قطر داخلی لوله‌های فولادی عایق‌دار برق ۱۶ میلی‌متر و حد اقل قطر داخلی لوله‌های فولادی بدون عایق و یا لوله‌های پلاستیکی سخت ۱۶/۴ میلی‌متر است.

۶-۲-۱۷- اصول و روش نصب

۶-۲-۱۷-۱- تعیین نوع سیستم لوله‌کشی

نوع سیستم لوله‌کشی متناسب با شرایط محیطی و مطابق مقررات مربوط به هر سیستم تعیین می‌شود. انواع شرایط محیطی و سیستم‌های لوله‌کشی متناظر با آن در ادامه این قسمت آمده است.

محیط‌های خشک (با شرایط عادی)

در این گونه محیط‌ها، شرایط دما و رطوبت عادی است و معمولاً ژاله‌زایی یا تعریق صورت نمی‌گیرد. در این محیط‌ها هوا از رطوبت اشباع نمی‌شود. فضاهای اداری، تجاری و مسکونی خشک از این فضاها هستند. در

این محیطها، طراحی و اجرای سیستم لوله‌کشی مطابق مقررات عمومی لوله‌کشی برق بوده و استقاده از انواع لوله‌های استاندارد فلزی، غیرفلزی و قابل انعطاف و تجهیزات متناسب با مورد مجاز است.

محیطهای نمناک، مرطوب و گرم

در محیطهای نمناک، مرطوب و گرم مانند فضاهای آزاد، سردخانه، موتورخانه و گلخانه، وجود رطوبت، ژاله-زایی یا آثار شیمیایی آن می‌تواند مانع کار صحیح وسایل الکتریکی شود.

در محیطهای مرطوب مانند حمام، رختشوی‌خانه، کارواش و غیره علاوه بر وجود نم، معمولاً برای نظافت دیوارها و کفها از آب تحت فشار استفاده می‌شود.

در محیطهای گرم با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد مانند موتورخانه، کارخانجات فولاد و شیشه و ... معمولاً شرایط نمناک و مرطوب نیز وجود دارد.

در محیطهای نمناک، مرطوب و گرم سیستم لوله‌کشی تابع مقررات زیر خواهد بود:

- لوله‌کشی مدار روشنایی تنها با استفاده از لوله‌های فولادی و پلاستیکی سخت انجام می‌شود.
- تجهیزات بکار رفته در لوله‌کشی و اتصالات باید بگونه‌ای باشند تا از نفوذ رطوبت به داخل لوله‌ها و تجهیزات الکتریکی جلوگیری کنند.
- در محیطهای نمناک، لوازم و تجهیزات باید از نوع ضدترشح آب با درجه حفاظت IP44 باشند.
- در محیطهای مرطوب، لوازم و تجهیزات باید از نوع ضدترشح آب تحت فشار با درجه حفاظت IP45 باشند.
- کلیه تجهیزات بکار رفته در لوله‌کشی باید از نوع تجهیزات ضدزنگ‌زدگی و خوردگی باشند.
- قطعات فلزی بکار رفته در لوله‌کشی از جمله لوله‌های فولادی باید دارای پوشش ضدزنگ باشند.

محیطهای ویژه

سیستم لوله‌کشی در محیطهای ویژه که به علت شرایط محیطی یا عملکردی خاص، از نظر ایمنی مخاطره‌آمیز بوده یا تاثیر نامناسبی بر نحوه کار تجهیزات دارد، باید بر اساس مقررات ویژه هر یک طراحی و اجرا شود. محیطهای ویژه ممکن است شامل موارد زیر باشند:

- محیطهای درمانی مخاطره‌آمیز مانند اتاق‌های عمل، کانتریزاسیون قلب، زایمان، مراقبت‌های ویژه و غیره

- محیط‌های مخاطره‌آمیز در سیلوها، پالایشگاه‌ها و ...
- محیط‌های مربوط به استقرار مراکز شبکه‌های رایانه
- استخرهای شنا و حوضچه‌ها (IEC 60364-7-702)
- سایر محیط‌هایی که برای آن مقررات ویژه تدوین شده است.

#### ۶-۲-۱۷-۲- هم‌هنگی لوله‌کشی و نصب

انجام عملیات لوله‌کشی از نظر زمانی باید با سایر عملیات ساختمانی هماهنگ باشد بطوریکه عملیات-های ساختمانی و لوله‌کشی مدار روشنایی موجب تاخیر و تداخل در یکدیگر نشده و از دوباره‌کاری جلوگیری شود.

۶-۲-۱۷-۳- تمامی قسمت‌های سیم‌کشی مدار روشنایی اعم از روکار و توکار باید در داخل لوله‌های متناسب با شرایط محیطی و با استفاده از وسایل و متعلقات استاندارد انجام شود.

۶-۲-۱۷-۴- مجاری سیم‌کشی مدار روشنایی اعم از فلزی یا پلاستیکی و روکار و توکار باید مجهز به جعبه تقسیم‌ها، جعبه انشعاب‌ها قطعات اتصالی و انتهایی، زانوها، سراه‌ها و چهارراه‌های مخصوص خود باشند. در صورتی که در تمام یا قسمتی از مدار روشنایی، سیم‌کشی‌های تاسیسات فشار ضعیف از مجاری مدار روشنایی عبور می‌کنند، مجرا باید حداقل به یک دیواره جداکننده بین دو مدار مجهز باشد و این جدایی باید در سراسر مجرا و جعبه تقسیم‌ها و جعبه انشعاب‌ها و سایر قسمت‌ها باقی بماند.

۶-۲-۱۷-۵- مجاری فلزی باید به پیچ‌های مخصوص مداومت الکتریکی مجهز باشند و در سراسر مجرا، بدنه‌ها به یکدیگر متصل و همگی با هادی حفاظتی متصل باشند.

۶-۲-۱۷-۶- تمامی لوله‌کشی‌های مدار روشنایی باید از تابلو الکتریکی شروع و به نقطه تقسیم، انشعاب یا چراغ‌ها ختم شود. باقی گذاردن سر لوله به طور آزاد و یا استفاده از سرچپقی برای ختم لوله غیرمجاز است.

۶-۲-۱۷-۷- در لوله‌های فلزی باید به منظور جلوگیری از واکنش‌های گالوانیک، حتی‌الامکان لوله‌های فلزی همجنس استفاده شوند. در لوله‌های غیرفلزی نیز باید کلیه لوازم اتصال از همان جنس انتخاب شود.



۶-۲-۱۷-۸- در محیط‌های نمناک و مرطوب، کلیه اتصالاتی‌های مجراها و لوله‌ها باید در برابر رطوبت عایق و کلیه درپوش‌های جعبه تقسیم‌ها دارای واشر بوده و با پیچ به جعبه تقسیم متصل شوند.

۶-۲-۱۷-۹- در کلیه عملیات لوله‌کشی، لوله‌ها باید با خط‌الراس دیوارها و سقف، موازی و یا عمود بر آن باشند. همچنین فواصل لوله‌ها باید مساوی و شعاع خمش آن‌ها باید یکسان باشد.

۶-۲-۱۷-۱۰- اتصال لوله‌های روکار به دیوارها باید با استفاده از پیچ و مهره فلزی مناسب انجام شود به گونه‌ای که ظاهر کار کاملا تمیز و مرتب باشد.

۶-۲-۱۷-۱۱- در مواردی که لوله‌های مدار روشنایی از درز انبساط ساختمان عبور می‌کند باید از بوش منبسط شونده استفاده شود. همچنین می‌توان لوله اصلی را در داخل لوله بزرگتری قرار داد به طوری که بتواند آزادانه در داخل لوله بزرگتر حرکت کند. انتهای لوله بزرگتر باید بوسیله‌ی یک تبدیل به دنباله لوله‌کشی وصل گردد و یک سیم رابط نیز به منظور حفظ مداومت اتصال زمین بین دو لوله کشیده شود.

۶-۲-۱۷-۱۲- خم کردن لوله‌ها در صورت لزوم باید بگونه‌ای انجام شود که لوله‌ها زخمی نشده و قطر داخلی آن بطور موثر کم نشود. برای لوله‌های به قطر ۲۵ میلی‌متر می‌توان از لوله‌خم‌کن دستی استفاده کرد. برای لوله‌های با قطر بیش از ۲۵ میلی‌متر باید از ماشین لوله‌خم‌کن استفاده کرد.

۶-۲-۱۷-۱۳- در مسیر لوله‌کشی بین دو نقطه در صورتی که تعداد خم‌ها از ۴ خم ۹۰ درجه (۳۶۰ درجه) بیشتر گردد باید از جعبه کشش استفاده شود.

۶-۲-۱۷-۱۴- در مواردی که لوله‌ها در کارگاه بریده می‌شوند، باید لبه‌های تیز و برنده آن از داخل و خارج لوله صاف و به کلی برطرف شوند.

۶-۲-۱۷-۱۵- لوله‌های له شده و زرده‌دار نباید در لوله‌کشی استفاده شوند.

۷-۲-۱۷-۱۶- در هنگام لوله‌کشی باید دقت شود تا لوله‌ها زخمی، معیوب و تغییر شکل نیابند.

۶-۲-۱۷-۱۷- تمامی مجاری و مدارهای روشنایی از یک نقطه اتصال تا نقطه اتصال دیگر باید به صورت پیوسته اجرا شوند.

۶-۲-۱۷-۱۸- دهانه ورودی لوله‌هایی که از ساختمان خارج یا به آن وارد می‌شوند باید در برابر آب و گاز مسدود شوند.

۶-۲-۱۷-۱۹- کلیه مجاری، جعبه‌ها و انشعاب‌های مدار روشنایی باید در جریان نصب به طریق مناسب و بطور موقت مسدود شوند تا از ورود گچ و شن و سایر مواد خارجی به داخل آن‌ها جلوگیری شود.

۶-۲-۱۷-۲۰- لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سیم‌ها و کابل‌ها پس از پایان لوله‌کشی در داخل لوله‌ها هدایت شوند.

۶-۲-۱۷-۲۱- حداقل فاصله بین لوله‌های مدار روشنایی با سایر لوله‌های تاسیساتی باید ۱۵ سانتی‌متر باشد.

۶-۲-۱۷-۲۲- در هر نقطه اتصال مدار روشنایی مانند چراغ و کلید باید از جعبه متناسب با مورد استفاده شود.

۶-۲-۱۷-۲۳- کلیه هادی‌هایی که به جعبه تقسیم، کشش و یا تابلو وارد می‌شوند باید در برابر ساییدگی حفاظت شوند. به این ترتیب که برای حفاظت پوشش عایق سیم‌ها، در محل ورود هادی، یا اتصال لوله به جعبه تقسیم و مانند آن، باید یک بوشن فیبری و یا برنجی نصب شود مگر آن که معادل آن در جعبه تقسیم در نظر گرفته شده باشد.

۶-۲-۱۷-۲۴- تغییر نوع لوله (مانند فولادی به پلاستیکی) بدون قرار دادن نوعی جعبه در محل تغییر مجاز نیست.

۶-۲-۱۷-۲۵- کلیه مجاری و لوله‌هایی که به جعبه تقسیم و یا کشش، تابلوها، چراغ‌ها و مانند آن ختم می‌شوند باید به طریق مقتضی علامت‌گذاری شوند.

۶-۲-۱۷-۲۶- در مواردی که مدار روشنایی از زیر دیوار یا کف بتونی و یا از زیر پارتیشن عبور می‌کند، باید قبل از دیوارکشی یا بتون‌ریزی بر حسب محل عبور لوله‌های اصلی، لوله‌های محافظ از نوع چدنی، فولادی یا سیمانی، پیش‌بینی و نصب شوند. در صورت استفاده از بتون فوم، لوله پلاستیکی سخت محاز می‌باشد.

۶-۲-۱۷-۲۷- در صورت عبور لوله‌ها از کف، باید حتماً با توجه به مصالح مورد استفاده در کف، از لوله‌های چدنی، فولادی، سیمانی یا پلاستیکی سخت انجام شده و لوله‌کشی باید حداقل ۳ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح تمام شده کف انجام شود.

۶-۲-۱۷-۲۸- چراغ‌ها، کلیدها و سایر تجهیزات الکتریکی باید بطور مستقل روی دیوارها نصب شوند و اتکایی به لوله‌های برق مجاور نداشته باشند.

۶-۲-۱۷-۲۹- سیم‌های کشیده شده در لوله‌ها و مجاری باید از هر نظر سالم و بدون هیچ‌گونه شکستگی، له‌شدگی و تغییر شکل باشند.

۶-۲-۱۷-۳۰- در لوله‌کشی توکار، هنگام عبور لوله از دیوارهای بتونی باید هنگام قالب‌بندی تمهید لازم برای عبور لوله در نظر گرفته شده و از کندن شیار روی سطوح دیوارها، کف و سقف برای عبور لوله جلوگیری شود.

۶-۲-۱۷-۳۱- استفاده از لوله‌های خرطومی توکار جهت حفاظت مکانیکی سیم‌ها در فواصل بیشتر از ۱/۵ متر مجاز نمی‌باشد.

۶-۲-۱۷-۳۲- در لوله‌کشی توکار دیوارهای آجری، ایجاد شیار، جاسازی و ایجاد سوراخ در سطح باید پس از کاهگل‌گیری و یا گچ و خاک سطح انجام شود. عمق شیار باید بگونه‌ای باشد که سطح خارجی لوله حداقل ۱/۵ سانتی‌متر زیر سطح تمام شده باشد و همچنین بیش از نیمی از ضخامت دیوار برداشته نشود. عرض شیار نیز باید متناسب با قطر خارجی لوله باشد و بیش از آن مجاز نیست. استفاده از تجهیزات مناسب مانند تیشه مخصوص شیارکشی برای ایجاد شیار الزامی است.

۶-۲-۱۷-۳۳- تمامی جعبه‌های تقسیم، کشش و کلیدها باید بگونه‌ای نصب شوند که لبه خارجی آن‌ها با سطح تمام شده دیوار کاملاً هم‌سطح و تراز باشد.

۶-۲-۱۷-۳۴- جعبه‌های تقسیم و انشعاب باید بگونه‌ای نصب شوند که سیم‌ها و کابل‌های محتوی آن‌ها بدون تخریب ساختمان قابل دسترس باشند. همچنین این جعبه‌ها حتی‌المقدور باید دور از نظر قرار گیرند.

۶-۲-۱۷-۳۵- در لوله‌کشی روکار فاصله‌ی بست‌ها باید بین ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر باشد. بست‌ها باید بوسیله رول و پلاگ به دیوار محکم شوند. بست‌ها باید از نوع دو پیچه و بگونه‌ای اجرا شوند که لوله مدار روشنایی با سطح تماس پیدا نکند. استفاده از میخ برای محکم کردن لوله‌ها، جعبه‌های تقسیم، چراغ‌ها و سایر تجهیزات مجاز نمی‌باشد.



۷-۲-۱۷-۳۶- محل و فاصله‌ی بست‌های لوله‌های روکار باید بوسیله مهندس ناظر تاسیسات برقی دقیقاً در کارگاه تعیین شود.

۶-۲-۱۷-۳۷- لوله‌های روکار در سقف کاذب نباید از روی راییتس عبور داده شوند بلکه باید از سقف اصلی عبور داده شوند.

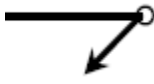
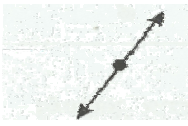


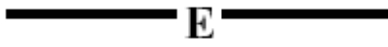

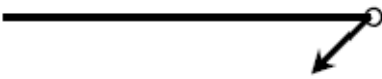



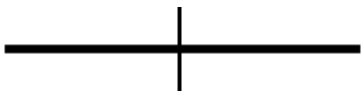

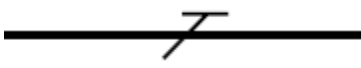
۶-۲-۱۷-۳۸- در صورت عبور لوله‌کشی روکار از فضاها، تر، لوله‌کشی باید بگونه‌ای انجام شود که بین تمامی لوله‌ها، جعبه‌ها و سایر تجهیزات با دیوار حداقل ۶ میلی‌متر فاصله وجود داشته باشد.

در این قسمت، مهم‌ترین علائم و نشانه‌هایی که در نقشه‌های طراحی سیستم‌های روشنایی بکار می‌رود ارائه شده است. این علائم به همراه شماره مشخصه از استاندارد شماره ۶۱۷ IEC برداشت شده است. نشانه‌های بکار رفته در نقشه‌های کلیه تاسیسات الکتریکی باید مطابق با استاندارد مزبور باشد.

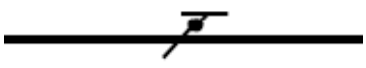
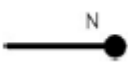
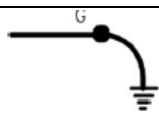
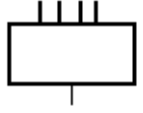



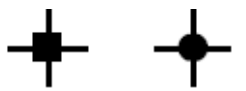



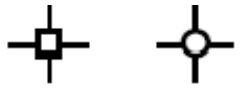

جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی

شماره	شرح	علامت
۱	لامپ و چراغ RD، قرمز YE، زرد GN، سبز BU، آبی WH، سفید Ne، نئون Xe، زنون Na، بخار سدیم Hg، بخار جیوه I، ید IN، التهایبی (رشته‌ای) ARC، قوس الکتریکی FL، فلورسنت IR، مادون قرمز UV، ماورای بنفش LED، دیود نورافشان	
۲	چراغ اضطراری با باتری سر خود	
۳	نور افکن همگرا	
۴	ادامه سیم‌کشی به سمت بالا	

جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی

شماره	شرح	علامت
۵	ادامه سیم‌کشی به سمت پایین	
۶	عبور سیم‌کشی در جهت قائم	
۷	مسیر لوله‌کشی توکار	
۸	مسیر لوله‌کشی روکار	
۹	مسیر لوله‌کشی توکار برای مدار اضطراری	
۱۰	مسیر لوله و سیم به طرف بالا	
۱۱	مسیر لوله و سیم به طرف پایین	
۱۲	نصب کابل به صورت روکار روی سطح	
۱۳	نصب کابل روی سینی کابل	
۱۴	نقطه انشعاب	
۱۵	تقاطع بدون اتصال الکتریکی	
۱۶	هادی خنثی	
۱۷	هادی حفاظتی	

جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی

شماره	شرح	علامت
۱۸	هادی مشترک حفاظتی و خنثی	
۱۹	اتصال نول در تابلو	
۲۰	اتصال زمین در تابلو	
۲۱	مرکز توزیع با ۵ لوله خروجی	
۲۲	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، یک راه، نوع روکار	
۲۳	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، دو راه، نوع روکار	
۲۴	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، سه راه، نوع روکار	
۲۵	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، چهار راه، نوع روکار	
۲۶	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، یک راه، نوع توکار	
۲۷	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، دو راه، نوع توکار	
۲۸	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، سه راه، نوع توکار	
۲۹	جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، چهار راه، نوع توکار	
۳۰	منبع تغذیه جریان متناوب	

جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی






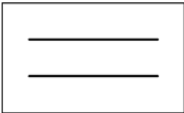
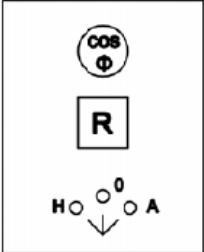
شماره	شرح	علامت
۳۱	منبع تغذیه جریان مستقیم	
۳۲	منبع تغذیه جریان متناوب و مستقیم	
۳۳	کلید، نشانه کلی	
۳۴	محل وصل لامپ یا چراغ	
۳۵	کلید یک پل دوراhe یا کلید تبدیل	
۳۶	کلید بین راه یا کلید واسطه یا کلید صلیبی	
۳۷	دایمر با کلید سر خود	
۳۸	کلید یک پل کششی	
۳۹	شستی، دکمه فشاری	
۴۰	کلید مجهز به لامپ، کلید با پیلوت	
۴۱	کلید دو پل	
۴۲	شستی با دسترسی محدود	
۴۳	کلید زمانی	
۴۴	کلید برق با عمل در اثر گردش کلید قفل وسیله کنترل شبگرد	



جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی

شماره	شرح	علامت
۴۵	کلید فشاری دو پل جهت قطع و وصل تابلویی	
۴۶	کلید فشاری دو پل جهت قطع و وصل تابلویی با چراغ سیگنال	
۴۷	کلید گردان تابلویی تک پل	
۴۸	کلید گردان تابلویی سه پل	
۴۹	کلید فیوز تابلویی سه پل	
۵۰	کلید مینیاتوری تک پل	
۵۱	کلید مینیاتوری دو پل	
۵۲	کلید مینیاتوری سه پل	
۵۳	فیوز فشنگی (تعداد خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز است)	
۵۴	فیوز چاقویی (تعداد خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز است)	
۵۵	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع‌کننده حرارتی و سریع فزونی جریان	
۵۶	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع‌کننده سریع فزونی جریان	
۵۷	چراغ سیگنال تابلو	

جدول (۷-۱). علائم و نشانه‌های نقشه‌های سیستم روشنایی

شماره	شرح	علامت
۵۸	کنتور اکتیو	
۵۹	کنتور راکتیو	
۶۰	آمپر متر	
۶۱	ولت متر	
۶۲	فرکانس متر	
۶۳	کسینوس فی متر، اندازه‌گیری ضریب توان	
۶۴	خازن اصلاح ضریب قدرت	
۶۵	تابلوی فرمان خازن	
۶۶	رگولاتور خازنی	



## خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر ششصد و پنجاه 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 سایت اینترنتی [nezamfanni.ir](http://nezamfanni.ir) قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی



**Islamic Republic of Iran**  
**Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision**

# **Interior lightning Design Criterion And lightning Engineering**

**NO: 654**

Office of Deputy for Strategic Supervision

Department of Technical Affairs  
**Nezamfanni.ir**

**2014**



این نشریه

با عنوان « مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی» حاوی ضوابط و معیارهای فنی لازم برای طراحی و مهندسی گستره وسیعی از سیستم های روشنایی داخلی می باشد.

در این نشریه مباحث مربوط به معرفی انواع سیستم ها و ضوابط طراحی، انواع چراغها، سیستم تغذی، مدار فرمان و کنترل و سیستم حفاظت ارایه شده است.

