

نقشه

کشی عمومی برق



PowerEn.ir

فصل اول

کلیدها و پریزها

اهداف آموزشی فصل اول :

- ۱- آشنایی با انواع کلیدها و پریزها
- ۲- آشنایی با استانداردهای ساخت کلید و پریز
- ۳- شناخت موارد کاربرد انواع کلید های برق
- ۴- طبقه بندی و موارد کاربرد پریزها
- ۵- آشنایی با سیم کشی مدارپریزها
- ۶- نشانه های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی

۱-۱- تعاریف

- **کلید:** وسیله ای است که برای قطع و وصل جریان برق در یک یا چند مدار الکتریکی به کار می رود.
- **پریز و دوشاخه :** وسیله ای است که برای اتصال هادیها و بند های قابل انعطاف در سیم کشی ثابت به کار می رود و شامل دو قسمت است :
 - **پریز ثابت :** قسمتی است که با سیم کشی ثابت نصب می گردد.
 - **دو شاخه :** قسمتی است که به هادی، یا بند قابل انعطاف لوازم برقی یا بند قابل انعطاف پریز دستی متصل می شود.
- **پریز چند راهه :** یک دستگاه پریز است که بیش از یک محل برای اتصال دو شاخه داشته باشد.
- **ولتاژ نامی :** ولتاژی است که دستگاه برای آن ساخته شده و توسط سازنده بر روی آن مشخص شده است. این ولتاژ در سیستم سه فاز ولتاژ بین دو فاز می باشد.
- **جریان نامی:** شدت جریانی است که بوسیله سازنده بر روی پریز یا دو شاخه مشخص شده است. منظور از این ولتاژ و جریان، مقدار مؤثر آنست مگر در مواردی که جز آن ذکر شده باشد.

۱-۲- استاندارد ساخت کلیدها و پریزها

ولتاژ نامی کلیدهای فرمان روشنایی که در تأسیسات برقی مانند ساختمانهای مسکونی، اداری، آموزشی، بهداشتی، صنعتی و غیره مورد مصرف قرار می گیرد، طبق استاندارد ملی شماره ۴۶۲ نباید از ۲۵۰ ولت برای تکفاز و ۵۰۰ ولت برای دو فاز و سه فاز و جریان نامی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نماید.

کلید های دستی مصارف عمومی نصب ثابت، برای استفاده در داخل یا خارج ساختمان، که ولتاژ نامی آن از ۴۴۰ ولت و جریان نامی آن از ۶۳ آمپر تجاوز نمی کند باید برابر استاندارد IEC669-1 یا یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مشابه ساخته شده باشد. این استاندارد کلید های دارای چراغ پایلوت، کلید های کنترل از راه دور الکترو مغناطیسی، کلید های مجهز به وسایل تأخیر زمانی، کلید های چند منظوره، و کلید های الکترونیکی را نیز شامل می شود.

جعبه های زیر کلید به استثنای جعبه های توکار معمولی که بدون حفاظت می باشند، باید مطابق استاندارد IEC669-1 یا مشابه آن تولید شده باشد و جعبه های زیر کلید توکار معمولی باید برابر استاندارد IEC670 یا مشابه آن تولید شده باشد.

پریزها و دو شاخه های برق تکفاز، دو فاز و سه فاز که ولتاژ نامی آن از ۳۸۰ ولت و جریان نامی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نمی کند به همراه جعبه های مربوطه، باید منطبق با جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۶۳۵ تولید شده باشد.

پریز های صنعتی و پلاک مربوط به آن، که ولتاژ نامی آن از ۵۰۰ ولت و جریان نامی آن ۱۰۰ آمپر تجاوز نمی کند، باید منطبق با نشریه استاندارد شماره ۳۰۹ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) یا مشابه آن ساخته شده باشد.

در سایر موارد مانند انواع دیگر کلید و پریز و پلاگ و همچنین دکمه فشاری، انواع دیمر و غیره که استاندارد ایرانی موجود نباشد، باید از استاندارد های کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک و مشابه آن استفاده شود.

۱-۳- کلید های برق

به طور کلی کلید های برق را بر اساس موارد زیر طبقه بندی می کنند:

- بر اساس نوع منبع: متناوب (AC)، مستقیم (DC) و هر دو نوع متناوب و مستقیم (DC, AC).
- بر اساس نوع اتصال: که شامل کلید های یک جهته (یک پل، دو پل، سه پل، سه پل، ونول) و کلید های چند جهته (دو جهته با حالت خاموش، دو مداره، تبدیل، تبدیل دوپل، وصلی) می باشد.

- بر اساس روش به کار انداختن کلید: شامل کلید های گردان، شستی، دکمه فشاری و کششی.
- برحسب درجه حفاظت در برابر نفوذ آب: که شامل کلید های بدون حفاظت معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب (IPX4)، و حفاظت شده در برابر فوران آب (IPX5) خواهد بود.
- بر حسب درجه حفاظت در برابر شوک الکتریکی: که شامل کلید های بدون پوشش و کلید های دارای پوشش (IP2X) می باشد. در کلید های بدون پوشش حفاظت در برابر شوک الکتریکی به وسیله محفظه ای که در آن نصب می شود تأمین می گردد.
- بر حسب روش نصب: که شامل نصب روکار، توکار، نیمه کار، و تابلویی می باشد.
- بر حسب فواصل بین کنتاکتها: که شامل فاصله معمولی و فاصله جزئی یا مینی (فقط برای برق متناوب) خواهد بود.
- بر حسب روش نصب کلید از نظر طرح ساخت آن: که شامل کلید هایی می شود که پوشش یا صفحه در پوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت باشد (طرح A)، و کلید هایی که پوشش یا صفحه در پوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت نباشد (طرح B).

۱-۳-۱- موارد کاربرد کلید های برق

- موارد کاربرد انواع کلید های برق به قرار زیر است :
- کلید یک پل، یک راه، و یک خانه:
این نوع کلید برای قطع و وصل سیم فاز در چراغهای روشنایی و مصارف مشابه به کار می رود.
 - کلید یک پل، یک راه، و دو خانه:
این نوع کلید برای قطع و وصل دو مدار به کار می رود.

- **کلید دوپل :**

این نوع کلید که در حقیقت دو کلید در یک جعبه است برای قطع و وصل همزمان دو فاز ویا یک فاز و یک نول مورد استفاده قرار داد.

- **کلید سه پل :**

این نوع کلید برای قطع و وصل سه انشعاب از یک نقطه به کار می رود. این گونه کلید ها برای قطع و وصل موتور های سه فاز نیز کاربرد دارد.

- **کلید دو راه یا تبدیل :**

این نوع کلید که در واقع مدار را تبدیل یا تعویض می کند برای قطع و وصل چراغ از دو نقطه مختلف بکار می رود.

- **کلید دو راه یا تبدیل دو پل :**

این نوع کلید، دو مدار را تبدیل یا تعویض می کند و برای قطع و وصل دو فاز یا فاز و نول ویا برق ایزوله از دو نقطه مختلف مورد استفاده قرار می گیرد.

- **کلید صلیبی :**

کلید صلیبی به همراه دو کلید تبدیل برای کنترل مدار چراغها از سه نقطه ویا بیشتر به کار می رود و نحوه قطع و وصل به صورت تغییر مدار (ضربدر یا موازی) است.

- **کلید جیوه ای :**

این نوع کلید در مدارهای فرعی با بار کم مانند ترموستاتها، روی دیگهای بخار وچیلرها، اطاقهای عمل وغیره به کار می رود.

۱-۳-۲- انتخاب نوع، ظرفیت بار و روش سیم کشی کلیدها

کلیدهای روشنایی بر اساس موارد کاربرد، نوع منبع نیرو، شرایط محل نصب، ولتاژ مورد لزوم و محاسبه مقدار جریانی که از آن عبور می کند انتخاب می شود. این نوع کلیدها در سیستم برق تکفاز ۲۲۰ ولت، باید حداقل ۲۵۰ ولت و ۱۰ آمپر باشد.

جریان نامی کلیدها باید با توجه به نوع باری که قطع و وصل می شود، برابر یا بزرگتر از مقدار جریان مصرف باشد مگر در مواردی که در استاندارد ساخت کلید به گونه دیگری مشخص شده باشد.

این جریان برای بارهای دارای ضریب قدرت واحد مانند لامپهای رشته ای و مانند آن برابر جریان مصرف، برای بارهای دارای ضریب قدرت راکتیو مانند موتورها ۱/۲۵ برابر جریان مصرف و برای بارهای دارای ضریب قدرت خازنی و مواردی مانند لامپهای گازی با خازن تصحیح ضریب قدرت و موتورهای دارای راه انداز خازنی و غیره ۲ برابر جریان مصرف می باشد.

کلید هایی که برای قطع بار کامل الکتریکی القایی طراحی نشده باشند باید دارای آمپراژ دو برابر بار ثابت مورد نظر باشد.

۱-۴-۱- پریش های برق

۱-۴-۱-۱- طبقه بندی و موارد کاربرد پریشها

پریشها نیز مانند کلیدها بر اساس روشهای زیر طبقه بندی می شوند:

- **بر اساس روش نصب:** که شامل نصب روکار و نصب توکار می شود.
- **بر اساس وجود اتصال زمین:** که شامل پریش های بدون اتصال زمین و پریش های مجهز به اتصال زمین می باشد. پریش هایی که دارای اتصال زمین هستند باید به نحوی ساخته شوند که در هنگام قرار دادن دو شاخه در پریش، کنتاکتهای اتصال زمین قبل از شاخکهای اتصال حامل جریان وصل شده و زمان کشیدن دو شاخه از پریش، شاخکهای حامل جریان، قبل از کنتاکتهای اتصال زمین از پریش قطع شود. ساختمان پریش های تکفاز با اتصال زمین، باید به گونه ای باشد که وصل دو شاخه های معمولی که بدون اتصال زمین هستند به آن امکان پذیر نباشد. پریش های مجهز به اتصال زمین به منظور اتصال وسایل الکتریکی خانگی و اداری مانند یخچال، فریزر، کولر، لباسشویی، خشک کن، ظرفشویی و مانند آن در ساختمانها به کار می رود. این گونه وسایل به لحاظ امکان اتصال فاز به بدنه و قسمتهای خارجی آن، باید از طریق کنتاکتهای اتصال زمین به سیستم زمین متصل شوند. ابزارهای دستی موتوری مانند دریل، چمن زن و اره برقی نیز به ویژه در مناطق مخاطره آمیز در مناطق مرطوب و یا در مواردی که افراد در ارتباط مستقیم با زمین، کف فلزی، داخل

مخازن فلزی، ودیگهای بخار و غیره از آن استفاده می کنند، باید به سیستم زمین اتصال یابد.

- بر اساس درجه حفاظت در برابر رطوبت و نفوذ آب: که شامل پریز های معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب و حفاظت شده در برابر پاشیده شدن آب با فشار می شود. پریزهای معمولی در محلهای خشک مورد استفاده قرار می گیرد ولی پریز های حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب در محلهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها مورد استفاده قرار می گیرد.

- طبقه بندی بر حسب تعداد فازها: که پریز های تکفاز و سه فاز را در بر می گیرد.

بعضی از انواع دیگر پریزها

• پریز های قفل شو:

این نوع پریزها به گونه ای طراحی و ساخته شده است که در هنگام برقرار بودن کنتاکتهای اتصال، دو شاخه را نمی توان در پریز قرار داد و یا از آن خارج نمود. همچنین بدون قرار دادن دو شاخه در پریز کنتاکتهای اتصال برقرار نمی شود.

• پریز های ریش تراش :

این گونه پریزها که برای اتصال ماشینهای ریش تراش برقی در دستشویی، حمام، بیمارستان، هتل و مانند آن به کار می رود، دارای ترانسفورماتور جدا کننده و کلیدی است که در صورت عدم اتصال ریش تراش، ترانسفورماتور را از منبع برق جدا می کند.

• پریزهای بی خطر:

این نوع پریزها، که به عنوان پریزهای ایمنی نیز شناخته میشوند، به گونه ای ساخته شده اند که پس از کشیدن دو شاخه از برق، اتصالات آن بی برق شده یا کاملاً پوشانده می شود.

• پریزهای صنعتی:

پریزها و پلاگ های صنعتی که برای مصارف صنعتی به کار می رود، معمولاً به اشکال سه قطبی (فاز، خنثی، و زمین)، چهار قطبی (سه فاز و زمین)، و پنج قطبی (سه فاز، خنثی و زمین) و در ولتاژهای ۵۰ تا ۷۵۰ ولت و آمپراژهای ۱۶ تا ۴۰۰ آمپر ساخته می شود. این گونه پریزها و پلاگ های مربوط

به آن طوری طراحی شده است که پلاگ های هر ولتاژ و فرکانس معین، مخصوص همان سیستم ولتاژ و فرکانس است و در پریز ویژه خود امکان اتصال دارد. پریزهای برق در تأسیسات برق ساختمانها باید از نظر حداقل ظرفیت نامی بار و دارا بودن اتصال زمین در سیستمهای مختلف برقی تابع شرایط زیر باشد:

- در مواردی که از سیستم برق تکفاز و ۲۲۰ ولت استفاده می شود، پریز باید حداقل ۲۵۰ ولت، ۱۶ آمپر و با اتصال زمین باشد.
- در مواردی که از سیستم برق سه فاز و ۳۸۰ ولت استفاده می شود، پریز باید حداقل ۵۰۰ ولت، ۱۶ آمپر و با اتصال زمین باشد.
- در مواردی که از سیستم برق تکفاز ۱۱۰ ولت یا سه فاز ۲۰۸ ولت استفاده می شود، پریزها ممکن است برحسب مورد از نوع با اتصال زمین و یا بدون اتصال زمین باشد.
- در مواردی که از سیستم برق ۶۰ ولت و ولتاژهای پایینتر استفاده می شود باید از پریزهای مخصوص بدون اتصال زمین استفاده شود.

در هریک از سیستمهای ولتاژی فوق الذکر پریزها و پلاگ های مربوطه، باید مخصوص همان ولتاژ باشد و پلاگ یک سیستم قابل جایگزینی در سیستمهای دیگر نباشد. نکته دیگر آنکه کلیه پریزهایی که در کف نصب می شود باید مجهز به در پوش مخصوص بوده و شکننده نباشد. این گونه پریزها باید برای مکانهای خشک از نوع معمولی، برای مناطق مرطوب یا خارج ساختمانها از نوع حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، و برای مکانهای مخاطره آمیز بر حسب مورد از انواع "ضد انفجار" یا ضد "اشتعال غبار" انتخاب شود.

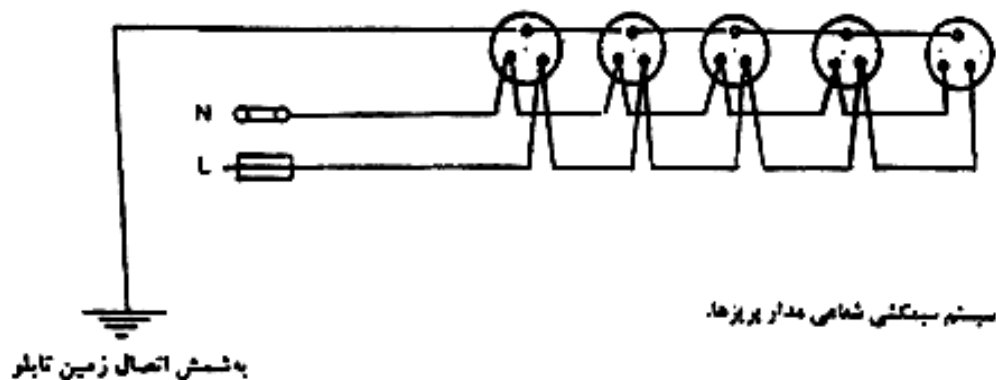
۱-۴-۲ - سیستم سیم کشی مدار و تعداد پریزها

معمولاً برای سیم کشی مدار پریزها از دو نوع سیستم زیر استفاده می شود:

- سیستم شعاعی
- سیستم حلقوی یا رینگ

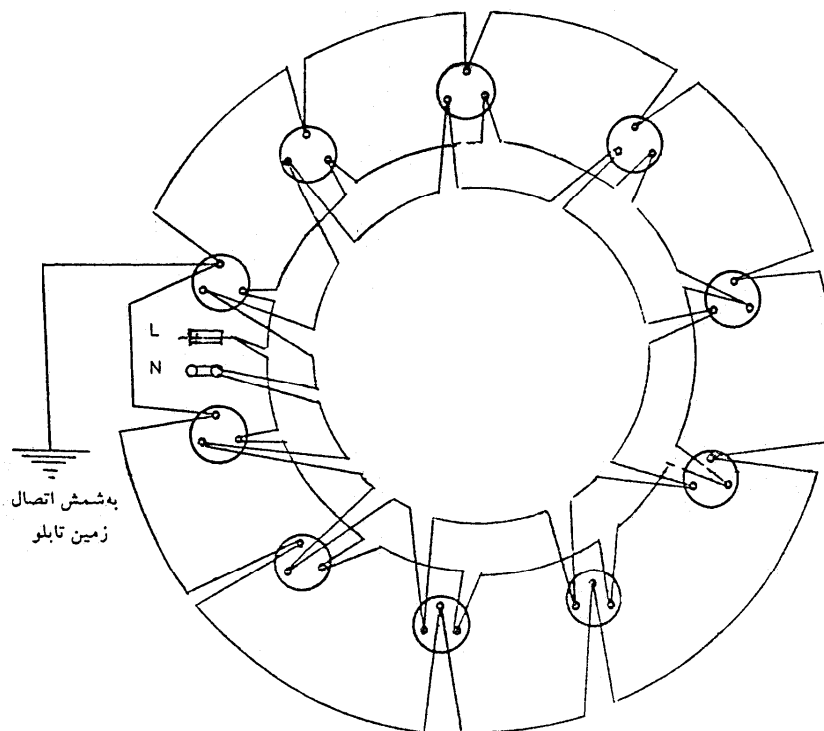
در مواردی که برای سیم کشی مدار پریزها از سیستم شعاعی استفاده می شود، باید هادی برقدار از فیوز حفاظتی مدار به کنتاکت فاز، هادی نول به کنتاکت نول و سیم زمین به کنتاکت اتصال زمین هریک از پریزها به ترتیبی که در شکل (۱) نشان داده شده است متصل شود.

حفاظت مدار این گونه پریزها در برابر اضافه بار به وسیله کلید های مینیاتوری یا فیوز های مدار فرعی با ظرفیت مناسب و با توجه به این نکته که ظرفیت بار کلید یا فیوز نباید از ظرفیت بار سیم یا کابل مربوطه تجاوز کند، تأمین میشود.



شکل (۱)

در مواردی که برای سیم کشی مدار پریزها از سیستم حلقوی یا رینگ استفاده می شود، باید هر دو سر هادی برقدار به ترمینال فیوز حفاظتی ۳۰ آمپر، هر دو سر هادی خنثی به ترمینال نول و هر دو سر اتصال زمین به ترمینال سیستم زمین به ترکیبی که در شکل (۲) نشان داده شده است، متصل شود. در این سیستم سطح مقطع سیمهای مورد استفاده، حداقل $\frac{2}{5}$ میلیمتر مربع خواهد بود و هر یک از مدارهای فرعی رینگ، که در محل های مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار می گیرد نباید سطحی بیش از ۱۰۰ متر مربع را پوشش دهد.



شکل (۲)

تعداد مدارهای نهایی لازم برای پریزها و بار هر یک، طبق یکی از روشهای زیر تعیین می شود:

۱- تعداد لوازم ثابت و یا پریزهایی که به وسیله یک مدار نهایی تغذیه می شود باید بطوری انتخاب شود که جمع تقاضای مدار، با توجه به نحوه استفاده از لوازم در محل، از جریان مجاز حرارتی هادیهای مدار تجاوز ننماید. در مواردی که در آن سطح محدودی از زیر بنا به وسیله مدار تغذیه میشود و غیر همزمانی زیادی بین مصرف لوازم و پریزها وجود دارد، احتیاجی به محدود کردن تعداد نقاط تغذیه مدار نهایی نخواهد بود، جریان مجاز حرارتی یک مدار نهایی حلقوی $1/5$ برابر جریان مجاز هادیهای مدار خواهد بود.

ذکر این نکته لازم است که مقررات ذکر شده در بند یک، در درجه اول برای آپارتمانها یا منازل مسکونی در نظر گرفته شده است ولی در موارد دیگری که غیر همزمانی زیادی در مصارف وجود داشته باشد نیز از این مقررات می توان استفاده نمود به شرط آنکه تغییراتی که ممکن است در آینده در نحوه استفاده از محل به وجود آید مد نظر قرار گیرد.

۲- در مواردی که استفاده از ضریب هماهنگی امکان پذیر نباشد بار هر مصرف کننده ثابت، مقدار نامی ورودی آن بوده و هر پریز مانند یک مصرف کننده ثابت فرض شده و بار آن برابر جریان نامی پریز یا وسیله حفاظتی انفرادی آن پریز خواهد بود.

نکته:

برای وسایل برقی از قبیل یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، خشک کن، ظرف شویی، و مانند آن باید یک پریز با مدار جدا گانه در نظر گرفته شود و حداکثر فاصله آن از یک متر تجاوز نکند. همچنین پریزهای مخصوص کارهای صنعتی مانند دریل رومیزی، سنگ سنباده، دستگاه جوش، و مانند آن باید دارای مدار جداگانه بوده و برای تحمل بار مشخص شده به طور مداوم ظرفیت کافی داشته باشد. این گونه پریزها باید به در پوش مخصوص و مناسب مجهز بوده و در صورت امکان از نوع چدنی قفل شو باشد.

۱-۵- اصول و روشهای نصب کلید و پریز

کلیدها اصولاً باید سیم فاز مدار را قطع و وصل کنند مگر در مواردی که از کلید دوپل برای قطع و وصل فاز و نول مدار استفاده شود و یا کلیدهای سه فاز و خنثی که سیم نول نیز به کلید آورده می شود. در این گونه موارد ساختمان کلید باید به گونه ای باشد که هادی خنثی (نول) قبل از هادیهای فاز قطع نشود. همچنین در هنگام وصل نیز هادی خنثی باید قبل از وصل شدن هادی های فاز یا همزمان با آن وصل شود. در مواردی که از هادی خنثی به عنوان هادی حفاظتی نیز استفاده می شود، هادی خنثی باید پیوسته بوده و هیچگاه قطع نشود.

محل دقیق نصب کلیدها بر اساس نقشه های معماری و با توجه به استقرار تجهیزات و مبلمان، بر روی نقشه های اجرایی مشخص شده و پس از تصویب به مرحله اجرا درمی آید.

کلیدهایی که محل نصب آن جنب در ورودی واقع می شود باید در طرف قفل در قرار گیرد. فاصله نزدیکترین لبه درپوش این گونه کلیدها از چارچوب باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر و از ۳۰ سانتیمتر بیشتر نباشد. ضمناً فاصله مذکور باید به صورت یکسان در تمامی پروژه رعایت شود.

کلیدها باید طوری تعبیه شوند که رو به پایین روشن و رو به بالا خاموش باشد.

در مواردی که از کلیدهای چند فاز استفاده می شود باید نوع هر یک از فازها با نصب علامت ویژه در زیر آن مشخص شود و عبارت "خطر ۳۸۰ ولت" نیز در زیر روکش کلید قید گردد.

در پریز تکفاز و نول، اتصال سیمها به کنتاکتهای پریز باید به ترتیبی انجام شود که سیم فاز سمت راست و سیم نول سمت چپ فردی که روبروی پریز قرار می گیرد نصب شود.

در ساختمانهای مسکونی، در اماکنهای نشیمن، خواب، مطالعه، هال، سالنهای ناهار خوری و پذیرایی و آشپزخانه پریزهای برق باید به گونه ای نصب شود که در هر دیوار فاصله بین محل نصب پریزها و هر نقطه ای به موازات فصل مشترک دیوار و کف (خط کف) از دو متر تجاوز نکند. پریزهای واقع در کف در صورتی مورد احتساب قرار می گیرد که نزدیک دیوار واقع شده باشد.

۱-۵-۱- ارتفاع نصب کلیدها و پریزها

ارتفاع نصب کلیدها بر حسب نوع آن متفاوت می باشد که به شرح زیر است:

• کلیدهای روشنایی

♣ ارتفاع نصب این نوع کلیدها برای اماکنهای مسکونی، اداری، آشپزخانه، اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده است.

♣ ارتفاع نصب این نوع کلیدها برای اماکن عمل، زایمان، شکسته بندی، و فضاهای مشابه، در صورتی که از نوع "ضد انفجار" نباشد ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده است.

- ارتفاع نصب کلید راه انداز موتور ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده می باشد.
 - ارتفاع نصب کلید کنترل هواکش ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده است.
- ارتفاع نصب پریزها و زنگ فشاری نیز به شرح زیر است:
- ارتفاع نصب پریزهای برق ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده است.
 - ارتفاع نصب پریزهای برق که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، و گاراژ نصب می شود، ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده می باشد.
 - ارتفاع نصب پریزهای تلفن ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده می باشد.
 - ارتفاع نصب پریزهای آنتن تلویزیون ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده است.
 - زنگ فشاری در صورتی که در کنار پریز قرار گیرد ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده و چنانچه در جنب کلید قرار گیرد ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده نصب می شود.
 - لوازم برقی از قبیل کلید و پریز و امثال آن در اطاقهای عمل، زایمان، شکسته بندی، بیهوشی یا در مکانهایی که احتمال مصرف گاز بیهوشی وجود دارد در صورتی که از نوع "ضد انفجار" نباشد باید حداقل در ارتفاع ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده نصب شود.
 - در مکانهایی مانند آزمایشگاهها، کارگاهها، آشپزخانه ها و غیره که از میز کار مخصوص و یا پیشخوان استفاده می شود، پریزهای برق در صورتی که روی دیواره وسط میز آزمایشگاه یا روی قرنیز میز کار نصب نشده باشد، باید حداقل ۱۰ سانتیمتر بالای قرنیز میز روی دیوار نصب شود.

۱-۵-۲- ملاحظات نصب کلیدها و پریزها

- پریزهای سه فاز باید برحسب مورد با چهار شاخه یا پنج شاخه مربوطه همراه باشند. لوازم برقی از قبیل کلید، پریز، دیمر، فشاری زنگ و غیره باید در سیستم لوله کشی توکار از نوع توکار و در سیستم لوله کشی روکار از نوع روکار انتخاب و نصب شود. این گونه لوازم باید به طور کاملاً مستقل روی دیوار استقرار یابد و به لوله های برق مجاور آن اتکا داده نشود.
- لوازم برقی همچون کلید، پریز و مانند آن، که در محیطهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها مورد استفاده قرار می گیرد باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشد:

- برای محیطهای مرطوب IP44
- برای محیطهای تر و خارج ساختمانها IP45

در هریک از موارد فوق الذکر محل ورود کابل به داخل کلید و پریز باید روبه پایین قرار گرفته و با گلند کاملاً آب بندی شود.

اتصالات سیستم لوله کشی شامل جعبه های زیر کلید و پریز و تقسیم، لوله ها، تابلوهای برق، پایه های کلید و پریز و امثال آن باید کاملاً پیچ شده باشد تا اتصال زمین را به نحو مطلوب تأمین کند. از طرفی روش بستن کلید و پریز و مانند آن به جعبه زیر آن باید بوسیله پیچ باشد و نحوه اتصال به جعبه باید بوسیله بوش برنجی انجام شود.








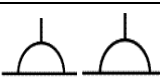



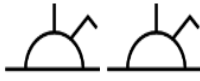












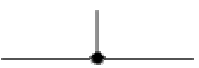







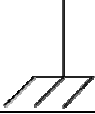

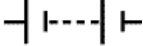

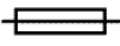
جعبه زیر کلید و پریز و لوازم مشابه، باید از نظر جنس برای کاربرد مورد نظر مناسب باشد. این گونه جعبه ها باید بگونه ای نصب شود که بدون در نظر گرفتن اتصال آن به لوله مستقلاً محکم شود و سطوح در پوش کلید و پریز توکار باید همسطح اندود آجری دیوار باشد. در مکانهای مسکونی و مانند آن، در حمام، نصب هر گونه کلید، پریز یا وسیله برقی دیگر در محدوده قابل دسترسی توسط استفاده کننده از دوش ممنوع است. محوطه قابل دسترسی، در امتداد عمودی از کف حمام تا ارتفاع ۲۲۵ سانتیمتر و در جهت افقی از لبه وان یا زیر دوشی تا فاصله ۶۰ سانتیمتر را شامل می شود.

در مکانهای (طبقه بندی شده) مخاطره آمیز برای انتخاب نوع کلید، پریز و سایر لوازم برقی مشابه و روش نصب آن باید بر اساس طبقه بندیها و دستور العملها، و استانداردهای خاص مکانهای مخاطره آمیز که به وسیله وزارت نفت یا یکی از موسسات شناخته شده بین المللی الکتروتکنیک (IEC), NFPA تدوین شده است عمل شود.

۱-۶- علائم ترسیمی لوازم برقی

لوازم الکتریکی از قبیل کلید، پریز، زنگ فشاری و مانند آن، که در یک پروژه واحد مورد مصرف قرار می گیرد باید متحدالشکل بوده و از کارخانه سازنده واحدی تهیه شود. نشانه های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) نشانه های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

	دکمه فشاری		شکل عمومی ماشین
	ساعت		شکل عمومی بار
	زنگ اخبار		پریز
	Buzzer		پریز جفتی
	آژیر		کلید پریز
	بوق		کلید پریز جفتی
	گوشی تلفن		کلید یک پل، یک راه، یک خانه
	کلید		کلید تبدیل (یک پل، دو راه، یک خانه)
	کلید فیوز		کلید صلیبی، یک پل، یک خانه
	میکروفون		کلید یک پل، یک راه، یک خانه، از نوع کششی
	بلند گو		وسایل نشان دهنده
	آنتن		کنتور
	محل اتصال سیم		لامپ
	عبور سیمها از روی یکدیگر		لامپ فیلامنتی
	جعبه ترمینال		هم پتانسیل
	ارت بدون نویز		ترمینال
	ارت خالص		محل اتصال زمین
	باتری		زمین حفاظتی
			فیوز

سوالات فصل اول:

- ۱- پریز چند راهه چه نوع پریزی است؟
- ۲- کلید های برق را برچه اساسی طبقه بندی می کنند؟
- ۳- کلید دو راه یا تبدیل در چه مواردی کاربرد دارد؟
- ۴- پریزها برچه اساسی طبقه بندی می شوند؟
- ۵- انواع سیم کشی مدار پریزها را نام ببرید.
- ۶- ارتفاع نصب کلیدهای روشنایی چگونه است؟
- ۷- ارتفاع نصب پریزها و زنگ های فشاری را بیان کنید.

فصل دوم چراغهای روشنایی

۲-۱- تعاریف

چراغ: وسیله ای که نور ساطع از یک یا چند لامپ روشنایی را توزیع، تبدیل، یا فیلتر می کند و دارای تمامی قطعات لازم برای نصب، نگهداری و حفاظت لامپها بوده و در موارد لازم مجهز به اجزای کمکی مدار همراه با وسایل اتصال به منبع نیرو می باشد.

چراغ معمولی: به چراغ بدون حفاظت در برابر رطوبت و غبار گفته می شود.

چراغ عمومی یا هر کاره: چراغی است که برای منظور خاصی طراحی نشده باشد مانند چراغهای آویز، چراغهای نصب ثابت روکار و نورافکنهای همگرا (اسپات). یک نمونه از چراغهای مخصوص که برای کاربردهای ویژه مورد استفاده قرار می گیرد چراغهای مخصوص استخر و یا عکسبرداری می باشد.

چراغ ثابت: چراغی است که به سهولت قابل جابجایی نبوده و یا نحوه نصب آن به گونه ای باشد که چراغ به کمک یک ابزار برداشته شود و یا محل نصب آن خارج از دسترس باشد.

چراغ قابل حمل: چراغی است که در شرایط عادی بهره برداری و به هنگام اتصال به برق به آسانی قابل جابجایی باشد.

چراغ توکار: چراغی است که بخش یا تمامی آن برای نصب توکار ساخته شده باشد.

عایق بندی اساسی: عایق بندی است که به منظور حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی به قسمتهای برقدار اعمال می شود.

عایق بندی تکمیلی: عایق بندی مستقلی است که علاوه بر عایق بندی اساسی به منظور تأمین حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی در صورت بروز نقص در عایق بندی اساسی پیش بینی شده باشد.

عایق بندی دوگانه (مضاعف): عایق بندی است که متشکل از عایق بندی اساسی و تکمیلی باشد.

عایق‌بندی تقویت شده: یک سیستم عایق‌بندی واحد است که به قسمتهای برقدار اعمال می‌شود و همان درجه حفاظت عایق‌بندی مضاعف را در برابر خطر برق گرفتگی ایجاد می‌کند.

ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی: ولتاژ مؤثری است که از ۵۰ ولت متناوب بین هادیها یا بین هر هادی و زمین در مداری که از شبکه اصلی برق با وسیله ای مانند ترانسفورماتور جدا کننده ایمنی یا یک مبدل با سیم پیچ مجزا، جدا شده باشد، تجاوز نکند.

بالاست: وسیله ای است که بین منبع تغذیه و لامپهای تخلیه قرار داده می‌شود و به منظور محدود کردن جریان لامپ و تنظیم آن در حد مورد نظر در تمام اوقات کار لامپ اعم از راه اندازی و کار دائم آن به کار میرود.

راه انداز: وسیله ای است که مدار پیش گرم کننده لامپ فلورسنت را به منظور راه انداختن لامپ بسته یا باز می‌کند.

ایگنیتور: وسیله ای است که به تنهایی و یا همراه با تجهیزات دیگر، به منظور ایجاد پالس ولتاژ برای راه اندازی لامپهای تخلیه ای که فاقد گرمکن برای الکترودها می‌باشد، استفاده می‌گردد.

۲-۲- استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی

۲-۲-۱- استاندارد چراغها

- چراغهای عمومی نصب ثابت با لامپ های روشنایی رشته ای تنگستن، فلورسنت، لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC598-2-1 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC598-1 یا BS4533 تولید شده باشد.
- چراغهای توکار با لامپهای رشته ای تنگستن، فلورسنت لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC598-2-3 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC598-1 ساخته شده باشد.

- چراغهای عمومی قابل حمل با لامپهای روشنایی رشته ای تنگستن، فلورسنت لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه وبا حداکثر ولتاژ ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC598-2-4 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC598-1 ساخته شده باشد. (این استاندارد شامل چراغهای دستی نمی شود).
- چراغهای نورافکن واگرا که با لامپهای رشته ای تنگستن، فلورسنت لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه مورد استفاده قرار می گیرد وولتاژ تغذیه آن از ۱۰۰۰ ولت متجاوز نباشد باید برابر استاندارد IEC598-2-5 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC598-1 ساخته شده باشد.
- چراغهای ترانسفورمر سر خود طبقه II, I با لامپهای رشته ای وولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۱۰۰۰ ولت و چراغهای ترانسفورمر سر خود طبقه صفر با لامپهای رشته ای وولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-6 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC598-1 ساخته شده باشد.
- چراغهای پایه دار باغچه ای قابل حمل، با لامپهای رشته ای تنگستن و فلورسنت لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه وبا ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت، قابل استفاده در فضای سبز، باغچه و مانند آن باید در برابر استاندارد IEC598-2-7 و بخشهای مربوطه از استاندارد IEC598-1 تولید شده باشد.
- چراغهای دستی و چراغهای قابل حمل مشابه که در هنگام استفاده در دست قرار می گیرد با لامپهای رشته ای تنگستن و فلورسنت لوله ای وبا ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-8 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.
- چراغهای مخصوص استفاده در کانالهای تهویه و فضاهای مشابه، با لامپهای فلورسنت لوله ای و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC598-2-19 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 تولید شده باشد.
- چراغهای روشنایی اضطراری با لامپهای رشته ای تنگستن، فلورسنت لوله ای و دیگر لامپهای تخلیه وبا ولتاژ تغذیه برق اضطراری حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC598-2-22 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC598-1 تولید شده باشد.

۲-۲-۲- استاندارد لامپها و تجهیزات جانبی چراغها

- لامپهای رشته ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی با ولتاژ نامی ۲۲۵، ۲۲۰، یا ۲۳۰ ولت ؛ توان نامی ۱۵ تا ۱۵۰۰ وات ؛ عمر نامی ۱۰۰۰ یا ۲۵۰۰ ساعت ؛ حباب شفاف، مات یا سفید شیری در اشکال معمولی، قارچی یا شمعی و کلاهدک پیچی ادیسون باید برابر استاندارد شماره ۱۱۵ ایران ساخته شده باشد.
- سر پیچ لامپهای رشته ای باید برابر استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۸ تولید شده باشد. طبقه بندی حباب لامپ های روشنایی از نظر شکل و ارائه علائم مشخصه برای شناسایی باید برابر استاندارد شماره ۳۰۸۳ ایران انجام شود.
- طراحی و ساخت لامپهای فوق الذکر از نظر مقررات ایمنی و تعویض پذیری باید با رعایت استاندارد شماره ۲۹۱۰ ایران صورت پذیرد.
- لامپهای فلورسنت لوله ای مورد مصرف در روشنایی عمومی با کاتد پیش گرم شونده و با راه انداز یا با کاتد سرد و بدون راه انداز و یا با کاتد پیش گرم شونده و بدون راه انداز که با جریان متناوب کار می کند باید برابر استاندارد شماره ۶۷۸ ایران و IEC81 مطابقت نماید.
- سر پیچ لامپهای فلورسنت لوله ای و نگهدارنده راه اندازها باید مطابق استاندارد شماره ۲۶۱۰ ایران ساخته شده باشد.
- راه انداز لامپهای فلورسنت باید مطابق استاندارد ملی شماره ۱۵۶۰ ساخته شود.
- بالاست لامپهای فلورسنت باید برابر استاندارد ملی شماره ۷۰۰ تولید شود.
- لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد و با پوشش فلورسنت تصحیح کننده رنگ قرمز و یا بدون آن که با جریان متناوب و با بالاست لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد (مطابق استاندارد IEC262) کار می کند باید مطابق استاندارد ملی شماره ۲۷۰۲ ساخته شده باشد.
- لامپهای بخار سدیم کم فشار U شکل و خطی برق متناوب با ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت، و فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز باید برابر استاندارد IEC192 ساخته شده باشد.
- لامپهای بخار سدیم پرفشار، با بالاست و ایگنیتور مربوط به آن، که با برق متناوب ۴۰۰/۲۳۰ ولت و فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز کار می کند باید برابر استاندارد IEC662 تولید شده باشد.

۲-۳- طبقه بندی چراغها

چراغها برحسب نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار، و جنس سطوح نگهدارنده چراغ طبقه بندی می شود.

۲-۳-۱- طبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر برق گرفتگی

چراغها با توجه به نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی به چهار گروه به شرح زیر طبقه بندی می شود:

❖ گروه O

این گروه چراغهایی را شامل می شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی صرفاً به عایق بندی اساسی متکی باشد. این امر بدان معنی است که هیچ وسیله ای برای اتصال قسمتهای هادی در دسترس (در صورت وجود) به هادی حفاظتی سیم کشی تأسیسات وجود ندارد و در صورت بروز نقص در عایق بندی اساسی حفاظت در برابر برق گرفتگی متکی به شرایط محیط اطراف می شود.

❖ گروه I

این گروه چراغهایی را شامل می شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی صرفاً به عایق بندی اساسی متکی نباشد بلکه برای اتصال قسمتهای هادی در دسترس به هادی حفاظتی (سیستم زمین) سیم کشی ثابت نیز پیش بینی اضافی دیگری انجام شده باشد تا در صورت بروز نقص در عایق بندی اساسی قسمتهای مزبور برقرار نشود.

❖ گروه II

این گروه چراغهایی را شامل می شود که حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی صرفاً به عایق بندی اساسی متکی نباشد بلکه پیش بینی اضافی دیگری نیز همچون عایق بندی مضاعف یا تقویت شده در آن در نظر گرفته شده باشد. در این نوع طبقه بندی پیش بینی اتصال زمین حفاظتی با شرایط محل نصب وجود ندارد.

❖ گروه III

این گروه چراغهایی را شامل می شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی متکی بر تغذیه با ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی (SELV) می باشد و ولتاژهای بیش از آن در چراغ تولید نمی شود.

۲-۳-۲- طبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

درجه حفاظت چراغها از نظر نفوذ رطوبت و غبار بر اساس شماره IP مطابق استاندارد شماره ۲۸۶۸ ایران زیر عنوان "طبقه بندی درجات حفاظت پوششها در لوازم الکتریکی" یا IEC529 طبقه بندی می شود. حروف P,I به معنای حفاظت بین المللی و مخفف کلمات International Protection می باشد که با یک عدد دو رقمی همراه است. رقم مشخصه اول که درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمت‌های برقدار و نفوذ اشیاء خارجی را نشان می دهد در جدول (۲) آمده است و رقم مشخصه دوم که درجه حفاظت در برابر آب را نشان می دهد در جدول (۳) ذکر شده است.

جدول (۲) : میزان حفاظت تعیین شده به وسیله اولین رقم مشخصه

میزان حفاظت		رقم مشخصه اول
جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده	شرح مختصر	
حفاظت ویژه ای ندارد	حفاظت نشده	۰
دارای حفاظت برای اعضای بزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برابر دسترسی عمده). دارای حفاظت برای اجسام بیش از ۵۰ میلیمتر قطر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۵۰ میلیمتر	۱
دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از ۸۰ میلیمتر متجاوز نباشد دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۱۲ میلیمتر	۲
دارای حفاظت برای ابزارها، سیمها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش از ۲/۵ میلیمتر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۲/۵ میلیمتر	۳
دارای حفاظت برای سیمها یا تسمه ها با ضخامت بیش یک میلیمتر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱/۵ میلیمتر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۱/۵ میلیمتر	۴
از نفوذ گردوغبار به درون دستگاه کاملاً جلوگیری نشده است لیکن گردو غبار به میزانی که در دستگاه ایجاد اختلال کند وارد نمی شود	حفاظت در برابر گردوغبار	۵
هیچ گونه گرد و غباری نفوذ نمی کند.	غیر قابل نفوذ در برابر گرد و غبار	۶

جدول (۳): میزان حفاظت تعیین شده به وسیله دومین رقم مشخصه

میزان حفاظت		رقم مشخصه دوم
جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده	شرح مختصر	
حفاظت ویژه ای ندارد	حفاظت نشده	۰
چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان آوری ندارد.	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	۱
قطرات عمودی آب بر پوشش با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه اثر زیان آور نخواهد داشت.	حفاظت شده در برابر چکیدن آب با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه	۲
بارش آب به صورت پاشیدگی تا زاویه ۶۰ درجه از وضع قائم اثر زیان آور ندارد.	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	۳
آب ترشح شده از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان آور نخواهد داشت.	حفاظت شده در برابر ترشح آب	۴
آب پرتاب شده توسط آب پخش کن از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان آور ندارد.	حفاظت شده در برابر فوران آب	۵
آب حاصله از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید آب نباید به مقدار زیان آور داخل پوشش شود.	حفاظت شده در برابر امواج دریا	۶
هنگامی که پوشش دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در آب غوطه ور می شود نباید نفوذ آب به مقدار زیان آوری در آن امکان پذیر باشد.	حفاظت شده در برابر اثرات غوطه ور شدن در آب	۷
تجهیزات برای فرو رفتگی مداوم در زیر آب در شرایطی که بوسیله سازنده مشخص می شود مناسب است.	حفاظت شده در برابر فرو رفتگی در زیر آب	۸

۲-۳-۳- طبقه بندی بر حسب جنس سطوح نگهدارنده چراغ

چراغها براساس این که اصولاً به منظور نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی ساخته شده باشد و یا این که برای نصب بر روی سطوح نسوز مناسب باشد به شرح زیر طبقه بندی می شود :

- ❖ چراغهای مناسب برای نصب بر روی سطح نسوز.
- ❖ چراغهای بدون بالاست یا ترانسفورماتور سر خود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی.

❖ چراغهای بالاست یا ترانسفورماتور سر خود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی.

۲-۴- مشخصات چراغهای روشنایی و موارد کاربرد آن

در یک طراحی استاندارد تعداد انواع مختلف چراغها و لامپها باید در حداقل ممکن بوده و در انتخاب آن باید عوامل هزینه اولیه، هزینه تعمیر و نگهداری و تعویض، خیرگی لامپ، صدا، پارازیت رادیویی و بالاخره معماری محل در نظر گرفته شود. جدول (۴) بهره نوری، رنگ، طول عمر، اثر تغییرات ولتاژ و تجهیزات لامپهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می نماید.

جدول (۴)

ردیف	نوع لامپ	حداکثر بهره نوری <i>lm/w</i>	رنگ	طول عمر (ساعت)	اثر تغییرات ولتاژ لامپ	تجهیزات	خیرگی
۱	رشته ای	۲۰	مایل به قرمز	۱۰۰۰	زیاد	کم	زیاد
۲	فلورسنت	۷۰	انواع سفید و رنگهای دلخواه	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	نسبتاً زیاد	زیاد
۳	حیوه ای با فشار زیاد	۶۰	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۴	حیوه ای با فشار کم	۴۵	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۵	حیوه ای دوپل	۳۰	سفید مایل به قرمز	۲۰۰۰	متوسط	معمولی	زیاد
۶	سدیم با فشار کم	۸۵	قرمز مایل به زرد	۴۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۷	سدیم با فشار زیاد	۱۰۰	قرمز مایل به زرد	۶۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۸	متال هالاید	۷۰	سفید کمی مایل به قرمز	۴۰۰۰	کم	معمولی	زیاد
۹	نئون	۱۰	انواع رنگها	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	بسیار زیاد	کم
۱۰	هالوژن	۲۵	قرمز مایل به زرد	۱۰۰۰	زیاد	معمولی	زیاد

چراغهای حاوی لامپهای رشته ای باید دارای سر پیچ لامپ مار پیچی باشد. لامپهای فیلامان تنگستن باید از بهترین نوع بوده و برابر استاندارد بین المللی IEC ساخته شده باشد. چراغهای فلورسنت نیز باید دارای سر پیچهای میخی (دو شاخه ای) بوده و شامل چوکهای رفع کننده تداخل رادیویی، خازنهای تصحیح ضریب قدرت، لامپ و در صورت لزوم کلیدهای راه انداز (استاتر) باشد. در هنگام انتخاب انواع لامپهای فلورسنت باید در مورد احتمال تولید اعوجاج رنگ نامطلوب توسط این لامپها دقت و توجه کافی به عمل آید. رفلکتورها و حبابها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که تعویض و تمیز کردن لامپها به سهولت انجام پذیرد.

سریپچها باید مناسب نوع لامپ مصرفی واز نوع چینی یا برنجی باشد. استفاده از سریپچهای پلاستیکی در هیچ مورد مجاز نخواهد بود. سریپچها باید طوری باشد که اتصال الکتریکی فقط موقعی که لامپ کاملاً بسته شده است انجام پذیرد.

در مورد چراغهای رشته ای، بغیر از مواردی که لامپ دیده می شود لامپ با شیشه بی رنگ باید در کلیه چراغها مصرف شود.

خازن تصحیح ضریب قدرت باید در کلیه چراغها بجز چراغهای رشته ای پیش بینی و نصب شود. کلیه چراغها بایستی به طور کامل با حباب، سر پیچ، لامپ و وسایل نصب از قبیل پیچ و مهره، رول پلاک، لوله آویز روزت و سایر وسایل مربوطه تهیه و نصب شود.

چراغها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشند که هنگام استفاده طبیعی از آن کیفیت کارشان قابل اطمینان بوده و هیچ گونه خطری برای مصرف کننده یا محیط اطراف ایجاد نکند. چراغها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشند که نگهداری عمومی آن از جمله تمیز کردن، تعویض نمودن لامپها و راه اندازها بدون ایجاد صدمه ای به چراغ یا خطری برای کننده کار امکان پذیر باشد.

اتصالات پیچ شده و سایر اتصالات ثابت بین قسمتهای مختلف چراغ باید طوری باشد که در اثر نوسانات و یا سایر نیروهایی که در هنگام کار معمولی چراغ به آن ممکن است وارد آید تغییر نکند.

ساختمان چراغ باید به نحوی باشد که از افتادن لامپها در اثر نوسانات و یا سایر شرایط کار مربوطه جلوگیری کند.

سطوح کلیه قسمتهای فلزی چراغ باید بر حسب طبقه بندی آن و شرایط کار مربوطه در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشد.

لبه های صفحات فلزی و سایر مواد باید به نحوی هموار و صاف باشد که نتواند عایق هادیهای مربوطه را زخمی نماید.

قسمتهای شیشه ای چراغها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که قادر به مقاومت در برابر شوک حرارتی حاصل از کار برد مربوطه باشد. چراغها هنگام روشن بودن، نباید دارای صدای قابل شنیدن حاصل از انبساط حرارتی باشد و چوک آن نیز نباید باعث تشدید صدا شود.

کلیه چراغها بخصوص چراغهای رشته ای باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشند که حرارت حاصل از لامپها را به سهولت دفع کرده و حرارت مذکور نباید سبب ایجاد هر گونه خطری برای کاربرد معمولی و حتی غیر عادی چراغها شود.

۲-۵- اصول و روشهای نصب چراغهای روشنایی

جزئیات ساختمانی نصب چراغها باید دقیقاً مطابق آنچه در نقشه ها نشان داده شده است باشد. محل دقیق نصب چراغها باید با توجه به محدودیتهایی که از نظر اسکلت بندی ساختمان و سایر موانع از قبیل شبکه های هوا، بلند گو و غیره وجود دارد تعیین شود. محل قرار گرفتن کلیه چراغها باید دقیقاً در محل نصب تعیین شود به نحوی که امتداد چراغها مخصوصاً در راهروها کاملاً یکسان باشد.

کلیه چراغهای سقفی و آویز بایستی در مرکز سقفها به نسبتهای مساوی از دیوار نصب شده و حالت تقارن از یکدیگر را حفظ کند. کلیه سیمها و حلقه ها نیز باید کاملاً در داخل چراغ قرار گیرد.

چراغها باید طوری نصب شوند که بهترین بازده نوری را داشته باشند. در صورتی که با تغییراتی در نصب بتوان پخش نور را به نحو بهتر و یکسان انجام داد پیمانکار می تواند با موافقت مهندس مشاور اقدام به تغییر محل چراغها کند.

کلیه چراغها باید قبل از نصب به طور کامل سیم کشی شده باشد. سیم مصرفی باید از بهترین نوع بوده و در برابر حرارت حاصل از کاربرد چراغ مقاومت کافی را دارا باشد. ضمناً در محل ورود سیمهای اصلی به داخل چراغ لازم است سیمهای مزبور به وسیله غلاف نسوز محافظت شود.

چراغهای سقفی باید به سقف اصلی ساختمان نصب شود و در صورت وجود سقف کاذب چراغها باید به سقف اصلی آویزان شود، قاب چراغ نیز نبایستی به سقف کاذب محکم شود. اتصال چراغها به سقف اصلی به وسیله رول پلاک و پیچ خواهد بود.

اتصال به چراغهای توکار، در بالای سقف کاذب توسط کابل نرم سه رشته ای که یک سر آن به روزت وصل شده باشد انجام می گیرد و در مورد چراغهای رشته ای کابل نرم باید از نوع ضد حرارت باشد.

سیم چراغهای فلورسنت که مستقیماً روی جعبه نصب می شود باید مستقیماً به اتصالی داخل جعبه تقسیم برای اتصال برده شود. در هنگام استفاده از سرپیچهای نوع پیچی باید دقت کافی به عمل آید تا هادی فاز به قسمت پیچی سر پیچ اتصال نیاید.

در صورت استفاده از خازنهای تصحیح ضریب قدرت در مدارهای لامپ تخلیه گازی، هر قسمت از مدار نهایی که به وسیله یک کلید جداگانه و مستقل کنترل می شود باید دارای خازن تصحیح ضریب قدرت جداگانه باشد. هر خازنی که در مدار لامپ تخلیه گازی به کار رود (به استثنای خازنهای حذف تداخل رادیویی) باید به وسیله ای مانند مقاومت نشتی فوراً به محض قطع منبع جریان به صورت اتوماتیک دشارژ شود.

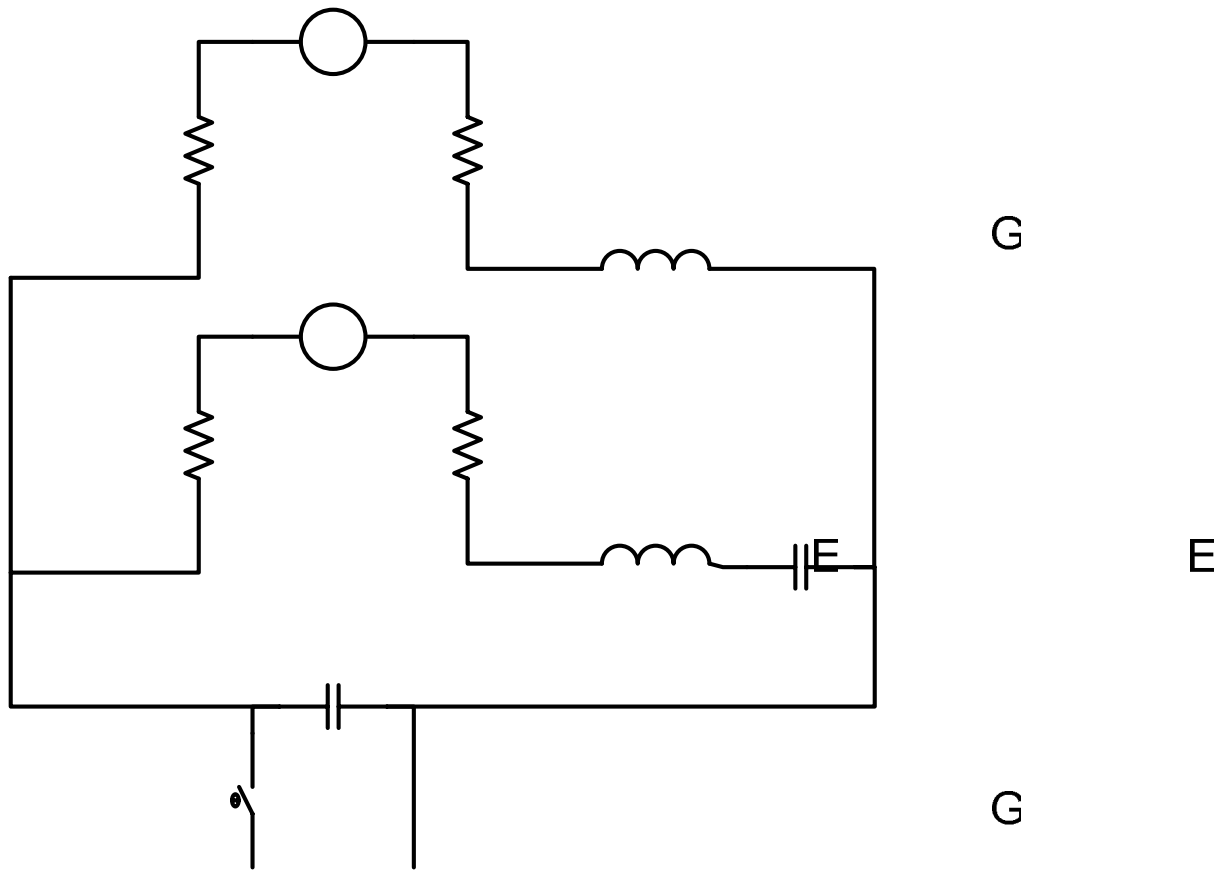
۲-۶- انتخاب صحیح چراغها

چراغها و سائلی هستند که جهت توزیع و پخش شار نوری لامپهای الکتریکی و همچنین حفاظت آنها بکار می روند و شامل لامپها و اجزای لازم جهت نصب لامپ مانند چوک و خازن می باشند. برای هر محل با شرایط معین بایستی چراغ مناسب آن محل را انتخاب کرد. مثلاً در هوای آزاد که احتمال ریزش باران ویا وزش باد همراه با گرد و غبار می باشد بایستی چراغی را انتخاب کرد که باران و گرد و خاک در آن نفوذ نکند ویا در محلی مانند پمپ بنزین که گازهای قابل احتراق و مواد آتش زا وجود دارد بایستی چراغی انتخاب شود که در برابر شعله آتش مقاوم بوده و همچنین مدار الکتریکی چراغ از محیط خارج به طور کامل مجزا باشد تا در صورت اتصالی، جرقه الکتریکی باعث آتش سوزی نگردد. این مسئله در سایر وسایل الکتریکی از قبیل موتورها، تابلوی برق، کلیدها و ساسی ها، جعبه های تقسیم و غیره نیز وجود دارد.

۲-۷- بررسی اثر استروبوسکوپی

لامپهای تخلیه دو بار در هر سیکل در نقاطی که جریان به صفر می رسد خاموش می شوند. به عبارت دیگر لامپهای معمولی ۵۰ سیکل، ۱۰۰ بار در ثانیه خاموش می شوند که البته برای چشم انسان قابل تشخیص دادن نیست. اگر وسایل دوار در این نور رویت شوند، بسته به سرعت آنها ممکن است ساکن به نظر برسند و خطراتی ایجاد کنند. این واقعه که استروبوسکوپ نامیده می شود به علت همزمان شدن سیکل روشن و خاموش شدن لامپ با سیکل حرکت دورانی ماشین صورت می گیرد. برای رفع این اشکال معمولاً از چراغهای دو تاسه لامپی استفاده می شود که بین جریانهای آنها اختلاف فاز ایجاد می کنند. این روش در شکل (۳) نشان داده شده است. خازن C به جریان لامپ دوم نسبت به جریان لامپ اول تقدم فاز می دهد و در نتیجه چشمک زدن دو لامپ با هم منطبق نمی شود.

در کارگاههایی که از لامپهای فلورسنت در چند ردیف استفاده می شود هر ردیف را از یک فاز تغذیه می کنند که با تداخل نور لامپهای دو ردیف در یک نقطه ضمن رفع اثر استروبوسکوپی، هزینه اضافی ایجاد نمی کند. در تأسیسات روشنایی طرح این مسئله رعایت شده است.



شکل (۳)

سوالات فصل دوم:

- ۱- چراغ عمومی یا هر کاره چه نوع چراغی است؟
- ۲- عایق بندی اساسی، عایق بندی تکمیلی و عایق بندی دوگانه را تعریف کنید.
- ۳- چراغها به چند دسته طبقه بندی می شود؟
- ۴- چراغها با توجه به نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی به چند گروه طبقه بندی می شود؟
- ۵- طبقه بندی چراغها بر حسب جنس سطوح نگهدارنده چراغ چگونه است؟
- ۶- واقعه استروبوسکوپ را توضیح دهید.

E

E

فصل سوم طراحی و محاسبه روشنایی

۳-۱- روشهای نورپردازی

روشهای نورپردازی از نظر ترتیب استقرار منابع نوری به چهار دسته به شرح زیر قابل طبقه بندی است :

❖ نورپردازی موضعی

این روش شامل یک واحد روشنائی تکی با توان مصرفی کم است و برای هر کارگر، ماشین یا میز کار در سطحی نزدیک به محل کار نصب می شود و در آن یکنواخت بودن روشنایی مطرح نیست.

❖ نورپردازی عمومی

در این روش واحدهای روشنایی در سطحی نسبتاً نزدیک به سقف و یا حداقل با فاصله کافی از سطح کار نصب می شود. در این روش نورپردازی فواصل چراغها از یکدیگر یکسان بوده و بدون توجه به محل استقرار ماشینها، مبلمان یا سایر وسایل به گونه ای تعیین می شود که روشنایی به صورت یکنواخت توزیع گردد.

❖ نورپردازی گروهی

این روش، روش میانه ای است بین نورپردازی موضعی و عمومی که در آن واحدهای روشنایی نزدیک به سقف و یا با فاصله قابل ملاحظه از سطح کار نصب می شود. در این روش، فواصل نصب چراغها یکسان نمی باشد ولی واحدهای مزبور در ارتباط با محل استقرار سطوح کار، ماشینها، موقعیت اپراتورها و مانند آن قرار می گیرد به گونه ای که روشنایی کافی برای هر ماشین، اپراتور یا سطوح کار دیگر تأمین شود. در این سیستم تأمین روشنایی یکنواخت مدنظر نمی باشد.

❖ روش نورپردازی ترکیبی

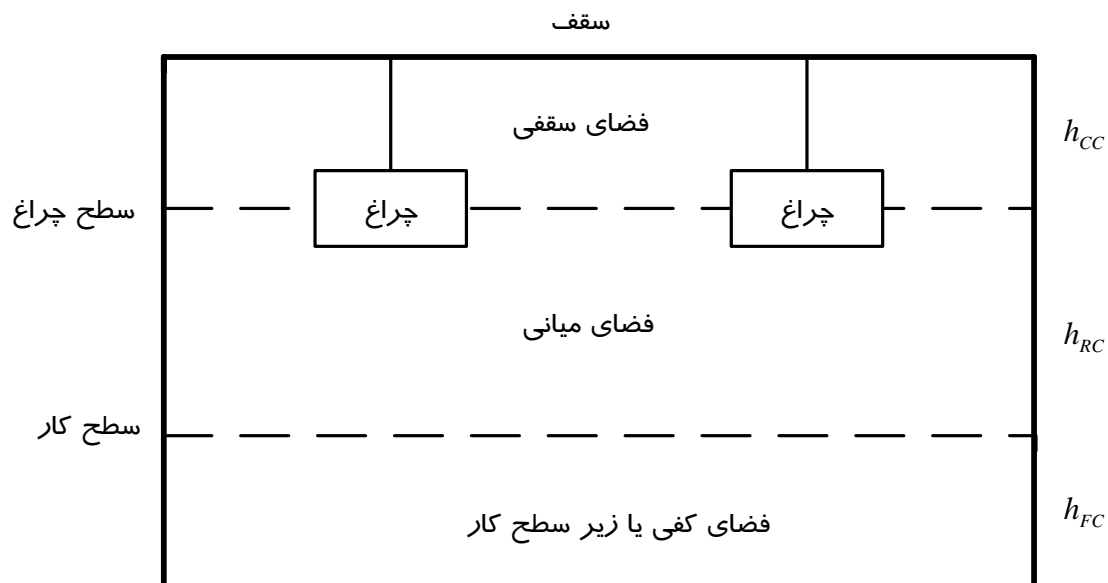
در این روش، روشنایی یکنواخت برای تمامی محیط به وسیله واحدهای روشنایی که طبق روش نورپردازی عمومی نصب می شود تأمین شده و در مواردی که شدت نور بیشتری مورد نیاز است از چراغهای موضعی استفاده می گردد.

۲-۳- طراحی روشنایی مصنوعی داخلی

در این مبحث ابتدا طراحی روشنایی عمومی به روش ناحیه ای فضا یا روش نسبت فضای اتاق بیان میگردد. در ادامه، روش طراحی روشنایی موضعی نیز بیان خواهد گردید. در طراحی روشنایی مصنوعی اثر روشنایی روز دخالت داده نمی شود زیرا این سیستم برای شب یا زمانهایی که اثر روشنایی روز حداقل است باید کارایی کافی داشته باشد. در طراحی اجزاء الکتریکی سیستم روشنایی برای صرفه جویی در انرژی می توان به گونه ای عمل کرد که با حفظ پارامترهای کمی روشنایی محیط در هنگام روشنایی روز، بخشی از چراغها خاموش باشد. در هر حال حفظ کمیت و کیفیت روشنایی برای تعمیر شرایط کار راحت و ایمن مطابق با اصول ارگونومی و معیارهای بهداشت حرفه ای، وظیفه مهم طراح است که باید در تمام مراحل مد نظر قرار گیرد.

۳-۳- طراحی روشنایی به روش نسبت فضا RCR

این روش به تقسیم ناحیه ای نیز معروف است و علت این نامگذاری این است که مکان مورد طراحی مانند شکل (ع) به سه ناحیه سقف، یعنی فضای بین سقف و چراغ یا ارتفاع آویز چراغ h_{CC} ، ناحیه اتاق حد فاصل زیر دهانه چراغ تا روی سطح کار با ارتفاع h_{RC} و ناحیه کف، حد فاصل سطح کار و کف با ارتفاع h_{FC} تقسیم شده است و برای تعیین ضریب بهره روشنایی بجای استفاده مستقیم از ضرایب انعکاس نور سقف و کف از ضریب انعکاس مؤثر ناحیه مربوطه که هم ارز آن است، استفاده می شود.



شکل (ع)

مبنای طراحی روشنایی در این روش استفاده از مجموعه چراغهایی است که بتواند روی سطح مورد نظر شدت روشنایی مورد نیاز را تأمین نماید.

$$E_v = \frac{\varphi}{A} \times CU \times TLLF$$

که در آن:

E_v : متوسط شدت روشنایی روی سطح مورد نظر بر حسب لوکس

φ : شار نوری مجموعه چراغها بر حسب لومن

A : سطح مکان بر حسب متر مربع

CU : ضریب بهره^۱ روشنایی سیستم

$TLLF$: مجموع افتهای ناشی از عوامل مختلف^۲

در رابطه فوق ملاحظه می گردد که میزان شدت روشنایی متوسط روی هر سطح تابعی از توان نوری منابع، مساحت مکان، ضریب بهره و مجموع افتهای ناشی از عوامل مختلف $TLLF$ سیستم روشنایی است. $TLLF$ وابسته به خصوصیات چراغ، چگونگی نظافت چراغها و سطوح و تناوب تعمیرات سیستم و درجه تمیزی صنعت از نظر انتشار ذرات، خصوصیات الکتریکی و سایر عوامل الکتریکی و مکانیکی سیستم است. از آنجایی که مقادیر CU و $TLLF$ همواره از یک کوچکتر است، این دو به عنوان عوامل محدود کننده برای سیستم عمل می نمایند. مقدار $TLLF$ عموماً برای مکانهای مختلف بسته به خصوصیات ذکر شده متفاوت است. مقدار CU نیز وابسته به خصوصیات سیستم توزیع نور و چراغ و ضرایب انعکاس سطوح و ارتفاع طراحی است و بین ۰/۹ تا ۰/۱۵ تعیین می گردد. ولی بطور کلی در محدوده جدول (۵) قابل پیش بینی است.

جدول (۵)

سیستم روشنایی	نسبت پخش نور به پایین	ضریب بهره روشنایی
مستقیم	۹۰-۱۰۰ در صد	۰/۷۵-۰/۴۵
نیمه مستقیم	۶۰-۹۰ در صد	۰/۵۵-۰/۴۵
پخش یکنواخت	۴۰-۶۰ در صد	۰/۴۵-۰/۳۵
مستقیم - غیر مستقیم	۴۰-۶۰ در صد	۰/۴۵-۰/۳۵
نیمه غیر مستقیم	۱۰-۴۰ در صد	۰/۳۵-۰/۲۵
غیر مستقیم	۰-۱۰ در صد	۰/۲۰-۰/۱۵

1- Coefficient of Utilization

2- Total Light Loss Factor

مطالب فوق مؤید این نکته مهم است که تمام شار نوری که توسط منابع تولید می شود روی سطح کار تابش نمی شود بلکه عوامل تأثیرگذار متعددی که در ضریب بهره نوری و مجموع افت ها خلاصه شده، بعنوان محدود کننده عمل می کند.

تعیین دقیق عوامل تأثیرگذار بر توزیع و کمیت روشنایی و کنترل آنها برای دستیابی به مناسب ترین طراحی به عهده طراح است. از آنجایی که تعیین هر یک از عوامل و پارامترهای طراحی دارای تبعات متنوعی بر سیستم است طراح باید با تسلط و تجربه کافی کلیه عوامل را تنظیم نماید. در روش طراحی بر مبنای نسبت فضا این عوامل و ارتباط آنها مرحله به مرحله باید رعایت گردد. مراحل طراحی در ۱۲ مرحله به شرح زیر می باشد.

۳-۳-۱ - مرحله اول: انتخاب سیستم توزیع روشنایی

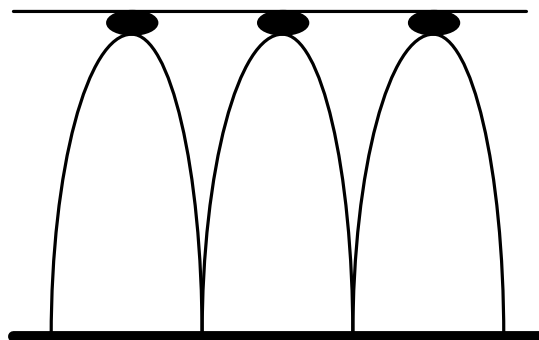
نحوه تابش نور روی سطوح با توجه به فواصل و زوایا، می تواند در تعیین شدت روشنایی در هر نقطه از درون فضای مورد طراحی مؤثر باشد. در این مرحله از طراحی باید توجه داشت که هر چه تابش غیر مستقیم باشد بهره نوری سیستم کمتر و برای تأمین شدت روشنایی معین، نیازمند تعداد بیشتری از منابع روشنایی است. این ملاحظه در هزینه های اجرا و نگهداری سیستم روشنایی مستقیماً مؤثر است.

بهترین سیستم تابش نور روی سطح کار، تابش مستقیم است که در آن بین ۹۰ تا ۱۰۰٪ نور به پایین تابش می کند. مطابق جدول (۵)، در سیستم های تابش نیمه مستقیم، پخش یکنواخت و غیر مستقیم، میزان هدر رفتن توان نوری بالاتر می رود و ضریب بهره نوری سیستم کاهش می یابد. لازم به ذکر است که برای برخی اماکن، استفاده از سیستم تابشی غیر مستقیم به دلیل محدودیت ها اجتناب ناپذیر است که در این شرایط طراح و کارفرما باید از تبعات آن کاملاً آگاه بوده و آن را بپذیرند. در هر سیستم تابش نیز الزاماً از چراغهای معینی می توان استفاده نمود که خود دارای مشخصات پخش نور ویژه بوده و بهره نوری معینی دارند.

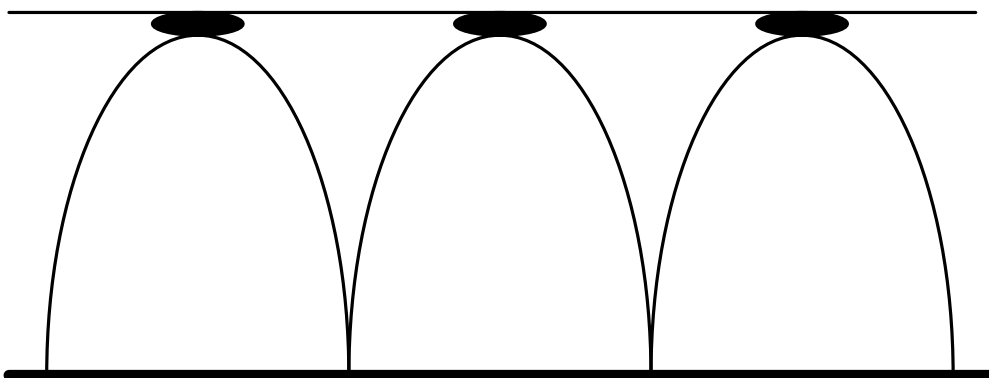
۳-۳-۲ - مرحله دوم: انتخاب چراغ و لامپ

توان نوری لامپ و بالتبع چراغ می تواند در بکارگیری آن مؤثر باشد. بدلیل پایین بودن ضریب بهره نوری لامپهای التهابی حتی با توان الکتریکی بالا نیز برای فضاهای بزرگ و ارتفاع بلند کارایی کافی ندارند. لامپهای فلورسنت اغلب برای ارتفاع بالاتر از ۶ متر کارایی ندارند. در عوض لامپهای گازی جیوه ای با فشار بالا که دارای توان ۱۶۰ وات باشد تا ارتفاع ۷ متر هم کارایی مناسبی دارند. از این گروه لامپها با توان ۲۵۰ وات تا ارتفاع ۹ متر، ۴۰۰ وات تا ارتفاع ۱۲ متر و

۱۰۰۰ وات تا ارتفاع ۲۴ متر بصورت مجموعه، کارایی مناسبی دارند. لامپهای سدیمی بخاطر ضریب بهره نوری بالا (حدود ۹۰ لومن بر وات) حتی برای روشنایی محوطه ای کارایی مطلوبی دارند. اما عامل محدود کننده آنها رنگ دهی پایین می باشد. لذا با توجه به سیستم تابش نور، نوع منبع، توان نوری منبع و رنگ دهی مورد نیاز، نوع لامپ و بالتبع نوع چراغ توسط طراح تعیین می گردد. با توجه به تشابهاتی که انواع چراغها دارند اغلب انتخاب دقیق یکی از آنها مشکل است زیرا شکل چراغ، شکل و خصوصیات منحنی قطبی آن و ویژگیهای جانبی آن می تواند در انتخاب مؤثر باشد. در برخی مکانها نیز به خاطر گرمای محیط به چراغ دارای قابلیت تهویه و در برخی مکانها به چراغ ضد جرقه نیاز است، عامل بسیار مهم دیگر منحنی قطبی چراغ است، زیرا انتخاب نایجابی چراغ بدون توجه به شکل منحنی قطبی و کارایی آن هزینه های زیادی را اعمال خواهد کرد. در مرحله چیدمان چراغها در صورتی که منحنی قطبی مناسب نباشد، در روی سطوح سایه روشن ایجاد میگردد. نکته ای که باید در این مرحله رعایت گردد این است که برای ارتفاع بلند طراحی منحنی قطبی قائم باید کشیده باشد و در ارتفاع کم شکل منحنی باید پهن باشد. شکل (۵) نمای منحنی های قطبی باریک و پهن در یک نیم صفحه قائم را نشان می دهد.



توزیع روشنایی چراغهای با منحنی قطبی باریک



توزیع روشنایی چراغهای با منحنی قطبی پهن

۳-۳-۳- مرحله سوم: تعیین متوسط شدت روشنایی عمومی مورد نیاز

شدت روشنایی عمومی مورد نیاز برای اماکن مختلف تابع دقت و ظرافت کار است. در هر حال شدت روشنایی عمومی نباید از ۵۰ لوکس کمتر باشد. هر چه دقت کار یا فعالیت در مکان مورد طراحی بیشتر باشد این میزان بالاتر در نظر گرفته میشود. راهنمای کلی برآورد شدت روشنایی مورد نیاز در جدول (۶) آمده است. مقادیر کشوری مجاز شدت روشنایی اماکن مسکونی، اداری، عمومی و صنایع را براساس تصویب کمیسیون استاندارد شدت روشنایی داخلی که زیر نظر کمیته ملی روشنایی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تدوین و در سال ۱۳۴۴ منتشر گردیده در پیوست (الف) آمده است. مفاد این پیوست در سال ۱۳۷۸ به تصویب کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور نیز رسیده و در کتابچه حدود مجاز شغلی توسط وزارت بهداشت منتشر گردیده است. شدت روشنایی اماکن مندرج در جدول نباید از حد کمینه پایین تر باشد. برای مکانهایی که در لیست مذکور نیامده، باید با نظر طراح با یکی از اماکن مندرج در جدول تطبیق گردد.

جدول (۶)

شدت روشنایی مورد نیاز LUX	مثال	خصوصیات مکان
تا ۱۵۰	انبارها یا زیرزمینها و راهروها	مکانهای با تردد محدود افراد
۱۵۰-۲۰۰	بارگیری و تخلیه الوار یا تایر	کارهای غیر دقیق یا خشن
۲۰۰-۳۰۰	کارهای خدماتی و تولیدی	کارهای با دقت متوسط
۳۰۰-۵۰۰	کارهای تحریری یا مونتاژ قطعات	کارهای دقیق

۳-۳-۴- مرحله چهارم: محاسبه RCR

نسبت فضای اتاق یکی از کلیدهای مهم در تعیین قابلیت و مشخصات سیستم توزیع روشنایی است. کمیات تعیین کننده آن شامل ابعاد و مساحت مکان و ارتفاع طراحی است. ارتفاع طراحی حد فاصل زیر دهانه چراغ تا سطح کار است. تعیین ارتفاع آویز و موقعیت چراغ از این نظر مهم است که طبق قانون عکس مجذور فاصله هر چه ارتفاع چراغ از سطح کار بیشتر باشد، دانسیته نور روی آن سطح کمتر می شود، لذا برای تأمین مقدار معینی از شدت روشنایی روی هر سطح وابسته به ارتفاع طراحی، مقادیر مختلفی از توان نوری و بالتبع تعداد مختلفی چراغ مورد نیاز خواهد بود. در طراحی روشنایی ارجحیت با کاهش ارتفاع طراحی است، اما به دلیل عوامل محیطی و مزاحمت هایی که ممکن است برای فرآیند کار یا کارکنان ایجاد نماید معمولاً طراح فقط در محدوده معینی می توان ارتفاع طراحی را تعیین نماید.

اغلب طراحی ها بر مبنای همسطح بودن چراغها انجام می گردد. در ارتفاع آویز چراغها در صورت لزوم بر این مبنا تنظیم می گردد. اما در برخی موارد مانند سالنهای ورزشی لازم است که چراغها با ارتفاع آویز یکسان، موازی شیب سقف چیده شوند. در این حالت برای تأمین روشنایی یکدست روی سطح کار لازم است هر چه چراغها به سمت تاج شیب سقف نزدیکتر باشند باید هم در ردیف و هم در فواصل بین ردیفها فواصل کوتاه شود و این موضوع مستلزم محاسبات پیچیده است. در این قسمت مبنای طراحی، همسطح بودن چراغها موازی با سطح کار است.

موضوع بعدی در تعیین ارتفاع طراحی، تعیین ارتفاع سطح کار از سطح زمین است. بطور اجمال باید گفت که در این طراحی چون اصل بر تأمین روشنایی عمومی مکان است، با توجه به سطح عمومی کار افراد یا سطحی که باید شدت روشنایی روی آن سطح تأمین گردد با نظر طراح، ارتفاع سطح کار تعیین می شود. بطور مثال در یک کارگاه صنعتی باید توجه شود که اغلب کارگران ایستاده یا نشسته کار می کنند و سطح عمومی کار آنها یعنی محدوده دید آنها چه ارتفاعی است. در خصوص اماکن اداری سطح کار همان سطح میزهای تحریر و در یک سالن ورزشی سطح طراحی همان سطح زمین است. در شکل شماره (۴) بطور شماتیک ارتفاع طراحی و ارتفاع مربوط به ناحیه فضای سقف و ناحیه کف نشان داده شده است.

اساسی ترین کمیت در تعیین سایر مشخصات طراحی روشنایی مصنوعی داخلی، نسبت ناحیه اتاق RCR است که از رابطه زیر بدست می آید :

$$RCR = \frac{5h_{rc}(L+W)}{L \times W}$$

در رابطه فوق ملاحظه می شود که هر چه ارتفاع طراحی بیشتر باشد مقدار عددی RCR بزرگتر خواهد بود. RCR بطور عملیاتی بین صفر تا ده محاسبه و بعنوان یکی از ملاکهای طراحی مورد استفاده قرار میگیرد. بزرگ بودن نسبت فضای اتاق باعث می شود که بر اساس قانون عکس مجذور فاصله برای مقدار معینی از توان نوری، دانسیته نور روی سطح کاهش یابد. لذا کوچک بودن نسبت فضای اتاق ارجحیت دارد. در مکانهای کوچک بدلیل محدودیت های طراحی خصوصاً ارتفاع طراحی نسبت به ابعاد، معمولاً مقدار RCR بزرگ است. در فضاهای بزرگ اثر سطوح انعکاسی دیوارها در توزیع روشنایی کمتر می شود.

۳-۳-۵- مرحله پنجم: محاسبات و تعیین ضرایب انعکاس مؤثر سطوح داخلی

یکی از عوامل بسیار مؤثر در توزیع روشنایی داخل اماکن، چگونگی انعکاس نور توسط سطوح داخلی بنا است. در صورتی که ضریب انعکاس پایین باشد این بمعنی جذب بالای انرژی نوری توسط سطوح و هدر رفتن روشنایی تابش شده روی آن است. بالا بودن ضریب نیز در سطوحی که در میدان دید است باعث انعکاس آزار دهنده نور می شود. لذا توصیه شده است که متوسط ضریب انعکاس سقف بیشترین مقدار و ترجیحاً 0.7 یا بالاتر باشد و ضریب مناسب دیوارها حدود 0.5 و ضریب مناسب کف بین 0.3 - 0.1 باشد. در طراحی روشنایی، عامل متوسط ضریب سطوح داخلی می تواند بهره نوری سیستم روشنایی را تا چهار برابر افزایش دهد. بر عکس نامناسب بودن ضرایب انعکاس می تواند ضریب بهره روشنایی را تا یک چهارم تضعیف نماید. این عامل از جنبه اقتصادی برای کارفرما و در کلان از نظر بهره وری انرژی حائز اهمیت است، زیرا هر چه ضریب بهره روشنایی سیستم کوچکتر باشد تعداد چراغ بیشتری برای تأمین روشنایی مجاز لازم است و بعلاوه هزینه های جاری نگهداری و بهای برق مصرفی نیز بالا می رود.

طراح می تواند ضریب انعکاس فوق الذکر را بعنوان شرط طراحی انتخاب نماید. یا ضریب انعکاس واقعی موجود و یا ضرایب عملی در نیمه عمر لامپها را در طراحی خود در نظر بگیرد.

برای تعیین متوسط ضریب انعکاس سطوح باید بر اساس مقادیر واقعی، ضریب انعکاس هر جزء از سطوح اندازه گیری شده و آنگاه با استفاده از فرمول زیر بتفکیک برای سقف، دیوارها و کف بعدد واحدی تبدیل گردد:

$$\alpha_{avg} = \frac{\sum S_i \alpha_i}{\sum S_i}$$

α_{avg} : متوسط ضریب انعکاس هر سطح

S_i : سطح جزئی

α_i : ضریب انعکاس جزئی

در ادامه باید ضریب انعکاس مؤثر ناحیه سقف ρ_{CC} و کف ρ_{FC} با داشتن متوسط ضریب انعکاس سطوح (کف، سقف و دیوار)، نسبت ناحیه سقف CCR و نسبت ناحیه کف FCR از جدول (۷) تعیین گردد. مقادیر CCR و FCR با داشتن ارتفاع ناحیه سقف h_{CC} و ارتفاع ناحیه کف h_{FC} و ابعاد اتاق با استفاده از روابط زیر استفاده می گردد:

$$CCR = \frac{5h_{cc}(L+W)}{L \times W}$$

$$FCR = \frac{5h_{FC}(L+W)}{L \times W}$$

۳-۳-۶- مرحله ششم: تعیین ضریب بهره سیستم روشنایی

مجموع توان نوری منبع روشنایی به سطح کار تابش نمی شود، بلکه بخشی از آن در داخل چراغ و بخشی دیگر در اثر ضریب جذب سطوح و بخشی دیگر بخاطر قانون عکس مجذور فاصله دچار افت می شود. در طراحی روشنایی داخلی برای تأثیر دادن همه این عوامل بطور یکجا از ضریب بهره روشنایی سیستم یا فاکتور بهره روشنایی استفاده می شود. ضریب مذکور اغلب توسط سازنده معتبر برای هر نوع چراغ با نوع و مدل خاص لامپ تعیین و در جداولی به همراه کالا عرضه می شود. ضریب بهره، اگر چه وابسته به عوامل مختلفی است ولی در مجموع بیان کننده کارایی سیستم روشنایی برای بهره گیری فضا از مجموع توان نوری چراغها است. این ضریب بطور عملیاتی اغلب بین ۰/۹- ۰/۲ بسته به مشخصات طراحی قابل دسترسی است. ضریب بهره روشنایی سیستم قاعدتاً با استفاده از جدول مشخصات فنی چراغ با داشتن RCR و متوسط ضریب انعکاس نور دیوار و ضرایب انعکاس مؤثر ناحیه سقف ρ_{CC} و ناحیه کف ρ_{FC} تعیین میگردد. در صورتی که جدول مشخصات چراغ موجود نباشد می توان از جدول عمومی شماره (A) که در پیوست (ب) آمده است استفاده نمود. در این جدول بطور شماتیک برای انواع چراغهایی که بصورت تیپ در طراحی روشنایی بکار می رود مقادیر ضریب بهره سیستم قابل محاسبه است.

جدول مذکور دارای سه بخش مجزا است که بخش اول سمت چپ، شکل عمومی چراغ و مشخصات مهم آن، منحنی قطبی ۹۰ درجه قائم، گروه نگهداری چراغ و حداکثر فاصله مجاز چیدمان چراغها به نسبت ارتفاع طراحی آمده است. ستونهای بعدی بخش اول مربوط به تعیین CU، بخش دوم جهت تعیین ضریب خروجی روشنایی دیوارها و بخش سوم مربوط به تعیین ضریب خروجی روشنایی ناحیه فضای سقف است. این ضرایب نشان دهنده بخشی از ضریب بهره نوری چراغ است که توسط سطوح دیوار و سقف تأمین می شود. اعداد مربوط به این دو بخش بین صفر و حداکثر ۰/۳ بر اساس RCR و ضرایب انعکاس تعیین میشود ولی مستقیماً در محاسبات طراحی به کار نمی رود بلکه به طراح کمک می کند تا طراحی مطلوبی داشته باشد. مابقی ضریب بهره نوری مربوط به خصوصیات چراغ و کف کارگاه است.

در هر بخش جدول، مقدار محاسبه شده RCR در ستون اول مربوط به چراغ تعیین و در ستونهای بعدی در محل مربوط به ضرایب انعکاس مقدار CU تعیین می گردد. نکته مهم اینکه در هر سه بخش جدول، مقادیر ضریب بهره روشنایی سیستم برای ضریب انعکاس مؤثر ناحیه کف ρ_{FC} برابر ۰/۲۰ بدست می آید در صورتی که ضریب مذکور غیر از ۰/۲۰ باشد از جدول (۸) ضریب تصحیح CU بدست می آید. لذا در اینصورت ضریب بهره نهایی روشنایی

سیستم از ضرب نتیجه جدول (A) پیوست A در ضریب تصحیح حاصل از جدول (۸) بدست می آید.

روش تعیین ضریب بهره روشنایی سیستم به این صورت است که ابتدا در ستون مربوطه مقدار RCR علامت گذاری میشود و در ستون های بعدی با توجه به ضریب انعکاس مؤثر نور ناحیه سقف، و متوسط ضریب انعکاس دیوارها و بر مبنای ضریب انعکاس مؤثر ثابت ناحیه کف که در جدول مذکور برابر 0.2 است، ضریب بهره روشنایی سیستم تعیین می شود. در صورتی که عدد محاسبه شده RCR یا ضرایب انعکاس غیر از اعداد ثابت مندرج در جدول باشد، باید طی چند مرحله، اعداد دقیق تر از مقادیر جدول درون یابی شود. در صورتی که ضریب انعکاس مؤثر ناحیه کف برای استفاده غیر از 0.2 باشد برای محاسبه CU نهایی باید از جدول (۸) مقدار ضریب تصحیح از قسمت مربوطه استخراج و در CU جدول (A) ضرب شود. اصول درون یابی اعداد برای موارد احتمالی شامل جدول (۸) نیز می گردد.

درصد انعکاس مؤثر سقف	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
برای ضریب انعکاس مؤثر کف معادل ۰.۲																	
Room Cavity Ratio	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.051	1.046	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.058	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
برای ضریب انعکاس مؤثر کف معادل ۰.۱																	
Room Cavity Ratio	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999
برای ضریب انعکاس مؤثر کف معادل ۰.۰																	
Room Cavity Ratio	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.916	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.916	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.966	.979	.991	.975	.986	.996
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999

جدول (۸) تعیین مقادیر ضریب تصحیح CU برای ضریب انعکاس مؤثر کف غیر از ۰.۲

۳-۳-۷- مرحله هفتم: محاسبه مجموع افت ها

مجموع افتهای روشنایی ناشی از عوامل مختلف TLLF یا به اختصار فاکتور افت و یا ضریب نگهداری سیستم، بطور عملیاتی وابسته به خصوصیات محیطی و الکتریکی متعددی است و به همین دلیل عوامل تأثیر گذار بر آن همواره باید از جانب طراح مد نظر قرار گیرد. مهمترین عوامل مؤثر بر TLLF شامل موارد ذیل است :

- الف) میزان تمیزی سطوح داخلی محیط کار
- ب) چگونگی انتشار ذرات و بخارات در هوای محیط
- ج) تناوب تعویض لامپهای سوخته
- د) تناوب و نحوه نظافت چراغها و سطوح
- ه) خصوصیات و مشخصات فنی چراغ و لامپ
- و) ماهیت و خصوصیات فرآیند کار و نیازهای محیط
- ز) خصوصیات الکتریکی سیستم
- ح) نمای محیط

مقدار TLLF عموماً برای مکانهای مختلف، متفاوت است و نقش طراح در تعیین آن کلیدی است. لذا هر چه مهارت و تجربه طراح بالاتر باشد انتخاب این عامل واقعی تر است. اثر کوچک بودن مجموع افت ها در طراحی سیستم روشنایی به صورت افزایش در تعداد چراغها نمایان می گردد و دارای تبعات اقتصادی برای کارفرما است. اگر چه این ضریب بعنوان فاکتور افت نامگذاری شده است ولی عملاً نقش آن بعنوان فاکتور نگهداری سیستم روشنایی است. در شرایط مساوی از نظر CU، چراغی بهتر است که فاکتور افت بزرگتری داشته باشد. بهمین خاطر کیفیت فنی چراغ و بالا بودن استاندارد ساخت آن و عدم نیاز به مراقبت دائمی می تواند در افزایش این فاکتور مؤثر باشد. همچنین ایجاد شرایط یا مقرراتی که نگهداری و تعمیرات سیستم را تضمین نماید نیز همین اثر را دارد.

TLLF عملاً دارای مقدار عددی کوچکتر از یک و برای بهترین وضعیت کمتر از ۰/۸ می باشد. در برخی حالات این ضریب ممکن است تا ۰/۳ نیز تنزل یابد. فاکتور افت TLLF حاصل ضرب هشت عامل مؤثر بر افت روشنایی سیستم است و از طریق فرمول زیر محاسبه می شود :

$$TLLF = TF \times VF \times RSDD \times LDD \times LLD \times (1 - LBF) \times LSD \times BF$$

TF: عامل دما است که در مکانهای با دمای معمول برابر یک و در غیر آن مطابق نظر سازنده و به صورت ضریبی کوچکتر از یک لحاظ میگردد.

VF: عامل ولتاژ برق است و معمولاً بر مبنای وضعیت تأمین نیروی برق بین ۰/۹۷ تا ۰/۹۵ در نظر گرفته می شود.

RCDD: افت سطوح داخلی بنا در اثر گرد و غبار محیط و کثیفی سطوح است که از جداول مربوطه و با داشتن *RCR* و درجه تمیزی صنعت تعیین می گردد.

LDD: افت در اثر کثیفی سطح چراغ است که برای گروههای شش گانه چراغ از طریق محاسبه یا از طریق جداول (*A*) دست می آید.

LDD: افت لومن لامپ در اثر کارکرد و حدوداً ۰/۹۳ در نظر گرفته می شود.

LBF: درصد لامپهای سوخته که بر اساس برآوردطراح و ماهیت صنعت و نگهداری سیستم تعیین می شود و اغلب برابر ۰/۰۵ است.

LSD: افت در اثر تغییر سطوح داخلی کاسه چراغ است که برای سطوح رنگ شده برابر ۰/۹۸ و سطوح فلزی یا پلاستیک ۰/۹۹ انتخاب می شود.

BF: عامل افت بالاست یا بالاست چراغ است که بسته به کارایی آن تعیین می شود و برای بالاست استاندارد برابر یک است.

۳-۳-۸ - مرحله هشتم: محاسبه توان نوری مجموع چراغها

توان نوری مجموع چراغها برای تأمین متوسط شدت روشنایی مورد نیاز روی سطح کار از فرمول زیر بدست می آید :

$$\varphi = \frac{E_{av} \times A}{CU \times TLLF}$$

در رابطه فوق مشاهده میشود که هر چه مساحت مکان مورد طراحی وسیع تر و شدت روشنایی مورد نیاز بیشتر باشد و هر چه ضریب بهره روشنایی سیستم و فاکتور نگهداری سیستم کوچکتر باشد توان نوری کل چراغهای مورد نیاز برای تأمین روشنایی بیشتر خواهد شد.

برعکس هرچه CU و TLLF قوی تر باشد در مساحت و شدت روشنایی ثابت میزان توان نوری کل مورد نیاز و در نتیجه تعداد چراغ مورد نیاز کمتر خواهد شد. افت در اثر کثیفی سطح چراغ LDD با استفاده از رابطه زیر و جدول راهنمای آن بدست می آید.

$$LDD = e^{-At^B}$$

مقادیر A, B (و کسر آن بصورت اعشار)، از جدول راهنمای (۹) بر اساس گروه چراغ بدست می آید.

جدول راهنمای (۹)

گروه نگهداری چراغ	B	A				
		خیلی تمیز	تمیز	متوسط	کثیف	خیلی کثیف
I	۰/۶۹	۰/۰۳۸	۰/۰۷۱	۰/۱۱۱	۰/۱۶۲	۰/۳۰۱
II	۰/۶۲	۰/۰۳۳	۰/۰۶۸	۰/۱۰۲	۰/۱۴۷	۰/۱۸۸
III	۰/۷۰	۰/۰۷۹	۰/۱۰۶	۰/۱۴۳	۰/۱۸۴	۰/۲۳۶
IV	۰/۷۲	۰/۰۷۰	۰/۱۳۱	۰/۲۱۶	۰/۳۱۴	۰/۴۵۲
V	۰/۵۳	۰/۰۷۸	۰/۱۲۸	۰/۱۹۰	۰/۲۴۹	۰/۳۲۱
VI	۰/۸۸	۰/۰۷۶	۰/۱۴۵	۰/۲۱۸	۰/۲۸۴	۰/۳۹۶

۳-۳-۹ - مرحله نهم: محاسبه تعداد چراغ مورد نیاز

برای تعیین تعداد چراغ مورد نیاز لازم است با توجه به مشخصات چراغ مورد استفاده و توان مصرفی لامپ یا لامپهای آن، توان نوری آن معلوم گردد. این توان از راههای مختلف قابل تعیین است.

- بر اساس اظهار سازنده طبق کاتالوگ چراغ (برای سازندگان معتبر و دارای گواهی استاندارد فنی ساخت).
- از طریق ضرب توان الکتریکی مجموع لامپهای چراغ (بدون احتساب بالاست) در ضریب بهره نوری اسمی لامپ.
- اندازه گیری توان نوری چراغ که روش آن قبلاً توضیح داده شده است.

مثال :

برای یک چراغ صنعتی با لامپ گازی حیوه ای و توان الکتریکی ۲۵۰ وات (و توان ۱۶ وات برای بالاست) توان نوری را محاسبه نمایید.

حل :

تعداد چراغ مورد نیاز برای تأمین روشنایی سیستم که از فرمول زیر بدست می آید :

$$\varphi_t = 250 \times 60 = 15000$$

$$n = \frac{\varphi_t}{\varphi_l}$$

φ_t مقدار کل شار نوری مورد نیاز (لومن) (

φ_l مقدار شار نوری هر واحد چراغ (لومن) که از ضرب توان الکتریکی لامپ در ضریب

بهره نوری آن بدست می آید.

تعداد چراغ باید با تقریب بالا گرد شود.

۳-۳-۱۰- مرحله دهم کنترل محاسبات

در این مرحله لازم است که با توجه به تعیین تعداد چراغ، متوسط شدت روشنایی در شروع بهره برداری از سیستم و در نیمه عمر لامپ برآورد گردد. فرمولهای محاسباتی بشرح زیر است :

الف- متوسط شدت روشنایی در شروع بهره برداری :

$$E_{av.max} = \frac{\varphi_l \times n \times CU}{A}$$

ب- متوسط شدت روشنایی در نیمه عمر لامپ:

$$E_{av.min} = E_{av.max} \times TLLF$$

φ_l : مقدار شار نوری چراغ(لومن)

CU: ضریب بهره روشنایی سیستم روشنایی

TLLF مجموع افت های روشنایی در اثر عوامل مختلف

A: مساحت کارگاه

ملاحظه می شود که متوسط شدت روشنایی در شروع بهره برداری همواره بزرگتر از مقدار لحاظ شده در طراحی است و این عامل نباید مورد تردید قرار گیرد زیرا در طی یک دوره زمانی که اصطلاحاً نیمه عمر لامپ گفته می شود، در لامپ های فلورسنت ۵۰۰۰ ساعت

و در لامپهای گازی صنعتی ۱۲۰۰۰ ساعت کار سیستم است. بطور عملیاتی به دلیل کاهش ضریب انعکاس نور سطح داخلی و لومن لامپها و کثیفی چراغ ها عملاً ضریب TLLF خود را نشان می دهد. در این زمان است که باید سیستم کارایی کافی را در تأمین متوسط شدت روشنایی داشته باشد. در یک طراحی قابل قبول نباید نسبت شدت روشنایی در نیمه عمر کمتر از ۶۰٪ میزان آن در شروع بهره برداری باشد و هر چه این نسبت کوچکتر باشد کارایی و توجیه اقتصادی طرح ضعیفتر است.

۳-۳-۱۱- مرحله یازدهم: محاسبات چیدمان چراغها

برای دستیابی به توزیع یکنواخت روشنایی در سطح مکان مورد طراحی لازم است که تعداد چراغ محاسبه شده طرح، چیدمان مناسبی داشته باشد. برای این کار فواصل چراغها در دو طرف باید برابر و منتظم باشد. تعیین تعداد ردیف چراغ و تعداد چراغ در هر ردیف اولین مرحله در چیدمان است و این مقادیر وابسته به نسبت طول و عرض مکان و تعداد کل چراغ می باشد. به هر حال نسبت تعداد چراغ در هر ردیف به تعداد ردیف ها باید حدوداً برابر با نسبت طول به عرض مکان باشد:

$$\frac{N}{M} \approx \frac{L}{W}$$

برای تعیین مقادیر M (تعداد ردیف) و N (تعداد چراغ در هر ردیف) به ترتیب زیر عمل

می شود:

$$\frac{L}{x} = \frac{W}{x} = n$$

n: تعداد کل چراغها

L: طول مکان مورد طراحی (متر)

W: عرض مکان (متر)

X: پارامتر تعیین نسبت

پس از تعیین مقدار X می توان با روابط زیر مقادیر تعداد ردیف چراغ و تعداد چراغ در هر ردیف را برآورد نمود. باید توجه داشت این مقادیر راهنما بوده و تصمیم گیری به عهده طراح است:

$$\frac{L}{x} = N \quad \frac{W}{x} = M$$

مثال:

در صورتی که برای طراحی روشنایی یک کارگاه به طول ۴۰ و عرض ۲۰ متر تعداد ۳۶ چراغ گازی حیوه ای محاسبه شده باشد، تعداد ردیف و تعداد چراغ در هر ردیف را برآورد نمایید.

$$\frac{40}{x} = \frac{20}{x} = 36 \quad \rightarrow x = 4.7$$

$$\frac{40}{4.7} = 8.5 \quad \frac{20}{4.7} = 4.2$$

بدیهی است که اعداد فوق باید گرد شود لذا به نظر می رسد که ۴ ردیف ۹ چراغی مناسب باشد.

بعد از این مرحله برای تعیین یک روشنایی یکدست، باید محاسبات مربوط به تقسیم فاصله چراغها در طول و عرض مکان بگونه ای شود که منتظم و حتی الامکان برابر باشد. محاسبات مربوط با استفاده از نسبت های زیر انجام می گردد:

$$\frac{L}{2N} \quad \text{فاصله چراغ تا دیوار در طول هر ردیف}$$

$$\frac{L}{N} \quad \text{فاصله دو چراغ در طول هر ردیف}$$

$$\frac{W}{2M} \quad \text{فاصله چراغ تا دیوار در ردیفهای مجاور دیوار}$$

$$\frac{W}{M} \quad \text{فاصله ردیفها یا فاصله چراغها در دو ردیف مجاور}$$

مبدأ فاصله ها مرکز چراغها است لذا اگر چراغ نقطه ای باشد مبدأ فاصله درست از مرکز آن که محور نصب آن نیز می باشد و برای چراغهای طولی مانند فلورسنت نیز مبدأ فواصل مرکز طول چراغ است.

مثال :

برای مثال قبل مقادیر مربوط به فواصل چراغها را محاسبه نمایید.

$$\frac{L}{2N} = \frac{40}{2 \times 9} = 2.22m$$

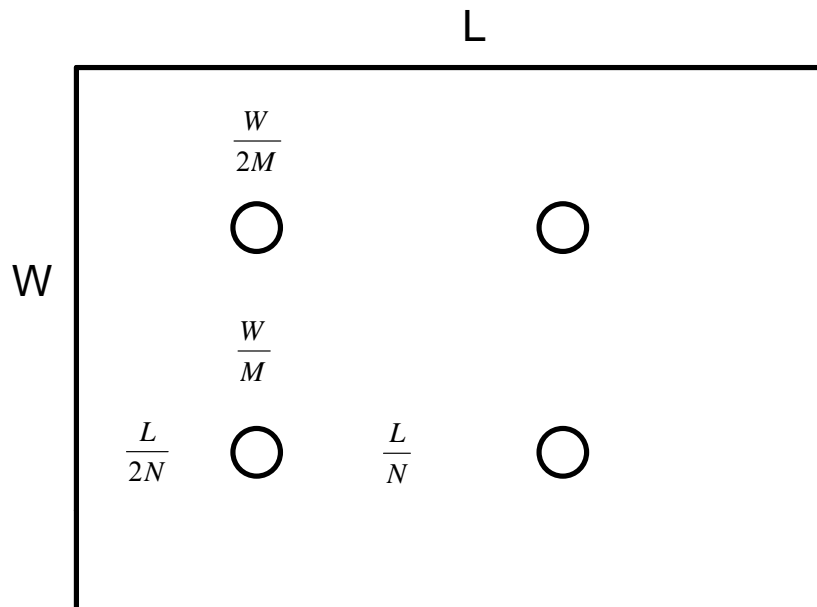
$$\frac{L}{N} = \frac{40}{9} = 4.45m$$

$$\frac{W}{2M} = \frac{20}{2 \times 4} = 2.5m$$

$$\frac{W}{M} = \frac{20}{4} = 5m$$

باید توجه شود که مقادیر فواصل در طول و عرض مکان حتی الامکان برابر باشد. در غیر این صورت توزیع روشنایی، یکدست نخواهد بود. اختلاف در این فاصله ها تا ۱۰٪ قابل اغماض است.

مقادیر ذکر شده برای هر چراغ براساس چگونگی منحنی قطبی آن در جدول مربوطه آمده است. بطور مثال در جدول (A) پیوست (ب) برای چراغ شماره ۱۸ این ضریب برابر ۱/۵ است که در بالای شکل، منحنی قطبی آن درج شده است و بدان معنی است که فاصله چراغها در طول و عرض کارگاه نباید از ۱/۵ برابر ارتفاع طراحی بیشتر باشد. این ضریب برای چراغ شماره ۷ برابر ۰/۷ است. (به شکل منحنی قطبی این دو چراغ توجه کنید). شکل (۶) بطور ساده فواصل چیدمان چراغها در پلان افقی را نشان می دهد. در صورتی که در مرحله چیدمان چراغها، تعداد آنها با توجه به نظر طراح تغییر نماید، لازم است که مرحله کنترل محاسبات دوباره تکرار شود.



شکل (۶)

۳-۳-۱۲ - مرحله دوازدهم: تدوین و ترسیم نقشه ها

در مرحله پایانی لازم است که نقشه های مربوط به طرح برابر با محاسبات انجام شده ترسیم گردد. نقشه ها لازم است دارای پلان عمودی نصب چراغ با جزئیات مربوطه و پلان افقی با جزئیات تعیین فواصل چراغها و سایر جزئیات مورد نیاز برای نصب آنها باشد. برای کنترل و نظارت بر محاسبات طراحی و اظهار نظر نهایی در مورد صحت و اعتبار آنها، لازم است که خلاصه محاسبات به جدول مربوطه منتقل گردد.

مثال :

برای یک سالن به مساحت $100 \text{ m}^2 (10 \times 10)$ و ارتفاع ۴ متر قرار است از چراغ فلورسنت تک لامپ ۴۰ W استفاده شود اگر شدت روشنایی مورد نیاز 200 lux ، $CU=0.55$ و $TLLF=0.65$ باشد طراحی لازم را انجام دهید.

$$\varphi_l = \frac{200 \times 100}{0.55 \times 0.65} = 55944 \quad \text{lm}$$

با توجه به مشخصات چراغ معلوم میگردد که با توجه به ضریب بهره اسمی لامپ، توان نوری آن خواهد بود:

$$\varphi_l = 40 \times 60 = 2400 \quad \text{lm}$$

$$n = \frac{55944}{2400} = 23.31 \approx 24$$

در اینجا چون ابعاد کارگاه برابر و شکل آن مربع است لذا در چیدمان چراغها باید تعداد آنها در هر ضلع کارگاه برابر باشد لذا تعداد چراغ $(5 \times 5 = 25)$ انتخاب می گردد. در مرحله بعد شدت روشنایی در ابتدای بهره برداری سیستم روشنایی و نیمه عمر لامپ بترتیب زیر محاسبه می گردد.

$$E_{AV.\max} = \frac{2400 \times 25 \times 0.55}{100} = 330 \text{ lux}$$

$$E_{AV.\min} = 330 \times 0.65 = 214.5 \text{ lux}$$

مشاهده می شود که حداقل شدت روشنایی در نیمه عمر لامپ ۲۱۴ لوکس است که از حد مورد نظر در طراحی بیشتر است.

مثال :

یک انبار لوازم خانگی دارای طول ۹۰ و عرض ۳۰ و ارتفاع جانبی ۸ متر است. سقف سالن شیب دار سبک با ارتفاع تاج ۲ متر است. پوشش داخلی سقف عایق رطوبتی با لایه زیرین فویل آلومینیم با ضرایب انعکاس نور متوسط ۰/۲ است. یک سیستم روشنایی مناسب برای این سالن طراحی نمایید.

حل:

مرحله اول: سیستم روشنایی مستقیم با منابع نقطه ای

مرحله دوم: با توجه به ارتفاع جانبی سالن و ارتفاع طراحی که در اینجا حداکثر است و معادل ۷/۴ متر در نظر گرفته می شود (۰/۶ متر برای ارتفاع چراغ). لازم است که از چراغ نقطه

ای با لامپ گازی جیوه ای ۲۵۰ وات استفاده شود. این چراغ دارای بالاست با توان مصرفی حدود ۱۶ وات است. بر اساس جدول راهنمای (A) پیوست (ب) چراغ شماره ۱۶ انتخاب می شود.

مرحله سوم: با توجه به نیاز انبار شدت روشنایی عمومی ۲۰۰ لوکس تعیین می شود.

مرحله چهارم: محاسبه RCR

$$RCR = \frac{5 \times 7.4 \times (90 + 30)}{90 \times 30} = 1.64$$

مرحله پنجم: در این مثال متوسط ضرایب انعکاس تعیین شده است. لذا برای تعیین

CCR و FCR خواهیم داشت:

$$CCR = \frac{5 \times [(2.6 + 0.6) / 2] \times (90 + 30)}{90 \times 30} = 0.35$$

$$RCR = \frac{5 \times 0.0 \times (90 + 30)}{90 \times 30} = 0.0$$

از جدول (A) پیوست (ب) برای مقادیر فوق، ضریب مؤثر ناحیه سقف حدود ۰/۶۶ و

ضریب مؤثر ناحیه کف برابر صفر تعیین می گردد.

مرحله ششم: تعیین ضریب بهره نوری سیستم روشنایی :

با توجه به جدول (A) پیوست (ب) برای چراغ شماره ۱۶ و ضرایب انعکاس مؤثر سقف

برابر ۰/۶۶، دیوار ۰/۵ و کف ۰/۲ (در مرحله اول)، برای RCR برابر ۱/۶۴ مقدار اولیه، ضریب

بهره نوری از طریق محاسبات درون یابی به شرح جدول زیر برابر $CU=0.774$ بدست می آید.

در ادامه، ضریب تصحیح برای کف از جدول (۸) برای ضریب مؤثر کف صفر، به ترتیب

جدول درون یابی فوق برابر ۰/۹۰ بدست می آید لذا ضریب بهره نوری نهایی سیستم خواهد

بود.

$$CU = 0.774 \times 0.9 = 0.697$$

مرحله هفتم: برای تعیین فاکتور افت TLLF به ترتیب زیر عمل می شود.

$$TLLF = TF \times VF \times RSDD \times LDD \times LLD \times (1 - LBF) \times LSD \times BF$$

در اینجا عامل دما برابر یک و عامل ولتاژ با توجه به وضعیت شبکه برق ۰/۹۶ در نظر

گرفته می شود. افت سطوح داخلی بنا در اثر گرد و غبار محیط RSDD با توجه به RCR

و تمیزی محل برای یک دوره یک ساله نظافت محیط و سیستم تابش نور مستقیم، برابر ۰/۹۶

تعیین می گردد. افت در اثر کثیفی سطح لامپ LDD برای گروه چراغ ۳ برابر ۰/۸ بدست می

آید. افت در اثر کثیفی سطوح داخلی کاسه چراغ LSD با توجه به فلزی بودن سطح داخلی چراغ

برابر ۰/۹۹ تعیین می شود. فاکتور بالاست نیز یک در نظر گرفته می شود. لذا مقدار TLLF برابر خواهد شد با:

$$TLLF = 1 \times 0.96 \times 0.96 \times 0.8 \times (1 - 0.05) \times 0.99 \times 1 = 0.693$$

مرحله هشتم:

$$\phi_i = \frac{200 \times 2700}{0.697 \times 0.693} = 1117964 \text{lm}$$

مرحله نهم: محاسبه تعداد چراغ مورد نیاز

$$n = \frac{1117964}{(250 \times 60)} = 74.5 \approx 75$$

مرحله دهم: کنترل محاسبات

$$E_{av.max} = \frac{15000 \times 75 \times 0.697}{2700} = 290 \text{lux}$$

$$E_{av.min} = 290 \times 0.693 = 201 \text{lux}$$

مرحله یازدهم: محاسبات چیدمان چراغها

$$\frac{90}{x} \times \frac{30}{x} = 75 \Rightarrow x = 6$$

$$\frac{90}{6} = 15 \quad \frac{30}{6} = 5$$

در اینجا دقیقاً ۵ ردیف چراغ و در هر ردیف ۱۵ چراغ جمعاً ۷۵ دستگاه تعیین می شود در ادامه، فواصل چراغها نیز محاسبه میگردد.

$$\frac{L}{2N} = \frac{90}{2 \times 15} = 3m$$

$$\frac{L}{N} = \frac{90}{15} = 6m$$

$$\frac{W}{2M} = \frac{30}{2 \times 5} = 3m$$

$$\frac{W}{M} = \frac{30}{5} = 6m$$

نسبت فواصل چراغها در طول و عرض کارگاه کاملاً برابر است و از معیار حداکثر فاصله مجاز چراغها که در جدول (A) پیوست (ب) برای چراغ شماره ۱۶ برابر ۱/۵ تعیین شده نیز کمتر است لذا از نظر اصول طراحی کاملاً مطلوب است.

۳-۴- طراحی روشنایی موضعی

درب برخی از پست های کاری به دلیل نیاز به شدت روشنایی بالاتر از میزان پیش بینی شده برای روشنای عمومی، لازم است که به صورت موضعی طراحی مناسبی برای تأمین کسری شدت روشنایی انجام شود.

بطور مثل در کارگاه قالبیافی در پست کاری کارگران روی سطح بافت قالی، شدت روشنایی ۵۰۰ لوکس مورد نیاز است. و یا شدت روشنایی عمومی مورد نیاز یک کتابخانه ۲۰۰ لوکس است ولی این میزان روی میز مطالعه ۵۰۰ لوکس تعیین شده است. تأمین بالاترین سطح نیاز برای برخی از پست های کاری در طراحی روشنایی عمومی، از نظر بهره وری انرژی و توجیه اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

اصول طراحی روشنایی موضعی در این مبحث عنوان می گردد، اما به علت تنوع موقعیتهای و حالات مختلف در نیازهای طراحی روشنایی موضعی لازم است که طراح با تعمق و تدبیر و رعایت تمام ملاحظات فنی، بهداشتی، ارگونومیک و هنری به گونه ای عمل نماید که علاوه بر تأمین نیاز شاغل، مزاحمتی برای وی ایجاد نکند و آسایش و راحتی عملکرد او مختل نگردد. به طور مثال استفاده از چراغ های با لامپ های التهابی یا هالوژنه اگرچه روشنایی بالایی را روی سطح کار ایجاد می کند اما اغلب به علت ایجاد گرمای زیاد، راحتی شاغل را مختل می کند. در برخی موارد نیز مشاهده شده که برای تأمین روشنایی موضعی به صورتی عمل شده که منبع روشنایی به دلیل قرارگیری در مسیر دید دیگران برای آنها مزاحمت ایجاد کرده است. اصول زیر می تواند به عنوان راهنما برای طراحی مطلوب روشنایی موضعی به کار گرفته شود:

- طیف نور منبع باید حداقل نیاز محدوده راز نظر رنگ دهی تأمین نماید.
- فاصله منبع روشنایی نباید از ۲ متر از سطح کار بالاتر و یا بیش از حد به موضع کار نزدیک باشد.
- زاویه تابش باید به نحوی باشد که سایه سر، بدن یا دست ها روی موضع کار نیفتد.
- مراقبت شود که منبع روشنایی به هیچ وجه در مسیر دید شاغل یا افراد نزدیک به او قرار نداشته باشد یا در موقعیتی که بازتابش نور از سطوح ایجاد خیرگی نماید، قرار نگیرد.
- حتی الامکان از منبع روشنایی با سطح وسیع و درخشندگی پایین استفاده شود.
- کلیه سطوح براق و منعکس کننده روی موضع کار یا لایه مناسب پوشانده شود. به همین ترتیب از ابزارهایی که دارای سطوح منعکس کننده نور هستند استفاده نمود.

- بهتر است موقعیت چراغ در محدوده معین توسط فرد شاغل انجام شود تا بیشترین راحتی را برای وی تأمین نماید.
- آموزش های لازم در مورد بهره گیری مطلوب از روشنایی موضعی به فرد استفاده کننده داده شود.

برای تعیین میزان نیاز هر شغل به روشنایی موضعی اسنلن^۱ رابطه ای را پیشنهاد نموده است که بر اساس ضریب انعکاس سطوح مورد رؤیت و اندازه گیری شیء مورد رؤیت است:

$$S = \frac{3435 \times Z}{d}$$

که در آن :

S : کمان رؤیت شیء (mm)

d : فاصله چشم ناظر تا محل شیء (mm)

در این رابطه تیز چشمی^۲ مورد نیاز برای رؤیت شیء به صورت زیر تعریف شده است:

شدت روشنایی مورد نیاز در دید اشیاء برای فاصله نزدیک به صورت موضعی نیز به صورت زیر تعریف شده است:

$$E = \frac{193700}{R \times S^{1.5}}$$

R : ضریب انعکاس بین ۰/۸-۰/۱ مربوط به موضع دید

۳-۵- روش طراحی روشنایی موضعی

رابطه کلیدی در طراحی روشنایی موضعی همان رابطه تابش نور در زوایای مختلف است:

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{d^2}$$

E : شدت روشنایی روی موضع کار (لوکس)

I : شدت نور منبع (کاندلا)

d : فاصله منبع تا سطح کار به صورت قائم یا مایل (متر)

a: زاویه تابش نور روی سطح کار

در طراحی روشنایی موضعی، ابتدا باید شدت روشنایی مورد نیاز در طراحی موضعی تعیین شود. در مرحله بعد با تعیین موقعیت نصب منبع و فاصله مؤثر و زاویه تابش روی سطح افقی یا عمودی شدت نور منبع تعیین می گردد:

$$I = \frac{E \cdot d^2}{\cos \alpha} \quad (cd) \quad \text{برای تابش روی سطح افقی}$$

$$I = \frac{E \cdot d^2}{\sin \alpha} \quad (cd) \quad \text{برای تابش روی سطح عمودی}$$

با داشتن شدت نور منبع، تعیین مشخصات و نوع آن و ضریب کلی بهره روشنایی در تابش مستقیم با توجه به منحنی قطبی چراغ می توان، توان الکتریکی آن را محاسبه نمود.

مثال:

برای تأمین روشنایی روی یک میز نقشه خوانی به ابعاد ۱۰۰ در ۱۳۰ که به صورت افقی قرار گرفته در سالنی که متوسط شدت روشنایی عمومی ۳۲۰ لوکس است، یک روشنایی مناسب طراحی نمایید.

حل:

طبق جدول، حدود پیشنهادی برای چنین موضع کاری ۵۰۰ لوکس است، لذا شدت روشنایی کسری خواهد بود:

$$E=500-320=180\text{lux}$$

برای چنین موضع کاری بهتر است چراغ های با لامپ فلورسنت فشرده استفاده شود و چراغ نیز در ارتفاع قائم یک متری توسط بازوی متحرک قابل هدایت باشد. برای دورترین حالت، فاصله خط حد فاصل چراغ از گوشه میز به مرکز آن یا از وسط میز به هر طرف به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d = \sqrt{h^2 + l^2}$$

$$d = \sqrt{l^2 + (\sqrt{1^2 + 1.3^2 / 2})} = 1.29\text{m}$$

زاویه تابش نور نیز خواهد بود:

$$\cos \alpha = \frac{h}{d} = \frac{1}{1.29} = 0.775$$

حال شدت نور منبع محاسبه می شود:

$$I = \frac{180 \times 1.29^2}{0.775} = 386.5 \text{ cd}$$

توان نوری و توان الکتریکی منبع به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\varphi_l = 386.5 \times 12.57 = 4858 \text{ lm}$$

$$P_l = \frac{4858}{60} 81 \text{ w}$$

در اینجا انتخاب چراغ مناسب با نظر طراح و موجودی بازار انجام می گردد که در حال حاضر لامپ های ۴۰ وات در بازار موجود است. که می تواند به صورت چراغ زوج لامپ به کار رود یا از دو چراغ نقطه ای با لامپ ۰۴ وات در دو لبه میز استفاده شود.

سوالات فصل سوم:

- ۱- روشهای نور پردازی از نظر ترتیب استقرار منابع نوری را ذکر کنید.
- ۲- روش نورپردازی ترکیبی را توضیح دهید.
- ۳- مراحل مختلف یک طراحی روشنایی را نام ببرید.
- ۴- بهترین سیستم تابش نور روی سطح کار کدام است؟
- ۵- ضریب TLLF چیست و مهمترین عوامل مؤثر بر آن چیست؟

فصل چهارم اصول نصب سیمها و کابلها

۴-۱- اصول نصب سیم ها

وسایل کارگاهی برق مثل کلیدهای قطع و وصل، پریزها و لامپها با کمک سیمها یا کابلها به مدارهای جریان برق متصل می شوند. در نصب سیمها مهارتهای مربوط به کار عملی باید مورد استفاده قرار گیرد. همچنین باید به قوانین و مقررات استاندارد DIN، انجمن مهندسی برق آلمان VDE، قوانین استاندارد DIN و مقررات پیشگیری از حوادث کاری توجه داشت.

نقشه مسیر سیم منوط به شناخت دقیق نقاط دلخواه و مناسب اتصال با اندازه های مورد نیاز می باشد. در نقشه تاسیسات جدید باید به امکان توسعه آن در آینده توجه نمود. در انتخاب مسیر سیم باید از مناطقی که در آینده امکان ساخت تاسیسات بهداشتی و یا گرمایشی در آنها وجود دارد، پرهیز کرد.

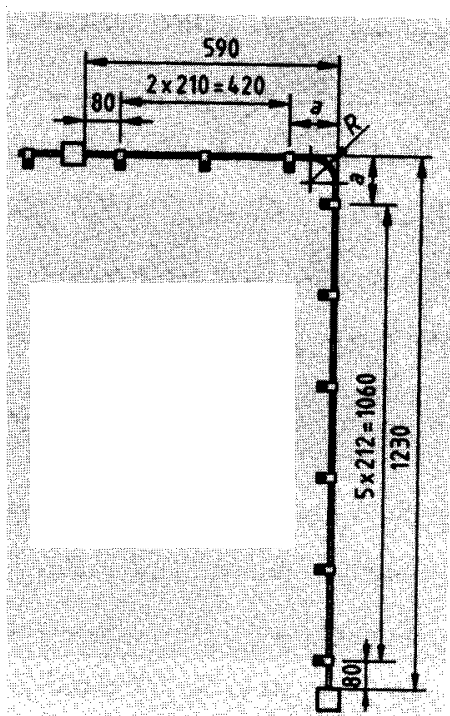
طبق استاندارد DIN VDE0100 تمام سیمهای برق باید در طول مسیر در برابر آسیبهای مکانیکی ایمن گردند. این نیاز می تواند به طور مثال با عبور دادن سیمها از لوله ها، عبور دادن از کانالهای تاسیسات یا با نصب زیر کار تأمین شود. سیمهای روکش دار و کابلها نیز به اندازه کافی ایمن هستند. سیمهای روکار به خصوص در نصب کف اتاق، مدخل درها یا پلکانهای خروجی آسیب پذیر و در معرض خطر هستند. به همین جهت در این مکانهای آسیب پذیر به محافظ ایمنی دیگری مانند استفاده از لوله ها یا کانالهای فلزی یا پلاستیکی نیاز است.

در روش نصب روکار، سیم مستقیماً به پایه یا با کمک بستهای پایه دار ثابت می شود. در محیطهای خشک از بستهای میخی یا پیچی یک لبه استفاده می شود. در محیطهای مرطوب یا خیس اغلب بستهای پایه دار مورد استفاده قرار می گیرند.

چون سیمهای روکار در معرض دید هستند، باید به صورت یکدست، زیبا و مرتب نصب شوند.

مشخص نمودن مسیر سیم روی دیوار با کمک تراز آبی و مداد انجام می شود. در مسیرهای بلند، با تکاندن یک نخ آغشته به پودر رنگی روی مسیر، کشیده و سفت می گردد و بدین ترتیب مسیر سیم کشی را روی دیوار یا سقف مشخص می کند. سپس تمام وسایل کار مثل کلیدها، پریزها، جعبه تقسیم یا لامپها نصب می شوند. اولین بست در فاصله 80mm از لبه بیرونی وسایل نصب شده قرار داده می شود (شکل ۷)

هنگام تغییر مسیر کابل از حالت عمودی به افقی و بالعکس خمهایی ایجاد می شود. برای جلوگیری از صدمه رسیدن به پوشش سیم در این نقاط که باعث بروز ترکیدگی و شکاف می شود باید به این نکته توجه نمود که سیمهایی از نوع NYM, NYRUZY یا NYBUY از حد اقل شعاع خم بیشتر خم نشود. حد اقل شعاع خم R مساوی آن d ($R = 4.d$) خم می شود، شعاع خم نباید از $4 \times 10mm = 40mm$ کمتر باشد.



شکل (۷)

سیمهای روکش دار با شعاعی که حداقل متناسب با چهار برابر قطر سیم باشند، خم می شوند.

در مورد سیمهایی با مقطع بیش از 35mm^2 و همچنین کابلها، باید به قوانین و مقررات کاری تولید کننده توجه کرد. سیمها فقط در موارد استثنایی در ناحیه خم به خودی خود ثابت می مانند. اولین بست نگهدارنده حدود 50mm قبل و بعد از خمش نصب می شود. فاصله اولین بست بعد از خم (a) را می توان از نقطه تقاطع مسیر افقی و عمودی سیم، طبق فرمول $a = 4 \times d + 50\text{mm}$ محاسبه نمود. فضاهای میانی که عبارت است از فضای بین اولین بست نگهدارنده بعد از خم و بست قبل از وسیله نصب شده، را می توان با تقسیم بندی به صورت یکسان، تعیین نمود (شکل ۷)

۴-۲- سیم کشی در ساختمانهای پیش ساخته

۴-۲-۱- نصب سیم در بتون

چنانچه در ساختمانهای پیش ساخته و بتونی، سیم کشی در مرحله آخر صورت گیرد، مخارج سرسام آور و سنگینی را به دنبال دارد. از این رو قبل از بتون ریزی دیوارها و سقف، سیم کشی در داخل قالبهای بتونی صورت می گیرد (شکل ۸)

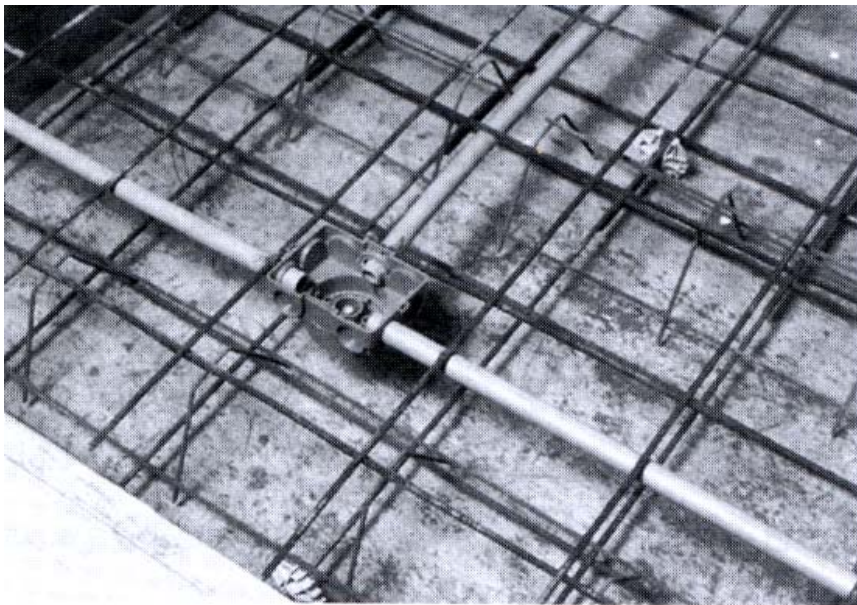
نقشه دقیق و انتخاب مصالح مناسب جهت سیم کشی در این زمینه، نقش مهمی ایفا می

کند.

در نصب سیم داخل بتون فقط می توان از کابل *NYM* استفاده نمود. این کابل را می توان مستقیماً زیر بتون قرار داد. سیمهای رشته ای مانند *H07V-U* یا سیمهای روکش دار مانند *NYM* در لوله های محافظ با استحکام زیاد قابل نصب می باشند.

سیمهای روکش دار را نمی توان مستقیماً در زیر بتونهایی قرار داد که با ویرا تور بخوبی متراکم می شوند. ولی نصب زیر کار سیم روکش دار در شکافها و پوششهای بتونی مجاز می باشد.

کلیه محلهای ورودی به سوکت (جعبه) کلید و پریزها و اتصالات لوله باید کاملاً آب بندی شوند تا از نفوذ ملات بتون به داخل سوکت یا لوله ها جلوگیری شود. سوکت کلید و پریزها و سوکتهای ارتباطی و سوکت ارتباطی روشنایی باید برای نصب در بتون مناسب باشند.



شکل (۸)

۴-۲-۲- نصب سیم در دیوارهای توخالی

خانه های پیش ساخته اغلب از دیوارهایی از مصالح سبک تولید می شوند. در ساخت دیوارهایی از مصالح سبک، اغلب ترجیح داده می شود که از ساختار چهار چوبی استفاده شود. با الوارهایی از صفحه های گچی، چوبی با لوله ای فضاهای خالی به وجود می آید که سیم کشی برق در این فضاها میسر می باشد (شکل ۹). ارتباط بین تک تک خروجیها و برق رسانی به مدارها اغلب در سقف صورت می گیرد. سیمهای به کار رفته در دیوار توخالی مانند *NYM* باید دارای روکش ضد حریق باشند.

لوله هایی که در دیوارهای توخالی به کار می روند باید ضد حریق بوده و دارای نشان ACF باشند. نصب سیمهای تخت در دیوارهای گچی مجاز نمی باشد.

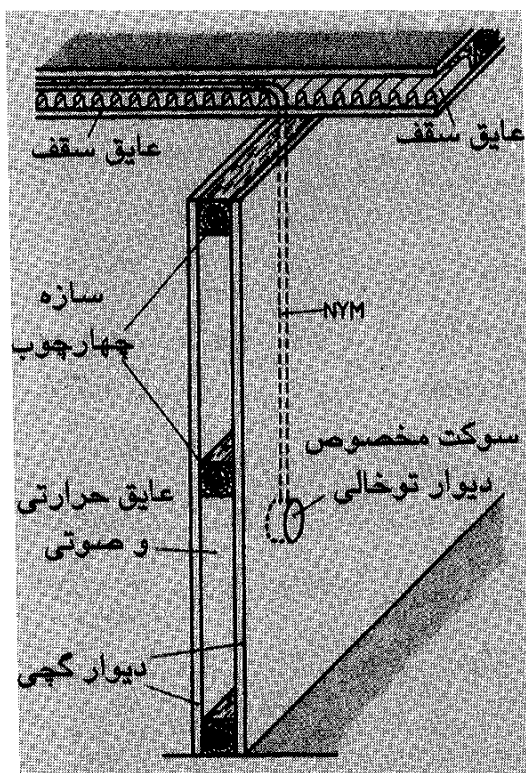
اتصال سیمهایی که در دیوارهای توخالی قرار گرفته و نمی توان آنها را ثابت نمود فاقد هر گونه کشش و جابه جایی است. برای نصب سوکت پریز و کلید یا جعبه تقسیم از سوکت های مخصوص چنین دیوارهایی استفاده می شود (شکل ۹)

حفره مناسبی در دیوار، دقیقاً به اندازه لبه قوطی با فرز ایجاد می شود. قوطی مخصوص دیوار توخالی با این روش هم سطح دیوار قرار می گیرد.

به هنگام نصب دیوار توخالی محکم شدن وسایلی مانند کلید و پریز در حلقه مرکزی صورت می گیرد. استفاده از گیرهای پیچی برای این منظور مجاز نمی باشد.

از ویژگیهای وسایلی مانند پریز ارتباطی یا تقسیمهای کوچک در سیم کشی دیوارهای توخالی می توان به استحکام مکانیکی و ضد حریق بودن آنها اشاره کرد.

جعبه کنتور، تقسیمهای کوچک یا قوطی مخصوص دیوارهای توخالی تنها در مواردی می توانند مورد استفاده قرار گیرند که از لایه ضخیمی به قطر حداقل 12mm از فیبر سیلیکات یا مواد مشابه یا لایه ضخیمی به قطر 100mm از پشم شیشه یا مواد سنگی پوشیده شده باشند.



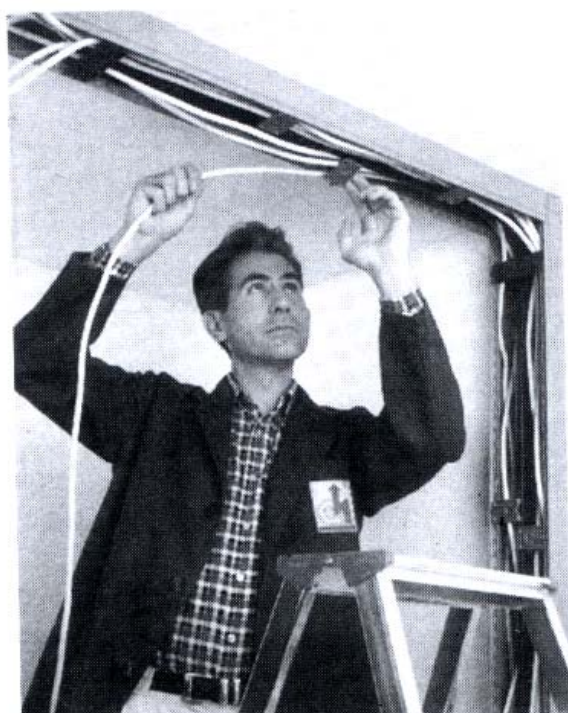
شکل (۹)

۴-۳- نصب سیم در داکتهای برق

استفاده از کانال برق مانند شکل (۱۰) در نصب روکار سیم در دیوارها و سقفها ضمن بهینه و اقتصادی بودن، سرعت کار را نیز افزایش می دهد. جنس این کانالها پلاستیکی یا فلزی است. در نصب داکتهای برق وجود ارتباط پیوسته فلزی در کلیه قسمت های داکت به منظور ایجاد تعادل پتانسیل در بدنه ضروری است.

۴-۳-۱- نصب داکت سیم

به داکتهایی مانند شکل (۱۰) که فقط برای عبور سیم مورد استفاده قرار می گیرند و روی آنها نصب وسایل برقی مجاز نمی باشد، داکت سیم گویند. این داکتها با رول پلاک به دیوار یا سقف محکم می شوند. فاصله رول پلاکها نباید از 600mm تجاوز کند.



شکل (۱۰)

۴-۴- تاسیسات زیر زمینی

سیمها در تاسیسات زیر زمینی از داخل کانالهایی از ورق فولاد با روکش روی عبور داده می شوند. کانالها در زیر زمین یا هم سطح زمین قرار دارند. از این سیستم در اتاقهای بزرگ اداری، آزمایشگاهها و در اتاقهای تست و اندازه گیری استفاده می شود. شبکه ای از کانالها، مساحت کل اتاق را تحت پوشش قرار می دهند به طوری که نصب و تأمین الکتریسیته و تجهیزات مخابراتی در تمام قسمتهای محیط کار میسر باشد. طراحی کانال به گونه ای است که برای گرفتن انشعابات بیشتر از آن مشکلی به وجود نیاید. ایجاد مسیرهای مجزا در کانالهایی که هم سیمهای مخابراتی و هم سیمهای فشار قوی از درون آن عبور می کنند، ضروری است. حداقل فاصله بین سیمهای مخابراتی و فشار قوی در مسیرهای تغذیه و تقاطعها باید 10mm باشد.

۴-۴-۱- سیستم داکت بر روی کف پوش

در این نوع نصب، کانالهای مخصوص عبور سیم، قوطیهای تقسیم کانال و قوطیهای انشعابی، دقیقاً بر روی پوشش بتونی خام قرار داده می شوند. بر روی قوطیهایی که ارتفاع آنها قابل تنظیم است پریزهای کف اتاقی برای تجهیزات فشار قوی، مخابراتی یا سیستم ساختمانی، نصب می شود. هنگام سر هم بندی سیمهای فشار قوی درون کانال برای نصب یا تعویض پریز، باید سیستم فلزی کانال از لحاظ حفاظتی عایق بندی شود. در ترمینالهای عایق بندی شده یا ضد ضربه مانند نصب کلید و پریزهای پلاستیکی می توان از در نظر گرفتن موارد ایمنی صرف نظر نمود. از آنجایی که نمی توان نحوه استفاده از سیستم زیر زمینی در آینده را پیش بینی کرد، توصیه می شود به هر صورت در سیستم فلزی کانال موارد ایمنی و حفاظتی اجرا گردد. از این رو توصیه می شود هادی محافظ ویژه ای را مستقیماً از محل تغذیه (تقسیم) به تمامی نقاط اتصال زمین هدایت نمود. در هنگام توسعه تاسیسات موجود، سیستم کانال را از بالا و با احتیاط سوراخ می کنیم، به طوری که آسیبی به سیمها نرسد.

۴-۴-۲- سیستم داکت هم سطح کف پوش

داکتها، قوطی تقسیم و قوطی انشعابی بر روی پوشش لوله قرار می گیرند و با کمک پیچ تنظیم بر روی بخش فوقانی کف پیش ساخته منطبق می شود. قبل از قرار دادن داکت در قسمتهای توخالی کف پوش ملات ریخته می شود. کف پوش قرار داده شده، بخش فوقانی داکت را در بر می گیرد. در قسمتهایی از کانال که محل تغذیه می باشد می توان پوشش داکت را جدا نمود. در نصب بعدی سیمها به راحتی و به سرعت از بالا داخل داکت می شوند.

۴-۴-۳- سیستم داکت داخل بتون

به هنگام قرار دادن داکتها در بتون، داکتها، قوطی تقسیم یا سوکت‌های انشعابی قبل از بتون ریزی سقف بر روی تخته پوش سقف قرار می‌گیرند. در مواقعی که نصب داکت روی سقف خام ضروری باشد از این شیوه استفاده می‌شود. از آنجایی که کانالها در داخل پوشش بتونی قرار می‌گیرند، باید از قبل با همکاری یک مهندس ساختمان طرح آن بررسی گردد. برای جلوگیری از ورود ملات بتون در سیستم کانال باید کلیه محلهای ورودی به داخل کانال وقوطیها و محلهای اتصال داکت با نوار چسب، آب بندی گردند.

۴-۴-۴- نصب داکت بر روی کف پیش ساخته

اغلب به هنگام باز سازی ساختمان ادارات یا آزمایشگاهها از این شیوه استفاده می‌شود. در مواردی این شیوه به جای نصب زیر زمینی ترجیح داده می‌شود که از تغذیه های دیواری در یک فضا استفاده می‌شود. داکتی که از قبل ساخته شده، در این روش به کار می‌رود. دستگاههای برقی را می‌توان مانند سیستم زیر زمینی به پریشها متصل نمود.

۴-۵-۴- نصب روی سینی حمل کابل

در تأسیسات صنعتی مانند دستگاههای نورد، کارخانه های پتروشیمی یا نیروگاهها ی برق، سیمها و کابلها برای تأمین انرژی و کنترل تأسیسات بر روی سینی حمل کابل نصب می‌شوند. سینی کابل دارای انواع متفاوتی مانند ناودانی کابل، سینیهای بدون روکش، بست نگهدارنده کابل سیمی و نردبان کابل تقسیم، می‌باشد. برای انتخاب مناسب سینی کابل باید به نوع نصب سیمها یا کابل، بار مکانیکی آنها و نوع استحکام توجه شود.

۴-۵-۱- نصب روی سینی بدون روکش

سیمهایی که دیر گرم می‌شوند با جابجایی طبیعی هوا (جریان گرمایی) خنک می‌شوند. از این رو این سیمها بر روی سینیهای با سطوح منفذ دار یا به اصطلاح سینیهای بدون روکش قرار می‌گیرند. سینی بدون روکش از دو بازوی حامل که به صورت پله ای بوده و فواصل پلکان آن 300mm می‌باشد تشکیل شده است. این سینیها در دیوار با دو بست محکم می‌شوند. با پیچ کردن بازوهای T شکل، این سینیها به زیر سقف بسته می‌شود.

۴-۵-۲- نصب بر روی ناودانی کابل

این ناودانی بر خلاف سینی بدون روکش دارای سطح سراسر روکش دار می باشد. استفاده از این سینیها به هنگام نصب تعداد زیادی سیم با سطح مقطع کم مانند سیم کشی مدارهای جریان کنترل ومدارهای روشنایی، توصیه می شود. بدنه ناودانی کابل از روکش روی با طول تا 6m تولید می شود. در تأسیساتی مانند کارخانه های صنایع مواد غذایی، معادن نمک یا پتاس یا در کارخانه های صنایع پتروشیمی که دارای محیطی مخرب می باشند، اغلب جنس پلی استر با روکش پشم شیشه به کار می رود. استفاده از ناودانی کابل با روکش روی در این مکانها باعث اکسیده شدن آنها می شود. در طول مسیر ناودانی کابل، برای تغییر جهت قطعاتی با خمهای عمودی و افقی، قطعات انشعابی وصلیبی ساخته می شوند. به هنگام نصب سیمهای با مقطع کوچک در سقف کاذب از ناودانیهای نرده ای یا سینیهای از جنس میل گرد با روکش روی استفاده می شود. در ناودانی کابل یا سینیهای بدون روکش که به صورت عمودی به کار رفته اغلب از محکم کردن سیمها و کابلهای نصب شده صرف نظر می شود.

برای هدایت سیم به صورت افقی در جعبه کابل یا بین دو طبقه ساختمان از نردبان کابل استفاده می شود. نردبان کابل مانند سینیهای بدون پوشش از دو بازوی افقی حامل که در دیوار قرار می گیرند تشکیل شده است. این دو بازو از طریق پلهای اریب C شکل، یا آهن زاویه دار به یکدیگر متصل می شوند. سیمهایی که در نردبان کابل نصب شده اند باید با بستهای حلقوی محکم شوند.

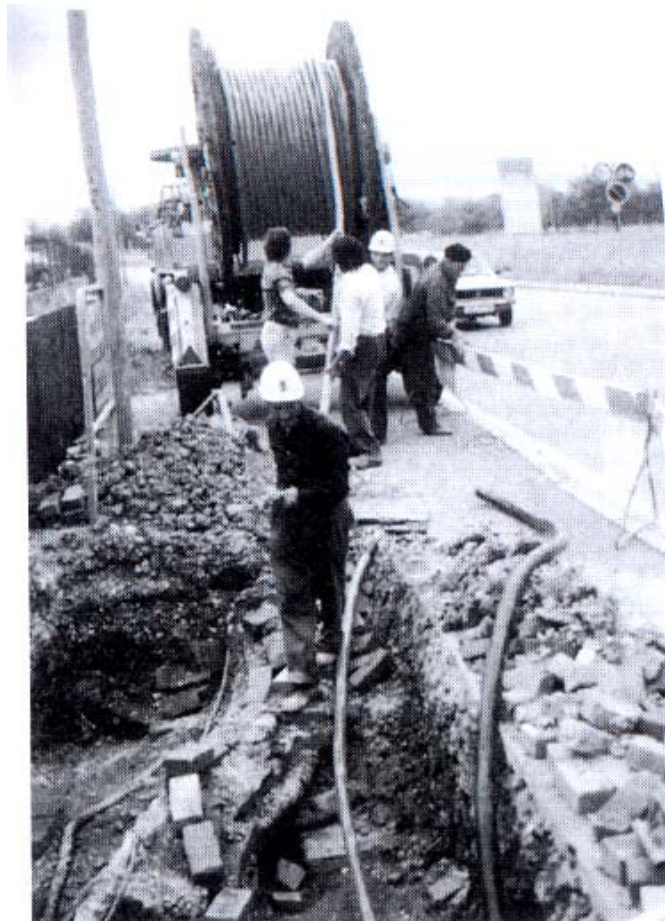
۴-۶- نصب کابل در زمین

در مناطق مسکونی با تراکم ساختمان سازی زیاد، سیمهای هوایی از کابلهای زمینی جدامی شود. کابلها اغلب در پیاده روها کار گذاشته می شوند. عرض و عمق حفره ایجاد شده برای کار گذاری کابل به تعداد و نوع کابل قرار گرفته بستگی دارد. در پیاده روها کابلها باید حداقل در عمق 0.6m و در خیابانها در عمق حداقل 0.8m زیر زمین قرار گیرند.

وقتی نمی توان به عمق لازم برای کابل کشی رسید، باید کابل را با روکشهایی مانند بستر بتونی، سنگهای آجری یا روپوشهای محافظ، پوشاند. وقتی کابلها جاده ها و خیابانها را قطع می کنند، باید کابلها داخل لوله های محافظ یا سنگ چین قرار گیرند. به هنگام تغییرات بعدی یا به هنگام تعویض کابل نباید مسیر حرکت، خاکبرداری شود.

قبل از کابل گذاری مانند شکل (۱۱) بستر حفره کاملاً تمیز شده و از سنگ و کلوخ یا ریشه درختان تخلیه می شود و تا ارتفاع 10cm درون آن را با ماسه می پوشانند. درون این حفره به

فواصل 3-4m قرقره کابل قرار می گیرد. در خمهای طول مسیر کابل باید قرقره های زاویه دار طوری قرار گیرند که از حداقل شعاع خم کابل به هنگام قرار گرفتن بیشتر نشود. کابلها باید فقط در درجه حرارت بالای $5^{\circ}C$ نصب شوند. اگر درجه حرارت از این مقدار پایینتر باشد باید کابلها را با احتیاط گرم نمود.



شکل (۱۱)

۴-۷- سیمهای مورد استفاده در سیستمهای روشنایی

از بین فلزات هادی مورد مصرف در صنعت سیم سازی، فلز مس در درجه اول قرار دارد زیرا علاوه بر استحکام مکانیکی خوب در مقابل تأثیرات جوی، پایدار مانده و همچنین شکل پذیر است. پس از مس، فلز آلومینیوم نیز فوق العاده جالب است، زیرا وزن آن کمتر از وزن مس است. برای آنکه سیم آلومینیومی از نظر هدایت مانند سیم مسی باشد باید مقطع آن $\frac{56}{36} = 1.6$ برابر مقطع سیم مسی باشد. در چنین شرایطی وزن آن نیز تقریباً نصف وزن مس خواهد بود. لذا در سیمکشی هوایی از نظر اقتصادی فوق العاده ارزش دارد ولی اکسیژن هوا روی سیمهای آلومینیومی طبقه ای از اکسید ایجاد میکند که عایق است و در مقابل تأثیرات جوی و رطوبت پایدار نیست.

وقتی سیمهای آلومینیومی به دستگاهی با پیچ برنجی یا مسی اتصال می یابد با تأثیر رطوبت یک پیل الکتریکی با مدار بسته ایجاد میشود که آلومینیوم قطب منفی آن است و با عبور جریان بتدریج خورده میشود. در چنین مواردی بهتر است سیم آلومینیومی صیقلی شده و روی آن روغن مالیده شود.

۴-۸- عایق سیمهای روشنایی

برای عایق بندی سیمها از لاستیک و پلاستیک استفاده میشود سیم مسی با عایق لاستیکی قبل از عایق بندی با قلع، اندود میشود تا از تأثیر گوگرد موجود در لاستیک روی مس جلوگیری شود. ولی عایق پلاستیکی بلاواسطه روی سیم مسی فشرده میشود چون اثرات شیمیایی ندارد.

مهمترین مواد شیمیایی پلاستیکی عبارتند از :

الف - PVC : که خواص الکتریکی بسیار عالی دارد مخصوصاً در کابلهای فشار قوی قابل استفاده و نسبت به کائوچوی طبیعی مزایای بیشتر دارد. از طرفی در مقابل روغنهای معدنی و سوختههای مایع حساس نبوده و وسیله بسیار خوبی در مقابل زنگ زدگی است و از همه مهمتر غیر قابل اشتعال میباشد. افزایش درجه حرارت باعث تنزل ارزش عایقی PVC میگردد، لذا حرارت این سیمها نباید از $70^{\circ}C$ تجاوز کند. هر میلیمتر از عایق PVC تا ۲۰ کیلو ولت تحمل دارد (یعنی ۰/۲ میلیمتر کمتر از عایق لاستیکی).

ب - PET یا PEC : که در کابلها مورد استفاده قرار می گیرد. خواص الکتریکی و استقامت شیمیایی در مقابل روغنها و گرانی قیمت باعث شده است تا امروزه در اکثر موارد حتی برای فشار قوی از PVC استفاده شود.

۴-۹- انواع سیم های مورد استفاده در سیستمهای روشنایی

ابزار و وسایل عمده شبکه های روشنایی عبارتند از :

- سیمها
- عایق بندی
- تیرهای حامل سیمها (پایه ها)
- کلید
- رله های حفاظتی

در سیم کشی های ساختمانی یا صنعتی، از سیمهای عایق روپوش دار وبدون روپوش استفاده میشود. سیمهای عایق که مخصوص سیمکشی ساختمان است یک رشته یا چند رشته هستند که در صورت چند رشته بودن، هر رشته با رنگ مخصوصی مشخص میشود. مثلاً دورشته ای خاکستری- سیاه، سه رشته ای خاکستری- سیاه- قرمز و چهار رشته ای خاکستری - سیاه - قرمز- آبی و پنج رشته ای خاکستری - قرمز - آبی- سیاه و سیاه.

اگر بخواهند یکی از سیمها سیم خنثی باشد (سیم نول یا سیم صفر) رنگ خاکستری بکار میرود. برای سیم محافظ بایستی رشته قرمز انتخاب شود بقیه رنگها فاز هستند. هرگاه در سیمهای عایق فقط یک رشته رنگی باشد در انتخاب سیم خنثی باید از همان سیم رنگی استفاده شود.

سیمهای عایق برای سیم کشی ثابت در لوله، رو کار یا توکار ویا روی نقره ویا در فضای خشک و نمناک و سیم کشی داخل لامپها و سیم کشی برای اتصال مصرف کنندگان متحرک ویا سیمهای روپوش دار میباشد که مشخصات کلی آن در جداول استاندارد مهندسی برق موجود است.

بطور مثال چند نمونه سیم در زیر نام برده میشود :

سیم NYA : N سیم عایق برای سیم کشی، Y روپوش پلاستیکی و A برای یک هزار ولت.

سیم $NSYA$: سیم عایق با پوشش پلاستیکی مخصوص تا یک هزار ولت.

سیم $NYAF$: همان سیم NYA است با این تفاوت که F نشان میدهد که سیم خود از یک عده سیمهای نازکتر مسی تشکیل یافته است.

سیم $NGAF$: که حرف G نشان میدهد روپوش لاستیکی است.

۴-۱۰- کابلهای فشار قوی

برای انتقال انرژی از طریق زیر زمین یا دریاها از کابل استفاده میشود و هر کابل بطور اعم دارای هسته یک رشته ای یا چند رشته ای تاییده ویا سیم لوله ای توخالی میباشد. عایق روی هسته مرکزی ممکن است کاغذ آغشته به روغن باشد (کابل سربی) ویا کاغذ با روغن رقیق ویا اصولاً از لاستیک (کابل لاستیکی) ویا پلاستیک (کابل پلاستیکی) باشد. برای عایق سیمهای کابل یک غلاف نازک از فلزاتی مانند سرب یا آلومینیوم یا لاستیک وپلاستیک جهت محافظت از رطوبت قرار دارد.

کابل‌های سربی با عایق کاغذی تا 60KV بیشترین مصرف را دارند. ولی برای فشارهای بالاتر، از کابل روغنی و یا انواع دیگر استفاده میشود. پس از لایه محافظ رطوبت، بمنظور حفاظت مکانیکی از نوار فولادی یا سیم فولادی نیز استفاده میشود (بانداز).
برای محافظت بانداز بیرونی در مقابل اسید زمین و یا سایر مواد شیمیایی از آخرین لایه آغشته به قیر و یا الیاف کنف آغشته به یک ماده غلیظ استفاده میشود.
کابلها انواع فوق العاده زیادی دارند که برای شناسایی آنها می توان به جداول استاندارد و کتابهای مهندسی برق مراجعه نمود. یاد آوری میشود کابلها نیز با حروفی مشخص شده اند مثلاً NK کابل با غلاف سربی بدون روغن و یا NAKBA که NK کابل با سیم آلومینیوم و K غلاف سربی و B بانداز فولادی و روپوش محافظ آنست. در دنبال آن عده سیمها، مقطع سیمها و طرز ساختمان و فشار الکتریکی آن می آید. مثلاً کابل $NAKBA \ 3.50 \ re \ 10kv$ که کابل NAKBA سه رشته با مقطع گرد (r) ۵۰۰ میلیمتر مربعی یک رشته برای فشار الکتریکی 10kv است.

۴-۱۱- انواع روشهای سیمکشی

در عمل از روشهای زیر برای سیم کشی استفاده می شود :

- سیمکشی در لوله روکار یا توکار
- سیمکشی با کابل
- سیمکشی آزاد روی مقره و ایزولاتور.
- سیمکشی نقاط نمناک (سیم آنتیگرون)
- سیم سربی و سیم لوله ای روکار.

۴-۱۱-۱- سیم کشی در لوله

لوله های متداول در سیمکشی های در لوله عبارتند از لوله های برگمن- لوله پلاستیکی - لوله پشل Pechel میباشد.

لوله عایق برگمن :

یک لوله کاغذی است که پوشش آهنی یا برنجی نازک دارد که در پوشش آهنی برای جلوگیری از زنگ زدگی روکش سربی کار گذاشته شده است. این لوله ها در قطرهای استاندارد

در طولهای سه متری تولید و قبل از سیمکشی نصب میشوند و با فنر مخصوص سیم کشی از آن گذرانده میشود.

لوله لاستیکی:

از مواد مصنوعی تهیه شده و پوشش فلزی ندارد و استحکام مکانیکی آن کم است و فقط برای سیم کشی توکار مجاز است ولی قابلیت انعطاف خیلی خوب دارد.

لوله پشل:

لوله فولادی با درز بدون عایق است. لوله ای کاملاً بسته نیست و هوا در آن جریان دارد و از تشکیل آب نیز جلوگیری میکند. این نوع لوله ها، لوله های فولادی عایق داری هستند که داخل آنها با کاغذ عایق شده است و برای سیمکشی روکار و توکار در نقاط نمناک و سیم کشی سیمهای اصلی بکار میروند.

بطور کلی قطر داخلی لوله های مختلف که در بالا ذکر شد و عده سیمهاییکه با در نظر گرفتن مقطع سیم در داخل آن میتوان قرار داد در جداول استاندارد مشخص شده است.

۴-۱۲- محاسبه مقطع سیم های روشنایی

قبل از محاسبه مقطع سیم های روشنایی لازم است به نکات زیر توجه گردد :

۱- محاسبه افت ولتاژ برای دورترین لامپ از تابلوی روشنایی برای هر کارگاه یا مکان انجام می گیرد. بدیهی است اگر سیم انتخاب شده برای این لامپ دارای افت ولتاژی کمتر از حد مجاز باشد برای سایر لامپها نیز افت ولتاژ از حد مجاز کمتر می باشد.

۲- چون طبق استاندارد، حداکثر افت ولتاژ مجاز از ترانس تا آخرین مصرف کننده (لامپها) می تواند 5% باشد، بنابراین اگر افت ولتاژ از ترانس تا تابلوی روشنایی را 3.5% در نظر بگیریم مجاز هستیم که از تابلوی روشنایی تا آخرین لامپ 1.5% افت ولتاژ داشته باشیم که برای اطمینان بیشتر حداکثر افت ولتاژ را 0.75% در نظر می گیریم.

۳- چون ضریب قدرت لامپها توسط خازنهای جبران کننده تصحیح شده است بنا براین در محاسبات $\cos \varphi = 1$ در نظر گرفته می شود. جریان هر لامپ فلورسنت استاندارد 65W برابر با 0.35A می باشد و چون چراغهای استفاده شده در طرح دارای دو لامپ مهتابی می باشد بنابراین جریان هر چراغ 0.7A می شود.

۴- بار روشنایی هر کارگاه یا مکان به طور مساوی بین سه فاز تقسیم شده و یک کلید به ازای هر فاز در روی تابلوی روشنایی نصب می شود.

۵- برای محاسبه افت ولتاژ از فرمول $\Delta U = 2 \sum RI$ استفاده شده است که در آن

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot A} \text{ می باشد.}$$

که در آن L طول سیم برحسب متر، A سطح مقطع و σ ضریب هدایت سیم است که برای مس برابر ۵۶ است.

۴-۱۳ - محاسبه سطح مقطع کابلهای پریزهای تکفاز و سه فاز در کارگاهها

قبل از محاسبه سطح مقطع کابلها ذکر نکات زیر ضروری می باشد.

۱- با توجه به ابعاد کارگاهها و اماکن حتی الامکان سعی شده است که پریزهای تکفاز در فاصله ۱۰ متری و پریزهای سه فاز در فاصله ۱۵ متری از یکدیگر قرار گیرند.

۲- جریان نامی پریزهای تکفاز برابر $5A$ و جریان نامی پریزهای سه فاز برابر $15A$ در نظر گرفته شده است. ضریب قدرت بارهای متصل شده به پریزها برابر 0.9 در نظر گرفته می شود، بنا براین قدرت مصرفی مورد نیاز یک پریز تکفاز برابر است با:

$$P = 220 \times 5 \times 0.9 = 990W \quad \Rightarrow S = 1.1KVA$$

و قدرت مصرفی مورد نیاز یک پریز سه فاز برابر است با:

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 15 \times 0.9 = 8.89KW \quad \Rightarrow S = 9.9KVA$$

۳- ضریب همزمانی پریزهای تکفاز و سه فاز موجود در یک کارگاه برابر 0.3 فرض می شود.

۴- در صد افت ولتاژ مجاز تا آخرین پریز 0.75% در نظر گرفته می شود.

۵- جهت کابل کشی، هر کارگاه یا مکان به دو ناحیه تقسیم شده که پریزهای سه فاز هر قسمت توسط یک کابل NYN چهار رشته ای و پریزهای تکفاز آن توسط یک کابل NYN دو رشته ای تغذیه می شوند. این کابلها در داخل کانال روی سینی کابل قرار داده شده اند و در نقاط مناسب از آنها انشعاب گرفته شده و توسط لوله های فولادی

که در دیوار کار گذاشته شده است تا ارتفاع ۱/۵متری محل نصب پریزها بالا آورده می شوند.

سطح مقطع کابلهایی که از کابلهای اصلی پریزها جهت گرفتن انشعاب بکار برده می شوند برای پریزهای تکفاز 2.5 و برای پریزهای سه فاز 6 میلیمتر مربع انتخاب می گردد.

سوالات فصل چهارم:

- ۱- لوله هایی که در دیوارهای توخالی به کار می روند باید از چه نوعی باشند؟
- ۲- استفاده از کانال برق در نصب روکار سیم در دیوارها و سقفها چه مزایایی دارد؟
- ۳- سیمها در تأسیسات زیر زمینی از داخل چه کانلهایی عبور داده می شوند؟
- ۴- چرا از بین فلزات هادی مورد مصرف در صنعت سیم سازی، فلز مس در درجه اول قرار دارد؟
- ۵- انواع عایق بندی سیمها را نام ببرید.
- ۶- سیم NYA چه نوع سیمی است؟
- ۷- در عمل از چه روشهایی برای سیم کشی استفاده می شود؟
- ۸- حداکثر افت ولتاژ مجاز از ترانس تا آخرین مصرف کننده چقدر است؟

فصل پنجم

نقشه ها و مدارات سیم کشی

۵-۱- نقشه های مدار

ساختار و عملکرد تأسیسات الکتریکی ویا وسایل و ابزار برقی به صورت نقشه های گوناگون تشریح می شود که خود به دو نوع یک قطبی و چند قطبی تقسیم می شوند. به عنوان مثال در ترسیم یک قطبی نقشه های مربوط به نصب تأسیسات، سیم، بدون در نظر گرفتن تعداد رشته سیمهای داخلی به صورت یک خط نمایش داده می شود. تعداد رشته سیمهای داخل سیم به صورت خطوط مورب کوتاه در مسیر کابل نمایش داده می شوند. در نقشه های چند قطبی مثلاً در نقشه های مربوط به مسیر جریان برق، هر سیم با یک خط مجزا نشان داده می شود.

نقشه سیم کشی تأسیسات، دارای نمایش یک قطبی است. این طرح با مقیاسهای معین و صحیح در نقشه وارد شده و کلیه وسایل و سیمها در آن گنجانده شده است. این نقشه اساس کار در نصب قطعات برقی است و از آن می توان اطلاعاتی درباره جنس سیمهای مصرفی، تعداد رشته سیمها، قطر هادی و چگونگی نصب و نوع مدارها به دست آورد.

نقشه کلی اتصالات ترسیم ساده و یک قطبی مدار از طریق علائم مداری است. این نقشه قسمتهای مهم تجهیزات الکتریکی را نشان می دهد. در این نقشه ها که برای مدارهای سیم کشی کاربرد دارند ترتیب قرار گرفتن قطعات و سیمها اغلب به صورتی انتخاب می شود که با تأسیسات دیگر همخوانی داشته باشد. در نمایش تأسیسات توزیع گسترده اغلب موقعیت مکانی قطعات مورد توجه نیست. ترسیم های یک قطبی هیچگونه اطلاعاتی درباره عملکرد مدار نمی دهند بلکه تنها در انتخاب قطعات به کار می روند.

نقشه مسیر جریان با ترسیم تحلیلی نشان دهنده عملکرد یک قطعه یا مدار الکتریکی است. موقعیت مکانی قطعات مورد توجه نیست. مسیرهای جریان به صورت چند قطبی نمایش داده می شوند و باید در مدارهایی مانند مدار منترل کنتاکتور به صورت افقی یا عمودی و بدون تقاطع نمایش داده شود. نقشه مسیر جریان با ترسیم ترکیبی، نشان دهنده اجزای یک مدار و ارتباط آنها با هم است. قطعات به صورت کامل نمایش داده شده اند تا عملکرد آنها قابل تشخیص باشد. این نوع نقشه ها معمولاً برای مدارهای داخلی و وسایل برقی مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۱۲). ترسیم سیمها به صورت چند قطبی است. نقشه های مسیر جریان، چگونگی عملکرد قطعات یا مدارها را نشان می دهند.



شکل (۱۲)

نقشه سیم کشی، نشان دهنده اتصالات هادی بین قطعات برقی است. سیمها در جای صحیح خود ترسیم شده اند. نقشه سیم کشی دستگاهها، مدارهای الکتریکی داخل یک دستگاه را با تمام اتصالات موجود مثلاً جعبه های ترمینال، ترسیم می کند. نقشه های ارتباطی نشان دهنده اتصالات بین قطعات و دستگاههای یک سیستم است، به عنوان مثال ارتباط بین پنل کنترل، جعبه کلید و موتور محرکه یک بالابر برقی.

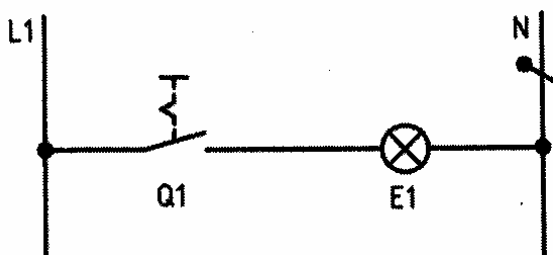
۵-۲- مدارهای سیم کشی کلیدها

در وسایل تولید کننده نور که تنها دارای یک کلید هستند می توان از مدارهای سری یا قطع ساده استفاده کرد ولی برای آنهایی که باید از دو محل روشن و خاموش شوند از کلیدهای تبدیل یا صلیبی استفاده می شود.

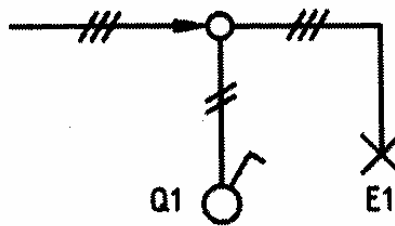
در ادامه این مبحث، مدارهای سیم کشی با کلیدها به همراه تشریح عملکرد و کارکرد آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

۵-۲-۱- مدار قطع ساده تک پل

در شکل (۱۳) و (۱۴) به ترتیب نقشه کلی و مسیر جریان یک مدار قطع ساده یک پل ترسیم شده است. این نوع مدار برای خاموش و روشن کردن لامپها یا یک گروه از لامپها یا وسایل برقی به کار می رود. در این مدار فاز L_1 از طریق کلید Q_1 به لامپها وصل می شود کلید دارای دو ترمینال اتصال و زیبانه است.



شکل (۱۴)

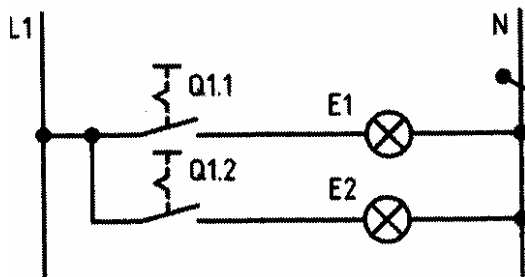


شکل (۱۳)

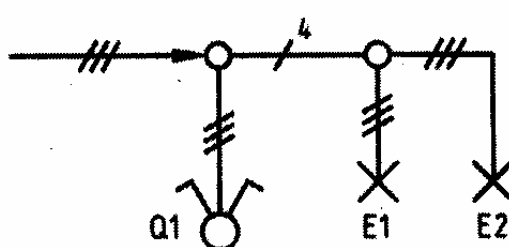
۵-۲-۲- مدار سری دو پل

در شکل (۱۵) و (۱۶) به ترتیب نقشه کلی و مسیر جریان یک مدار سری دو پل ترسیم شده است. این نوع مدار برای خاموش و روشن کردن دو لامپ یا یک گروه از لامپها یا وسایل برقی بدون وابستگی به یکدیگر بکار می رود. فاز L_1 از طریق کلید $Q_{1,1}$ به لامپ E_1 و از طریق کلید $Q_{1,2}$

به لامپ E_2 وصل میشود. کلید سری دارای سه ترمینال و دو زبانه است. فاز L_1 در ترمینال ورودی مشخص شده قرار دارد.



شکل (۱۴)

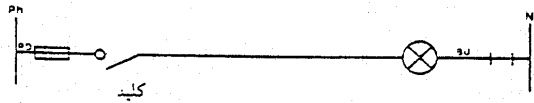
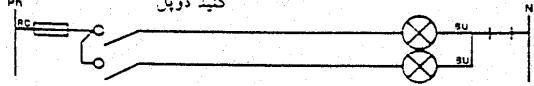
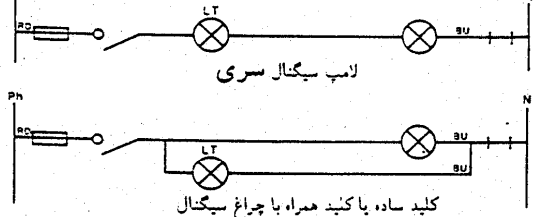
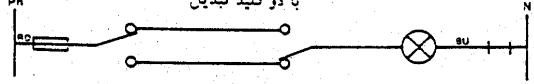
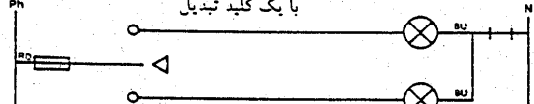
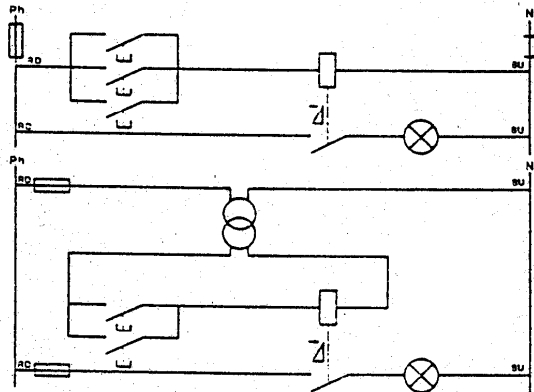
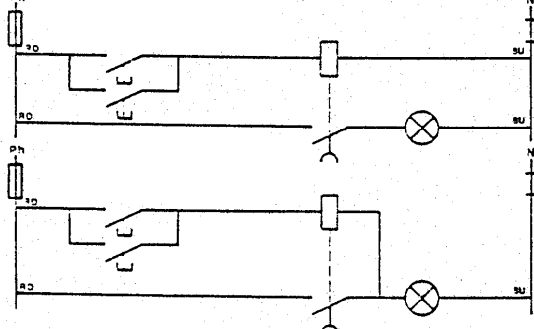


شکل (۱۵)

۵-۲-۳ - مدارات دیگر

در جداول (۱۰) و (۱۱) چند نمونه از روشهای مختلف مدارات روشنایی آمده است.

جدول (۱۰)

 <p>کلید</p>	قطع و وصل یک مدار تنها از یک محل	روشن کردن تک شعله
 <p>کلید دوپل</p>	قطع و وصل دو مدار مختلف از یک محل	روشن کردن دو شعله
 <p>لامپ سیگنال سری</p> <p>کلید ساده با کلید همراه با چراغ سیگنال</p>	نشان دهنده وضعیت الکتریکی مدار اصلی.	لامپ سیگنال
 <p>با دو کلید تبدیل</p>	قطع و وصل یک مدار از دو محل مختلف.	مدار تبدیل
 <p>با یک کلید تبدیل</p>	قطع و وصل دو مدار مختلف از یک محل	فرمان مجزا برای دو مدار
 <p>لامپ و سیم پیچ رله فرمان از راه دور با یک و نژاد مشترک</p> <p>فرمان از راه دور توسط یک پالس به یک مدار الکتریکی</p> <p>لامپ و سیم پیچ رله فرمان از راه دور با ولتاژهای متفاوت</p>		فرمان توسط کلید از راه دور
 <p>مدار حساس به فرمان مجدد در همه اوقات</p> <p>مدار غیر حساس به فرمان مجدد. در حین عمل</p>		فرمان توسط تایمر

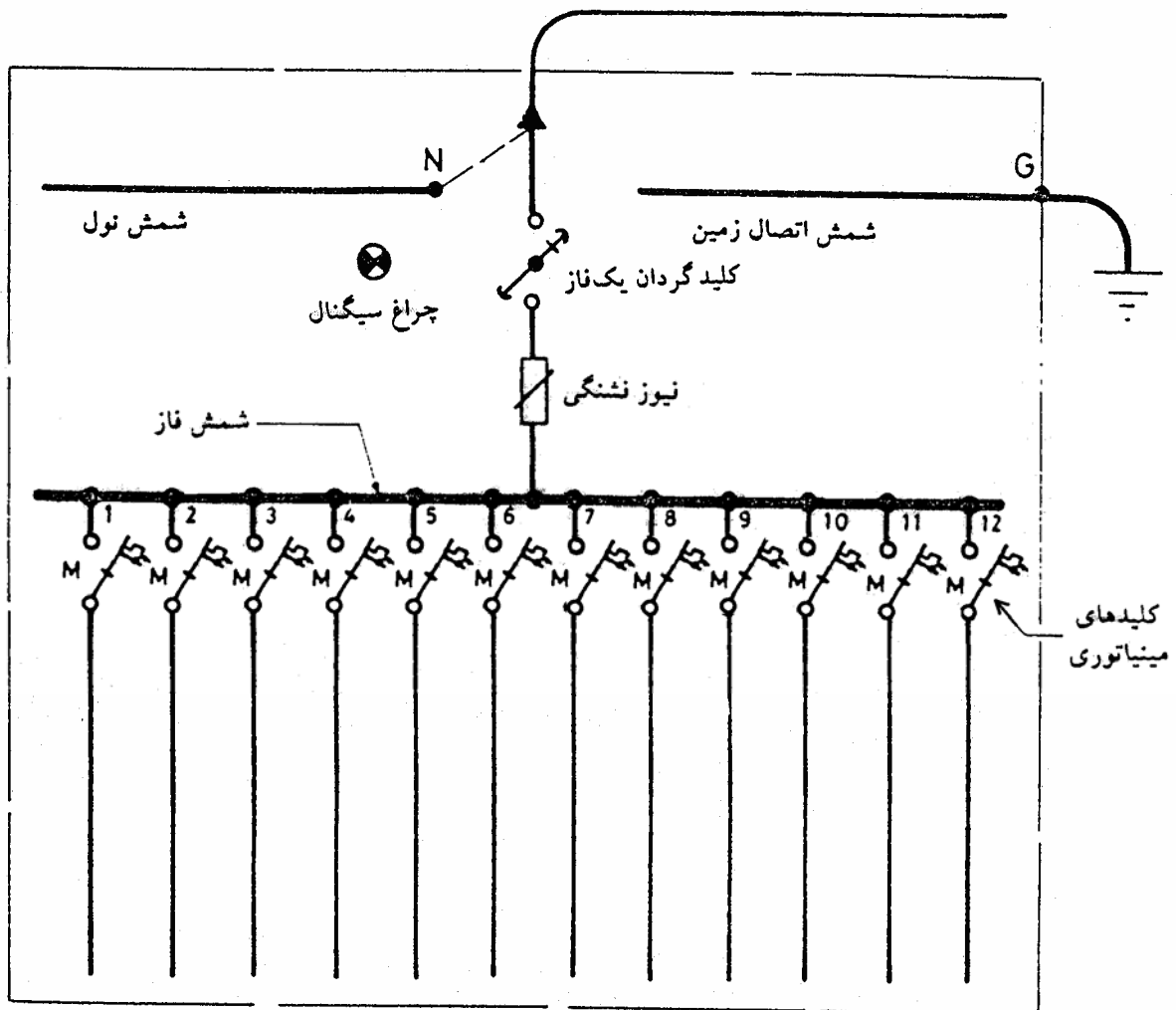
جدول (۱۱)

	<p>مدار با امکان کار دائمی لامپها</p>	<p>فرمان توسط تایمر</p>
	<p>با اندوکتانس پایدار کننده</p>	
	<p>با ترانسفورماتور تخلیه</p>	
	<p>استارت لحظه‌ای بدون نیاز به گرم شدن قبلی</p>	<p>لامپهای فلوروسنت</p>
	<p>استارت لحظه‌ای با گرم شدن قبلی</p>	
	<p>چراغ با دو لامپ</p>	
	<p>T : ترانسفورماتور تخلیه همراه با اتصال به زمین</p>	<p>لامپهای لومینسانت</p>

۵-۳- مدارات سیم کشی تابلوهای برق

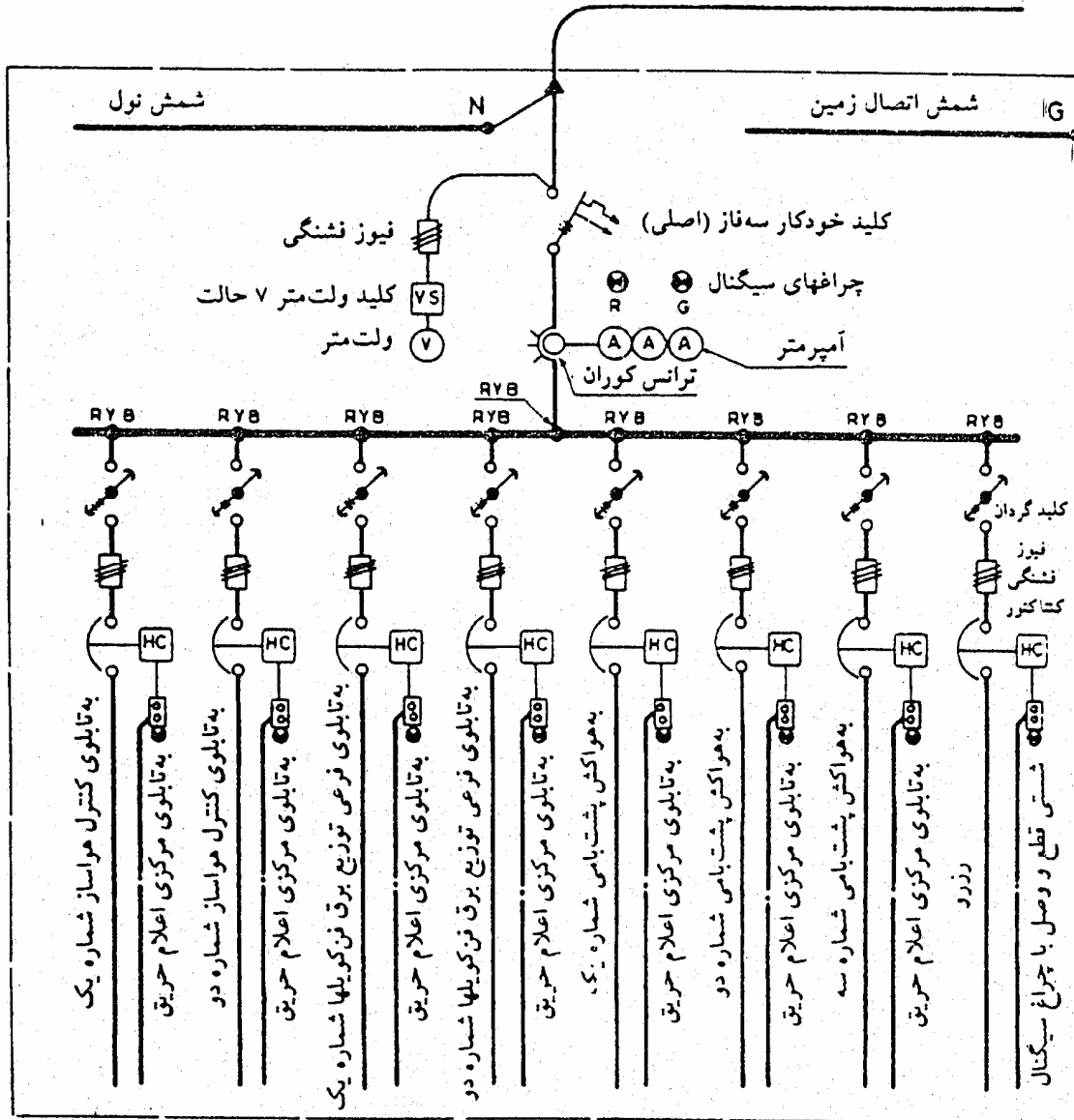
در شکل‌های (۱۷) تا (۱۹) چند نمونه مدار تک خطی تابلوهای روشنایی و تأسیسات نشان داده شده است. علائم اختصاری که در این نقشه ها مورد استفاده قرار گرفته است در جداول (۱۲) و (۱۳) آمده است.

همانطور که از شکل (۱۷) مشاهده می شود برای هر لاین روشنایی ، یک کلید مینیاتوری در نظر گرفته شده است که مدارات مربوطه را حفاظت می کند.

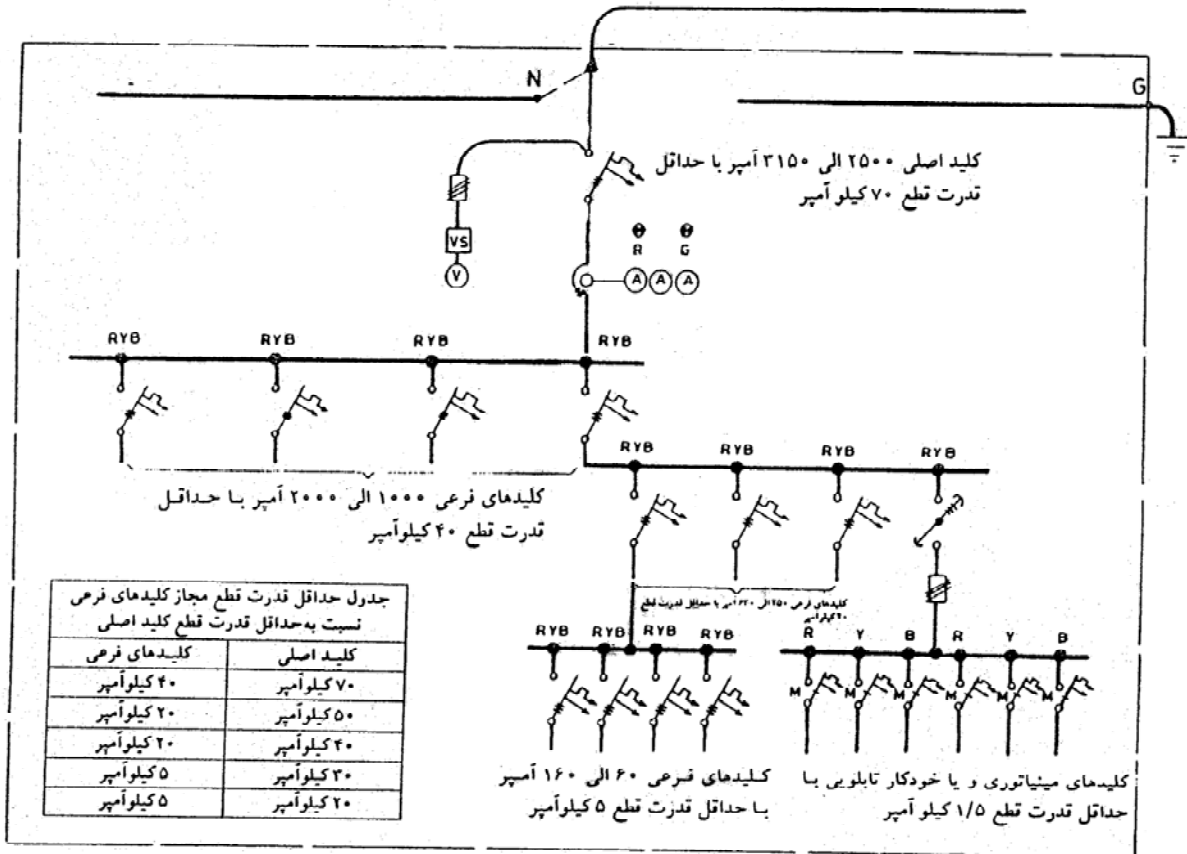


شکل (۱۷)

در شکل (۱۸) یک تابلوی برق اصلی که چند تابلوی دیگر را تغذیه می کند نشان داده شده است.



شکل (۱۸)










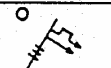
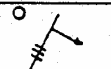
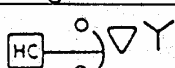
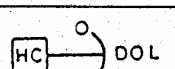






شماتیک تقسیم بندی کلیدها در تابلو بر حسب حداقل قدرت قطع.

شکل (۱۹)

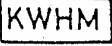









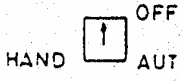



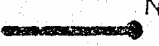
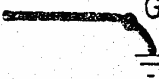

جدول (۱۲)

نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

نشانه	شرح و مشخصات
	فیوز فشنگی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد)
	فیوز چاقویی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد)
	کلید مینیاتوری تک پل
	کلید مینیاتوری دو پل
	کلید مینیاتوری سه پل
	کلیدگردان تابلویی تک پل
	کلیدگردان تابلویی سه پل
	کلید چاقویی یکطرفه تابلویی دست‌رکابی سه پل
	کلید فیوز تابلویی سه پل
	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده حرارتی و سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک ستاره مثلث
	کنتاکتور خشک سه پل
	رله محافظ حرارتی سه پل (بی مثال)
	چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلی‌متر
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی و یا با جعبه پلاستیکی
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال

جدول (۱۳)

نشانه های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

نشانه	شرح و مشخصات
	کنتور آکتیو
	کنتور رآکتیو
	ساعت فرمان
	آمپر متر
	ولت متر
	کسینوس فی متر
	فرکانس متر
	ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان دهنده تعداد می باشد)
	کلید تبدیل ولت متر
	کلید تبدیل آمپر متر
	کلیدگردان تابلویی تک پل سه حالت (خودکار - خاموش - دستی)
	دستگاه فنوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه
	کلید مخصوص بین شمشر های تابلوهای اصلی
	رله ثانوی فرمان
	اتصال نول در تابلو
	اتصال زمین در تابلو
	مولد برق

سوالات فصل پنجم:

- ۱- مدار قطع ساده یک پل در چه مواردی به کار می رود؟
- ۲- مدار سری دو پل در چه مواردی به کار می رود؟
- ۳- مدار تبدیل را رسم نمایید و موارد کاربرد آن را نام ببرید.

پیوست الف

جداول زیر مقادیر کشوری مجاز شدت روشنایی فضاهای مختلف براساس تصویب کمیسیون استاندارد شدت روشنایی داخلی که زیر نظر کمیته ملی روشنایی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تدوین و در سال ۱۳۴۴ منتشر گردیده است را نشان می دهد.

اماکن مسکونی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۲۰۰	۷۰	اتاق نشیمن و پذیرایی
۵۰۰	۱۵۰	اتاق مطالعه (نوشتن، خواندن کتاب، مجله و روزنامه)
۲۰۰	۱۰۰	آشپزخانه (ظرفشویی، اجاق گاز و میز کار)
۱۰۰	۵۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۲۰۰	روشنایی تخت خواب و میز توالت
۱۰۰	۵۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۲۰۰	آینه جهت اصلاح صورت
۱۵۰	۱۰۰	پلکان
۱۵۰	۵۰	راهرو، سرسرا و آسانسور

دفاتر و اداره جات		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۵۰۰	۲۰۰	تمام کارهای عمومی
۶۰۰	۳۰۰	ماشین نویسی و محل دیکته کردن
۶۰۰	۳۰۰	حسابداری و ماشینهای حساب و اندیکاتور نویسی
۳۰۰	۱۰۰	بایگانی
۱۰۰۰	۵۰۰	اتاق نقشه کشی
۵۰۰	۲۰۰	اتاق کنفرانس
۵۰۰	۱۵۰	اتاق انتظار و اطلاعات
۱۵۰	۱۰۰	پلکان
۱۵۰	۵۰	راهرو، سرسرا و آسانسور

کتابخانه		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۲۰۰	۱۰۰	قفسه ها (در سطح عمودی)
۲۰۰	۱۰۰	سالن مطالعه
۵۰۰	۳۰۰	روی میز مطالعه

مدارس		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۵۰۰	۲۰۰	کلاس درس، آمفی تئاتر
۵۰۰	۳۰۰	تخته سیاه (در سطح عمودی)
۵۰۰	۲۰۰	آزمایشگاه
۷۰۰	۵۰۰	کلاس نقاشی و کارهای دستی
۳۰۰	۱۵۰	سالن ورزشی سر پوشیده
۱۰۰	۵۰	رختکن، توالت، دستشویی

کارخانه کنسرو سازی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۵۰۰	۱۵۰	محل دسته بندی و تفکیک
۲۰۰	۱۰۰	محل پوست کندن
۳۰۰	۱۵۰	محل پختن
۵۰۰	۳۰۰	محل قوطی پرکنی

آسیاب غلات		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۰۰	۷۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار

فانوایی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	خمیر گیری
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	تنور
۳۰۰	۲۰۰	بسته بندی

کارخانه شکلات و آبنبات سازی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۵۰	۱۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی روی نوار
۲۰۰	۱۵۰	تزئین و بسته بندی

کارخانه لبنیات		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۰۰	۷۰	سکوی تخلیه
۳۰۰	۲۰۰	ظرف شویی
۳۰۰	۲۰۰	ماشین آلات تهیه مواد
۳۰۰	۲۰۰	پر کردن بطری
۵۰۰	۳۰۰	آزمایشگاه ها

کارخانه نوشابه سازی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۰۰	۷۰	روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	محل تهیه و تخمیر
۳۰۰	۲۰۰	محل شستشوی لوازم
۳۰۰	۲۰۰	محل پر کردن

چاپخانه و گراور سازی		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	محل حروف چینی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روی ماشین
۷۰۰	۵۰۰	میز تصحیح
۷۰۰	۵۰۰	گراور سازی
۳۰۰۰	۲۰۰۰	حکاکی

کارخانه نساجی (پنبه)		
پیشنهادی	کمینه	مکان
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۵۰۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۵۰۰	روشنایی محل کار

کارخانه نساجی (پشم)			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی	عدل شکن
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۱۰۰	۵۰	حوضچه ها	
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی	محل شست و شوی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی	حلاجی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	پشم ریزی و دو لاتابی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	دوک کردن (ماسوره پیچی)
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	بافندگی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۱۰۰۰	۷۰۰	روشنایی عمومی	چله کشی و تار پیچی
۱۵۰۰	۱۰۰۰	روشنایی محل کار	

کارخانه نساجی (ابریشم طبیعی و الیاف مصنوعی)			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۱۰۰	۵۰	حوضچه	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	ریسندگی و دولاتابی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی عمومی	بافندگی
۷۰۰	۵۰۰	روشنایی محل کار	
۱۵۰۰	۱۰۰۰	روشنایی محل کار	بازرسی منسوجات

کارخانه شیشه سازی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۱۰۰	کوره روشنایی عمومی
۱۵۰	۱۰۰	مخلوط کردن مواد خام
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۱۵۰	۱۰۰	روی دستگاه های توزین
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی محل کار
۲۰۰	۱۵۰	برش
۲۰۰	۱۵۰	صیقل دادن
۳۰۰	۲۰۰	نقره کاری (آینه کاری)
۵۰۰	۳۰۰	تراش دقیق
۵۰۰	۳۰۰	تزیین و جلا و حکاکی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۷۰۰	روشنایی محل کار

کارخانه صنایع شیمیایی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	جلو دستگاههای مخلوط کننده و خرد کننده
۲۰۰	۱۵۰	روی دستگاههای کنترل و سنجش (در سطح عمودی)
۳۰۰	۲۰۰	روی میز کنترل
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار

کارخانه رنگسازی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۰۰	۵۰	مخلوط، آسیاب و پودر کردن
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار
۵۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۵۰۰	روشنایی محل کار

کارخانه لاستیک سازی			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۳۰۰	۲۰۰	ماشین مخلوط کردن و ورز دادن	تهیه مواد اولیه
۵۰۰	۳۰۰	نوار کردن	
۵۰۰	۳۰۰	برش الیاف و تهیه لایه ها	تهیه الیاف
۳۰۰	۲۰۰	روی ماشینها	
۲۰۰	۱۰۰	روشنایی عمومی	ساخت لاستیک و وسایل نقلیه
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	ولکانیزه کردن	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	بازرسی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	بسته بندی	

کارخانه دخانیات			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۲۰۰	۱۵۰	محل برش	
۲۰۰	۱۵۰	خشک و تخمیر کردن	
۳۰۰	۲۰۰	درجه بندی	

کارخانه صابون سازی			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	
۳۰۰	۲۰۰	تابلوهای کنترل	
۳۰۰	۲۰۰	ماشینهای بسته بندی	

کار گاههای مکانیکی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۵۰	۱۰۰	کار های خشن مانند شمارش و بازرسی سطحی اشیای موجود در محل
۳۰۰	۱۵۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار
۱۰۰۰	۷۰۰	کارهای دقیق مانند کار با وسایل مخابراتی، دستگاههای سنجش و وسایل دقیق
۲۵۰۰	۱۵۰۰	کارهای خیلی دقیق مانند سنجش و بازرسی اجزاء و وسایل ساخته شده
۳۰۰۰	۱۵۰۰	کارهای بسیار دقیق (کار با چشم مسلح)

کار گاههای مونتاژ

پیشنهادی	کمینه	مکان
۲۰۰	۱۵۰	محل قطعه های بزرگ
۳۰۰	۲۰۰	محل قطعه های متوسط
۱۰۰۰	۵۰۰	محل قطعه های کوچک
۱۵۰۰	۱۰۰۰	محل قطعه های خیلی کوچک

کارگاه ورقکاری

پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	کار با ورقهای فلزی (روی میز کار)
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار با قطعات متوسط روی میز کار یا روی ماشین و تراش قطعات بزرگ
۷۰۰	۵۰۰	روشنایی محل کار با قطعات کوچک روی میز کار یا روی ماشین و تراش قطعات متوسط و کوچک و تنظیم ماشینهای خود کار
۱۵۰۰	۱۰۰۰	روشنایی محل کار با قطعات خیلی ظریف روی میز کار یا روی ماشین و ساختن ابزار و سنجش کالیبر و تراش قطعات دقیق

کار با ماشینهای افزار
(صنایع فلزی)

جوشکاری ولحیم کاری			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	جوشکاری
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	لحیم کاری
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	

ریخته گری				
پیشنهادی	کمینه	مکان		
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	ماهیچه سازی	
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار		
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	قالب گیری معمولی با دست یا ماشین	قالب گیری
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار		
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی		
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار		
۱۰۰	۵۰	ریختن مواد مذاب در قالبهای بزرگ		
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	ریختن مواد مذاب در قالب به وسیله تزریق	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار		
۱۰۰	۵۰	تمیز کردن قطعات ریخته شده		
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	بازرسی قطعات ریخته شده	
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار		

کارخانه ذوب آهن

پیشنهادی	کمینه	مکان	
۱۰۰	۵۰	محل تخلیه وانبار مواد اولیه	
۱۵۰	۱۰۰	محل کوره های بلند	
۱۰۰	۵۰	نورد قطعه های بزرگ	
۳۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	نورد و پروفیل سازی
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۱۰۰	۵۰	حدیده سیمهای کلفت	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	حدیده سیمهای نازک
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	نورد ورقهای نازک
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	بازرسی ورقهای فلزی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار	

کارگاه آهنگری

پیشنهادی	کمینه	مکان	
۱۵۰	۱۰۰	کارگاه آهنگری	

کارخانه اتومبیل سازی

پیشنهادی	کمینه	مکان	
۳۰۰	۲۰۰	مونتاژ قطعات	
۱۰۰۰	۵۰۰	کارگاه نقاشی (روی بدنه ماشین)	
۳۰۰	۲۰۰	تودوزی	
۵۰۰	۳۰۰	بازرسی نهایی	

نیروگاهها

پیشنهادی	کمینه	مکان	
۲۰۰	۱۵۰	روشنایی عمومی	موتورخانه
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار	
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی	اتاق فرمان
۵۰۰	۳۰۰	محل کار (روی تابلوها)	

کارگاه صحافی			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
		روشنایی عمومی	صحافی معمولی
		روشنایی محل کار	
		روشنایی عمومی	برش
		روشنایی محل کار	
		روشنایی عمومی	چاپ با فشار روی جلد
		روشنایی محل کار	

صنایع سفالی (سرامیک)			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۱۵۰	۱۰۰	تهیه و عمل آوردن گل	
۲۰۰	۱۵۰	فرم دادن	
۱۵۰	۱۰۰	کوره	
۷۰۰	۵۰۰	تزیین و لعاب کاری	

کارگاه دستکش سازی			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۵۰۰	۳۰۰	بافندگی	
۵۰۰	۳۰۰	برش و پرس	
۱۰۰۰	۷۰۰	دوزندگی (روشنایی محل کار)	
۷۰۰	۵۰۰	بازرسی	

کارگاه کلاه‌دوزی			
پیشنهادی	کمینه	مکان	
۳۰۰	۲۰۰	رنگرزی، تمیز کاری، نمد مالی، فرم دادن	
۷۰۰	۵۰۰	دوزندگی	

کارگاه قالبی بافی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۲۰۰	۱۵۰	محل انتخاب مواد اولیه
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	محل پرداخت

کارگاه دباغی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۵۰	۱۰۰	حوضچه ها
۲۰۰	۱۵۰	تمیز کردن و رنگ کردن
۳۰۰	۲۰۰	پرداخت و برش و غلطک زنی

کارگاه سراجی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۵۰۰	۳۰۰	برش، پرداخت و فرم دادن
۱۰۰۰	۵۰۰	دوخت

کارخانه کفاشی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۷۰۰	۵۰۰	بازرسی و انتخاب مواد اولیه
۷۰۰	۵۰۰	روی میز کار
۵۰۰	۳۰۰	روی ماشینها

کارخانه کاغذ سازی

پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	مخلوط و خمیر کردن مواد
۳۰۰	۱۵۰	برش و تکمیل

کارخانه نجاری

پیشنهادی	کمینه	مکان
۳۰۰	۲۰۰	ماشینهای اره
۳۰۰	۲۰۰	روی میز کار
۵۰۰	۳۰۰	روی سایر ماشینها


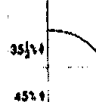
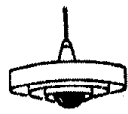


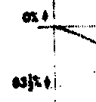

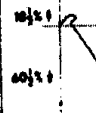


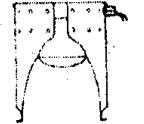
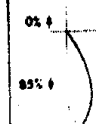
بیمارستان

شدت نور لوکس	مکان		
۱۰۰	روشنایی عمومی	اتاق های خواب بیماران	
۲۰۰	روشنایی مطالعه		
۳۰۰	روشنایی معاینه		
۲۰۰	روشنایی عمومی	بخش نوزادان	
۲۰	روشنایی مراقبت شب		
۵۰۰	روشنایی عمومی	اتاق های معاینه و درمان عمومی	
۱۰۰۰	روشنایی موضعی معاینه		
۵۰۰	آماده سازی	معاینات اندو سکپی	
۵۰	ارولوژی		
۵۰	رکتو سکپی		
۵۰	گانیکا لوژی		
۵۰۰	روشنایی عمومی	معاینات چشم	
۵۰	انکسار سنجی		
۵۰	عکسبرداری شبکیه		
۵۰	معاینه درونی		
۵۰	انحراف سنجی		
۵	دید سنجی		
۵	انطباق سنجی		
۵۰۰	روشنایی عمومی		معاینات رادیو گرافی
۲۰	کار با مانیتور		
۵۰۰	نور عمومی		دندانپزشکی
۸۰۰۰	نور موضعی		
۵۰۰	نور عمومی	معاینات پوستی	

۱۰۰	نور عمومی	مراقبت‌های شدید
۳۰۰	نور عمومی روی تختها	
۱۰۰۰	نور موضعی روی تختها	
۲۰	روشنایی مراقبت شب	
۱۰۰۰	روشنایی عمومی	اتاق عمل
۱۰۰۰۰۰ الی ۲۰۰۰۰۰	روشنایی موضعی	
۵۰۰	روشنایی عمومی رختکن	اتاقهای فرعی بخش عمل
۵۰۰	اتاق های شست و شوی	
۵۰۰	آماده سازی قبل از عمل	
۵۰۰	نگهداری بعد از عمل	
۵۰۰	نگهداری وسایل جراحی	
۵۰۰	نگهداری لوازم استریل	
۵۰۰	محل استریل کردن	
۵۰۰ قابل تبدیل به ۱۰۰	ریکاوری	
۳۰۰	روشنایی عمومی	اتاق های درمان، حمامهای طبی، فیزیوتراپی، ماساژ
۱۰۰	روشنایی عمومی اتاق	اتاقهای دیالیز
۵۰۰	روشنایی عمومی محل مریض خوابها	
۵۰۰	روشنایی عمومی	آزمایشگاه و داروخانه
۱۰۰۰	کنترل رنگ	
۲۰۰	در محل مریض خوابها - روز	راهرو ها و راه پله ها
۵۰	در محل مریض خوابها - شب	
۳۰۰	در بخش عمل - روز	
۱۰۰	در بخش عمل - شب	
۲۰۰	توالتها	توالتها و قسمت‌های کثیف
۳۰۰	قسمت‌های کثیف	
۳۰۰	روشنایی عمومی	اتاق کار پزشکان و پرستاران
۵۰۰	روشنایی کارهای چشمی سخت	

پیوست ب


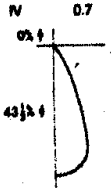
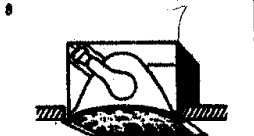

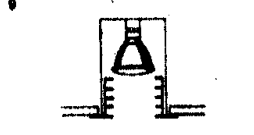

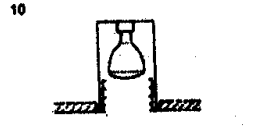



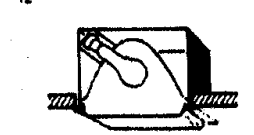

جدول (A)

نمای چراغ	منحنی قطبی و گروه نگهداری	MCC →	80			70			60			30			10			0			WDR	MCC →	
			PW →			PW →			PW →			PW →			PW →								
			Maint. Coef.	SC	RCR ↓	ضریب بهره‌رسانی (برای ضریب مؤثر کف = ۲۰)																	
 Pendant diffusing sphere with incandescent lamp	 35% ↑ 45% ↑	V	1.6	0	87	87	87	81	81	81	70	70	70	59	59	59	49	49	49	45			
				1	71	66	62	66	61	58	55	52	49	46	44	42	38	36	34	30	368	1	
				2	60	53	48	55	50	45	47	42	38	39	36	32	31	29	26	23	279	2	
				3	52	44	38	48	41	36	40	35	31	33	29	26	27	24	21	18	227	3	
				4	45	37	32	42	35	29	35	30	25	29	25	21	23	20	17	14	192	4	
				5	40	32	27	37	30	25	31	25	21	26	21	18	21	17	14	12	166	5	
				6	35	28	23	33	26	21	28	22	18	23	19	15	19	15	12	10	146	6	
				7	32	25	19	29	23	18	25	20	16	21	16	13	17	13	11	09	130	7	
				8	29	22	17	27	20	16	23	17	14	19	15	12	15	12	09	07	117	8	
				9	26	19	15	24	18	14	21	16	12	17	13	10	14	11	08	07	107	9	
10	24	17	13	22	16	12	19	14	11	16	12	09	13	10	08	06	098	10					
 Concentric ring unit with incandescent splayed-bowl lamp	 83% ↑ 33% ↑	II	N.A.	0	83	83	83	72	72	72	50	50	50	30	30	30	12	12	12	03			
				1	72	69	66	62	60	57	43	42	40	26	25	25	10	10	10	03	.018	1	
				2	63	58	54	54	50	47	38	35	33	23	22	20	09	09	08	02	.015	2	
				3	55	49	45	47	43	39	33	30	28	20	19	17	08	07	07	02	.013	3	
				4	48	42	37	42	37	33	29	28	23	18	16	15	07	06	06	02	.012	4	
				5	43	38	32	37	32	28	26	23	20	16	14	12	06	06	05	01	.011	5	
				6	38	32	27	33	28	24	23	20	17	14	12	11	06	05	04	01	.010	6	
				7	34	28	23	30	24	21	21	17	16	13	11	09	05	04	04	01	.009	7	
				8	31	26	20	27	21	18	19	16	13	12	10	08	05	04	03	01	.008	8	
				9	28	22	18	24	19	16	17	14	11	10	09	07	04	03	03	01	.008	9	
10	25	20	16	22	17	14	16	12	10	10	08	06	04	03	03	01	.007	10					
 Porcelain-enamelled ventilated standard dome with incandescent lamp	 65% ↑ 65% ↑	IV	1.3	0	99	99	99	97	97	97	93	93	93	89	89	89	85	85	85	83			
				1	87	84	81	85	82	79	82	79	77	79	76	74	76	74	72	71	.323	1	
				2	78	70	65	74	69	65	71	67	63	69	65	62	68	63	60	59	311	2	
				3	66	59	54	65	59	53	62	57	53	60	56	52	58	54	51	49	288	3	
				4	58	51	45	57	50	45	55	49	44	53	48	44	51	47	43	41	264	4	
				5	52	44	39	51	44	38	49	43	38	47	42	37	46	41	37	35	241	5	
				6	46	39	33	46	38	33	44	38	33	43	37	33	41	36	32	31	221	6	
				7	42	34	29	41	34	29	40	33	29	38	33	29	38	32	28	27	203	7	
				8	38	31	26	37	31	26	36	30	26	35	30	26	34	29	25	24	187	8	
				9	36	28	23	34	28	23	33	27	23	32	27	23	32	26	23	21	173	9	
10	32	26	21	32	25	21	31	25	21	30	24	21	29	24	20	19	161	10					
 Pneumatic square surface drum	 10% ↑ 60% ↑	V	1.3	0	89	89	89	85	85	85	77	77	77	70	70	70	63	63	63	60			
				1	77	74	71	74	71	68	67	65	63	61	59	57	56	54	53	50	284	1	
				2	66	63	59	65	61	57	59	56	53	54	51	49	49	47	45	42	224	2	
				3	61	56	50	56	53	48	53	49	45	49	45	42	44	42	39	37	197	3	
				4	54	48	43	48	46	42	46	43	39	44	40	37	40	37	34	32	176	4	
				5	49	42	36	47	41	37	43	38	35	40	36	33	37	33	31	29	159	5	
				6	44	36	33	43	37	32	38	34	31	36	32	29	34	30	27	26	146	6	
				7	40	34	30	39	33	29	36	31	27	33	29	26	31	27	23	23	133	7	
				8	37	31	27	36	30	26	33	28	25	31	27	24	28	25	22	21	124	8	
				9	34	28	24	33	27	24	31	26	22	29	24	21	27	23	20	19	115	9	
10	32	26	22	30	25	21	28	24	21	27	23	20	25	21	19	17	108	10					
 R-40 flood without shielding	 0% ↑ 100% ↑	IV	0.8	0	1.19	1.19	1.19	1.16	1.16	1.16	1.11	1.11	1.11	1.06	1.06	1.06	1.02	1.02	1.02	1.00			
				1	1.08	1.06	1.03	1.08	1.03	1.01	1.02	1.00	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	241	1	
				2	0.99	0.94	0.89	0.97	0.92	0.88	0.93	0.90	0.86	0.90	0.87	0.84	0.88	0.85	0.83	0.81	236	2	
				3	0.90	0.84	0.79	0.88	0.83	0.78	0.86	0.81	0.77	0.83	0.79	0.76	0.81	0.77	0.74	0.73	227	3	
				4	0.82	0.75	0.70	0.81	0.75	0.70	0.79	0.73	0.69	0.77	0.72	0.68	0.75	0.71	0.67	0.66	215	4	
				5	0.76	0.68	0.63	0.75	0.68	0.63	0.73	0.67	0.62	0.71	0.66	0.62	0.69	0.65	0.61	0.59	202	5	
				6	0.70	0.62	0.57	0.69	0.62	0.57	0.67	0.61	0.57	0.66	0.60	0.56	0.64	0.60	0.56	0.54	191	6	
				7	0.65	0.57	0.52	0.64	0.57	0.52	0.62	0.56	0.52	0.61	0.56	0.52	0.60	0.55	0.51	0.50	180	7	
				8	0.60	0.53	0.48	0.59	0.53	0.48	0.58	0.52	0.48	0.57	0.52	0.47	0.56	0.51	0.47	0.46	169	8	
				9	0.56	0.49	0.44	0.55	0.49	0.44	0.54	0.48	0.44	0.53	0.48	0.44	0.52	0.47	0.44	0.42	160	9	
10	0.52	0.46	0.41	0.52	0.46	0.41	0.51	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41	0.49	0.44	0.41	0.39	152	10					
 R-40 flood with specular anodized reflector skirt: 45° cutoff	 0% ↑ 85% ↑	IV	0.7	0	1.01	1.01	1.01	0.99	0.99	0.99	0.94	0.94	0.94	0.90	0.90	0.90	0.87	0.87	0.87	0.85			
				1	0.95	0.93	0.91	0.93	0.91	0.88	0.92	0.88	0.87	0.92	0.88	0.84	0.93	0.88	0.82	0.80	115	1	
				2	0.89	0.86	0.83	0.87	0.84	0.82	0.85	0.82	0.80	0.82	0.80	0.79	0.80	0.78	0.77	0.76	113	2	
				3	0.83	0.80	0.77	0.82	0.79	0.76	0.80	0.77	0.75	0.78	0.76	0.74	0.76	0.74	0.73	0.71	113	3	
				4	0.78	0.74	0.71	0.78	0.74	0.71	0.76	0.73	0.70	0.74	0.71	0.69	0.73	0.70	0.68	0.67	110	4	
				5	0.74	0.70	0.67	0.74	0.69	0.66	0.72	0.68	0.66	0.71	0.68	0.65	0.69	0.67	0.65	0.63	107	5	
				6	0.70	0.66	0.62	0.70	0.65	0.62	0.68	0.65	0.62	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.60	104	6	
				7	0.67	0.62	0.59	0.68	0.62	0.59	0.65	0.61	0.58	0.64	0.61	0.58	0.63	0.60	0.58	0.57	100	7	
				8	0.63	0.59	0.56	0.63	0.58	0.55	0.62	0.58	0.55	0.61	0.58	0.55	0.60	0.57	0.55	0.54	097	8	
				9	0.60	0.56	0.53	0.60	0.56	0.53	0.59	0.55	0.52	0.58	0.55	0.52	0.56	0.54	0.52	0.51	094	9	
10	0.57	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50	0.56	0.52	0.50	0.56	0.52	0.50	0.55	0.52	0.49	0.48	091	10					

ادامه جدول (A)

80			70			50			30			10			80			70			50			30			10		
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
ضریب خروجی سقف (برای ضریب مؤثر کف = ۲۰)												ضریب خروجی دیوار (برای ضریب مؤثر کف = ۲۰)																	
328	187	059	311	178	056	280	161	051	252	145	047	226	131	042	423	423	423	381	381	381	248	248	248	142	142	142	045	045	045
275	150	046	259	143	044	231	129	040	205	115	036	181	102	032	422	396	373	361	340	321	247	234	222	142	136	129	046	044	042
240	128	036	226	121	036	200	108	033	178	097	030	154	086	026	417	379	347	357	327	300	245	226	209	141	131	123	045	043	040
214	111	033	201	105	031	177	094	028	155	083	025	135	073	022	406	358	321	348	309	279	236	215	196	138	126	116	045	041	038
193	099	028	181	093	027	160	083	024	139	073	022	120	064	019	400	360	314	343	303	273	236	212	193	137	124	114	044	041	038
176	088	025	165	084	024	145	074	022	128	066	019	109	057	017	394	344	309	338	298	269	234	208	190	135	123	113	044	040	037
162	080	023	152	078	022	133	067	019	116	059	017	100	052	015	388	336	306	334	294	266	231	206	188	134	122	112	043	040	037
150	073	021	140	069	020	123	062	018	107	054	016	092	047	014	383	336	302	330	291	264	228	204	187	133	120	111	043	039	037
139	067	019	131	064	018	115	057	016	099	050	014	085	043	013	378	332	300	326	288	262	226	202	186	131	119	111	043	039	037
130	062	017	122	059	018	107	052	015	093	046	013	080	040	011	374	328	298	322	285	260	223	201	185	130	119	110	042	039	037
226	128	041	195	111	035	137	078	025	083	048	015	034	020	009	796	796	796	680	680	680	484	484	484	267	267	267	085	085	085
207	114	035	179	099	030	126	070	022	077	043	013	031	018	006	790	772	758	676	663	651	482	459	450	266	264	262	086	086	085
191	102	030	165	088	027	116	063	019	071	039	012	029	016	005	784	755	731	671	650	632	480	450	441	265	262	258	085	085	084
177	092	027	153	080	024	106	057	017	066	035	011	027	014	004	778	743	716	667	641	620	458	445	435	265	260	256	085	084	084
164	084	024	142	073	021	100	052	016	061	032	010	025	013	004	773	734	703	664	634	611	456	442	430	264	259	256	085	084	084
153	077	022	133	067	019	094	048	014	057	030	009	023	012	004	768	728	698	660	629	605	455	439	427	263	258	253	085	084	084
143	071	020	124	062	018	088	044	013	054	027	008	022	011	003	759	716	686	653	621	598	451	435	423	262	256	252	085	084	083
134	066	018	116	057	016	082	041	012	050	026	007	020	010	003	755	712	683	650	618	595	450	434	422	262	256	252	085	084	083
126	061	017	109	053	015	077	038	011	047	024	007	018	010	003	751	709	680	647	615	593	448	432	421	261	255	251	085	084	083
119	057	016	103	050	014	073	036	010	046	022	006	016	009	003	747	706	678	644	613	592	447	431	421	261	255	251	084	084	083
248	141	045	242	138	044	231	133	042	221	128	041	212	123	040	159	159	159	136	136	136	093	093	093	053	053	053	017	017	017
240	131	040	235	129	040	225	128	039	216	121	038	208	117	037	150	150	150	128	112	097	088	077	067	050	045	039	016	014	013
225	120	036	220	118	036	212	115	036	204	112	034	196	109	034	143	110	082	129	095	071	084	066	050	048	038	029	016	012	009
209	109	032	205	107	032	197	106	031	190	102	031	184	100	030	137	095	062	118	082	064	081	057	038	047	033	022	015	011	007
194	099	029	191	098	029	184	096	028	177	094	028	171	092	028	125	078	039	108	065	034	074	048	024	043	027	014	014	009	005
181	091	026	177	090	026	171	088	026	166	086	025	160	084	025	119	069	032	103	060	028	071	042	020	041	025	012	013	008	004
168	083	024	165	082	023	160	081	023	155	079	023	150	078	023	114	063	027	098	065	024	068	038	017	039	023	010	013	007	003
157	077	022	155	078	022	150	078	022	145	074	021	141	072	021	109	056	024	093	050	021	065	035	015	038	021	008	012	007	003
147	071	020	145	071	020	141	070	020	136	068	020	133	067	019	103	054	021	089	047	018	062	033	013	036	019	008	012	006	003
138	066	018	136	066	018	132	065	018	129	064	018	125	063	018	109	051	016	086	044	016	059	031	011	034	018	007	011	006	002
243	138	044	232	132	042	211	121	038	192	111	036	175	101	033	290	290	290	248	248	248	169	169	169	097	097	097	031	031	031
216	118	036	206	114	035	187	104	032	170	095	030	154	087	027	283	264	247	242	227	213	166	156	147	095	090	085	031	029	026
196	104	031	187	100	030	170	092	028	154	085	026	140	077	024	276	248	221	236	212	191	162	147	133	093	085	078	030	028	025
180	093	027	171	090	027	156	083	025	142	076	023	128	070	021	269	233	204	231	201	177	158	139	124	092	081	073	029	026	024
166	084	024	158	081	024	144	075	022	131	069	021	119	064	019	263	223	192	226	192	167	155	134	117	090	079	069	029	026	023
154	077	022	147	074	021	134	069	020	122	064	019	111	058	017	257	215	183	221	186	160	152	130	113	088	076	067	028	025	022
143	071	020	137	068	019	125	063	018	114	059	017	104	054	016	252	208	177	218	180	154	149	128	109	087	074	065	028	024	021
134	066	018	129	063	018	118	059	017	108	055	016	098	050	015	242	199	169	208	172	148	144	121	105	084	071	062	027	023	021
126	061	017	121	059	017	111	055	016	102	051	015	093	047	014	237	195	166	204	169	145	142	119	103	083	070	061	027	023	020
119	057	016	114	055	015	105	051	014	096	048	014	088	044	013	233	192	164	201	167	143	139	117	102	081	069	061	026	023	020
220	126	040	213	122	039	200	118	037	188	108	035	178	103	033	180	180	180	163	163	163	111	111	111	084	084	084	020	020	020
212	116	036	206	114	035	195	109	034	185	104	033	176	099	031	174	167	161	149	135	122	102	093	084	089	084	079	019	017	016
202	107	032	197	105	032	187	101	031	178	098	030	170	094	029	161	114	084	130	098	073	089	068	051	081	040	030	017	013	010
191	099	029	188	096	029	178	094	028	170	091	028	163	089	027	142	100	067	122	086	066	084	060	041	048	035	024	016	011	008
180	092	027	178	091	026	169	088	026	162	086	025	156	083	025	138	088	065	116	077	047	080	063	033	046	031	020	015	010	007
171	086	024	167	084	024	161	082	024	155	080	024	149	078	02															


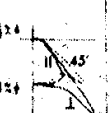
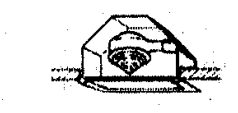


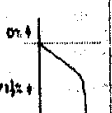

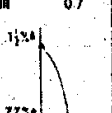




ادامه جدول (A)

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumen	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumen		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)												WDR	WDRC														
		Maint. Cat.	SC	RCR ↓	80				70				50					30				10				0					
					0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2			3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
 <p>EAR-38 lamp above 81 mm (2") diameter aperture (increase efficiency to 54% for 76 mm (3") diameter aperture)</p>		IV	0.7	0	.52	.52	.52	.51	.51	.51	.48	.48	.48	.46	.46	.46	.45	.45	.45	.44	.44	.44	.43	.43	.42	.41	.065	1			
				1	.48	.48	.47	.48	.47	.48	.46	.46	.45	.44	.44	.43	.43	.42	.41	.41	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.054	2	
				2	.46	.44	.43	.45	.44	.43	.44	.43	.42	.41	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.048	3
				3	.43	.41	.40	.43	.41	.40	.42	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.043	4
				4	.41	.39	.37	.41	.39	.37	.40	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.038	5
				5	.39	.37	.35	.39	.37	.35	.38	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.034	6
				6	.37	.35	.33	.37	.35	.33	.36	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.030	7
				7	.35	.33	.31	.35	.33	.31	.34	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.15	.027	8
				8	.34	.31	.30	.33	.31	.30	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.15	.14	.025	9
				9	.32	.30	.28	.32	.30	.28	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.15	.14	.13	.023	10
 <p>Medium distribution unit with lens plate and inside frosted lamp</p>		V	1.0	0	.89	.89	.89	.83	.83	.83	.80	.80	.80	.78	.78	.78	.75	.75	.75	.70	.70	.70	.68	.68	.68	.67	.133	1			
				1	.78	.77	.75	.78	.78	.74	.74	.73	.72	.71	.70	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.120	2
				2	.74	.72	.71	.75	.71	.70	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.116	3
				3	.71	.69	.67	.71	.68	.67	.69	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.109	4
				4	.69	.66	.64	.68	.66	.64	.67	.65	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.103	5
				5	.67	.64	.62	.66	.63	.62	.65	.63	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.097	6
				6	.64	.62	.60	.64	.61	.60	.63	.61	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.092	7
				7	.63	.60	.58	.62	.60	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.087	8
				8	.61	.58	.56	.60	.58	.56	.60	.58	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.082	9
				9	.59	.56	.55	.59	.56	.55	.58	.56	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.077	10
 <p>Recessed baffled downlight, 140 mm (5 1/2") diameter aperture—150-PAR/PL lamp</p>		IV	0.5	0	.82	.82	.82	.80	.80	.80	.78	.78	.78	.73	.73	.73	.70	.70	.70	.68	.68	.68	.67	.67	.67	.66	.051	1			
				1	.78	.77	.75	.78	.78	.74	.74	.73	.72	.71	.70	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.048	2
				2	.74	.72	.71	.75	.71	.70	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.044	3
				3	.71	.69	.67	.71	.68	.67	.69	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.041	4
				4	.69	.66	.64	.68	.66	.64	.67	.65	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.038	5
				5	.67	.64	.62	.66	.63	.62	.65	.63	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.034	6
				6	.64	.62	.60	.64	.61	.60	.63	.61	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.030	7
				7	.63	.60	.58	.62	.60	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.027	8
				8	.61	.58	.56	.60	.58	.56	.60	.58	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.025	9
				9	.59	.56	.55	.59	.56	.55	.58	.56	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.023	10
 <p>Recessed baffled downlight, 140 mm (5 1/2") diameter aperture—75ER30 lamp</p>		IV	0.5	0	1.01	1.01	1.01	.99	.99	.99	.96	.96	.96	.91	.91	.91	.87	.87	.87	.86	.86	.86	.85	.85	.85	.84	.085	1			
				1	.96	.94	.93	.94	.93	.91	.91	.89	.88	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.82	.81	.80	.79	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.084	2
				2	.91	.88	.86	.90	.87	.86	.87	.86	.85	.84	.83	.82	.81	.80	.79	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.082	3
				3	.87	.85	.81	.86	.83	.80	.83	.81	.79	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.078	4
				4	.83	.79	.76	.82	.79	.76	.80	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.076	5
				5	.79	.76	.73	.79	.76	.72	.77	.74	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.073	6
				6	.76	.72	.70	.76	.72	.69	.74	.71	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.071	7
				7	.73	.69	.67	.73	.69	.67	.72	.69	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.068	8
				8	.71	.67	.64	.70	.67	.64	.69	.66	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.067	9
				9	.68	.64	.62	.68	.64	.62	.67	.64	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.067	10
 <p>Wide distribution unit with lens plate and inside frosted lamp</p>		V	1.4	0	.83	.83	.83	.82	.82	.82	.80	.80	.80	.77	.77	.77	.74	.74	.74	.73	.73	.73	.72	.72	.72	.71	.153	1			
				1	.87	.85	.84	.85	.84	.83	.84	.82	.81	.80	.79	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.150	2
				2	.81	.78	.76	.80	.77	.76	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.142	3
				3	.78	.75	.73	.78	.75	.73	.77	.74	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.133	4
				4	.74	.71	.69	.74	.71	.69	.73	.70	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.124	5
				5	.70	.67	.65	.70	.67	.65	.71	.68	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.117	6
				6	.67	.64	.62	.67	.64	.62	.68	.65	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.109	7
				7	.64	.61	.59	.64	.61	.59	.65	.62	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.103	8
				8	.62	.59	.57	.62	.59	.57	.63	.60	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.097	9
				9	.60	.57	.55	.60	.57	.55	.61	.58	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.091	10
 <p>Recessed unit with dropped diffusing glass</p>		V	1.3	0	.82	.82	.82	.80	.80	.80	.77	.77	.77	.74	.74	.74	.72	.72	.72	.71	.71	.71	.70	.70	.70	.69	.256	1			
				1	.82	.80	.78	.81	.79	.77	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.222	2
				2	.78	.75	.73	.78	.75	.73	.77	.74	.72	.71	.70	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.195	3
				3	.74	.71	.69	.74	.71	.69	.73	.70	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.173	4

ادامه جدول (A)

80			70			50			30			10			80			70			50			30			10		
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Wall Exitance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)												Ceiling Cavity Exitance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																	
0.69	0.39	0.12	0.66	0.38	0.12	0.61	0.35	0.11	0.56	0.32	0.10	0.51	0.30	0.10	0.83	0.83	0.83	0.71	0.71	0.71	0.48	0.48	0.48	0.28	0.28	0.28	0.09	0.09	0.09
0.65	0.36	0.11	0.63	0.35	0.11	0.58	0.32	0.10	0.54	0.30	0.10	0.50	0.28	0.09	0.87	0.86	0.86	0.67	0.67	0.67	0.43	0.43	0.43	0.23	0.23	0.23	0.07	0.07	0.07
0.62	0.33	0.10	0.60	0.32	0.10	0.56	0.30	0.09	0.52	0.28	0.09	0.49	0.27	0.08	0.91	0.90	0.90	0.61	0.61	0.61	0.38	0.38	0.38	0.21	0.21	0.21	0.06	0.06	0.06
0.59	0.31	0.09	0.57	0.30	0.09	0.54	0.28	0.09	0.51	0.27	0.08	0.48	0.26	0.08	0.96	0.94	0.94	0.57	0.57	0.57	0.35	0.35	0.35	0.19	0.19	0.19	0.05	0.05	0.05
0.56	0.29	0.08	0.54	0.28	0.08	0.52	0.27	0.08	0.49	0.26	0.08	0.46	0.25	0.07	1.02	1.01	1.01	0.51	0.51	0.51	0.33	0.33	0.33	0.17	0.17	0.17	0.04	0.04	0.04
0.53	0.27	0.08	0.52	0.26	0.08	0.50	0.25	0.07	0.47	0.25	0.07	0.45	0.24	0.07	1.09	1.07	1.07	0.48	0.48	0.48	0.31	0.31	0.31	0.14	0.14	0.14	0.03	0.03	0.03
0.51	0.25	0.07	0.50	0.25	0.07	0.48	0.24	0.07	0.46	0.23	0.07	0.44	0.23	0.07	1.17	1.15	1.15	0.45	0.45	0.45	0.28	0.28	0.28	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
0.49	0.24	0.07	0.48	0.24	0.07	0.46	0.23	0.07	0.44	0.22	0.06	0.43	0.22	0.06	1.26	1.23	1.23	0.42	0.42	0.42	0.25	0.25	0.25	0.09	0.09	0.09	0.01	0.01	0.01
0.47	0.23	0.06	0.46	0.23	0.06	0.44	0.22	0.06	0.43	0.21	0.06	0.41	0.21	0.06	1.36	1.32	1.32	0.39	0.39	0.39	0.22	0.22	0.22	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00
0.45	0.22	0.06	0.44	0.22	0.06	0.43	0.21	0.06	0.41	0.20	0.06	0.40	0.20	0.06	1.47	1.42	1.42	0.36	0.36	0.36	0.19	0.19	0.19	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
0.43	0.21	0.05	0.42	0.21	0.05	0.41	0.20	0.05	0.39	0.19	0.05	0.38	0.19	0.05	1.60	1.53	1.53	0.33	0.33	0.33	0.16	0.16	0.16	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
0.41	0.20	0.05	0.40	0.20	0.05	0.39	0.19	0.05	0.38	0.18	0.05	0.37	0.18	0.05	1.74	1.65	1.65	0.30	0.30	0.30	0.13	0.13	0.13	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
0.39	0.19	0.04	0.38	0.19	0.04	0.37	0.18	0.04	0.36	0.17	0.04	0.35	0.17	0.04	1.90	1.79	1.79	0.27	0.27	0.27	0.10	0.10	0.10	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
0.37	0.18	0.04	0.36	0.18	0.04	0.35	0.17	0.04	0.34	0.16	0.04	0.33	0.16	0.04	2.08	1.95	1.95	0.24	0.24	0.24	0.07	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.35	0.17	0.03	0.34	0.17	0.03	0.33	0.16	0.03	0.32	0.15	0.03	0.31	0.15	0.03	2.28	2.13	2.13	0.21	0.21	0.21	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	0.16	0.03	0.32	0.16	0.03	0.31	0.15	0.03	0.30	0.14	0.03	0.29	0.14	0.03	2.50	2.33	2.33	0.18	0.18	0.18	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	0.15	0.02	0.30	0.15	0.02	0.29	0.14	0.02	0.28	0.13	0.02	0.27	0.13	0.02	2.74	2.55	2.55	0.15	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.29	0.14	0.02	0.28	0.14	0.02	0.27	0.13	0.02	0.26	0.12	0.02	0.25	0.12	0.02	3.00	2.79	2.79	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.27	0.13	0.01	0.26	0.13	0.01	0.25	0.12	0.01	0.24	0.11	0.01	0.23	0.11	0.01	3.28	3.05	3.05	0.09	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.12	0.01	0.24	0.12	0.01	0.23	0.11	0.01	0.22	0.10	0.01	0.21	0.10	0.01	3.58	3.33	3.33	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.23	0.11	0.00	0.22	0.11	0.00	0.21	0.10	0.00	0.20	0.09	0.00	0.19	0.09	0.00	3.90	3.65	3.65	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.21	0.10	0.00	0.20	0.10	0.00	0.19	0.09	0.00	0.18	0.08	0.00	0.17	0.08	0.00	4.24	3.97	3.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.19	0.09	0.00	0.18	0.09	0.00	0.17	0.08	0.00	0.16	0.07	0.00	0.15	0.07	0.00	4.60	4.31	4.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	0.08	0.00	0.16	0.08	0.00	0.15	0.07	0.00	0.14	0.06	0.00	0.13	0.06	0.00	5.00	4.63	4.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15	0.07	0.00	0.14	0.07	0.00	0.13	0.06	0.00	0.12	0.05	0.00	0.11	0.05	0.00	5.44	5.09	5.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	0.06	0.00	0.12	0.06	0.00	0.11	0.05	0.00	0.10	0.04	0.00	0.09	0.04	0.00	5.92	5.59	5.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	0.05	0.00	0.10	0.05	0.00	0.09	0.04	0.00	0.08	0.03	0.00	0.07	0.03	0.00	6.44	6.13	6.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.04	0.00	0.08	0.04	0.00	0.07	0.03	0.00	0.06	0.02	0.00	0.05	0.02	0.00	7.00	6.71	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.03	0.00	0.06	0.03	0.00	0.05	0.02	0.00	0.04	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	7.60	7.37	7.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.02	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	8.24	8.07	8.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.92	8.77	8.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.64	9.53	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

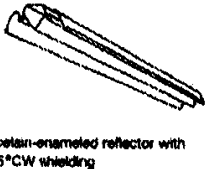



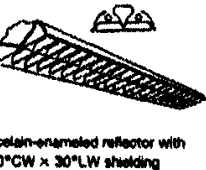
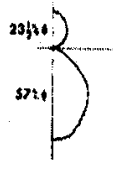


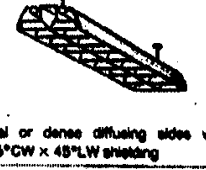



ادامه جدول (A)

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρcc →		80			70			50			30			10			0			WDRC	ρcc →			
	Maint. Cat	SC	RCR ↓	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρcc = 20)																		RCR ↓					
				PW →	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30				10	PW →	
 <p>Bilateral batwing distribution—clear HID with dropped prismatic lens</p>	V	N.A.		0	87	87	87	85	85	85	80	80	80	76	76	76	73	73	73	71				312	1		
				1	75	72	69	73	70	68	70	67	65	66	64	63	63	62	60	59						279	2
				2	66	60	58	64	59	55	61	57	54	58	55	52	56	53	51	49						251	3
				3	58	51	47	56	51	46	54	49	45	51	47	44	49	46	43	41						226	4
				4	51	44	39	50	44	39	48	42	38	46	41	37	44	40	37	35						206	5
				5	45	39	34	44	38	33	42	37	33	41	36	32	39	35	32	30						188	6
				6	41	34	29	40	33	29	38	33	28	37	32	28	35	31	28	26						173	7
				7	37	30	26	36	30	26	35	29	25	33	28	25	32	28	24	23						159	8
				8	33	27	23	33	27	22	31	26	22	30	25	22	29	25	22	20						148	9
				9	30	24	20	30	24	20	29	23	20	28	23	19	27	22	19	18						138	10
				 <p>Clear HID lamp and glass refractor above plastic lens panel</p>	V	1.3		0	78	78	78	77	77	77	73	73	73	70	70	70	67	67	67	66			
1	71	69	67					69	67	65	67	65	63	64	63	61	62	61	60	58						163	2
2	64	60	57					62	59	56	60	57	55	58	56	54	56	54	53	51						173	3
3	57	53	49					56	52	49	54	51	48	53	50	47	51	49	46	45						151	4
4	52	47	43					51	46	43	49	46	42	48	45	42	47	44	41	40						132	5
5	47	42	38					46	42	38	45	41	38	44	40	37	43	40	37	36						124	6
6	43	38	34					42	38	34	41	37	34	40	36	34	39	36	33	32						117	7
7	39	34	31					39	34	31	38	34	30	37	33	30	36	33	30	29						110	8
8	36	31	28					36	31	28	35	31	28	34	30	27	34	30	27	26						104	9
9	34	29	25					33	28	25	32	28	25	32	28	25	31	28	25	24						99	10
 <p>Enclosed reflector with an incandescent lamp</p>	V	1.4						0	85	85	85	83	83	83	80	80	80	76	76	76	73	73	73	72			
				1	77	75	73	76	74	72	73	71	69	70	69	67	67	66	65	64						180	2
				2	70	66	63	68	65	62	66	63	60	64	61	59	61	60	58	56						163	3
				3	63	58	54	62	57	54	60	56	53	58	54	52	56	53	51	50						151	4
				4	56	51	47	56	51	47	54	50	46	52	49	46	51	48	45	44						132	5
				5	51	46	42	50	45	41	49	44	41	48	44	40	46	43	40	39						124	6
				6	46	41	37	46	41	37	45	40	36	43	39	36	42	39	36	34						117	7
				7	42	37	33	42	37	33	41	36	33	40	36	32	39	35	32	31						110	8
				8	39	33	30	38	33	29	37	33	29	37	32	29	36	32	29	28						104	9
				9	36	30	27	35	30	27	36	30	27	34	30	26	33	29	26	25						99	10
				 <p>"High bay" narrow distribution ventilated reflector with clear HID lamp</p>	III	0.7		0	93	93	93	90	90	90	86	86	86	82	82	82	78	78	78	77			
1	86	84	82					84	82	80	80	79	78	77	76	75	74	74	73	71						180	2
2	79	76	73					78	75	72	76	73	71	73	71	69	70	69	67	66						163	3
3	74	70	66					73	69	66	70	67	65	68	66	63	66	64	62	61						151	4
4	69	64	61					68	64	60	66	62	60	64	61	59	63	60	58	57						132	5
5	64	60	56					63	59	56	62	58	56	60	57	56	59	56	54	53						124	6
6	60	55	52					60	55	52	58	54	51	57	54	51	56	53	50	49						117	7
7	57	52	49					56	52	48	55	51	48	54	50	48	53	50	47	46						110	8
8	53	49	45					53	48	45	52	48	45	51	47	45	50	47	44	43						104	9
9	51	46	43					50	46	43	49	45	42	48	45	42	48	44	42	41						99	10
 <p>"High bay" intermediate distribution ventilated reflector with clear HID lamp</p>	III	1.0						0	91	91	91	89	89	89	85	85	85	81	81	81	78	78	78	76			
				1	83	81	78	81	79	77	78	76	75	76	74	72	72	71	70	68						180	2
				2	75	71	68	74	70	67	71	68	65	68	66	64	66	64	62	61						163	3
				3	68	63	59	67	62	59	65	61	58	62	59	57	61	58	56	54						151	4
				4	62	56	52	61	56	52	59	54	51	57	53	50	58	52	50	48						132	5
				5	56	50	46	55	50	46	54	49	45	52	48	45	51	47	44	43						124	6
				6	51	46	41	51	45	41	49	44	41	48	44	40	47	43	40	39						117	7
				7	47	41	37	47	41	37	45	40	37	44	40	37	43	39	36	35						110	8
				8	43	38	34	43	37	34	42	37	33	41	36	33	40	36	33	32						104	9
				9	40	35	31	40	34	31	39	34	31	38	34	30	37	33	30	29						99	10
				 <p>"High bay" wide distribution ventilated reflector with clear HID lamp</p>	III	1.5		0	93	93	93	91	91	91	87	87	87	83	83	83	79	79	79	78			
1	84	81	79					82	80	78	79	77	75	76	74	73	73	72	70	68						210	2
2	75	71	67					74	70	66	71	68	65	68	66	63	66	64	62	60						193	3
3	67	62	57					66	61	57	64	59	56	61	58	55	59	56	54	52						174	4
4	60	54	50					59	54	49	57	52	48	55	51	48	54	50	47	46						155	5
5	54	48	43					53	47	43	52	46	42	50	45	42	49	45	41	40						147	6
6	48	42	38					48	42	38	47	41	37	45	41	37	44	40	37	35						138	7
7	44	38	34					44	38	33	42	37	33	41	36	33	40	36	33	31						130	8
8	40	34	30					40	34	30	39	33	30	38	33	30	37	32	29	28						122	9
9	37	31	27					37	31	27	36	30	27	35	30	26	34	29	26	25						114	10
10	34	28	24					34	28	24	33	28	24	32	27	24	31	27	24	22						106	10

ادامه جدول (A)

80			70			50			30			10			80			70			50			30			10		
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Wall Entrance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($\rho_{fc} = 20$)												Ceiling Cavity Entrance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance ($\rho_{fc} = 20$)																	
176	100	032	168	098	030	154	088	028	141	081	028	128	074	024	207	207	207	177	177	177	121	121	121	069	069	069	022	022	022
170	093	029	163	090	028	150	084	026	138	078	024	128	073	023	194	180	188	168	155	144	113	108	100	065	062	058	021	020	019
162	086	026	156	083	025	146	078	024	135	074	023	125	069	021	175	145	121	150	125	105	103	087	074	090	051	043	019	017	014
163	080	023	148	078	023	138	073	022	129	068	021	121	066	020	168	134	107	144	116	093	099	081	066	057	047	039	018	015	013
145	074	021	141	072	021	132	069	020	124	065	019	116	062	019	182	125	087	139	108	088	098	075	060	065	044	035	018	014	012
138	069	020	133	067	019	128	064	019	118	061	018	111	058	017	198	118	090	134	102	078	093	071	055	054	042	033	017	014	011
131	065	018	127	063	018	120	060	017	113	058	017	108	055	016	161	112	084	130	087	073	090	068	052	052	040	031	017	013	010
124	061	017	120	059	017	114	057	016	108	055	016	102	052	015	147	107	080	128	083	069	087	065	049	051	038	029	016	013	010
118	057	016	115	056	016	109	054	016	103	052	015	098	050	014	142	103	078	123	080	066	085	063	047	049	037	028	016	012	009
112	054	015	108	053	015	104	051	014	099	049	014	094	047	014	138	099	073	119	088	064	083	061	046	048	036	027	016	012	008
183	104	033	174	099	032	157	090	029	141	081	028	127	073	024	244	244	244	209	209	209	143	143	143	082	082	082	028	028	028
177	097	030	168	093	029	153	085	028	139	078	024	126	071	023	332	218	205	199	187	177	136	129	122	078	075	071	025	024	023
168	090	027	161	088	026	148	080	024	135	074	023	123	068	021	323	199	178	191	171	154	131	118	107	078	069	063	024	022	021
160	083	024	154	080	024	141	075	022	130	070	021	119	066	020	209	173	148	180	150	127	124	104	099	071	061	063	023	020	019
152	077	022	148	075	022	135	070	021	125	066	020	115	061	018	204	165	136	175	143	119	121	100	084	070	059	050	023	019	016
144	072	021	139	070	020	129	066	019	119	062	018	110	058	017	199	156	129	171	137	112	118	096	080	068	056	047	022	018	016
137	068	019	132	066	019	123	062	018	114	058	017	106	055	016	194	153	124	187	132	108	115	093	078	067	055	045	022	018	015
130	063	018	125	062	017	117	058	017	109	055	016	101	052	015	190	148	120	183	128	104	113	090	074	068	053	044	021	017	015
124	060	017	119	058	016	112	055	016	104	052	015	097	049	014	186	144	116	180	125	101	111	088	072	065	052	043	021	017	014
118	056	016	114	055	015	106	052	015	100	048	014	093	047	013	182	141	114	187	122	099	109	086	071	063	051	042	021	017	014
186	106	033	181	103	033	172	099	032	164	094	030	156	091	029	190	130	130	112	112	112	076	076	076	044	044	044	014	014	014
181	099	030	177	097	030	169	094	029	162	091	028	155	088	028	122	107	084	104	092	081	071	063	056	041	037	033	013	012	011
171	091	027	169	090	027	161	087	026	154	085	026	148	082	025	115	090	069	099	078	060	088	064	042	039	031	025	013	010	008
161	084	026	158	083	024	152	081	024	146	078	024	141	076	023	105	088	041	090	060	038	082	042	032	037	027	019	012	009	006
151	077	022	148	076	022	143	074	022	138	073	022	133	071	021	100	082	033	086	053	029	059	037	020	034	022	012	011	007	004
142	071	020	139	070	020	134	069	020	130	067	020	126	066	020	098	058	027	082	049	024	057	034	017	033	020	010	011	007	003
133	066	019	131	065	019	127	064	018	122	063	018	119	062	018	092	061	023	079	045	020	064	031	014	032	018	009	010	006	003
126	061	017	123	061	017	119	060	017	115	059	017	112	058	017	088	047	020	075	041	017	062	029	012	030	017	007	010	006	002
118	057	016	116	057	016	113	056	016	109	055	016	106	054	016	084	044	017	072	038	016	050	027	011	029	016	006	009	006	002
112	053	015	110	053	015	107	052	015	104	051	015	101	051	015	080	041	015	069	036	013	048	025	010	028	015	006	009	006	002
230	131	041	224	128	041	213	122	039	203	117	038	194	112	036	158	158	158	133	133	133	091	091	091	052	052	052	017	017	017
218	118	036	210	118	036	201	112	035	192	108	034	183	104	033	149	131	115	128	113	099	087	078	069	050	046	040	016	014	013
200	108	032	195	104	031	186	101	031	178	098	030	171	094	029	139	102	073	119	088	063	082	061	044	047	036	026	015	012	010
184	098	028	180	094	028	172	091	027	165	089	027	158	086	026	134	093	061	115	080	063	079	056	038	046	033	022	015	011	007
170	087	025	168	085	025	160	083	024	153	081	024	147	078	024	129	086	054	111	074	047	077	052	035	044	030	020	014	010	006
158	079	023	154	078	022	148	076	022	142	074	022	137	072	021	124	080	048	107	069	042	074	049	030	043	029	018	014	009	006
147	072	021	144	072	020	138	070	020	132	068	020	127	066	019	120	076	044	103	065	039	071	046	027	041	027	016	013	009	005
137	067	019	134	066	019	129	064	018	124	063	018	119	061	018	115	071	041	099	062	036	069	043	026	040	026	016	013	008	005
128	062	017	128	061	017	121	060	017	116	058	017	112	057	016	111	068	039	095	059	034	066	041	024	039	024	014	012	008	005
120	058	016	118	057	016	113	056	016	109	054	015	106	053	015	107	066	037	092	056	032	084	040	023	037	023	014	012	008	005
148	083	026	142	081	026	135	077	025	128	074	024	122	071	023	107	107	107	091	091	091	062	062	062	036	036	036	011	011	011
145	079	024	141	078	024	136	075	023	129	072	023	123	070	022	099	088	077	085	075	067	068	062	046	033	030	027	011	010	009
138	074	022	138	073	022	130	070	021	125	068	021	120	066	021	094	074	057	080	064	048	065	044	034	032	026	020	010	007	005
131	069	020	128	067	020	123	065	020	119	064	019	114	062	019	088	068	034	074	048	029	061	034	021	030	022	018	010	007	004
123	063	018	121	062	018	116	061	018	112	059	018	108	058	017	082	060	027	070	044	024	048	031	017	028	018	010	009	006	003
116	058	017	114	057	017	110	056	016	106	055	016	102	054	016	078	048	022	067	040	020	046	028	014	027	016	008	009	006	003
109	054	015	107	053	015	103	052	015	100	051	015	097	050	015	075	042	019	064	038	017	044	026	012	026	015	007	008	005	002
102	050	014	101	050	014	097	049	014	094	048	014	091	047	014	071	039	016	062	034	0									

ادامه جدول (A)

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens	pcc →		60			70			50			30			10			0			WDRG	pcc →		
		PW →		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			RCR ↓	
		Maint. Cat.	SC	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{ec} = 20)																					RCR ↓
 <p>Porcelain-enameled reflector with 35° CW shielding</p>		II	1.3	0	.99	.99	.99	.94	.94	.94	.85	.85	.85	.77	.77	.77	.69	.69	.69	.65					
				1	.87	.84	.81	.83	.80	.77	.75	.73	.71	.68	.66	.65	.60	.58	.55	.55	.53	.51	.48	.236	1
				2	.77	.71	.67	.73	.68	.64	.67	.63	.60	.60	.58	.55	.55	.53	.51	.48	.46	.44	.41	.220	2
				3	.68	.62	.56	.66	.60	.54	.59	.55	.51	.54	.50	.47	.49	.46	.44	.41	.38	.35	.33	.203	3
				4	.61	.54	.48	.58	.52	.47	.53	.48	.44	.48	.44	.41	.44	.41	.38	.35	.31	.28	.26	.186	4
				5	.54	.47	.42	.52	.46	.41	.48	.42	.38	.44	.39	.38	.40	.36	.32	.30	.27	.24	.22	.170	5
				6	.49	.42	.37	.47	.40	.36	.43	.38	.34	.40	.35	.32	.38	.33	.30	.27	.24	.21	.19	.157	6
				7	.45	.37	.32	.43	.36	.32	.39	.34	.30	.38	.32	.28	.33	.29	.26	.24	.21	.18	.16	.145	7
				8	.41	.34	.29	.39	.33	.28	.36	.31	.27	.33	.28	.25	.31	.27	.24	.22	.19	.17	.15	.135	8
				9	.37	.31	.26	.36	.30	.25	.33	.28	.24	.31	.26	.23	.28	.24	.21	.19	.16	.14	.12	.126	9
				10	.34	.28	.24	.33	.27	.23	.31	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.18	.16	.14	.12	.118	10
 <p>Diffuse aluminum reflector with 35° CW shielding</p>		II	1.5/1.3	0	.95	.95	.95	.91	.91	.91	.83	.83	.83	.76	.76	.76	.69	.69	.69	.65					
				1	.85	.82	.79	.81	.78	.76	.75	.73	.71	.69	.67	.66	.63	.62	.61	.58	.55	.51	.48	.197	1
				2	.75	.71	.67	.72	.68	.65	.67	.63	.61	.62	.59	.57	.57	.55	.53	.51	.49	.46	.44	.194	2
				3	.67	.61	.57	.66	.60	.55	.60	.56	.52	.55	.52	.49	.51	.49	.46	.44	.41	.39	.37	.184	3
				4	.60	.54	.49	.58	.52	.48	.54	.49	.45	.50	.46	.43	.46	.43	.41	.39	.37	.34	.31	.173	4
				5	.54	.47	.43	.52	.46	.42	.49	.43	.40	.45	.41	.38	.42	.38	.36	.34	.32	.29	.27	.162	5
				6	.49	.42	.37	.47	.41	.37	.44	.39	.35	.41	.37	.33	.38	.35	.32	.30	.27	.24	.21	.151	6
				7	.44	.38	.33	.43	.37	.32	.40	.35	.31	.36	.33	.30	.35	.31	.28	.27	.24	.21	.19	.141	7
				8	.40	.34	.29	.39	.33	.29	.37	.31	.28	.34	.30	.27	.32	.28	.26	.24	.22	.20	.18	.132	8
				9	.37	.31	.26	.36	.30	.26	.34	.29	.25	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.21	.19	.17	.15	.124	9
				10	.34	.28	.24	.33	.27	.23	.31	.26	.23	.29	.25	.22	.28	.24	.21	.19	.17	.15	.13	.117	10
 <p>Porcelain-enameled reflector with 30° CW x 30° LW shielding</p>		II	1.0	0	.91	.91	.91	.86	.86	.86	.77	.77	.77	.68	.68	.68	.61	.61	.61	.57					
				1	.80	.77	.76	.78	.74	.71	.69	.67	.66	.62	.60	.58	.55	.54	.53	.50	.48	.46	.43	.182	1
				2	.71	.67	.63	.68	.64	.60	.61	.58	.55	.55	.53	.51	.50	.48	.46	.43	.41	.38	.35	.174	2
				3	.63	.58	.53	.60	.55	.51	.55	.51	.47	.50	.46	.44	.45	.42	.40	.38	.35	.33	.31	.163	3
				4	.57	.51	.48	.54	.49	.44	.49	.45	.41	.45	.41	.38	.41	.38	.35	.33	.31	.29	.27	.151	4
				5	.51	.45	.40	.49	.43	.39	.45	.40	.36	.41	.37	.34	.37	.34	.31	.29	.27	.24	.22	.140	5
				6	.46	.40	.36	.44	.38	.34	.41	.36	.32	.37	.33	.30	.34	.30	.28	.26	.24	.22	.20	.130	6
				7	.42	.36	.31	.40	.35	.30	.37	.32	.29	.34	.30	.27	.31	.28	.25	.23	.21	.19	.17	.121	7
				8	.38	.32	.28	.37	.31	.27	.34	.29	.26	.31	.27	.24	.29	.25	.23	.21	.19	.17	.15	.113	8
				9	.35	.29	.25	.34	.28	.25	.31	.27	.23	.29	.25	.22	.27	.23	.21	.19	.17	.15	.13	.106	9
				10	.33	.27	.23	.31	.26	.22	.29	.24	.21	.27	.23	.20	.25	.21	.19	.17	.15	.13	.11	.099	10
 <p>Diffuse aluminum reflector with 35° CW x 35° LW shielding</p>		II	1.5/1.1	0	.83	.83	.83	.79	.79	.79	.72	.72	.72	.65	.65	.65	.59	.59	.59	.56					
				1	.74	.72	.70	.71	.69	.67	.65	.63	.62	.59	.58	.57	.54	.53	.52	.50	.48	.46	.44	.160	1
				2	.66	.62	.59	.64	.60	.57	.58	.56	.53	.54	.51	.49	.49	.47	.46	.43	.41	.38	.35	.158	2
				3	.59	.54	.50	.57	.53	.49	.53	.49	.46	.48	.46	.43	.45	.42	.40	.38	.35	.34	.31	.150	3
				4	.53	.48	.44	.51	.46	.42	.47	.43	.40	.44	.41	.38	.40	.38	.35	.34	.31	.29	.27	.141	4
				5	.48	.42	.38	.46	.41	.37	.43	.39	.36	.40	.36	.33	.37	.34	.32	.30	.28	.26	.24	.132	5
				6	.44	.38	.34	.42	.37	.33	.39	.35	.31	.36	.33	.30	.34	.31	.28	.27	.24	.22	.20	.124	6
				7	.40	.34	.30	.38	.33	.29	.36	.31	.28	.33	.30	.27	.31	.28	.25	.24	.21	.19	.17	.116	7
				8	.36	.31	.27	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.31	.27	.24	.29	.25	.23	.21	.19	.17	.15	.109	8
				9	.33	.28	.24	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.28	.24	.22	.26	.23	.21	.19	.17	.15	.13	.102	9
				10	.31	.26	.22	.30	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.25	.21	.19	.17	.15	.13	.11	.096	10
 <p>Metal or dense diffusing shade with 45° CW x 45° LW shielding</p>		II	1.1	0	.75	.75	.75	.69	.69	.69	.57	.57	.57	.48	.48	.48	.37	.37	.37	.32					
				1	.66	.64	.62	.61	.59	.57	.51	.50	.48	.42	.41	.40	.33	.33	.32	.28	.26	.25	.22	.084	1
				2	.59	.55	.52	.54	.51	.48	.46	.43	.41	.38	.36	.34	.30	.29	.28	.25	.23	.22	.20	.091	2
				3	.52	.48	.44	.48	.44	.41	.41	.38	.36	.34	.32	.30	.27	.26	.25	.22	.20	.19	.17	.066	3
				4	.47	.42	.38	.43	.39	.35	.37	.33	.31	.31	.28	.26	.26	.23	.22	.19	.17	.16	.14	.079	4
				5	.42	.37	.33	.39	.34	.31	.33	.30	.27	.28	.26	.23	.23	.21	.20	.17	.15	.14	.12	.073	5
				6	.38	.33	.29	.36	.31	.27	.30	.27	.24	.25	.23	.21	.21	.19	.18	.16	.14	.13	.11	.068	6
				7	.35	.29	.26	.32	.28	.24	.28	.24	.21	.23	.21	.19	.19	.17	.16	.14	.13	.11	.09	.063	7
				8	.32	.26	.23	.29	.25	.22	.26	.22	.19	.22	.19	.17	.18	.16	.15	.13	.11	.09	.08	.059	8
				9	.29	.24	.21	.27	.23	.20	.23	.20	.17	.20	.17	.15	.17	.15	.13	.11	.09	.08	.07	.056	9
				10	.27	.22	.19	.25	.21	.18	.22	.18	.16	.19	.16	.14	.16	.14	.12	.11	.09	.08	.07	.052	10
 <p>Same as unit #29 except with top reflectors</p>		IV	1.0	0	.81	.81	.81	.76	.76	.76	.65	.65	.65	.51	.51	.51	.48	.48	.48	.44					
				1	.64	.62	.60	.62	.60	.59	.49	.49	.47	.46	.46	.43	.43	.42	.41	.40	.38	.34	.34	.159	1
				2	.48	.45	.42	.46	.44	.41	.44	.41	.39	.41	.38	.36	.39	.37	.36	.33	.31	.29	.27	.145	2
				3	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.39	.36	.34	.37	.34	.32	.35	.32	.30	.28	.27	.24	.22	.121	3
				4	.38	.35	.32	.38	.34	.31	.36	.32	.30	.34	.31	.29	.32	.29	.27	.25	.24	.21	.19	.111	4
				5	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.32	.29	.27	.31	.28	.26	.29	.27	.25	.24	.21	.19	.17	.106	5
				6	.32	.28	.26	.31	.27	.25	.30	.26	.24	.28	.25	.23	.27	.24	.22	.21	.18	.16	.14	.102	6
				7	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.27	.24	.22	.26	.23	.21	.25	.22	.21	.18	.16	.14	.12	.096	7
				8	.27	.23	.20	.27	.23	.20	.25	.22	.20	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.17	.15	.13	.11	.088	8
				9	.25	.21	.19	.25	.21	.18	.24	.20	.18	.22	.19	.17	.21	.18	.16	.14	.12	.10	.09	.083	9
				10	.23	.20	.17	.23	.19	.17	.22	.18	.16	.21	.18	.16	.20	.18	.16	.14	.12	.10	.08	.077	10

ادامه جدول (A)

80			70			60			30			10			80			70			60			30			10		
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Wall Exitance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)												Ceiling Cavity Exitance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																	
243	138	044	230	131	042	206	116	038	184	106	034	163	095	031	339	339	339	290	290	290	198	198	198	114	114	114	036	036	036
228	125	039	216	119	037	195	108	034	174	098	031	156	088	028	322	290	264	276	250	228	189	173	159	109	101	093	035	033	030
212	113	034	202	108	032	182	098	030	163	090	027	146	081	025	315	275	244	270	238	212	185	165	148	107	096	087	034	031	029
197	102	030	187	098	029	169	090	027	153	082	025	137	074	023	302	264	231	265	228	200	182	159	141	105	093	083	034	030	027
183	093	027	175	090	026	158	082	024	143	075	022	129	069	021	297	248	214	255	215	186	178	151	132	102	089	078	033	029	026
171	086	025	163	082	024	148	076	022	134	070	020	121	064	019	291	243	209	250	210	182	173	148	129	101	087	077	032	028	025
160	079	022	153	076	022	139	070	020	126	065	019	114	059	017	288	238	205	246	206	178	170	145	127	099	085	076	032	028	025
150	073	021	144	071	020	131	065	019	119	060	017	107	055	016	281	234	202	242	203	176	168	143	125	098	084	075	032	028	025
141	068	019	135	068	018	123	061	017	112	056	016	101	052	015	277	230	199	239	200	174	165	141	124	097	083	074	031	027	024
133	064	018	126	062	017	117	057	016	106	053	015	096	048	014	288	286	286	244	244	244	167	167	167	096	096	096	031	031	031
209	119	038	198	113	036	178	102	033	159	092	029	142	082	027	375	259	244	235	222	210	161	153	145	093	088	084	030	028	027
200	110	034	191	106	032	173	096	030	166	087	027	140	079	025	267	239	216	229	206	187	157	143	130	090	083	076	029	027	025
190	101	030	181	097	029	164	089	027	149	082	025	135	075	023	260	225	197	223	194	171	153	135	120	088	079	071	028	026	023
178	093	027	170	089	028	156	083	025	142	076	023	129	070	021	254	214	184	218	185	159	150	129	112	087	078	068	028	025	022
168	085	025	161	082	024	147	077	023	134	071	021	123	065	020	248	206	174	213	178	151	147	124	107	085	073	063	027	024	021
168	079	023	151	076	022	139	071	021	127	068	019	116	061	018	243	199	167	200	172	145	144	121	103	084	071	061	027	023	020
149	073	021	142	071	020	131	066	019	120	062	018	110	057	017	236	193	162	205	188	141	142	118	100	082	069	060	027	023	020
140	068	019	135	066	019	124	062	018	114	058	017	105	054	016	234	189	158	201	164	136	139	115	098	081	068	058	026	022	019
132	064	018	127	062	017	118	058	016	108	054	016	100	051	015	229	185	155	197	160	135	137	113	096	080	067	057	032	028	019
125	060	017	121	058	016	112	055	015	103	051	015	095	048	014	225	182	153	194	158	133	135	111	095	079	066	056	025	022	019
210	118	038	197	113	036	173	099	032	151	087	028	131	078	025	334	334	334	286	286	286	195	195	185	112	112	112	036	036	036
199	109	033	187	103	032	168	092	029	146	082	026	127	072	023	325	306	294	278	263	263	190	182	175	109	105	102	036	034	033
186	099	030	176	094	028	156	085	026	138	078	023	121	067	021	317	290	267	272	249	231	188	173	161	107	100	094	034	032	031
174	090	027	164	086	025	146	078	023	130	070	021	116	062	019	311	278	249	268	238	215	183	165	151	106	097	089	034	031	029
182	083	024	154	079	023	137	072	021	122	065	019	108	058	017	305	266	236	261	230	205	180	160	144	104	094	085	033	031	028
152	076	022	144	073	021	129	066	019	115	060	018	102	054	016	299	258	227	257	223	198	177	156	139	103	091	083	033	030	027
143	071	020	135	071	020	122	062	018	109	056	016	097	050	015	294	251	221	253	218	192	174	152	136	101	090	081	033	029	027
134	066	019	128	063	018	115	057	016	103	052	015	091	047	014	289	246	216	249	213	188	172	149	133	100	088	079	032	029	026
127	061	017	120	059	016	109	054	015	097	049	014	087	044	013	284	241	212	245	209	185	169	147	131	099	087	078	032	028	025
120	057	016	114	055	016	103	050	014	092	046	013	082	041	012	280	238	208	241	208	182	167	145	129	097	086	077	032	028	025
268	268	268	229	229	229	166	166	166	090	090	090	029	029	029	433	433	433	370	370	370	253	253	253	148	148	148	046	046	046
180	103	032	170	097	031	151	087	026	134	077	023	118	068	022	326	245	232	221	210	200	161	144	136	087	084	080	029	027	026
173	095	029	164	090	028	146	081	025	131	073	023	116	068	021	251	227	207	215	196	179	148	135	126	085	076	073	027	025	024
163	087	026	155	083	025	139	076	023	125	069	021	112	062	019	245	215	191	210	185	165	144	129	116	083	076	068	027	024	022
153	080	023	146	078	023	132	070	021	119	064	018	107	058	016	240	206	179	206	177	156	141	124	110	082	072	066	028	024	021
144	074	021	136	071	021	125	065	019	113	060	018	102	054	016	235	198	171	202	171	148	139	120	105	080	070	062	026	023	020
136	068	019	130	065	019	118	060	018	107	058	018	097	051	015	230	192	165	198	166	143	138	116	101	079	068	060	026	022	020
128	063	018	122	061	017	111	059	018	101	052	016	092	048	014	226	187	160	194	162	139	134	114	099	078	067	059	025	022	019
121	059	017	116	057	016	106	053	015	096	049	014	087	045	013	222	183	156	191	159	136	132	111	097	077	066	058	025	022	019
114	055	015	109	053	015	100	050	014	091	046	013	083	042	012	218	180	154	188	156	134	130	110	095	076	065	057	025	021	019
108	052	014	104	050	014	095	047	013	087	043	012	079	040	011	214	177	152	185	153	132	128	108	094	075	064	056	024	021	018
180	102	032	163	093	030	132	076	024	103	060	019	077	044	014	426	411	399	364	353	343	249	243	237	143	141	136	046	045	045
168	092	028	153	084	028	125	069	022	098	056	017	074	042	013	419	396	377	369	341	326	246	236	227	142	137	133	046	044	043
157	083	025	143	077	023	117	063	019	093	051	016	070	039	012	414	385	362	355	332	314	244	231	220	141	135	130	045	044	042
146	076	022	133	070	021	109	058	017	087	047	014	068	036	011	408	376	351	351	325	305	241	227	215	140	133	127	045	043	042
136	069	020	125	064	019	102	053	016	082	043	013																		







ادامه جدول (A)

80			70			50			30			10			80			70			50			30			10											
80	30	10	50	30	10	50	30	10	80	30	10	80	30	10	50	30	10	50	30	10	80	30	10	80	30	10	50	30	10	50	30	10	80	30	10	80	30	10
Wall Exitance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{FC} = 20)												Ceiling Cavity Exitance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance (ρ _{FC} = 20)																										
.136	.078	.025	.134	.078	.024	.126	.072	.023	.119	.069	.022	.113	.065	.021	.102	.059	.021	.094	.054	.020	.084	.054	.020	.037	.037	.037	.012	.012	.012	.012	.012	.012	.011	.010	.009			
.136	.074	.023	.132	.073	.022	.126	.070	.022	.120	.067	.021	.114	.068	.020	.095	.077	.021	.082	.065	.020	.056	.046	.037	.032	.027	.022	.010	.009	.007	.010	.009	.007	.010	.009	.007			
.124	.065	.019	.122	.064	.019	.117	.062	.018	.112	.060	.018	.106	.058	.018	.096	.058	.037	.074	.050	.032	.051	.035	.023	.029	.021	.013	.009	.007	.004	.009	.006	.004	.009	.006	.004			
.118	.060	.017	.115	.059	.017	.111	.058	.017	.107	.056	.017	.103	.055	.017	.092	.052	.030	.070	.045	.026	.049	.031	.018	.028	.018	.011	.009	.005	.003	.009	.005	.003	.009	.005	.003			
.112	.056	.016	.109	.055	.016	.105	.054	.016	.102	.053	.016	.098	.052	.016	.078	.047	.024	.067	.041	.021	.046	.026	.015	.027	.017	.009	.009	.005	.003	.009	.005	.003	.009	.005	.003			
.106	.052	.016	.104	.052	.015	.100	.051	.016	.097	.050	.014	.094	.049	.014	.075	.043	.021	.064	.037	.018	.044	.026	.013	.026	.015	.008	.009	.005	.003	.009	.005	.003	.009	.005	.003			
.100	.049	.014	.098	.048	.014	.095	.047	.014	.092	.047	.013	.089	.046	.013	.072	.040	.018	.062	.034	.016	.043	.024	.011	.025	.014	.007	.008	.005	.002	.008	.005	.002	.008	.004	.002			
.095	.046	.013	.093	.045	.013	.090	.045	.013	.087	.044	.013	.085	.043	.012	.068	.037	.015	.059	.032	.013	.041	.022	.010	.024	.013	.006	.008	.004	.002	.008	.004	.002	.008	.004	.002			
.090	.043	.012	.088	.043	.012	.086	.042	.012	.083	.041	.012	.081	.041	.012	.066	.034	.014	.057	.030	.012	.039	.021	.008	.023	.012	.006	.007	.004	.002	.007	.004	.002	.007	.004	.002			
.345	.196	.062	.335	.191	.061	.318	.182	.058	.302	.174	.056	.287	.166	.054	.236	.209	.188	.202	.180	.159	.138	.123	.111	.080	.071	.064	.025	.023	.021	.025	.023	.021	.025	.023	.021			
.300	.164	.060	.292	.161	.049	.276	.153	.048	.262	.147	.046	.246	.140	.044	.230	.139	.154	.197	.163	.133	.135	.112	.093	.078	.066	.064	.025	.021	.018	.025	.021	.018	.025	.021	.018			
.267	.142	.043	.259	.139	.042	.245	.133	.040	.232	.127	.039	.220	.122	.038	.214	.119	.037	.217	.163	.122	.186	.141	.108	.128	.098	.044	.024	.020	.016	.024	.020	.016	.024	.020	.016			
.240	.125	.037	.233	.122	.036	.220	.117	.035	.209	.112	.034	.196	.107	.033	.191	.103	.032	.194	.141	.108	.162	.117	.084	.104	.074	.042	.023	.018	.014	.023	.018	.014	.023	.018	.014			
.218	.111	.032	.212	.109	.032	.200	.104	.031	.190	.100	.030	.180	.096	.029	.170	.092	.028	.174	.134	.099	.142	.093	.070	.072	.055	.041	.023	.018	.014	.023	.018	.014	.023	.018	.014			
.199	.100	.029	.194	.098	.028	.183	.094	.027	.174	.090	.027	.165	.087	.026	.157	.083	.025	.157	.128	.093	.121	.089	.066	.070	.063	.029	.023	.017	.013	.023	.017	.013	.023	.017	.013			
.184	.091	.026	.179	.089	.025	.169	.084	.025	.160	.082	.024	.152	.079	.023	.147	.075	.022	.147	.119	.084	.114	.086	.061	.068	.061	.026	.022	.017	.012	.022	.017	.012	.022	.017	.012			
.170	.083	.023	.166	.082	.023	.157	.078	.022	.149	.075	.022	.141	.073	.021	.131	.071	.021	.131	.118	.086	.104	.081	.056	.066	.049	.037	.021	.016	.012	.021	.016	.012	.021	.016	.012			
.159	.077	.021	.154	.075	.021	.146	.072	.021	.139	.070	.020	.132	.067	.019	.125	.065	.019	.125	.115	.084	.111	.081	.060	.064	.048	.036	.021	.016	.012	.021	.016	.012	.021	.016	.012			
.148	.071	.020	.144	.070	.019	.137	.067	.019	.130	.065	.018	.124	.062	.018	.118	.060	.018	.118	.112	.082	.108	.079	.058	.063	.046	.035	.020	.015	.012	.020	.015	.012	.020	.015	.012			
.206	.117	.037	.181	.103	.033	.133	.077	.024	.090	.052	.017	.049	.029	.009	.047	.031	.016	.583	.541	.530	.378	.372	.367	.218	.215	.213	.070	.069	.068	.070	.069	.068	.070	.069	.068			
.191	.104	.032	.167	.092	.028	.124	.069	.021	.084	.047	.015	.047	.026	.008	.041	.015	.003	.549	.529	.512	.376	.366	.357	.217	.213	.209	.070	.069	.068	.070	.069	.068	.070	.069	.068			
.176	.094	.028	.155	.083	.025	.115	.062	.019	.078	.043	.013	.043	.024	.007	.036	.003	.007	.545	.521	.501	.374	.362	.351	.216	.211	.207	.069	.068	.067	.069	.068	.067	.069	.068	.067			
.163	.085	.023	.144	.075	.022	.107	.057	.017	.072	.039	.012	.040	.022	.007	.031	.006	.007	.542	.514	.493	.373	.358	.347	.216	.210	.206	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.152	.077	.022	.133	.066	.020	.099	.052	.016	.067	.036	.011	.038	.020	.006	.027	.006	.006	.538	.509	.487	.371	.356	.344	.215	.209	.204	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.141	.071	.020	.124	.063	.018	.093	.047	.014	.063	.033	.010	.035	.019	.006	.023	.003	.004	.535	.506	.483	.369	.353	.342	.214	.208	.203	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.132	.065	.018	.116	.058	.017	.087	.044	.013	.056	.030	.009	.033	.017	.006	.018	.006	.006	.532	.501	.480	.367	.352	.340	.214	.207	.202	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.124	.060	.017	.109	.054	.015	.081	.041	.012	.055	.028	.008	.031	.016	.006	.014	.006	.006	.529	.499	.478	.366	.350	.339	.213	.206	.202	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.118	.056	.016	.103	.050	.014	.077	.038	.011	.052	.026	.007	.029	.015	.004	.011	.005	.004	.526	.496	.476	.364	.348	.336	.212	.205	.201	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.109	.052	.015	.097	.047	.013	.072	.035	.010	.049	.025	.007	.028	.014	.004	.007	.006	.004	.523	.494	.474	.363	.346	.337	.212	.205	.201	.068	.068	.067	.068	.068	.067	.068	.068	.067			
.220	.129	.041	.210	.120	.038	.181	.104	.033	.154	.089	.028	.129	.075	.024	.101	.063	.027	.343	.329	.316	.235	.226	.218	.136	.131	.127	.043	.042	.041	.043	.042	.041	.043	.042	.041			
.210	.115	.036	.196	.108	.033	.169	.094	.029	.145	.081	.025	.122	.068	.022	.094	.060	.024	.338	.324	.310	.230	.221	.212	.135	.129	.126	.043	.041	.039	.043	.041	.039	.043	.041	.039			
.195	.104	.031	.182	.096	.028	.156	.086	.026	.135	.074	.023	.115	.063	.020	.088	.055	.021	.332	.303	.278	.226	.211	.198	.132	.123	.116	.042	.040	.038	.042	.040	.038	.042	.040	.038			
.182	.094	.028	.170	.088	.026	.147	.079	.023	.127	.068	.021	.107	.058	.018	.082	.051	.018	.328	.295	.269	.225	.205	.190	.130	.120	.112	.042	.039	.037	.042	.039	.037	.042	.039	.037			
.169	.086	.025	.158	.081	.024	.138	.072	.021	.119	.063	.019	.101	.054	.018	.078	.053	.017	.323	.288	.262	.223	.201	.186	.129	.118	.110	.042	.039	.036	.042	.039	.036	.042	.039	.036			
.158	.079	.023	.148	.075	.022	.129	.066	.019	.111	.058	.017	.095	.050	.016	.071	.052	.016	.319	.283	.257	.220	.198	.182	.128	.118	.108	.041	.039	.036	.041	.039	.036	.041	.039	.036			
.148	.073	.021	.139	.069	.020	.121	.061	.018	.105	.054	.016	.089	.048	.014	.068	.052	.016	.315	.279	.253	.218	.195	.179	.128	.115	.107	.041	.038	.035	.041	.038	.035	.041	.038	.035			
.139	.068	.019	.130	.064	.018	.114	.057	.016	.099	.050	.014	.084	.043	.013	.064	.051	.016	.311	.275	.250	.215	.193	.177	.125	.114	.106	.041	.037	.035	.041	.037	.035	.041	.037	.035			
.131	.063	.018	.123	.060	.017	.108	.053	.015	.093	.047	.013	.080	.041	.012	.061	.051	.016	.308	.272	.247	.213	.191	.176	.124	.113	.106	.040	.037	.035	.040	.037	.035	.040	.037	.0			

ادامه جدول (A)

60			70			50			30			10			80			70			50			30			10								
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10						
Wall Exitance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (rho = 20)												Ceiling Cavity Exitance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance (rho = 20)																							
.62	.032	.029	.158	.089	.028	.145	.083	.027	.136	.078	.026	.127	.073	.024	.117	.068	.022	.147	.147	.147	.125	.125	.125	.085	.085	.085	.049	.049	.049	.016	.016	.016			
.44	.079	.024	.139	.076	.024	.129	.072	.022	.120	.068	.021	.112	.064	.020	.104	.060	.019	.144	.131	.120	.123	.113	.103	.084	.077	.071	.048	.045	.041	.016	.014	.013			
.30	.069	.021	.126	.067	.020	.118	.063	.019	.108	.059	.018	.101	.056	.017	.094	.053	.016	.137	.113	.094	.118	.098	.081	.081	.068	.067	.047	.040	.034	.016	.013	.011			
.18	.061	.018	.114	.059	.018	.106	.056	.017	.098	.053	.016	.092	.050	.015	.086	.048	.014	.134	.107	.087	.115	.093	.078	.079	.065	.063	.046	.038	.032	.015	.012	.010			
.08	.053	.016	.104	.053	.016	.097	.050	.015	.090	.048	.014	.084	.045	.013	.079	.043	.012	.130	.103	.083	.112	.089	.072	.077	.062	.061	.045	.037	.030	.014	.012	.010			
.099	.050	.014	.096	.048	.014	.089	.046	.013	.083	.043	.013	.077	.041	.012	.072	.039	.011	.127	.099	.079	.109	.086	.069	.075	.060	.049	.044	.036	.029	.014	.012	.010			
.092	.046	.013	.088	.044	.013	.083	.042	.012	.077	.039	.011	.072	.037	.011	.067	.035	.010	.124	.096	.077	.107	.083	.067	.074	.059	.047	.043	.034	.028	.014	.011	.009			
.085	.042	.012	.082	.041	.011	.077	.038	.011	.072	.036	.010	.067	.034	.010	.062	.032	.009	.121	.094	.075	.104	.081	.065	.072	.057	.046	.042	.034	.028	.014	.011	.008			
.080	.038	.011	.077	.037	.011	.072	.036	.010	.067	.034	.010	.063	.032	.009	.059	.030	.008	.118	.092	.074	.102	.079	.064	.071	.056	.046	.041	.033	.027	.013	.011	.009			
.075	.036	.010	.072	.035	.010	.067	.033	.009	.063	.031	.009	.059	.030	.008	.055	.028	.007	.116	.090	.072	.100	.078	.063	.069	.054	.045	.040	.032	.027	.013	.011	.009			
.135	.077	.024	.132	.075	.024	.125	.072	.023	.119	.069	.022	.114	.066	.021	.108	.063	.020	.095	.059	.018	.125	.125	.125	.082	.082	.082	.056	.056	.056	.032	.032	.032	.010	.010	.010
.128	.070	.022	.125	.068	.021	.120	.066	.021	.114	.064	.020	.108	.062	.020	.103	.060	.019	.091	.055	.017	.122	.122	.122	.080	.080	.080	.054	.054	.054	.030	.030	.030	.010	.009	.008
.120	.064	.019	.117	.063	.019	.112	.061	.018	.106	.059	.018	.101	.057	.017	.095	.055	.016	.089	.053	.015	.120	.120	.120	.078	.078	.078	.052	.052	.052	.029	.029	.029	.009	.008	.007
.112	.058	.017	.109	.057	.017	.105	.056	.017	.101	.054	.016	.097	.053	.016	.092	.051	.015	.087	.049	.014	.118	.118	.118	.076	.076	.076	.050	.050	.050	.028	.028	.028	.009	.008	.007
.104	.053	.015	.102	.052	.016	.098	.051	.016	.094	.050	.016	.091	.048	.015	.087	.046	.014	.083	.045	.013	.116	.116	.116	.075	.075	.075	.049	.049	.049	.027	.027	.027	.008	.007	.006
.097	.049	.014	.095	.048	.014	.092	.047	.014	.089	.046	.014	.086	.045	.013	.083	.043	.012	.080	.041	.011	.115	.115	.115	.074	.074	.074	.048	.048	.048	.026	.026	.026	.008	.007	.006
.091	.045	.013	.088	.045	.013	.086	.044	.013	.083	.043	.013	.081	.042	.012	.078	.041	.012	.076	.039	.011	.114	.114	.114	.073	.073	.073	.047	.047	.047	.025	.025	.025	.007	.006	.005
.086	.042	.012	.084	.041	.012	.081	.041	.012	.079	.040	.012	.078	.039	.011	.076	.038	.011	.074	.037	.011	.113	.113	.113	.072	.072	.072	.046	.046	.046	.024	.024	.024	.007	.006	.005
.081	.039	.011	.079	.039	.011	.077	.038	.011	.075	.037	.011	.074	.037	.011	.072	.036	.010	.071	.035	.010	.112	.112	.112	.071	.071	.071	.045	.045	.045	.023	.023	.023	.007	.006	.005
.078	.037	.010	.075	.036	.010	.073	.036	.010	.071	.035	.010	.069	.035	.010	.068	.034	.009	.066	.033	.009	.111	.111	.111	.070	.070	.070	.044	.044	.044	.022	.022	.022	.006	.005	.004
.115	.065	.021	.112	.064	.020	.106	.061	.018	.100	.058	.016	.098	.055	.016	.092	.052	.015	.088	.049	.015	.108	.108	.108	.069	.069	.069	.043	.043	.043	.022	.022	.022	.009	.008	.007
.109	.060	.018	.107	.059	.018	.102	.056	.018	.097	.054	.017	.092	.052	.016	.087	.050	.015	.082	.048	.014	.107	.107	.107	.068	.068	.068	.042	.042	.042	.021	.021	.021	.008	.007	.006
.103	.055	.016	.100	.054	.016	.096	.052	.016	.092	.050	.015	.088	.049	.015	.084	.047	.014	.080	.045	.013	.106	.106	.106	.067	.067	.067	.041	.041	.041	.020	.020	.020	.008	.007	.006
.096	.050	.015	.094	.049	.015	.090	.048	.014	.086	.046	.014	.083	.045	.014	.080	.043	.013	.078	.042	.013	.105	.105	.105	.066	.066	.066	.040	.040	.040	.019	.019	.019	.007	.006	.005
.090	.046	.013	.088	.045	.013	.085	.044	.013	.081	.043	.013	.078	.042	.012	.076	.041	.012	.074	.039	.011	.104	.104	.104	.065	.065	.065	.039	.039	.039	.018	.018	.018	.007	.006	.005
.084	.042	.012	.083	.042	.012	.080	.041	.012	.077	.040	.012	.074	.039	.011	.072	.038	.011	.070	.037	.010	.103	.103	.103	.064	.064	.064	.038	.038	.038	.017	.017	.017	.007	.006	.005
.079	.039	.011	.078	.039	.011	.075	.038	.011	.073	.037	.011	.071	.036	.010	.069	.035	.010	.067	.034	.009	.102	.102	.102	.063	.063	.063	.037	.037	.037	.016	.016	.016	.006	.005	.004
.075	.037	.010	.074	.036	.010	.071	.035	.010	.069	.035	.010	.067	.034	.009	.065	.033	.009	.063	.032	.008	.101	.101	.101	.062	.062	.062	.036	.036	.036	.015	.015	.015	.006	.005	.004
.071	.034	.010	.070	.034	.010	.067	.033	.009	.065	.033	.009	.063	.032	.008	.061	.031	.008	.059	.030	.008	.100	.100	.100	.061	.061	.061	.035	.035	.035	.014	.014	.014	.006	.005	.004
.067	.032	.009	.066	.032	.009	.064	.031	.009	.062	.031	.009	.060	.030	.009	.058	.029	.008	.057	.028	.008	.099	.099	.099	.060	.060	.060	.034	.034	.034	.013	.013	.013	.006	.005	.004
.186	.111	.035	.181	.109	.035	.182	.109	.033	.174	.101	.032	.167	.097	.031	.161	.092	.030	.155	.088	.029	.123	.123	.123	.106	.106	.106	.072	.072	.072	.041	.041	.041	.013	.013	.013
.181	.099	.030	.177	.098	.030	.170	.094	.029	.163	.091	.029	.156	.088	.028	.149	.081	.025	.143	.078	.025	.118	.118	.118	.101	.101	.101	.069	.069	.069	.040	.040	.040	.013	.011	.010
.167	.089	.027	.163	.087	.026	.156	.085	.026	.150	.082	.025	.144	.080	.025	.138	.077	.024	.132	.074	.023	.108	.108	.108	.098	.098	.098	.067	.067	.067	.039	.039	.039	.012	.010	.008
.153	.080	.023	.150	.079	.023	.144	.076	.023	.139	.074	.022	.133	.072	.022	.127	.069	.021	.121	.066	.020	.107	.107	.107	.097	.097	.097	.066	.066	.066	.038	.038	.038	.011	.009	.007
.141	.072	.021	.138	.071	.021	.133	.069	.020	.128	.066	.020	.124	.064	.020	.119	.062	.019	.114	.060	.018	.109	.109	.109	.096	.096	.096	.065	.065	.065	.037	.037	.037	.011	.009	.007
.131	.066	.019	.128	.065	.019	.124	.063	.018	.119	.062	.018	.115	.061	.018	.111	.059	.017	.107	.057	.016	.104	.104	.104	.095	.095	.095	.064	.064	.064	.036	.036	.036	.010	.008	.006
.122	.060	.017	.119	.060	.017	.116	.058	.017	.111	.057	.017	.107	.056	.016	.103	.054	.015	.100	.052	.015	.097	.097	.097	.094	.094	.094	.063	.063	.063	.035	.035	.035	.010	.008	.006
.114	.056	.016	.112	.056	.016	.108	.054	.016	.104	.053	.015	.101	.052	.015	.098	.050	.014	.095	.049	.014	.092	.092	.092	.091	.091	.091	.062	.062	.062	.034	.034	.034	.009	.008	.006
.108	.051	.014	.105	.051	.014	.101	.050	.014	.098	.049	.014	.095	.048	.014	.092	.046	.013	.089	.045	.013	.086	.086	.086	.085	.085	.085	.061	.061	.061	.033	.033	.033	.009		

ادامه جدول (A)


Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{fc} = 20)																WDR	RCR ↓																					
	Maint. Cat.	SC	RCR ↓	80				70				60				50					40				30				20				10				0				
				ρ _{cc} →	ρ _w →	80	70	60	50	80	70	60	50	80	70	60	50	80			70	60	50	80	70	60	50	80	70	60	50	80	70	60	50						
 <p>4-lamp, 810 mm (2') wide unit with sharp cutoff (high angle—low luminance) flat prismatic lens—see note 7</p>	V	1.4/1.3	0	0	78	78	78	76	76	76	73	73	73	70	70	70	67	67	67	66	181	1																			
				1	71	68	66	66	67	65	66	65	63	64	63	61	62	61	60	58			180	2																	
				2	63	60	57	62	59	56	60	57	55	58	56	54	56	54	52	51					173	3															
				3	57	52	49	56	52	48	54	51	48	52	49	47	51	48	46	45							164	4													
				4	51	45	43	50	46	42	49	45	42	47	44	41	46	43	41	39									154	5											
				5	46	41	37	46	41	37	44	40	37	43	39	36	42	39	36	35											145	6									
				6	42	37	33	41	37	33	40	36	33	39	35	32	38	35	32	31													136	7							
				7	38	33	29	38	33	29	37	32	29	36	32	29	35	32	29	28															127	8					
				8	35	30	26	35	30	26	34	29	26	33	29	26	32	29	26	25																	120	9			
				9	32	27	24	32	27	24	31	27	24	31	27	24	30	26	24	22																			113	10	
				10	30	25	22	30	25	22	29	25	22	29	25	22	28	24	21	20																					
 <p>Bilateral betwing distribution—lowered fluorescent unit</p>	IV	N.A.	0	0	71	71	71	70	70	70	66	66	66	64	64	64	61	61	61	60	167	1																			
				1	64	62	60	63	61	60	60	59	58	56	57	56	56	55	54	53			170	2																	
				2	57	54	51	56	53	51	54	52	50	52	50	48	51	49	47	46					165	3															
				3	51	47	44	50	46	43	49	45	43	47	44	42	46	43	41	40							157	4													
				4	46	41	38	45	41	37	44	40	37	42	39	36	41	38	36	35									148	5											
				5	41	36	33	40	36	32	39	35	32	38	35	32	37	34	31	30											139	6									
				6	37	32	28	36	32	28	35	31	28	34	31	28	34	30	27	27													130	7							
				7	33	29	25	33	29	25	32	28	25	31	27	25	30	27	24	23															122	8					
				8	30	26	22	30	26	22	29	25	22	28	25	22	28	24	22	21																	115	9			
				9	28	23	20	27	23	20	27	23	20	26	22	20	26	22	19	18																			108	10	
				10	25	21	18	25	21	18	25	20	18	24	20	18	23	20	18	17																					
 <p>Bilateral betwing distribution—4-lamp, 810 mm (2') wide fluorescent unit with flat prismatic lens and overlay—see note 7</p>	V	N.A.	0	0	67	67	67	66	66	66	63	63	63	61	61	61	59	59	59	58	204	1																			
				1	60	58	56	59	57	56	57	56	55	54	53	52	53	52	51	50			192	2																	
				2	53	50	47	52	49	46	50	47	45	48	45	43	47	44	42	41					175	3															
				3	47	43	40	46	42	39	44	40	37	42	39	36	41	38	35	34							169	4													
				4	43	39	35	42	38	35	40	37	34	39	36	33	38	35	32	31									145	5											
				5	39	35	31	38	34	31	36	33	30	35	32	29	34	31	28	27											132	6									
				6	35	31	27	34	30	27	32	29	26	31	28	25	30	27	24	23													122	7							
				7	32	28	24	30	26	23	28	24	21	26	23	20	25	22	19	18															112	8					
				8	29	25	21	27	23	20	24	21	18	23	20	17	22	19	16	15																	104	9			
				9	26	22	18	22	18	15	21	17	14	20	16	13	19	15	12	11																			99	10	
				10	23	19	15	19	15	12	18	14	11	17	13	10	16	12	9	8																					
 <p>Bilateral betwing distribution—one-lamp, surface mounted fluorescent with prismatic wraparound lens</p>	V	N.A.	0	0	87	87	87	84	84	84	77	77	77	72	72	72	66	66	66	64	266	1																			
				1	75	72	69	72	69	66	67	64	62	62	60	58	57	56	54	52			261	2																	
				2	66	60	56	63	58	54	59	54	51	54	51	48	50	47	45	43					222	3															
				3	57	51	48	55	49	45	51	46	42	47	43	40	44	41	38	36							209	4													
				4	50	44	40	46	42	38	45	40	36	42	38	34	39	35	32	30									189	5											
				5	45	38	33	43	37	32	40	35	31	37	33	29	35	31	28	26											172	6									
				6	40	33	28	39	32	26	36	31	26	34	29	25	31	27	24	22													168	7							
				7	36	29	23	35	29	24	32	27	23	30	25	22	28	24	21	19															146	8					
				8	33	26	22	31	25	21	29	24	20	26	23	20	26	22	19	17																	135	9			
				9	30	23	19	29	23	19	27	22	18	25	21	17	24	20	17	15																			126	10	
				10	27	21	17	26	21	17	25	20	16	23	19	16	22	18	15	13																					
 <p>Radial betwing distribution—4-lamp, 810 mm (2') wide fluorescent unit with flat prismatic lens—see note 7</p>	V	1.7	0	0	71	71	71	69	69	69	65	65	65	63	63	63	61	61	61	60	251	1																			
				1	62	59	57	60	58	56	59	56	54	56	54	52	53	52	51	50			237	2																	
				2	53	49	46	52	48	45	50	47	44	48	45	43	46	44	42	41					216	3															
				3	46	41	37	45	41	37	44	40	36	42	38	36	40	38	35	34							196	4													
				4	41	35	31	40	35	31	38	34	30	37	33	30	36	32	30	28									178	5											
				5	36	30	26	35	30	26	34	29	26	33	29	26	32	28	25	24											162	6									
				6	32	27	23	32	28	23	31	26	22	29	25	22	28	25	22	21													149	7							
				7	29	24	20	28	23	20	28	23	19	27	22	19	26	22	19	18															137	8					
				8	25	21	17	25	21	17	25	20	17	24	20	17	24	20	17	16																	127	9			
				9	24	19	15	24	19	15	23	18	15	22	18	15	22	18	15	14																			118	10	
				10	22	17	14	22	17	14	21	17	14	20	16	14	20	16	14	12																					
 <p>2-lamp fluorescent strip unit</p>	I	1.8/1.2	0	0	101	101	101	96	96	96	87	87	87	79	79	79	72	72	72	68	414	1																			
				1	84	79	75	80	76	72	72	69	66	66	63	60	59	57	56	52			343	2																	
				2	72	65	59	66	62	57	62	57	52	56	52	48	50	47	44	41					283	3															
				3	62	54	48	56	52	46	53	47	42	48	43	39	43	39	36	33							255	4													
				4	54	46	39	48	44	38	47	40	36	42	37	33	38	34	30	27									225	5											
				5	48	40	33	42	38	32	41	35	30	38	32	28	34	29	26	23											202	6									
				6	43	35	29	41	35	28	37	31	26	34	28	24	30	26	22	20													182	7							
				7	38	30	25	37	29	24	34	27	22	31	25	21	28	23	19	17															166	8					
				8	35	27	22	33	26	21	31	24	20	29	22	18	25	21	17	15																	152	9			
				9	32	24	19	30	24	19	29	22	18	26	20	16	23	19	15	13																			140	10	
				10	29	22	17	28	21	17	26	20	16	24	18	15	22	17	14	12																					





(See page 423 for instructions and notes)

ادامه جدول (A)

80			70			50			30			10			80			70			50			30			10					
50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			
Wall Exitance Coefficients for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)												Ceiling Cavity Exitance Coefficients for 20 Per Cent Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																				
156	089	028	152	087	028	143	082	028	136	078	028	128	074	024	125	125	125	107	107	107	073	073	073	042	042	042	013	013	013			
153	084	026	149	082	026	142	079	024	135	075	024	129	073	023	126	068	021	108	087	088	092	078	080	063	052	042	037	030	024	012	010	008
148	078	023	143	078	023	138	074	022	130	071	022	125	069	021	122	067	020	102	075	083	087	065	048	060	045	032	035	026	019	011	008	006
139	072	021	136	071	021	130	069	021	125	067	020	120	065	020	118	063	019	097	066	042	083	067	036	057	040	026	033	023	016	010	008	006
131	067	019	129	066	018	124	064	019	119	063	019	115	061	018	112	059	017	092	069	034	079	061	029	065	035	021	032	021	012	010	007	004
124	062	018	122	061	018	117	060	017	113	059	017	109	057	017	106	057	017	088	063	028	076	046	024	052	032	017	020	019	010	010	006	003
117	058	016	115	057	016	111	056	016	107	055	016	104	054	016	101	053	015	084	049	024	072	042	021	060	029	015	029	017	009	009	006	003
111	054	015	109	054	015	105	053	015	102	052	015	099	051	015	096	051	015	080	045	020	069	039	018	048	027	013	028	016	007	008	005	002
105	051	014	103	050	014	100	050	014	097	049	014	094	048	014	091	048	014	077	041	018	066	036	016	046	025	011	027	016	006	008	005	002
100	048	013	098	047	013	095	047	013	092	046	013	089	045	013	086	045	013	073	039	016	063	034	014	044	024	010	026	014	006	006	005	002
094	045	013	093	045	013	090	044	012	088	044	012	085	043	012	082	043	012	068	036	014	059	031	012	041	022	008	024	013	006	006	004	002
144	082	026	140	080	026	132	076	024	125	072	023	118	069	022	111	066	021	103	064	084	090	080	072	061	065	060	036	032	029	011	010	009
142	078	024	139	076	024	132	073	023	125	071	022	120	068	021	115	066	020	099	079	063	085	068	054	069	047	038	039	027	022	011	009	007
137	073	022	134	072	022	128	069	021	123	067	021	118	065	020	113	063	020	094	068	048	080	069	042	056	041	029	032	024	017	010	008	006
131	068	020	129	067	020	123	065	019	118	063	019	113	062	019	109	060	018	089	060	038	077	052	033	053	036	023	030	021	014	010	007	004
124	063	018	122	062	018	117	061	018	113	059	018	109	058	017	105	056	017	085	054	030	073	048	026	060	032	019	029	019	011	008	006	004
117	059	017	115	058	017	111	057	017	107	056	016	104	055	016	101	054	016	082	049	026	070	042	022	046	029	016	028	017	009	009	006	003
111	055	016	109	054	016	105	053	016	102	052	016	099	051	016	096	051	016	078	044	021	067	039	018	046	027	013	027	016	008	009	006	003
105	051	014	103	051	014	100	050	014	097	049	014	094	048	014	091	048	014	075	041	018	064	036	016	044	025	011	029	015	007	008	005	002
100	048	013	099	048	013	096	047	013	093	046	013	090	045	013	087	045	013	071	038	016	062	033	014	043	023	010	025	014	006	008	005	002
094	045	013	093	045	013	090	044	012	088	044	012	085	043	012	082	043	012	066	036	014	059	031	012	041	022	008	024	013	006	006	004	002
153	087	027	149	085	027	143	082	026	137	079	026	131	076	025	126	074	025	102	082	082	078	079	078	053	053	053	031	031	031	010	010	010
145	079	024	142	078	024	136	076	024	131	074	023	126	071	023	121	068	021	087	075	084	074	064	066	051	044	038	029	020	022	009	007	005
135	072	022	132	071	022	127	069	021	123	067	021	118	065	020	113	063	020	090	065	036	089	048	030	047	033	021	027	019	013	009	006	004
125	065	019	123	064	019	118	063	019	114	061	018	110	060	018	107	059	018	077	049	027	066	042	024	045	029	017	028	017	010	008	006	004
116	059	017	114	058	017	110	057	017	106	056	017	102	055	016	098	054	016	073	044	022	063	039	019	043	026	014	025	016	008	008	005	003
107	054	016	106	053	016	102	052	016	098	051	015	094	050	015	090	049	015	070	040	018	060	035	016	042	024	011	024	014	007	008	005	002
100	049	014	098	049	014	095	048	014	092	047	014	089	046	014	086	046	014	067	037	016	057	032	013	040	022	010	023	013	006	007	004	002
093	046	013	092	045	013	089	044	013	086	044	013	084	043	013	081	043	013	064	034	013	055	029	012	039	021	008	022	012	005	007	004	002
087	042	012	086	042	012	083	041	012	081	041	012	079	040	012	076	040	012	061	031	012	052	027	010	036	019	007	021	011	004	007	004	001
082	039	011	081	039	011	079	038	011	076	038	011	074	037	011	071	037	011	056	029	010	050	020	009	035	018	006	020	011	004	007	003	001
247	140	044	238	136	043	221	127	040	205	118	038	191	111	036	183	106	034	236	236	236	201	201	201	138	138	138	079	079	079	025	025	025
224	123	038	216	119	037	201	112	035	187	106	033	174	098	031	166	093	029	230	210	183	196	181	166	134	124	115	077	072	067	025	023	022
205	109	033	198	106	032	184	100	030	171	094	029	160	088	027	150	082	025	218	180	150	187	165	130	129	108	081	078	067	059	024	022	019
188	098	029	182	095	028	169	090	027	156	085	026	147	080	024	137	075	022	213	170	139	182	147	120	125	103	084	073	060	050	023	020	016
174	089	026	168	086	026	157	082	024	146	077	023	136	073	022	127	068	020	202	157	124	174	141	113	123	098	080	071	058	047	023	019	016
161	081	023	156	079	023	146	075	022	136	071	021	127	067	020	119	062	018	202	157	124	174	139	108	120	096	079	069	056	048	022	018	015
150	074	021	145	072	021	136	069	020	127	065	019	119	062	018	112	058	017	197	152	120	169	131	104	117	082	074	068	054	044	022	018	015
140	069	019	139	067	019	132	065	019	125	063	018	119	060	017	113	057	017	182	147	117	166	128	102	115	080	072	067	053	043	022	017	014
132	064	018	127	062	017	119	059	017	112	056	016	105	053	016	100	051	015	188	144	114	162	125	100	112	088	071	065	052	042	021	017	014
124	059	016	120	058	016	112	055	016	106	052	015	099	050	014	093	048	014	184	141	112	159	122	098	110	085	070	064	051	041	021	017	014
188	107	034	184	105	033	176	101	032	169	097	031	162	094	030	156	0																

ادامه جدول (A)

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		80			70			50			30			10			0			WDR	RCR ↓	
	Maint. Cat.	SC	pcc →			pcc →			pcc →			pcc →			pcc →			pcc →					
			50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			
 <p>2-lamp fluorescent strip unit with 236° reflector fluorescent lamps</p>	1	1.4/1.2	0	1.13	1.13	1.13	1.09	1.09	1.09	1.01	1.01	1.01	.94	.94	.94	.88	.88	.88	.85				
			1	.95	.90	.86	.82	.87	.83	.85	.82	.78	.79	.78	.74	.74	.72	.69	.68	.68	.64	.464	1
			2	.82	.74	.68	.79	.72	.66	.73	.68	.63	.68	.64	.60	.63	.60	.56	.53	.53	.53	.394	2
			3	.71	.62	.58	.69	.61	.54	.64	.57	.52	.59	.54	.49	.55	.51	.47	.44	.44	.44	.342	3
			4	.62	.63	.46	.60	.52	.46	.58	.49	.43	.52	.48	.41	.49	.44	.40	.37	.37	.37	.300	4
			5	.65	.46	.39	.54	.45	.39	.50	.43	.37	.47	.40	.36	.44	.38	.34	.32	.32	.32	.267	5
			6	.30	.41	.34	.46	.40	.33	.45	.38	.32	.42	.36	.31	.39	.34	.30	.27	.27	.27	.240	6
			7	.45	.36	.30	.43	.38	.29	.41	.34	.28	.38	.32	.27	.36	.30	.26	.24	.24	.24	.218	7
			8	.41	.32	.28	.40	.32	.28	.37	.30	.25	.35	.29	.24	.33	.27	.23	.21	.21	.21	.199	8
			9	.37	.29	.24	.38	.28	.23	.34	.27	.22	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.19	.19	.19	.163	9
			10	.34	.26	.21	.33	.26	.21	.32	.25	.20	.30	.24	.20	.28	.23	.19	.17	.17	.17	.170	10

Typical Luminaire	80			70			50			30			10			0		
	pcc →			pcc →			pcc →			pcc →			pcc →			pcc →		
	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
 <p>Single row fluorescent lamp cove without reflector, mult. by 0.93 for 2 rows and by 0.88 for 3 rows.</p>	1	.42	.40	.39	.36	.35	.33	.28	.24	.23	Coves are not recommended for lighting areas having low reflectances.							
	2	.37	.34	.32	.32	.29	.27	.22	.20	.19								
	3	.32	.29	.26	.28	.25	.23	.19	.17	.16								
	4	.29	.25	.22	.25	.22	.19	.17	.16	.15								
	5	.25	.21	.19	.22	.19	.16	.15	.13	.11								
	6	.23	.19	.16	.20	.16	.14	.14	.12	.10								
	7	.20	.17	.14	.17	.14	.12	.12	.10	.09								
	8	.16	.15	.12	.16	.13	.10	.11	.09	.08								
	9	.17	.13	.10	.15	.11	.08	.10	.08	.07								
	10	.15	.12	.09	.13	.10	.08	.09	.07	.06								
	 <p>Diffusing plastic or glass 1) Ceiling efficiency ~60%; diffuser transmittance ~50%; diffuser reflectance ~40%. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use $\rho_c = 70$. 2) For lower reflectance paint or obstructions—use $\rho_c = 50$.</p>	1				.60	.58	.56	.58	.56	.54							
2					.53	.49	.45	.51	.47	.43								
3					.47	.42	.37	.45	.41	.36								
4					.41	.36	.32	.39	.35	.31								
5					.37	.31	.27	.35	.30	.26								
6					.33	.27	.23	.31	.26	.23								
7					.29	.24	.20	.28	.23	.20								
8					.26	.21	.18	.25	.20	.17								
9					.23	.19	.15	.23	.18	.15								
10					.21	.17	.13	.21	.16	.13								
 <p>Prismatic plastic or glass 1) Ceiling efficiency ~67%; prismatic transmittance ~72%; prismatic reflectance ~18%. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use $\rho_c = 70$. 2) For lower reflectance paint or obstructions—use $\rho_c = 50$.</p>		1				.71	.68	.65	.67	.65	.65	.65	.64	.62				
	2				.63	.60	.57	.61	.58	.55	.60	.58	.54					
	3				.57	.53	.49	.55	.52	.48	.54	.50	.47					
	4				.52	.47	.43	.50	.45	.42	.48	.44	.42					
	5				.48	.41	.37	.44	.40	.37	.43	.40	.36					
	6				.42	.37	.33	.41	.36	.32	.40	.35	.32					
	7				.38	.32	.29	.37	.31	.28	.36	.31	.28					
	8				.34	.28	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25					
	9				.30	.25	.22	.30	.25	.21	.29	.25	.21					
	10				.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19					
	 <p>Lowered ceiling 1) Ceiling efficiency ~60%; 45° shielding opaque louvers of 80% reflectance. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use $\rho_c = 50$. 2) For other conditions refer to Fig. 7-19.</p>	1							.51	.48	.48							
2								.46	.44	.42								
3								.42	.39	.37								
4								.38	.35	.33								
5								.35	.32	.29								
6								.32	.29	.26								
7								.29	.26	.23								
8								.27	.23	.21								
9								.24	.21	.19								
10								.22	.19	.17								

مراجع

- ۱- "مهندسی روشنایی" تألیف مهندس رستم گل محمدی- انتشارات دانشجو همدان ۱۳۸۴
- ۲- "تأسیسات الکتریکی" تألیف حسن رستگار و سید محمد رضا رستگار
- ۳- "تکنولوژی عمومی برق" تألیف مهندس محمد علی رحیم فانی- انتشارات فنی حسینیان ۱۳۶۶
- ۴- "تکنولوژی برق صنعتی" تألیف Peter Bastian - ترجمه قاسم مالکی- ۱۳۸۴

