

طراحی سیستم روشنایی اداری :

شرح سیستم:

با توجه به اینکه در این بخش تنوع فضائی داریم، طراحی سیستم روشنائی برای هر بخش باید به طور کاملاً جداگانه انجام شود. برای این منظور باید به تفکیک هر بخش مطابق استانداردهای میزان روشنائی برای هر فضا میزان کمینه و مقدار پیشنهادی شدت روشنایی را تعیین نمود و همچنین نوع چراغها و لامپهای آنها به تفکیک هر فضا انتخاب و در طراحی ها لحاظ گردد که در این مورد صحبت خواهد شد.

۱- شدت روشنایی مجاز:

میزان حداقل و پیشنهادی شدت روشنائی برای هر یک از فضاهای بخش اداری طبق استاندارد به شرح ذیل می باشد.

لوکس پیشنهادی	کمینه لوکس	فضا
۵۰۰	۲۰۰	تمام فضاهای عمومی
۵۰۰	۱۵۰	اتاق انتظار و اطلاعات
۱۵۰	۵۰	راهروها
۱۵۰	۱۰۰	راه پله
۵۰۰	۲۰۰	اتاق کنفرانس
۵۰۰	۱۵۰	اتاق انتظار و اطلاعات
۲۰۰	۷۰	اتاق نشیمن و استراحت
۵۰۰	۱۵۰	اتاق مطالعه
۱۰۰	۵۰	رختکن، توالت و دستشویی
۲۰۰	۱۵۰	موتورخانه و اتاقهای مربوط به تأسیسات

۲- انتخاب تأسیسات روشنایی

به محض مشخص شدن شدت نور مورد نیاز برای هر محل، نوبت به انتخاب نوع لامپ ها و تأسیسات روشنایی موردنیاز برای تأمین شدت نور تعیین شده خواهد رسید. در هنگام انتخاب لامپها و تأسیسات روشنایی باید به نکات زیر توجه شود:

- بازده تجهیزات موردنظر.
- خروجی نور لامپها بر حسب لومن.

- میزان بازتاب نور از سطوح مختلفی که در معرض نور ساطع شده از تأسیسات روشنایی قرار دارند.
- کاهش قابلیت نوردهی لامپ به واسطه عواملی مانند مرور زمان، کثیف شدن سطح خارجی آن و غیره.
- اصلی ترین عواملی که باید در هنگام انتخاب نوع لامپها مورد توجه قرار گیرد شامل مقدار نور خروجی لامپ، عمر مفید، مصرف انرژی، قابلیت تطبیق رنگ و دمای رنگ لامپ است. دستیابی به هدف موردنظر تنها در صورتی امکان پذیر است که تعادل مناسبی بین عوامل یاد شده برقرار باشد.

انتخاب مناسب سیستم های روشنایی و منابع تولید نور در هر محل به عوامل متعددی از جمله الزامات نصب تأسیسات روشنایی، هزینه های کارکرد سیستم، میزان مصرف انرژی، کیفیت رنگ موردنیاز، قابلیت کاهش و افزایش شدت نور محیط و سایر مشخصه های مربوطه بستگی خواهد داشت. در هنگام انتخاب منابع تولید نور سه عامل زیر باید در نظر گرفته شود:

۱- کارایی

۲- رنگ نور تولید شده

۳- قابلیت تطبیق رنگ

۲-۱- لامپ های الکتریکی

با توجه به موارد و فاکتورهای اصلی انتخاب سیستم روشنایی که در بالا به آن اشاره شد مشخصات هر یک از لامپ های الکتریکی که در بخش اداری می تواند قابل استفاده باشد بیان می شود که با بررسی این موارد سیستم روشنایی مورد نظر را می توان انتخاب نمود.

در مباحث مربوط به روشنایی با انواع مختلف لامپها سر و کار داریم، مانند:

۱- لامپ های رشته ای: شامل لامپ های رشته ای ساده

۲- لامپ های هالوژن

۳- لامپ های فلورسنت

۴- لامپ های CFL

۲-۲- بررسی مزایا و معایب انواع لامپ های روشنایی

۲-۲-۱- لامپ های رشته ای

لامپ های رشته ای اساس کار بسیار ساده ای دارند. جریان الکتریکی از یک رشته فلزی نازک عبور می کند و آنرا به نقطه تابش می رساند. هم اکنون این لامپ ها در روشنایی ساختمان ها، بیشترین استفاده را دارند و در حدود ۸۵٪ از روشنایی آنها را تأمین می نمایند.

لامپ های رشته ای ارزانترین نوع لامپ می باشند، ولی با توجه به طول عمر کم و بازده انرژی پائین، هزینه ی نهایی روشنایی با لامپ رشته ای، به طور معمول نسبت به دیگر لامپ ها بیشتر است. امروزه به دلیل پایین بودن بازده انرژی این لامپ ها توصیه می گردد که استفاده از آنها محدود شود.

از مزایای عمده ی لامپ های رشته ای ساده می توان به راحتی نصب و راه اندازی، طیف نور مناسب و CIR بالای آنها اشاره نمود. برای بهبود کیفیت رنگ نور لامپ و بازده نوری آن، داخل حباب را با مقدار کمی از گازهای نادر (آرگون و کریپتون) پر می نمایند.

این لامپ ها در حدود ۹۰٪ انرژی الکتریکی خود را تلف می نمایند و بازده انرژی آنها حدود ۱۰٪ است. جدول ۱ مشخصات نمونه ای لامپ های رشته ای ساده را نشان می دهد.

پارامتر	محدوده
بازده نوری	۱۰ تا ۱۷ لومن بر وات
طول عمر	۷۵۰ تا ۲۵۰۰ ساعت
CRI	۹۸ تا ۱۰۰ (عالی)
رنگ نور	۲۷۰۰ تا ۲۸۰۰ کلوین (گرم)
مکان مناسب نصب	فضاهای درون و بیرون

جدول ۱- مشخصات نمونه ای لامپ های رشته ای

۲-۲-۲- لامپ رشته ای هالوژن

توسعه فناوری های ساخت لامپ های رشته ای برای افزایش بازده نوری ، افزایش طول عمر و ایجاد نور سفیدتر منجر به تولید لامپ های هالوژن گردید. رشته لامپ رشته ای پس از مدتی کار، در اثر پدیده تبخیر نازک می شود و همین پدیده باعث تیره رنگ شدن حباب لامپ می گردد. برای جلوگیری از آن ، در داخل لامپ ید و یا سایر هالوژن ها اضافه می نمایند تا در اثر پدیده ای که به چرخه هالوژن معروف است از تبخیر تنگستن کاسته شود . افزودن چرخه هالوژن به لامپ های رشته ای باعث افزایش حدود ۲۰ درصدی بازده نوری لامپ می گردد ولی مهمتر از آن ، عمر لامپ را به حدود دو برابر و بیشتر افزایش می دهد. این چرخه نیاز به دمای بالا برای کار دارد. برای مقابله با این دما ، شیشه این لامپ از کواتز ساخته می شود که نیاز به تجهیزات حفاظتی مناسبی دارد. لامپ های هالوژن اغلب به صورت رفلکتوری برای جهت دار کردن و انعکاس بیشتر نور ساخته می شوند.

لامپ های هالوژن لامپ های کم بازدهی محسوب می گردند، ولی گزینه بسیار مناسبی برای مکان هایی هستند که نیاز به نور کنترل شده و جهت دار دارند. برای نور پردازی ها و جاهایی که نیاز به لوکس بالا در ناحیه کوچکی وجود دارد، از این نوع لامپ استفاده می گردد. در حالت کلی ، استفاده از این لامپ ها برای روشنایی عمومی به دلیل حرارت بالا و لومن زیاد توصیه نمی گردد. در طراحی روشنایی عمومی پروژه نیز از این نوع لامپ ها فقط در فضاهای خاص و به منظور نورپردازی و روشنایی تزئینی استفاده خواهد شد.

۲-۲-۳- لامپ های فلورسنت

لامپ فلورسنت مانند وقوع جرقه براساس تخلیه الکتریکی با عبور جریان الکتریکی از محیط دارای جیوه و گازهای بی اثر از خود نور منتشر می کند. این لامپ ها به طور کلی از یک لوله استوانه ای تشکیل می شوند که طول آن متناسب با مقدار توان الکتریکی لامپ می باشد. جنس لوله از شیشه انتخاب می شود و جدار لوله با یک لایه ماده فلورسنت اندود می گردد. طرز کار لامپ بدین گونه است که بین دو الکترود (دود سر لوله لامپ) تخلیه الکتریکی به وقوع می پیوندد. در اثر وقوع تخلیه، نور ماورای بنفش تولید می گردد که با برخورد با ماده فلورسنت، نور مرئی تولید می کنند.

لامپ های فلورسنت حدود ۲۵٪ تا ۳۵٪ انرژی کمتری نسبت به لامپ های رشته ای برای تولید همان سطح روشنایی مصرف می کنند. طول عمر آن ها نیز حدود ۱۰ برابر بیشتر از طول عمر لامپ های رشته ای است.

ساده ترین و متداول ترین لامپ فلورسنت، لامپ فلورسنت تیوبی و یا لوله ای می باشد که به آن لامپ فلورسنت معمولی می گوئیم. لامپ های فلورسنت برخلاف لامپ های رشته ای، طیف کامل نور مرئی را منتشر نمی کنند. ولی با انتخاب نوع فسفر می توان نورهایی با رنگ های مختلف تولید نمود. برای راه اندازی یک لامپ فلورسنت نیاز به یک استارتر و یک بالادست است. بالاست های مورد استفاده می توانند از نوع مغناطیسی و یا الکتریکی باشند. لامپ های فلورسنت نسبت به لامپ های رشته ای بازده انرژی بالاتری دارند. این

لامپ ها حدود ۲۰٪ از انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می نمایند. به طور معمول کاهش نوردهی لامپ های فلورسنت به وسیله دیمر توصیه نمی گردد. جدول ۲ مشخصات نمونه ای لامپ های فلورسنت را نشان می دهد. یکی از ملاحظات لامپ های فلورسنت این است که نوردهی آن به دمای محیط کار بستگی دارد. بیشترین نوردهی آن ها در دمای ۸۰ درجه فارنهایت (۲۷ درجه سانتیگراد) حاصل می شود. هر گونه تغییری نسبت به این شرایط، نوردهی لامپ را کاهش خواهد داد.

پارامتر	محدوده
بازده نوری	۳۰ تا ۱۱۰ لومن بر وات
طول عمر	۷۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ ساعت
CRI	۵۰ تا ۹۰ (ضعیف تا خیلی خوب)
رنگ نور	۲۷۰۰ تا ۶۵۰۰ کلوین (گرم تا سرد)
مکان مناسب نصب	فضاهای درون و بیرون

جدول ۲. مشخصات نمونه ای لامپ های فلورسنت

امروزه سازندگان لامپ های فلورسنت دریافته اند که هرچه قطر و طول لامپ کمتر باشد، مصرف انرژی کمتری دارد. لامپ های فلورسنت با توجه به قطر آن ها به دسته های T2، T5، T8، T10 و T12 تقسیم می گردند که در بخش "استفاده از لامپ های فلورسنت با قطر کمتر"، به آن اشاره خواهد شد.

۲-۲-۴- لامپ فلورسنت فشرده (لامپ کم مصرف) ، CFL

لامپ فلورسنت فشرده CFL یا لامپ پربازده که در ایران به لامپ کم مصرف معروف شده است، نوعی از لامپ های فلورسنت با قطر کم است. این لامپ از نظر نحوه نصب مشابه لامپ های رشته ای می باشند. لامپ های CFL با توجه به کاهش مصرف انرژی نسبت

به لامپ های رشته ای (حدود یک- پنجم) و جایگزینی آسان آن ها با لامپ های رشته ای ، گزینه مناسبی برای صرفه جویی در مصرف انرژی به شمار می روند. جدول ۷ مشخصات نمونه ای لامپ های CFL را نشان می دهد.

پارامتر	محدوده
بازده نوری	۵۰ تا ۷۰ لومن بر وات
طول عمر	۱۰۰۰۰ ساعت
CRI	۶۵ تا ۸۸ (رضایت بخش تا خیلی خوب)
رنگ نور	۲۷۰۰ تا ۶۵۰۰ کلوین (گرم تا سرد)
مکان مناسب نصب	فضاهای درون و بیرون

جدول ۳. مشخصات نمونه ای لامپ های CFL

۲-۳- مقایسه مشخصات لامپ های T5 تا T12

امروزه سازندگان لامپ های فلورسنت دریافته اند که هرچه قطر و طول لامپ کمتر باشد ، آن لامپ مصرف انرژی کمتری دارد. بنابراین ، در ساخت لامپ های جدیدتر سعی بر این است که با استفاده از فناوری ها و مواد جدید ، با کاهش قطر و یا طول لامپ های فلورسنت ، از میزان نوردهی آن ها کاسته نشود. به گونه ای که در موارد بسیاری ، حتی میزان نوردهی پس از این تغییرات نسبت به لامپ های قدیمی تر بیشتر گردیده است. لامپ های فلورسنت با توجه به اندازه قطر به دسته های زیر تقسیم می گردند:

- لامپ T2 که دارای قطر $\frac{5}{8}$ اینچ معادل ۶ میلیمتر است.
- لامپ T5 که دارای قطر $\frac{5}{8}$ اینچ معادل ۱۶ میلیمتر است.

- لامپ T8 که دارای قطر $\frac{8}{8}$ اینچ معادل ۲۶ میلیمتر است.
- لامپ T10 که دارای قطر $\frac{10}{8}$ اینچ معادل ۳۲ میلیمتر است.
- لامپ T12 که دارای قطر $\frac{12}{8}$ اینچ معادل ۳۸ میلیمتر است.

در تمامی این لامپ ها حرف T نشانگر تیوبی بودن آنهاست.

از نظر مصرف انرژی اگر بتوان لامپی با قطر کمتر را با لامپی با قطر بیشتر جایگزین کرد ، صرفه جویی در پی خواهد داشت. از آنجایی که لامپ های T2 برای برخی کاربردهای خاص ساخته می شوند کمترین مصرف انرژی را در بین این لامپ ها ، لامپ T5 دارد که در سال ۱۹۹۵ در آمریکا معرفی شده است. اما طول این لامپ ها کمتر از طول دیگر لامپ های این مجموعه است و بنابراین نمی توان آن ها را به آسانی با لامپ های دیگر جایگزین ساخت.

مهمترین و بهترین حالت ، جایگزینی لامپ های T12 با لامپ های T8 است. لامپ های T12 که لامپ های متداول قدیمی تر هستند، دارای توان مصرفی ۴۰ وات هستند؛ در حالی که توان لامپ های T8، ۳۶ وات است که با توجه پیشرفت های اخیر، لامپ های T8، ۳۲ وات نیز تولید می گردد. با توجه به موجود بودن طول های مشابه این دو لامپ ، به راحتی می توان برای جایگزینی آن ها اقدام کرد و نیازی به تغییر چراغ نیست. البته باید به این نکته توجه کرد که استفاده از لامپ های T8 نیاز به بالاست الکترونیکی دارد و باید بالاست مغناطیسی لامپ های T12 را تعویض نمود.

۳-۱-۲- مقایسه مشخصات نوری لامپ های T5 تا T12

همانگونه که می دانیم ، با تغییر نوع فسفر در لامپ های فلورسنت، می توان CCT، CRI آن ها را کنترل کرد. کیفیت رنگ و بازده نوری لامپ های جدید T5 و T8 با توجه به استفاده از مواد فسفری بهتر نسبت به انواع دیگر بهبود یافته است. لامپهای T8 مانند لامپ های T12 از نظر رنگ نور دارای انواع مختلفی مانند لامپ های T12 از نظر رنگ نور دارای انواع مختلفی مانند آفتابی (۳۰۰۰ کلوین)؛ طبیعی (۳۵۰۰ کلوین)؛ مهتابی (۴۱۰۰ کلوین) و خیلی سرد (۵۰۰۰ کلوین) هستند.

لامپ هایی که دارای طیف کامل نور هستند دارای CCT برابر ۵۰۰۰ کلوین یا بیشتر هستند و ۱۰ و تا ۲۰ درصد از نور آن ها به شکل امواج ماورای بنفش انتشار می یابد. CRI لامپ های T8 و T12 از حدود ۷۰ تا ۹۰ در تغییر است. جدول ۴ مشخصات مقایسه ای سه لامپ T5، T8 و T12 را نشان می دهد

Bulb and wattage	CCT	Light output (lm)		Lamp efficacy (lm/W)	CRI
		Initial	Mean		
T5 28W	3,000-6,500	2,900	2,726-2,750	104	85
T5 32W	3,000-5,000	2,800-2,950	2,660-2,800	92	86
T12 40W	3,000-5,000	2,200-3,400	1,775-3,090	85	80-82

جدول ۴. مشخصات مقایسه ای سه لامپ T5 ، T8 و T12

۲-۳-۲- مقایسه طول عمر لامپ های T8 و T12

طول عمر لامپ های فلورسنت T8 و T12 ، مشابه و در حدود ۲۰ هزار ساعت است. همانگونه که می دانیم ، با گذشت زمان میزان نوردهی لامپ ها کاهش می یابد. ضریب کاهش نوردهی لامپ های T8 کمتر از لامپ های T12 است، در مقایسه این دو می توان گفت که با گذشت ۴۰ درصد از طول عمر، لامپ های T8 کماکان ۹۰ درصد نوردهی اولیه خود را حفظ می کنند: در حالی که لامپ های T12 ، ۸۰ درصد نوردهی اولیه خود را حفظ می نمایند.

۲-۳-۳- مقایسه مصرف انرژی لامپ های T5 ، T8 و T12

لامپ های T8 به همراه بالاست الکترونیکی، به طور معمول ۳۲ درصد مصرف انرژی کمتری نسبت به لامپ های T12 با بالاست مغناطیسی دارند. لامپ های T5 نیز به همراه بالاست الکترونیکی حدود ۴۵ درصد مصرف انرژی کمتری نسبت به لامپ های T12 دارند. حتی با طراحی های بهتر در سیستم روشنایی و استفاده از رفلکتورها و یا حذف برخی از لامپ های اضافی ، میزان کاهش مصرف از این مقدار نیز بیشتر است.

۴-۲- بررسی فنی و اقتصادی هر سیستم

پس از بررسی مشخصات فنی هر یک از لامپ ها که در جداول مربوطه ارائه شد میزان مصرف انرژی این لامپ ها که از هندبوک شرکت اسرام جمع آوری شده است ارائه می گردد.

۴-۲-۱- لامپ های رشته ای:

با توجه به اینکه ضریب قدرت این لامپ ها برابر است میزان مصرف انرژی آنها مطابق با توان نامی آنها می باشد.

۴-۲-۲- لامپ های CFL (compact fluorescent lamp)

به طور معمول مصرف انرژی این لامپ ها ۲۰٪ لامپ های رشته ای با همان میزان روشنایی می باشد. به طور مثال میزان روشنایی لامپ ۱۰۰ وات رشته ای برابر لامپ CFL ، ۱۸ وات بوده و لامپ رشته ای ۶۰ وات روشنایی برابر با لامپ CFL ، ۱۰ وات خواهد داشت.

میزان مصرف لامپ CFL ، ۱۰ وات: ۰/۱۹ آمپر

میزان مصرف لامپ CFL ، ۱۸ وات: ۰/۲۲ آمپر

میزان مصرف لامپ CFL ، ۲۶ وات: ۰/۳۲۵ آمپر

۴-۲-۳- لامپ های فلورسنت:

لامپ های فلورسنت در مدل های T8،T5 و T12 می باشد و توضیحات لازم در مورد آنها نیز در قسمت قبل ارائه شد دارای میزان مصرف انرژی به شرح ذیل می باشند:

لامپ 16W	میزان مصرف	۰/۲ آمپر
لامپ 18W	میزان مصرف	۰/۳۷ آمپر
لامپ 20W	میزان مصرف	۰/۳۸ آمپر
لامپ 28W	میزان مصرف	۰/۴۲ آمپر

لامپ 36W	میزان مصرف	0/43 آمپر
لامپ 40W	میزان مصرف	0/45 آمپر

۲-۵- انتخاب سیستم

پس از بررسی مشخصات فنی و میزان مصرف انرژی هر یک از لامپ سیستم روشنایی مورد نظر ترکیبی از لامپ های فلورسنت T8 و لامپ های CFL می باشد. این لامپها علاوه بر میزان مصرف انرژی پائین و طول عمر بالا و انواع رنگ طبق جداول ارائه شده از نظر موجود بودن و میزان دسترسی به آنها برای موارد تعمیر و نگهداری نیز گزینه مناسبی می باشند و تأمین و تعویض آنها به راحتی صورت خواهد پذیرفت و محدودیتی در زمینه تأمین این چراغها وجود ندارد از نظر هزینه تأمین این چراغها نیز بین لامپ رشته ای و CFL با توجه به هزینه پائین هر یک از این لامپ ها و تعداد نسبتا پائین آنها در پروژه ، تفاوت هزینه تأمین این لامپ ها اندک خواهد بود ولی میزان مصرف لامپ های رشته ای بسیار بیشتر از لامپ های CFL می باشد. در مورد انواع لامپ های فلورسنت نیز پس از استعلام قیمت از شرکت مازینور تفاوت قیمت بین مدل T8 و T12 در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد است ولی با توجه به اینکه میزان مصرف مدل T8 کمتر بوده و ابعاد مناسبی برای قرارگیری در سقف کاذب دارند استفاده از لامپ های T8 گریزناپذیر می باشد.

۲-۶- حفاظت فیدر های روشنایی:

کلیه مدارهای خروجی روشنایی باید با کلید مینیاتوری یا فیوز فشنگی با جریان نامی حداقل ۱۰ آمپر حفاظت شود. در بخش اداری در هنگام فیدربندی باید به این نکته توجه نمود در مورد فیدرهایی که کلید حفاظتی آن ۱۰ آمپر است جریان کل آن فیدر نباید از ۶ آمپر تجاوز نماید و در فیدرهایی که کلید حفاظتی آن ۱۶ آمپر است جریان کل آن فیدر باید حداکثر ۱۰ آمپر باشد. در بخش های عمومی که مانند راهروها که از گذاشتن کلید جهت خاموش و روشن کردن چراغها صرف نظر می شود حتماً باید بر روی تابلو برای این فیدرها کلید گردان در نظر گرفته شود و یا می توان بجای کلید گردان از کنتاکتور و کلید استپ و استارت که بر روی تابلو نصب می شود استفاده نمود، و هرگز نباید از کلید مینیاتوری جهت قطع و وصل برق فیدر استفاده گردد.

کلیدهای مینیاتوری استفاده جهت حفاظت سیستم روشنایی از نوع C خواهند بود که طبق استاندارد IEC60898 و هندبوک ABB بازه تریپ آن بین ۳ تا ۵ برابر جریان نامی می باشد.