

روشنایی

روشنایی ساختمان یکی از بخش های عمده مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان می باشد که پتانسیل بالایی جهت اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی دارد. راهکارهای اصلاح روشنایی ساختمان به سه دسته تقسیم می شود:

- الف) استفاده از ادوات کنترل روشنایی نظیر سنسورهای تشخیص حضور و روشنایی روز
- ب) استفاده از تجهیزات و لامپ های بهینه
- ج) اصلاح سیستم روشنایی ساختمان

الف) سنسورهای تشخیص حضور و روشنایی روز

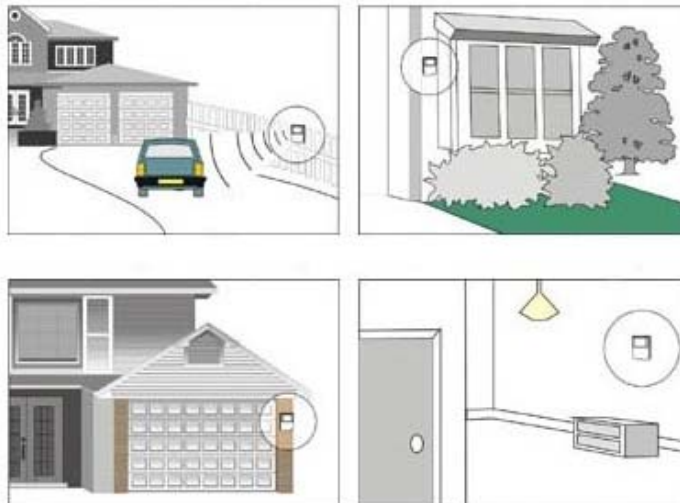
✓ سنسور تشخیص حضور

با استفاده از سنسورهای تشخیص حضور، پس از زمان معینی از خروج افراد از محل، چراغ ها به صورت خودکار خاموش شده و با ورود مجدد آنها روشن می شود. سنسور تشخیص حضور در فضاهای با استفاده غیر دائم نظیر سرویسهای بهداشتی، نمازخانه، راهروها و... که میزان تردد افراد کمتر می باشد نصب می شود.



شکل (۱) سنسورهای تشخیص حضور

مکان های مناسب جهت نصب این سنسورها عبارتند از: راه پله ها، پارکینگ ها، سرویس های بهداشتی، راهروها، راه پله های اضطراری، انبارها، حیاطها و محوطه های باز و هر مکان دیگری که بواسطه کاربری خاص آن نمی توان حضور کاربر در آنجا را برنامه ریزی کرد و بنا به دلایلی همواره چراغ ها بدون نیاز روشن می ماند.



شکل (۲) مکانهای قرارگیری سیستم تشخیص حضور

✓ سنسورهای روشنایی روز

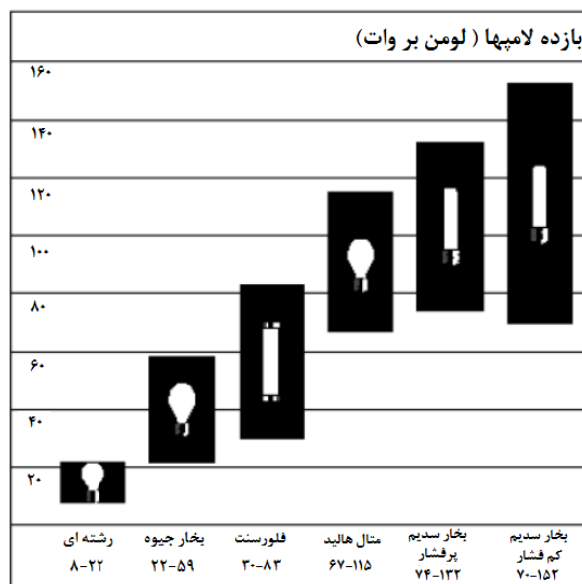
با توجه به نقش مهم روشنایی طبیعی نور خورشید که از طریق جدارهای نورگذر ساختمان تامین می‌شود، تنظیم شدت روشنایی لامپ‌ها متناسب با میزان روشنایی روز می‌تواند مکمل خوبی جهت تأمین روشنایی یکنواخت فضاها باشد. از آنجائیکه شدت و زاویه تابش نور خورشید از طریق پنجره‌ها در ساعات مختلف روز و در فصول مختلف سال متفاوت است، میزان شدت نور لامپ‌ها می‌بایست متناسب با نور طبیعی قابل تغییر باشد. با استفاده از سنسورهای شدت روشنایی می‌توان میزان نور مصنوعی را در هر فضا تنظیم نمود.

ب) استفاده از لامپ‌ها و تجهیزات بهینه

از نظر نوع فن‌آوری ساخت، لامپ‌های روشنایی را می‌توان به هشت گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد. در جدول زیر خصوصیات عمده این فن‌آوری‌ها ذکر شده است و از میان کمیت‌های الکتریکی مختلف در لامپ‌های الکتریکی، آنچه از دیدگاه مصرف انرژی اهمیت بیشتری دارد، بازدهی نوری لامپ یا نسبت کل شار نوری خروجی لامپ برحسب لومن به توان مصرفی آن برحسب وات می‌باشد که در شکل زیر به آن اشاره شده است. لامپ‌های گوناگون دارای مقادیر بازدهی نوری متفاوتی هستند.

جدول (۱) خصوصیات مهم لامپ‌های الکتریکی

ردیف	نوع لامپ	شار نوری (لومن)	افت لومن (درصد از لومن اولیه)	طول عمر لامپ (ساعت)	بازدهی نوری (لومن بر وات)
۱	رشته ای معمولی	۵۰۰۰ تا ۱۰	۴۰ تا ۱۵	۴۰۰۰ تا ۷۵۰	۲۲ تا ۷
۲	رشته ای هالوژن	۴۰۰۰ تا ۳۰۰	۱۵ تا ۸	۶۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۲ تا ۱۴
۳	فلورسنت معمولی	۱۲۰۰۰ تا ۹۰۰	۲۵ تا ۸	۲۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰	۹۰ تا ۳۰
۴	فلورسنت فشرده	۱۸۰۰ تا ۲۵۰	۲۰ تا ۱۵	۱۰۰۰۰	۷۰ تا ۲۵
۵	بخار جیوه	۶۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۴۵ تا ۳۵	۲۴۰۰۰	۶۵ تا ۳۵
۶	متال هالید	۱۶۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰	۴۵ تا ۳۰	۲۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰	۱۳۰ تا ۷۰
۷	بخار سدیم پرفشار	۵۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۳۵ تا ۲۵	۲۴۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۱۵۰ تا ۵۰
۸	بخار سدیم کم فشار	۳۵۰۰۰ تا ۱۸۰۰		۱۸۰۰۰	۱۹۰ تا ۱۰۰



شکل (۳) بازده لامپها

در ادامه به فن آوری انواع لامپ اشاره شده است.

❖ لامپ رشته ای

لامپ رشته ای با رشته تنگستن پیچیده شده در سال ۱۹۲۰ میلادی به بازار آمد. کمتر از ۳٪ انرژی دریافتی در این لامپها به نور تبدیل می شود و باقی انرژی دریافتی به گرما تبدیل می شود که باعث گرمی هوا می گردد و باید توسط تهویه های مطبوع یا هواکشها از ساختمان دفع شود که اغلب باعث اتلاف بیشتر انرژی می شود. در بعضی مناطق تاریک و سرد که به گرما و نور نیاز دارند، گرمای تولید شده ناخواسته ممکن است دارای ارزش باشد. امروزه در این لامپها از رشته های تنگستن استفاده می شود که نور سفید گرمی را تولید می کنند که بین ۷۵۰ الی ۱۰۰۰ ساعت عمر می کنند. دمای رنگ این لامپها حدود ۲۷۰۰ درجه کلوین است که نور گرمی را تولید می کند. بعضی از کشورها رغبت زیادی به جایگزینی بعضی از انواع این لامپها نشان داده اند، مانند برنامه جایگزینی لامپهای رشته ای رایج در استرالیا تا سال ۲۰۱۰ که در آن کشور اجرا گردیده است. این لامپها بین ۵ تا ۲۰ لومن بر وات نور تولید می کنند.

❖ لامپ رشته ای هالوژنی

لامپهای هالوژنی اکثراً بسیار کوچکتر از لامپهای رشته ای عادی می باشند. زیرا برای کارکرد درست باید دمای حباب آن بیشتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد باشد. به همین منظور باید حبابی از جنس سیلیکای سیمکشی شده یا بعضی اوقات شیشه آلومینوسیلیکات داشته باشد. اغلب این حباب داخل یک لایه شیشه ای دیگر پوشیده می شود. لایه بیرونی برای احتیاط قرار داده می شود تا پرتو ماوراء بنفش را کاهش دهد و در برابر انفجاری که گاهی اوقات برای این لامپها رخ می دهد، لایه ای محافظ تشکیل دهد. مدل های ساخته شده برای ولتاژهای ۱۲ و ۲۴ ولت، رشته های فشرده تری دارند که برای کنترل نوری مناسب هستند. همچنین بازده نوری (لومن بر وات) و عمر بیشتری نسبت به مدل های غیرهالوژنی دارند و مقدار نور خروجی هم تقریباً در طول عمر لامپ ثابت است.



شکل (۴) لامپ رشته ای هالوژنی

این نوع لامپ بین ۱۵ تا ۲۲ لومن بر وات نور تولید می کنند.

❖ لامپ فلورسنت

لامپ فلورسنت توسط نیکلای تسلا اختراع و ثبت شد و بازده نوری بسیار بیشتری از لامپ رشته ای دارد. برای نور یکسان، این لامپها نسبت به لامپهای رشته ای حدود $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{3}$ انرژی مصرف می کنند. تا دهه ۱۹۸۰ این نوع لامپ به دو نوع خطی و دوار محدود می شد و شکل های دیگر، زیاد محبوبیت پیدا نکردند. لامپهای فشرده که در ایران به نام کم مصرف مشهورند، در اوایل دهه ۱۹۸۰ به بازار آمدند. اکثر لامپهای فشرده دارای بالاست الکتریکی داخلی می باشند و به سرپیچ قلزی یا پایه های میخی مجهز هستند. عمر متوسط نامی برای یک لامپ فلورسنت خطی ۱۰/۰۰۰ تا ۲۰/۰۰۰ در مقایسه با عمر ۷۵۰ ساعت (۱۱۰ ولت) و ۱۰۰۰ ساعت (۲۴۰ ولت) می باشد. بعضی از انواع بالاست لامپ فلورسنت در محیط سرد به سختی لامپ را روشن می کنند و به همین دلیل در مناطق سردسیر باید نوری که در فضای باز مورد استفاده قرار می گیرد برای این شرایط طراحی شده باشد تا به طور مناسب کار کند.

لامپهای فلورسنت در رنگ های متنوعی از لحاظ دمای رنگ (منظور از دمای رنگ اثر رنگ بر روح و روان است به عنوان مثال رنگ آبی، سرد و رنگ قرمز، گرم است.) ساخته می شود. در بعضی کشورها نوع سفید سرد رایج تر است در صورتی که در بعضی دیگر رنگهای سفید گرم تر غالب است. در آمریکا لامپ فلورسنت اکثراً در رنگ سفید سرد مورد استفاده قرار می گیرد، که به همراه حبابهای نصب شده در خانه که رنگی متمایل به صورتی دارند رنگ سفید گرم تولید می شود. در این بین رنگ سفید بهینه شده نیز استفاده می شود، که طبیعی تر به نظر می رسد. همچنین رنگ سفید آفتابی بسیار سرد نیز موجود است. لامپهای فلورسنت فشرده اکثراً به صورت سفید گرم ساخته می شوند چون اکثراً مانند لامپ رشته ای، نوری متمایل به زرد از خود ساطع می کنند. سردی و گرمی نور امری نسبی و اکثراً سلیقه ای است. به همین دلیل دمای رنگ و فهرست تولید رنگ به عنوان مبنای کامل رنگ برای لامپهای فلورسنت و گاهی اوقات برای انواع دیگر نورپردازی ها مورد استفاده قرار می گیرد.

نوع مستقیم و U شکل این لامپها به دلیل هزینه و بازده آنها بر روشنایی کلی ترجیح داده می شوند. در بین انواع مختلف لامپهای فلورسنت، نوع T8 بیشترین کاربرد را داشته و نوع T5 هر روز بیشتر می شود. لامپهای T12 که مدل قدیمی تر آنهاست، دارای بازده انرژی کمتری است.



شکل (۵) لامپ فلورسنت

دو نوع مختلف از این لامپ‌ها وجود دارد. آنهایی که پایه پیچی دارند تا بتوان به صورت مستقیم جایگزین لامپ‌های رشته‌ای کرد و آنهایی که پایه آنها به صورت دوشاخه است تا بتوان از آنها در چراغهایی که به طور مخصوص برای این لامپ‌ها طراحی شده‌اند، استفاده کرد.



شکل (۶) لامپ فلورسنت فشرده

لامپ‌های فلورسنت بازده انرژی خوب، رنگ عالی و سایر ویژگیهایی را که از یک منبع نور مدرن انتظار می‌رود را فراهم می‌کنند. پیشرفت‌های صورت گرفته در لامپ‌های فلورسنت از سال ۱۹۸۰ آنها را در ساختمان‌های مسکونی، تجاری و تقریباً هر نوع دیگری از کاربردها قابل استفاده کرده است. حدود ۷۰ درصد از منابع نور مصنوعی در جهان لامپ‌های فلورسنت هستند. با وجود تمامی نکات مثبت در مورد این لامپ‌ها و افزایش مصرف آنها، شاید تنها نکته منفی درباره آنها وجود گاز سمی جیوه در داخل آنها است که مضرات زیادی برای سلامتی انسان دارد. البته در سالهای اخیر تلاش شده است که از میزان آن کاسته شود.

❖ لامپ‌های تخلیه

لامپ تخلیه الکتریکی شامل شیشه یا سیلیکایی است که با دو الکترود فلزی که با گاز از هم جدا شده‌اند پوشش داده شده است. گازهایی شامل نئون، آرگون، زنون، سدیم، متال هالید و جیوه اساس کار این لامپ‌ها هستند. بدلیل استفاده از روش‌های نوین تخلیه گازی، عموماً به این لامپ‌ها لامپ تخلیه الکتریکی گفته می‌شود. لامپ‌های تخلیه برای تولید مقدار زیادی نور توسط یک منبع نوری فشرده و دارای عمر زیاد طراحی شده‌اند. از آنها اغلب برای روشنایی خیابانها و پارکها و فضاهای بسته بزرگ مانند ورزشگاه‌ها و کارخانه‌ها استفاده می‌شود. اکثر این لامپ‌ها از لحاظ مصرف انرژی بهینه بوده و حجم نوری بین ۵۰ الی ۱۰۰ لومن بر وات نور تولید می‌کنند. در این لامپ‌ها

همانند لامپ‌های فلورسنت، یک بالاست می‌توان ورودی را تنظیم می‌کند. اغلب از بالاست‌های مغناطیسی برای این لامپ‌ها استفاده می‌شود، با این وجود استفاده از بالاست‌های الکترونیکی در حال افزایش است.

❖ لامپ‌های LED

تا دهه ۱۹۷۰ LEDهای حالت جامد به عنوان نشانگر رواج داشتند. در سال‌های اخیر، مبحث بازده و خروجی مورد توجه قرار گرفت تا آنجا که هم اکنون LEDها جایگاه ویژه‌ای در کاربرد نورپردازی پیدا کردند. LEDهای نشانگر به دلیل عمر بالایشان تا ۱۰۰/۰۰۰ ساعت شناخته شده هستند، اما LEDهای نورافشان بنا بر سنت قدیم کمتر مورد استفاده قرار گرفتند (به دلیل قیمت زیاد LED به ازای هر وات) و در نتیجه عمر بسیار پایین‌تری هم داشتند. دلیل قیمت بالا به ازای هر وات، نورپردازی‌های LED برای مصارف توان بسیار پایین، نوعاً زیر ۱۰ وات کاربرد دارند. LEDها هم اکنون بیشتر برای کارهای توان پایین و مقرون به صرفه مثل نورپردازی در شب و چراغ‌های قوه کاربرد دارند. بازده LED در بازه بسیار زیادی متغیر است. جهت‌مندی ذاتی نور LEDها شدت نور بیشتری به آنها در یک زاویه به ازای کل نور تولید شده می‌دهد. LEDهای تک رنگ فناوری ساخت بسیار کامل دارند، در حالی که LEDهای سفید هنوز مشکلات حل نشده‌ای دارند. توزیع نور ساطع شده از ماده فسفری (در مانیفورها) با توزیع نور ناشی از LED متفاوت است که باعث می‌شود دمای رنگ تولیدی از زوایای مختلف متفاوت باشد. کیفیت ماده فسفری در طول زمان کاهش پیدا می‌کند و باعث می‌شود دمای رنگ و قدرت رنگ در طول زمان کاهش پیدا کند. با LEDهای کم کیفیت این تغییر بیشتر خواهد بود. تغییرات دمایی محدود باعث می‌شود که مقدار توان برای یک لامپ LED نسبت به یک لامپ رشته‌ای در همان سایز بیشتر باشد و باعث برتری نسبت به لامپ‌های رشته‌ای می‌شود. فناوری LED برای طراحان نور مناسب است زیرا مصرف توان و تولید دمای بسیار پایین، کنترل روشن/خاموش آنی و در مورد نور تک رنگ، ثبات رنگ بسیار بالایی در طول عمر خود و به نسبت هزینه تولید پایینی دارد. برای نورپردازی‌های عمومی خانگی، هزینه خرید سیستم نورپردازی LED هنوز بسیار بیشتر از روش‌های رایج نورپردازی است.

جدول (۲) بررسی کلی انواع لامپ

لامپ های LED	لامپ های تخلیه گاز			لامپ های فلورسنت		رشته ای	
	جیوه	سدیمی	متال هالید	کم مصرف	مهتابی		
بسیار بالا	گران	گران	گران	نسبتاً گران	متوسط	ارزان	قیمت اولیه
۲۰-۹۰	۴۰-۶۵	۷۰-۱۴۰	۸۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰	۱۲-۲۵	ضریب بهره نوری
بسیار زیاد	۲۴۰۰۰	۲۴۰۰۰	۳۰۰۰-۳۰۰۰۰	حدود ۱۰۰۰۰ ساعت	حدود ۱۰۰۰۰ ساعت	۱۰۰۰ ساعت	طول عمر
	۴۴۰۰-۵۸۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰-۶۵۰۰	۲۷۰۰-۶۰۰۰	۲۷۰۰-۶۰۰۰	۲۵۰۰-۳۱۰۰	دمای رنگ
<۹۰	≈ ۴۰	<۳۰	<۶۵	< ۸۰	< ۸۰	۱۰۰	رنگدهی
ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	تجهیزات راه اندازی
ندارد	بخار جیوه	ندارد	ندارد	بخار جیوه	بخار جیوه	ندارد	مواد اولیه خطرناک
	۴۰-۱۰۰۰	-۱۰۰۰ ۳۵	۳۲-۱۵۰۰	۵-۴۰	۱۵-۲۱۵	۱۰-۱۵۰۰	محدوده وات مصرفی
ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	نیاز به گرم شدن برای حداکثر روشنایی

ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	حساسیت به راه اندازی مجدد
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	حساسیت به دمای محیط

جدول (۳) کاربری انواع لامپ

عیب	مزیت	کاربرد	نوع منبع
کم بازده، عمر کم، عدم تامین نور نیازمند برای ساختمان براساس استانداردهای روز	ارزان، قابلیت تغییر میزان نور، رنگدهی خوب، روشن شدن سریع	در ساختمان‌های مسکونی ولی به سختی روشنایی موردنیاز را فراهم می‌کنند	لامپ رشته ای
در نوع خاصی از چراغها (چراغهای خطی) قابل استفاده است.	ارزان، قابلیت تغییر میزان نور با بالاستهای مخصوص، بازده خوب، عمر زیاد (۱۲۰۰۰ الی ۱۵۰۰۰ ساعت)، رنگدهی خوب	می‌توان آنها را روی سقف، دیواره‌ها یا داخل چراغهای مختلف به عنوان بخشی از انواع سیستم روشنایی نصب کرد	لامپ فلورسنت خطی
تغییر میزان نور در این لامپ‌ها مشکل است هر چند بالاستهای مخصوصی برای این کار موجود است	ارزان، بازده خوب، عمر زیاد (۱۰۰۰ ساعت) رنگدهی خوب، موجود در اندازه‌های کوچک، روشن شدن سریع	می‌توان آنها را روی سقف، دیواره‌ها یا داخل چراغهای مختلف به عنوان بخشی از انواع سیستم روشنایی نصب کرد	لامپ فلورسنت فشرده
گران، نیاز به گرم شدن اولیه، نیاز به ۱۵ دقیقه برای شروع بکار مجدد بعد از خاموش کردن، عدم امکان تغییر میزان، نور، رنگدهی زیر ۸۰ ناپایداری نور در انواع قدیمی	منبع نور سفید، بازده خوب، اندازه کوچک، عمر نسبتا زیاد	با محدوده وسیعی از کاربردها، اغلب برای روشنایی مکانهای بزرگ مورد استفاده است	لامپ‌های متال هالید
رنگدهی ضعیف، بازده متوسط، نیاز به گرم شدن	نسبیتا ارزان، عمر زیاد	همانند متال هالید	لامپ جیوه ای
رنگدهی ضعیف، نیاز به گرم شدن	بازده بالا، عمر زیاد	همانند متال هالید	لامپ سدیمی

❖ بالاست‌های الکترونیکی

بلاست‌های الکترونیکی راهکار بسیار موثری جهت کاهش مصرف انرژی در روشنایی ساختمان‌ها (بجای بلاست‌های القایی برای روشن کردن لامپ‌های فلورسنت مهتابی) می‌باشند. در اکثر ساختمان‌ها از بلاست‌های مغناطیسی و استارتر در لامپ‌های فلورسنت مهتابی استفاده می‌شود که علاوه بر اتلاف انرژی بالا، موجب افزایش هارمونیک‌ها، کاهش پاور فکتور و کاهش طول عمر لامپ‌ها می‌شود و بالاست‌های الکترونیکی تحت شرایطی می‌توانند این معایب را مرتفع سازند. بعضی از انواع این بلاست‌های الکترونیکی دارای سنسور روشنایی روز می‌باشند که قادر به تنظیم میزان نور لامپ از ۳۰٪ تا ۱۰۰٪ متناسب با نور محیط هستند که به همین میزان نیز در مصرف انرژی الکتریکی صرفه‌جویی می‌گردد. از جمله مزایای بالاست‌های الکترونیکی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.



شکل (۷) بالاست الکترونیکی

- ✓ حذف و کاهش سه عامل استارت، جریان القایی و گرما در چک و استارتر و خازن جبرانی باعث ذخیره انرژی بیش از ۳۰٪ در مصرف برق و افزایش عمر لامپ مهتابی به مقدار بسیار قابل ملاحظه، گاهاً چندین برابر در مقایسه با بالاست القایی می‌گردد.
- ✓ ولتاژ راه‌اندازی اولیه در لامپ‌های تخلیه گازی بسیار بیشتر از ولتاژ کار عادی آنها می‌باشد. روشن کردن لامپ با اعمال فشار الکتریکی بالا همواره ممکن است، اما این کار کاهش جدی عمر لامپ را در پی خواهد داشت. بالاست الکترونیکی با استفاده از توانایی تغییر فرکانس، ولتاژ را کم‌کم افزایش داده و لامپ را با کمترین ولتاژ ممکن روشن می‌نماید. در طراحی و ساخت این بالاست‌ها غالباً از تکنولوژی مدارات مجتمع استفاده گردیده است. این المان، این توانایی را می‌دهد تا بتوان بالاست الکترونیکی را برای شرایط مختلف به نحو موثری طراحی نمود.
- ✓ معمولاً این مدارات دارای قابلیت تشخیص لامپ‌های پیر می‌باشند. پس از تشخیص پیری یک لامپ، بالاست لامپ را دوباره پیش گرمایش می‌نماید تا اثر پیری را جبران نماید این امر کمک موثری به افزایش طول عمر لامپ می‌نماید. همچنین پس از اینکه لامپ می‌سوزد، بالاست بطور خودکار جریان دو سر مهتابی را قطع می‌کند و از اتلاف انرژی بیشتر بدلیل استارت زدن‌های پی در پی جلوگیری می‌کند.
- ✓ معمولاً بالاست‌های الکترونیکی لامپ را به نحوی روشن می‌نمایند که شار نوری استاندارد از آن لامپ گرفته می‌شود. لامپ‌های تخلیه در گاز در فرکانس‌های بالا دارای بهره نوری بیشتری نسبت به فرکانس ۵۰ هرتز می‌باشند، بنابراین بالاست الکترونیکی به علت فرکانس کار بالاتر (۴۰ کیلو هرتز)، حداقل ۱۰٪ بهره‌وری بیشتر در شار نوری ایجاد می‌نماید.
- ✓ برای راحتی هر چه بیشتر مصرف کننده، انواع مختلف بالاست الکترونیکی می‌توانند یک تا چهار لامپ را به صورت موازی روشن نمایند. این امر سبب کاهش چشمگیر هزینه نصب، زمان نصب و احتمال خطای انسانی در زمان نصب می‌گردد.
- ✓ ترانس‌های القایی به علت فرکانس کار پائین (۵۰ هرتز) چشم را اذیت می‌کنند و به اصطلاح اثرات فلیکر و استروبو سکویک دارند. این مشکل در طولانی مدت باعث خستگی چشم، سردرد، میگرن و پایین آمدن راندمان کاری و کاهش دقت کاربر می‌گردد، در حالیکه بالاست‌های الکترونیکی به علت فرکانس کار بالا (۴۰۰۰۰ هرتز) هیچ خستگی برای چشم نخواهند داشت.
- ✓ به علت اینکه ترانس‌های القایی دارای استارت سریع می‌باشند، طول عمر کلید زنی لامپ را به شدت کاهش می‌دهند (در حدود ۲۰۰۰ مرتبه) حال آنکه بالاست الکترونیکی با داشتن پیش گرمایش مناسب و استاندارد سبب افزایش عمر لامپ می‌گردد (در حدود ۱۵۰۰۰ مرتبه)

- ✓ در بالاست الکترونیکی از قسمت‌های مختلف بالاست فیدبک دریافت می‌گردد و با توجه به آن کنترل‌های لازم اعمال می‌گردد. همچنین از نقاط حساس مدار به نحو موثری محافظت می‌گردد. ترانس‌های القایی، هیچگونه فیدبکی از مدار دریافت نمی‌نمایند.
- ✓ ترانس‌های القایی تلفات بیشتری (در حدود ۱۰-۱۴ وات) نسبت به بالاست الکترونیکی دارند. از طرفی بالاست الکترونیکی به علت فرکانس کار بالاتر ۱۰٪ بهره‌وری در شار نوری ایجاد می‌نماید و لامپ ۴۰ وات را با حفظ شار نوری با ۳۶ وات روشن می‌نماید. در حالیکه در ترانس القایی برای روشن کردن یک لامپ مهتابی ۴۰ وات، حدود ۵۴ وات مصرف می‌گردد. سعی گردیده است که طراحی بالاست الکترونیکی منطبق با نیاز مصرف کننده انجام شود، بنابراین انواع مختلف بالاست الکترونیکی توانایی روشن کردن مدارات از یک الی دو لامپ را دارا می‌باشند و کاربر نهایی نیز به راحتی می‌تواند آنرا نصب کند. این امر سبب کاهش هزینه و زمان لازم برای سیم بندی چراغ می‌گردد.
- ✓ ضریب توان بالاست الکترونیکی بیشتر از ۹۵ درصد و در حدود ۹۸ درصد می‌باشد. هارمونیک‌های بالاست الکترونیکی کمتر از ۶٪ و هارمونیک سوم آن کمتر از ۱۰٪ (در حدود ۰.۸٪) می‌باشد.

❖ استفاده از لامپ‌های پر بازده T8، T5، LED

لامپ‌های پر بازده به دسته‌ای از لامپ‌ها اطلاق می‌شود که نسبت شدت روشنایی آنها به میزان توان مصرفی لامپ عدد بالایی باشد. یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، استفاده از لامپ‌های فلورسنت T8 بجای لامپ‌های فلورسنت معمولی (T10 یا T12) می‌باشد. مزایای استفاده از لامپ فلورسنت T8 نسبت به لامپ‌های فلورسنت معمولی عبارتند از:

- ✓ افزایش طول عمر لامپ
- ✓ افزایش بهره‌وری و شار نوری
- ✓ افت نور کمتر
- ✓ ثابت بودن شار نوری با گذشت زمان
- ✓ توان مصرفی ثابت و همچنین کاهش مصرف به میزان حداقل ۱۰ درصد
- ✓ شاخص نمود رنگ خوب

لامپ LED نسل جدید لامپ‌های پر بازده می‌باشد که از چند LED که به شکل‌های مختلف در یک مجموعه کنار یکدیگر نصب می‌شود تشکیل می‌گردد. این لامپ‌ها از فن‌آوری دیودها یا نیمه رساناهای حالت جامد بهره می‌برند که انرژی الکتریکی را به فتون‌ها (نور روشنایی) و حرارت تبدیل می‌کند. از این رو یکی از قسمت‌های مهم لامپ‌های LED مبدل‌های حرارت جهت دفع حرارت می‌باشد. از جمله مزایای لامپ‌های LED می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ✓ طول عمر لامپ‌های LED استاندارد به بیش از ۵۰ هزار ساعت می‌رسد
- ✓ راندمان لامپ‌های LED بین ۹۰ تا ۱۲۰ لومن بر وات است.
- ✓ مصرف بسیار کم لامپ‌های LED
- ✓ ضریب وضوح رنگ لامپ‌های LED در حدود ۹۵ می‌باشد.

- ✓ قابلیت استفاده از کنترلرهای تنظیم شدت نور و دیم نمودن لامپ‌های LED
- ✓ تعداد کلیدزنی بالای این لامپ‌ها در مقایسه با لامپ‌های فلورسنت
- ✓ عدم نیاز به بالاست و مقاوم بودن در برابر تغییر ولتاژ و شوک‌های خارجی
- ✓ عدم استفاده از جیوه در ساخت لامپ‌های LED برخلاف لامپ‌های فلورسنت
- ✓ دوستدار محیط زیست
- ✓ تمرکز شعاع نوری و کاهش آلودگی نوری



شکل (۸) انواع مختلف لامپ‌های LED

ج) سیستم روشنایی هوشمند ساختمان (LMS)

سیستم کنترل هوشمند ساختمان، امکان مدیریت بر روشنایی ساختمان را فراهم می‌سازد. این سیستم مدل تکامل یافته بخش‌های قبل است که امکان کنترل از طریق سیستم BMS ساختمان را دارد. از جمله قابلیت‌های این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ❖ سنسورهای روشنایی روز و تنظیم میزان نور چراغها متناسب با نور روز (نور طبیعی محیط)
- ❖ سنسور تشخیص حضور افراد
- ❖ امکان گروه‌بندی چراغها و کنترل آنها از سرور مرکزی مدیریت ساختمان
- ❖ امکان تعیین سطوح مختلف روشنایی برای کاربری‌های مختلف در مجموعه، ذخیره‌سازی این سطوح در سیستم و بازخوانی آنها در زمان‌های متفاوت
- ❖ امکان تنظیم میزان شدت نور هر یک از چراغها و یا لامپ‌ها به صورت برنامه زمانی
- ❖ امکان بازخورد گرفتن از وضعیت لامپ‌ها و بالاستها در جهت سهولت تعمیر و نگهداری پروژه

با توجه به اهمیت قابلیت تنظیم نور لامپ‌ها در سیستم کنترل هوشمند روشنایی، جهت استفاده از این قابلیت، نیاز به استفاده از بالاستهای الکترونیکی قابل تنظیم با توجه به انواع مختلف لامپ‌ها می‌باشد. این لامپ‌ها می‌تواند از انواع لامپ‌های رشته‌ای یا هالوژن، لامپ‌های فلورسنت یا فلورسنت کم مصرف باشد.

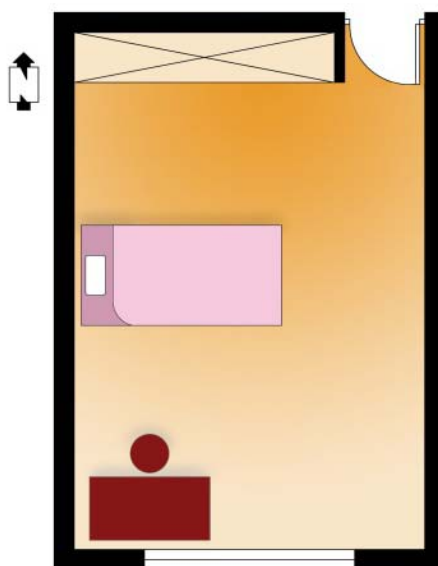
بررسی انواع چیدمان وسایل در کاهش مصرف روشنایی با بهره‌گیری بهینه از تابش خورشیدی

اولین نکته برای استفاده مناسب از نور خورشید در ساختمان‌های Zero Energy جهت‌گیری بنا نسبت به نور خورشید است. کشیدگی ساختمان در جهت شرقی- غربی و ابعاد پنجره‌های ساختمان نیز نقش تعیین کننده‌ای در استفاده از نور طبیعی دارند. استفاده از رنگ روشن برای دیوارها نیز می‌تواند در کاهش استفاده از انرژی برق برای روشنایی موثر باشد. استفاده از پرده در مقابل پنجره‌ها باعث کاهش ورود نور به داخل ساختمان خواهد شد و بهتر است از در، در طول روز به ویژه در ساختمان‌های اداری کمتر استفاده شود و یا از پرده‌های کرکره‌ای استفاده شود تا نور کافی تامین گردد. در زیر به نکاتی در رابطه با چیدمان مناسب در ساختمان‌های مسکونی و اداری خواهیم پرداخت.

• ساختمان مسکونی :

اتاق خواب :

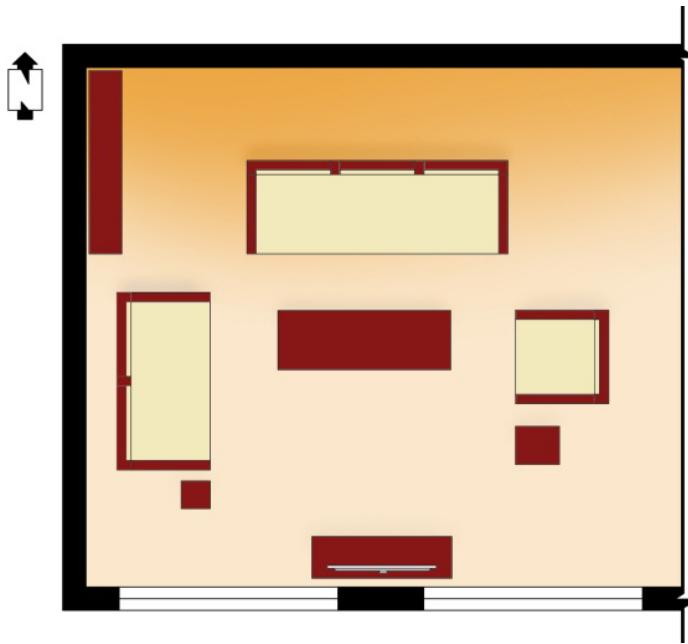
در اتاق‌های خواب باید میزهای مطالعه، کار و آرایش در نزدیکی پنجره‌ها قرار گیرند و تخت‌خواب‌ها می‌بایست دورتر از پنجره باشند. کمد‌ها و وسایلی که ممکن است از ورود نور به داخل جلوگیری کنند باید در قسمت‌های دورتر از پنجره‌ها قرار گیرند.



شکل (۹) چیدمان مناسب در اتاق خواب

فضای نشیمن و پذیرایی :

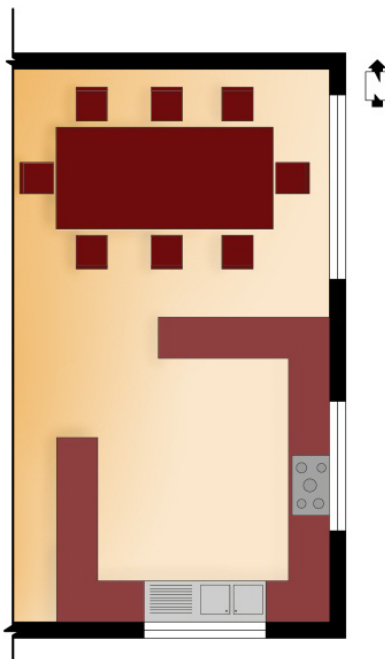
در این فضاها که معمولاً از تلویزیون استفاده می‌شود باید میز تلویزیون در خلاف جهت نور خورشید قرار گیرد و مبلمان در مقابل آن قرار گیرند زیرا قرار گرفتن تلویزیون در جهت نور باعث کاهش دید مناسب خواهد شد و ساکنین ناگزیر به کشیدن پرده خواهند بود. قرار گرفتن مبلمان رو به پنجره علاوه بر اینکه دید مناسب به فضای بیرون ساختمان و تلویزیون خواهد داشت، نور کافی فضا را نیز فراهم می‌کند.



شکل (۱۰) چیدمان مناسب در نشیمن و پذیرایی

صبحانه خوری و آشپزخانه :

فضای صبحانه خوری می بایست در قسمت شرقی ساختمان همراه با پنجره رو به بیرون طراحی شود. قرار گرفتن میز صبحانه در قسمت شرقی نور کافی در صبح را فراهم می کند. در آشپزخانه طراحی سینک ظرفشویی و یا اجاق گاز در نزدیکی پنجره ها باعث می شود کمتر از انرژی برق برای روشنایی استفاده شود.

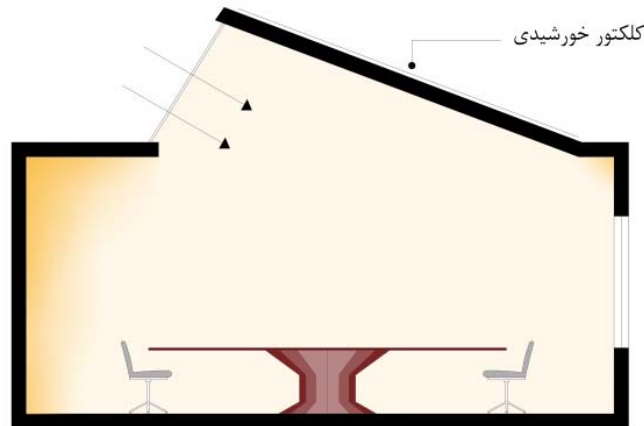


شکل (۱۱) چیدمان مناسب در آشپزخانه و صبحانه خوری

• ساختمان اداری:

اتاق جلسات:

بهترین روش برای استفاده از نور طبیعی در اتاقهای جلسات استفاده از پنجره‌های سقفی و قرار گرفتن میز کنفرانس در زیر آن است و بدین ترتیب نور کافی فراهم خواهد شد. برای جلوگیری از تابش شدید خورشید می‌توان نورگیر به سمت شمال قرار داد و در قسمت رو به جنوب نورگیر از کلکتورهای خورشیدی استفاده کرد.



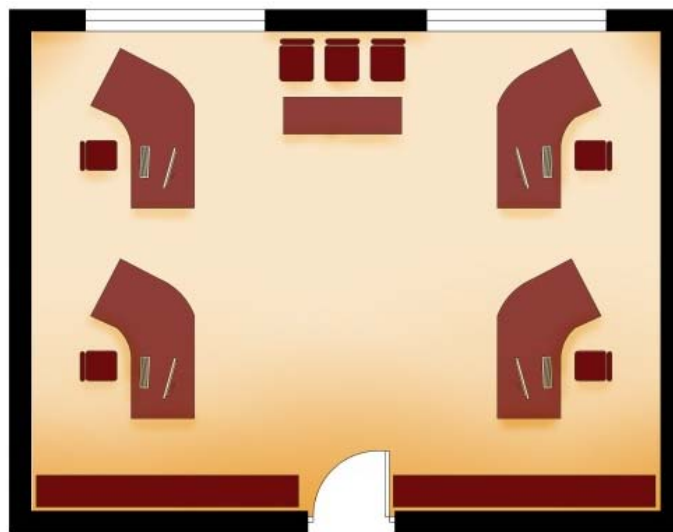
شکل (۱۲) چگونگی قرارگیری میز کنفرانس در اتاق جلسات

اتاق های اداری:

ساختمان های اداری را می توان به دو دسته اصلی از نظر طراحی داخلی تقسیم کرد:

الف) ساختمان اداری با پارتیشن ثابت (دیوار)

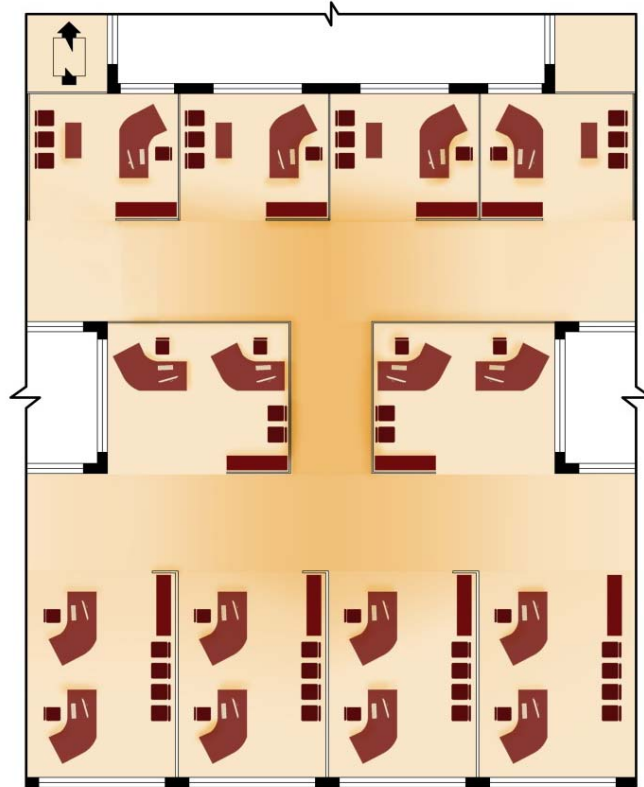
کشیدگی ساختمان در جهت شرقی - غربی این امکان را فراهم می کند تا اتاق های اداری را به گونه ای طراحی نمود که ضلع بزرگتر در جهت شرق به غرب قرار گیرد و امکان استفاده حداکثری از نور طبیعی فراهم شود. قرار گرفتن میزها در جهت موازی با پنجره ها، نور کافی را فراهم خواهد کرد. کتابخانه ها و کمد ها باید بر روی دیوار مقابل به پنجره قرار گیرند تا مانع ورود نور نشوند. استفاده از پنجره های قدی و افزایش ارتفاع سقف می تواند در افزایش نور ورودی تاثیر گذار باشد.



شکل (۱۳) نمونه ای از چیدمان صحیح در یک اتاق اداری

ب) ساختمان اداری با پارتیشن متحرک

در ساختمان هایی که به صورت پارتیشنی طراحی می شوند، برای استفاده از نور طبیعی و تهویه بهتر است پارتیشن ها کوتاه باشند. البته این نوع طراحی مشکلاتی مانند آلودگی های صوتی را به همراه خواهد داشت. طراحی پارتیشن ها به صورت موازی می تواند باعث افزایش استفاده از نور طبیعی گردد. میزهای اداری که در فضاهای میانی ساختمان قرار می گیرند از نور محروم خواهند بود. برای رفع این مشکل طراحی پاسیو و نورگیرهای سقف می توانند مفید باشند. در این ساختمان ها استفاده از پنجره های قدی و افزایش ارتفاع سقف ضروری تر خواهد بود.



شکل (۱۴) نمونه ای از چیدمان صحیح سیستم پارتیشن بندی

راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در تاسیسات الکتریکی و سیستمهای اداری

۱. تعویض لامپ T_{10} و T_{12} با لامپ T_8

بطور مثال با تعویض ۱۰۰۰ شعله، در صورتیکه از لامپ فلورسنت T8 معمولی استفاده شود، به ترتیب صرفه جویی انرژی و ریالی سالانه ۷۵۰۰ kWh و ۹/۰۰۰/۰۰۰ ریال حاصل خواهد شد.

۲. تعویض بالاست مغناطیسی با نوع الکترونیکی

بطور مثال با تعویض هر بالاست مغناطیسی با نوع الکترونیکی استاندارد، حدود ۸ وات توان الکتریکی کاهش می یابد.

۳. تعویض لامپ رشته‌ای ۱۰۰W با کم مصرف ۲۳W

با تعویض ۱۰۰ شعله لامپ رشته‌ای در یک ساختمان اداری، به ترتیب صرفه جویی انرژی و ریالی سالانه ۱۸۲۵ kWh و ۲/۱۹۰/۰۰۰ ریال قابل حصول خواهد بود.

۴. هوشمندسازی روشنایی با فرض کنترل مرکزی برای یک ساختمان اداری

با اعمال کنترل روی ۱۰۰۰ شعله مهتابی، به ترتیب صرفه جویی انرژی و ریالی سالانه ۳۷۱۲۵ kWh و ۴۴/۵۵۵/۰۰۰ ریال حاصل خواهد شد.

۵. نصب حس گر حضور در راهرو و دستشویی بدون تابلو مرکزی

نصب حس گر حضور برای ۱۰۰۰ شعله مهتابی، به ترتیب صرفه جویی انرژی و ریالی سالانه ۲۷۰۰۰ kWh و ۳۲/۴۰۰/۰۰۰ ریال را در بر خواهد داشت.

۶. تنظیم کامپیوترها و کنترل آنها از طریق سیستم نرم افزاری و اتوماسیون در ساعات اداری

با تنظیم ۱۰۰ کامپیوتر به حالت آماده بکار سریع (Stand by)، به ترتیب صرفه جویی انرژی و ریالی ۱۷۵۶۰ kWh و ۲۱/۰۷۲/۰۰۰ ریال میسر خواهد شد.

در نهایت با انجام راهکارهای فوق می توان بیش از ۵۰

درصد از مصرف برق تاسیسات روشنایی و تجهیزات

اداری را کاهش داد.