مقدمه

در حال حاضر بیش از نیمی از جمعیت جهان در مشاغل مختلف در معرض طیف وسیعی از عوامل زیان آور و آلاینده های محیط کار قرار دارند که این امر پیامدهای بهداشتی ناگواری را به همراه داشته و امکان ابتلا به بیماری های شغلی را افزایش خواهد داد.

با توجه به ضرورت برخورداری شاغلین از محیط کار سالم و نیاز مبرم کشور به حدود و معیارهایی برای تمایز محیط های کاری سالم و ناسالم، ویرایش چهارم کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی که در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ( مرکز سلامت محیط و کار) تدوین شد و با امضاء وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ابلاغ گردید.

با عنایت به ماده 85 قانون کار که رعایت حدود مندرج در کتاب مذکور، برای صاحبان صنایع و کارفرمایان الزام آور نموده است و براساس بارخوردهای واصله از کاربران مختلف این کتاب از سراسر کشور، اعم از کارشناسان بهداشت حرفه ای و متخصصان طب کار، اعضاء محترم هیات علمی و کارشناسان صنایع، برآن شدیم تا با کمک اساتید مجربی که در کمیته تدوین حدود مجاز همکاری نموده اند، راهنماهای فنی هر بخش از این کتاب را در 9 جلد با موضوعات مختلف، به منظور تسهیل استفاده کاربران تدوین نماییم تا کاربران به کمک توضیحات تکمیلی و مثال های عنوان شده در این راهنماها ، با توان بیشتری نسبت به تفسیر حدود مجاز مندرج در این کتاب و به کارگیری نتایج حاصل از آن اهتمام ورزند و از محدودیت هایی که ممکن است پدید آید آگاهی داشته باشند و بیش از پیش بتوانند تفسیر صحیحی از مقایسه این حدود مجاز با وضعیت مواجهات آسیب رسان محیط کار به دست آورند. لازم به ذکر است، به منظور دسترسی بیشتر کاربران این راهنماها بر روی تارنماهای وزارت بهداشت، درمان و اموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت. در انتها وظیفه خود می دانم از زحمات ارزشمند جناب آقای دکتر رستم گلمحمدی که در تالیف و خانم مهندس فاطمه صادقی و آقای مهندس حمید اقتصادی که در نظارت و تدوین این راهنما همکاری نموده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نایم.

**دکتر خسرو صادق نیت**

**رئیس مرکز سلامت محیط و کار**

**مقدمه و اهمیت موضوع**

نور بخشی از طیف الکترومغناطیس است که در برخورد با سلول های گیرنده شبکیه چشم انسان دریافت و پس از ارسال به مغ، کمیت و کیفیت آن درک می گردد. طیف دریافت شده از محیط اطراف برمبنای خصوصیات آن در مغز به صورت نور، رنگ یا شیء درک می شود. نور جزء جدایی ناپذیر عالم خلقت و یکی از مظاهر تجلی رحمت الهی است. نمی توان زندگی بر روی زمین را بدون وجود روشنایی تصور نمود. گردش شب و روز و تغییرات فصلی شرایط بسیار مناسبی را برای ادامه حیات در زمین فراهم نموده است. ساعت زیستی موجودات از جمله انسان وابستگی عجیبی به سطح روشنایی دارد. هر گونه اختلال در دریافت روشنایی مطلوب می تواند سبب بروز پیامدهای مختلف برای انسان گردد.

تامین کیفیت روشنایی در محیط نیازمند یکپارچه سازی سه عامل مهم شامل: نیازهای انسان، عوامل مربوط به معماری و ملاحظات اقتصادی – زیست محیطی است. نیازهای انسان به طور عمده شامل قابلیت و راحتی دید، کارایی شغلی، امکان ارتباط مناسب با محیط اطراف، زیبایی شناسی و تامین ایمنی ، بهداشت و آسایش می باشد. کارایی شغلی خود نیازمند کارایی ذهنی مطلوب می باشد و تامین بهداشت و ایمنی نیز نیازمند قابلیت دید، تامین کمیت و کیفیت روشنایی متناسب برای درک کامل و به موقع از عوامل محیط است. مطالعات نشان داده است بهبود شدت روشنایی 5/4 درصد بهره وری را افزایش داده است که این افزایش را می توان به بهبود عملکرد بینایی، اثرات بیولوژیکی روشنایی و اثرات روانی نسبت داد.

در مباحث روشنایی در محیط کار اعم از صنعتی وغیرصنعتی از نظر تامین نیازهای بهداشت، ایمنی و ارگونومی مستلزم رعایت همه مولفه های روشنایی مطلوب می باشد. روشنایی ناقص یا نامطلوب می تواند علاوه بر اثرات مریی بر سیستم بینایی، اثرات غیرمریی شامل اثرات بر کارایی ذهنی و عصبی- روانی و فیزیولوژیک شاغلین داشته باشد. مطالعات متعددی ارتباط بین روشنایی با مولفه های بهداشت، ارگونومی و ایمنی را مورد تائید قرار داده اند. روشنایی مطلوب می تواند بر بهبود سلامت، آسایش، هوشیاری، خلق و خو، کیفیت خواب، سرعت کار، کاهش خطا، کاهش حادثه و کاهش غیبت از کار، کارایی و بهره وری موثر باشد روشنایی نامناسب یکی از ریسک فاکتورهای حوادث شغلی قلمداد می گردد.

بهبود روشنایی همچنین می تواند به بهبود پوسچر کار (وضعیت قرار گیری بدن هنگام کار ) کمک کرده و از اختلالات اسکلتی –عضلانی مرتبط با روشنایی جلوگیری کند افراد برای انجام وظایف خود بسته به دقت و ظرافت کار، اندازه شیء و ماهیت کار به روشنایی مطلوب نیاز دارند و در صورتی که معیارهای روشنایی تامین نگردد فرد ناگزیر در وضعیت بدنی نامطلوب قرار گرفته و فشارهای بیومکانیکی بیشتری به ساختار اسکلتی عضلانی بدن وارد می شود که زمینه ابتلا به اختلالات اسکلتی –عضلانی را فراهم می کند. نور، ساعت زیستی را برحسب منحنی پاسخ فازی، بازنشانی می کند، نور می تواند با تغییر در تعادل هورمون های بدن، ریتم بیولوژیک جلو بیندازد و یا باعتث تاخیر آن شود. این عامل می تواند بر روی خواب آلودگی یا هوشیاری افراد موثر باشد. میزان هوشیاری می تواند بر کارایی ذهنی و کارایی عینی تاثیر گذار باشد کمیت و کیفیت روشنایی می تواند بر سلامت روحی روانی افراد نیز تاثیر بگذارد به طور مثال یکی از عوامل مرتبط با افسردگی، نقص در کمیت و کیفیت روشنایی محیط می باشد.

انسان برای تعامل موثر با محیط کار و تجهیزات همواره نیازمند روشنایی مطلوب می باشد. روشنایی مطلوب شامل مولفه های کمی و کیفی آن است مولفه های کمی خود شامل شدت روشنایی و یکدستی آن، کنترل درخشندگی و تنظیم ضریب بازتابش سطوح و مولفه های کیفی شامل طراحی مناسب محیط،جنبه های هنری، روان شناسی و زیبایی شناسی، طیف روشنایی منابع و دمای رنگ آن ها می باشد. پر واضح است که تامین حد اعلای این معیارها با توجه به جنبه های اقتصادی، اجتماعی و اجرایی بسیار دشوار است.

براساس آخرین آمار کشوری در ایران در سال 1393 تعداد 644299 کارگاه فعال در بخش های چهارگانه صنعت، معدن، خدمات و کشاورزی شامل کارگاه های خانگی با جمعیت 3008952 نفر شاغل در سطح کشور شناسایی شده است که دارای 85% پوشش جمعیتی خدمات بازرسی بهداشت حرفه ای بوده است از این تعداد کارگاه 8% با نسبت متناظر 6% شاغلین آن ها در معرض روشنایی نامطلوب بوده اند. برآوردی از وضعیت شاغلین کشور نشان می دهد که از جمعیت 13 میلیون نفری بیمه شده اصلی تامین اجتماعی بدون احتساب نیروهای مسلح و نهادهای دیگر می توان مواجهه حدود 700 هزار نفر تحت روشنایی نامطلوب را فقط در محیط های صنعتی و تولیدی برآورد نمود که به این آمار باید شاغلین نیروهای مسلح، کارکنان بخش های اداری دولتی و غیردولتی را افزود. مرکز سلامت محیط و کار نهاد قانونی نظارت بر تامین روشنایی مطلوب در محیط های شغلی می باشد. طرح کشوری ساماندهی روشنایی در محیط کار از سال 1383 در این مرکز تدوین و با آموزش روش های یکسان اندازه گیری و ارزیابی و تدوین فرم های مربوطه شروع و به سرعت جزو شرح وظایف اصلی کارشناسان بهداشت حرفه ای قرار گرفت، نتایج تاثیر این طرح در طی آمار سال های بعد مشهود می باشد، به طوری که درصد شاغلین در معرض روشنایی نامناسب از 12% در سال 1386 به 9% در سال 1388 و 6% در سال 1393 کاهش یافته است. تعیین حدی که بتواند حداقل نیازهای شاغلین برای دستیابی به اهداف بهداشت حرفه ای را مشخص نماید از وظایف مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت می باشد. در این راستا یکی از موارد مهم مندرج درحدود مجاز مواجهه شغلی حدود الزامی و هم ارز OEL برای مبحث روشنایی بوده است. دستورالعمل حاضر به منظور یکسان سازی و آموزش روش های اندازه گیری و ارزیابی روشنایی در محیط کار برای مطابقت با حدود مواجهه شغلی می باشد.

گفتار یکم: مبانی نور و روشنایی

نور بخشی از انرژی طیف امواج الکترو مغناطیسی است که در برخورد با سلول های گیرنده شبکیه چشم انسان دریافت و پس از ارسال سیگنال متناظر آن به مغز، کمیت و طیف آن درک می گردد. از نظر فیزیولوژیک برای یک فرد سالم امواج نورانی در محدوده 380 تا 770 نانومتر به صورت طیف رنگی، قابل رویت است و از بنفش شروع به قرمز تیره ختم می گردد. امواج موج های قبل و بعد از آن نامرئی هستند و با نام فرابنفش و فروسرخ نامیده شده اند . شکل (1) طیف قابل رویت از نظر طول موج و حساسیت نسبی چشم را نشان می دهد. نور دارای ویژگی موجی- ذره ای می باشد، لذا در مواردی که اثر نور بر اجسام و ایجاد واکنش روی سطوح خاص است، مثل پدیده فتوالکتریک، ماهیت ذره ای نور و در مواردی که اثر نور به صورت انتشار یا بازتابش و تفرق مطرح است ماهیت موجی ان بررسی می گردد. آنچه که در تولید و انتشار نور مورد تایید است این است که به دلیل وارد شدن انرژی مانند گرما یا الکتریسیته و امثال آن به ا لکترون های مدارات اتم ها، این الکترون ها از مدار اصلی خود به سمت مدارات بالاتر پرتاب می شوند و چون تداوم انرژی وارده بر همان الکترون لحظه ای است لذا الکترون بلافاصله به مدار اصلی خود باز می گردد و در این بازگشت انرژی اضافی را به صورت فوتون آزاد می کند. این ذرات به صورت موجی در محیط اطراف منتشر می گردند. لذا هم ذره ای بودن و هم موجی بودن حرکت در مورد آن صدق می کند. امواج نور دارای مشخصات شدت، سرعت و طول موج می باشند.

دمای رنگ

برای یک منبع مجهول، برای بیان انتشار طیف نوری منابعی مانند لامپ التهابی یا سایر لامپ های مشابه، با عنایت به روابط پیشگفت می توان به دو ویژگی مقدار انرژی تابشی در تمام طول موج ها و دمای مطلق اکتفا نمود، اما برای بیان چگونگی تابش طیف مرئی سایر منابع از کمیت دمای رنگ استفاده می گردد. دمای رنگ بیان کننده توانایی منبع برای تابش طیفی در مقایسه با یک منبع جسم سیاه است.

دمای رنگ به نوعی بیان کننده گرمی یا سردی طیف تابشی منبع نیز هست زیرا برخی طیف ها از نظر روانشناسی سرد و برخی طیف ها از نظر روانشناسی سرد و برخی گرم هستند طیف سرد در طول موج های مرئی کوتاه و میانی و طیف گرم بلند و میانی است. دمای رنگ منبع به درجه کلوین( K 0 ) برای هر منبع بیان می شود و از این نظر منابع با هم مقایسه خواهند بود دمای رنگ با یک منبع کامل که همان منبع جسم سیاه است نیز قابل مقایسه است. هرچه دمای رنگ بالاتر باشد توان خروجی تابش منبع نیز بالاتر خواهد بود. تابش طیفی در یک منبع همراه با گرم شدن ابتدا در ناحیه مادون قرمز سپس قرمز، زرد، سفید مایل به آبی و آبی است. یکی از شاخص های مهم در انتخاب منابع، درجه رنگ آن ها است که به طور استاندارد تعیین می گردد.

در درجه بندی منابع، آن هایی که دارای دمای رنگ بین K0 6000 -5000 باشند تحت نام منابع نور روز نام گذاری می شوند. توان منبع در طول موج مرئی، وابستگی به این شاخص دارد. به طوری که ملاحظه می گردد در دمای رنگ K0 5000 تمام طیف مرئی با توان نسبتاً یکدست تولید می شود ولی در K0 1000 محدوده تابش به حدود 550 -450 نانومتر و در K0 10000 بیشترین انرژی تابش در طول موج کمتر از 500 نانومتر گسترده شده است.

شاخص تجلی رنگ

شاخص تجلی رنگ منابع عبارت از نسبت تشخیص رنگ اشیاء یا تصاویر در زیر نور هم منبع نسبت به تشخیص رنگ در زیر نور خورشید می باشد و برای نور خورشید این شاخص 100 تعیین شده است. شاخص دمای رنگ منبع تا حدودی برای تشخیص رنگ دهی نور آن ها قابل استفاده است، اما بیان کننده واقعی رنگ دهی نور منبع نمی باشد. به طور مثال، اگرچه دمای رنگ لامپ التهابی و گازی سدیمی نزدیک است اما رنگ دهی آن ها به ترتیب 100 و 25 است که قابل مقایسه نیستند شاخص تجلی رنگ برای لامپ های فلورسنت 85، متال هالید 75 و گازی بخار جیوه 50 می باشد.

رفتارهای نور

امواج نوری در محیط انتشار دارای رفتارهای فیزیکی هستند که این رفتارها در مباحث مربوط به ارزیابی و طراحی روشنایی دارای اهمیت است. این رفتارها در پنج دسته شامل؛ بازتابش، پراکندگی و انحراف ، شکست ، تداخل امواج و تجزیه طیف خلاصه شده اند. در اینجا فقط به مبحث بازتابش و پراکندگی پرداخته می شود.

بازتابش نور :

عملاً همه سطوح می توانند بخشی از نور تابیده شده روی سطح خود را منعکس نمایند . قسمتی از نور نیز در برخورد با اجسام جذب می گردد. میزان بازتابش وابسته به مشخصات سطح برخوردی است. بازتابش نور از روی سطوح از دو جنبه : بازتابش انرژی و بازتابش طیف دارای اهمیت است. در مفهوم اول، بخشی از انرژی نوری تابش شده روی سطح بازتابش می گردد. در این مفهوم برای سطوح صاف، بخشی از انرژی تابیده شده( i E ) با حفظ زوایه نسبت به خط عمود بر سطح، مطابق شکل (4) بازتابش (r E ) می گردد. نسبت انرژی بازتابش به انرژی تابش تحت عنوان ضریب بازتابش (p) معرفی شده است که در صورتی که در یکصد ضرب شود به صورت درصد بیان می گردد.

در عمل، جاذب کامل نور و بازتابش دهنده کامل نور وجود ندارد بلکه مواد و مصالح به طور نسبی بخشی از انرژی نورانی را جذب و بخشی دیگر را بازتابش می کنند. این ویژگی برای هر مصالحی به صورت اختصاصی است. به طور مثال، سنگ مرمر، آجر یا آلومینیوم همواره دارای یک محدوده معین از ضریب بازتابش اختصاصی است.

مفهوم دوم ، بازتابش طیف است. تمام اشیاء و مصالح علاوه بر ویژگی اختصاص بازتابش انرژی، دارای بازتابش اختصاصی طیف نیز هستند. این مفهوم تحت عنوان رنگ مصالح یا مفهوم رنگ سطوح مطرح است. برگ درختان اغلب محدوده ای از رنگ سبز است. گوگرد زرد و برف سفید است. همه این مثال های بیان کننده بازتابش اختصاصی منتسب به ماهیت و رفتار اپتیکی مواد و مصالح است. اندازه گیری ضریب بازتابش سطوح توسط دستگاه رفلکتومتر امکان پذیر است. هم چنین به طور ساده می توان با استفاده از دستگاه نورسنج ضریب بازتابش هر سطح را تعیین نمود.

در اثر بازتابش بخشی از انرژی و طیف نور، روشنی و رنگ اجسام مفهوم پیدا می کند. سطوحی که بازتابش انرژی بیشتری داشته باشند روشن تر دیده می شوند. سطوح سفید تقریباً 95% طیف تابشی را منعکس می کنند و سطوح سیاه تقریباً 95% طیف تابش را جذب می کنند. در مباحث مربوط به ارزیابی روشنایی از هر دو مفهوم است می شود و در طراحی بیشتر روی ضریب بازتابش انرژی تاکید می گردد اگر چه ضریب بازتابش کلی مصالح ، هر دوی این مفاهیم را پوشش می دهد، صرف نظر از رنگ سطوح، هر چه ضریب بازتابش سطوح کمتر باشد. توزیع روشنایی در محیط مسقف نامطلوب تر خواهد بود. زیرا باعث هدر رفتن انرژی نورانی می گردد از طرف دیگر وجود سطوح براق یا صیقلی که بازتابش زیادی دارند به دلیل ایجاد خیرگی و خستگی چشم نیز از عوامل مزاحم می باشد، در نتیجه می توان گفت که ضریب بازتابش در یک محدوده مناسب می تواند باعث توزیع یکنواخت و مطلوب روشنایی گردد. مطالعات نشان داده است که برای توزیع مناسب روشنایی در داخل کارگاه ها و اماکن بسته، ضریب مناسب برای سقف 70% و دیوارها 50% و کف 30% می باشد.

پراکندگی وانحراف : امواج نوری در برخورد با ذراتی که بزرگ تر از طول موج ذرات محیط هستند تغییر جهت می دهند. روشنایی روز ، قبل از طلوع آفتاب و بعد از غروب آن، مثال بارزی از این پدیده است. آسمان در روز آبی به نظر می رسد. اگر جو زمین نبود آسمان روز هم تاریک به نظر می آمد در هنگام غروب خورشید به دلیل اینکه نور مسیر طولانی تری را طی می کند در هنگام عبور از جو نزدیک سطح زمین، طیف آبی آن حذف می شود آنچه می ماند، نور زرد و سرخ است. همچنین برخورد پرتوهای نور به لبه اشیاء نیز باعث انحراف یا تفرق آن می شود علاوه بر این، پرتوهای نور در حالت عادی دارای واگرایی هستند.

کمیات اندازه گیری روشنایی

در مباحث کاربردی به جای واژه نور از واژه روشنایی استفاده می شود کمیاب اندازه گیری روشنایی از جبه فیزیکی و روئیتی در دو گروه شامل : کمیاب فتومتری انرژیتیک و کمیاب فتومتری روئیتی تقسیم بندی شده اند. کمیاب انرژیتیک یا کمیاب مطلق، براساس مقادیر مطابق فیزیکی بیان می گردند، در این سامانه مقیاس ، اولین مفهوم، شارنوری منبع است که واحد آن وات (W) می باشد سایر واحدها در این مقیاس براساس انتشار توان نوری در مسیر و تابش آن روی سطوح تعریف شده است.

گروه دیگر ، واحدهای روئیتی می باشند این واحدها جنبه قراردادی و کاربردی دارند و متناسب با مقادیر کمیاب در مقایس فیزیکی می باشند امروزه در سامانه مقیاس بین المللی این کمیاب به عنوان مقایس روشنایی تعریف شده اند. این واحدها در مباحث اندازه گیری، ارزیابی و طراحی روشنایی به جای کمیاب انرژیتیک مورد استفاده قرار می گیرند. در این مقیاس اولین مفهوم، شار نوری منبع است که با واحد لومن ( lm) بیان می شود. هر لومن برابر 683/ 1 وات در طول موج 555 نانومتر (حداکثر حساسیت چشم) می باشد منبای فوق ارتباط لومن و وات را در تعاریف شار نوری بیان می نماید. سایر واحدهای مرتبط در مقیاس روئیتی براساس انتشار توان نوری در مسیر و تابش آن روی سطوح تعریف شده است. واحدهای روئیتی ضمن سادگی مفهوم آنها، تناسب بهتری با درک فیزیولوژیک انسان از مقادیر روشنایی دارند، امروز در عمل مهندسی روشنایی دارند. امروز در علم مهندسی روشنایی از این گروه کمیاب استفاده می گردد. از نظر کاربردی تعاریف معینی برای هر یک از مفاهیم مقایس روئیتی ارائه شده است . مهم ترین این مفاهیم شامل : شار نوری منبع ، شدت نور منبع ، شدت روشنایی، درخشندگی، ضریب بهره نوری منابع الکتریکی و ضریب بهره الکتریکی منابع است.

شار نوری منبع : شار نوری

شار نوری با توان نوری منبع، عبارت است از میزان نور ساطع شده از منبع که با نماد نشان داده می شود و با واحد لومن (lm ) بیان می گردد. طبق تعریف، هر لومن، شار نوری ساطع شده از یک شمع استاندارد در یک زوایه فضایی (استرادیان ) Sr می باشد. از انجایی که شار نوری دارای ماهیت انرژی است، لومن بیان کننده جریان تابش نور در واحد زمان نیز هست. در مقیاس انرژیتیک، شار نوری منبع با واحد وات ( j/s) بیان می شود که عبارت از میزان انرژی تابشی منبع در واحد زمان است. هر وات معادل 683 لومن می باشد. هر استرادیان، زاویه فضایی در یک کروه به شعاع واحد است که به صورت مخروطی راس آن در مرکز کره و مساحت قاعده آن واحد سطح باشد به طور مثال برای یک کره با شعاع یک متر، یک استرادیان زوایه فضایی مخروطی با مساحت قاعده یک متر مربع است.

شدت نورمنبع :

شدت نور منبع ، با نماد(l) با واحد شمع استاندارد یا کاندلا (cd) بیان می گردد . طبق تعریف، یک شمع ، بیان کننده نور یک منبع تک رنگ در طول موج 555 نانومتر می باشد، به طوری که در یک جهت معین بتواند W/sr 683/ 1 انتشار طیف داشته باشد. به طور عملی در تعاریف فیزیکی یک عدد کاندلا، شدت نور ناشی از یک منبع نورانی با سطح 2 cm 60 / 1 از جسم سیاه در درجه انجماد پلاتین ( o k 2045) در فشار یک اتمسفر است. شدت تابش نور از این منبع را به عنوان شمع استاندارد می گیرند. چون تابش نور از یک منبع نقطه ای، در یک کره کامل انجام می گیرد، لذا شار عبوری از سطح کره در هر زوایه فضایی حائز اهمیت است. براساس محاسبات هندسی، برای هر تابش کروی نور از منابع نقطه ای، 57/12 استرادیان قابل تعریف است

در اینجا عدد 57/12 هم بیان کننده سطح کره و هم بیان کننده تعداد زوایه های فضایی در هر تابش کروی است. به عبارت دیگر، این مساحت برابرsr 4 است. از انجایی که زوایه های فضایی، در واقع مخروط هایی با مساحت قاعده واحد سطح می باشند لذا می توان گفت انتشار نور ناشی از یک منبع نقطه ای با شدت یک کاندلا، که به صورت فضایی تابش روشنایی دارد، در هر زوایه فضایی یک لومن شار نورانی منتشر می کند.

در صورت که تابش منبع الکتریکی در زوایای محدود شده باشد، میزان تابش ها در زوایای باز متمرکز خواهد شده. در این حالاتبا ثابت بودن توان نوری منبع، شدت نور آن افزایش خواهد یافت. این روش برای بهبود بهره نوری متداول است. به همین خاطر لامپ های الکتریکی نوعاً در قاب های موسوم به چراغ 2 مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از سطوح بازتابشی محدود کننده چراغ ها برای افزایش بهره وری نوری منابع می باشد.

شدت روشنایی :

در مباحث تامین روشنایی ، شدت روشنایی با نماد (E) عبارت از میزان شار نویر دریافت شده توسط یک سطح معین است. واحدهای شدت روشنایی در سیستم sl ، لوکس( Lx ) می باشد. هر لوکس ، شدت روشنایی است که از یک شمع استاندارد در فاصله یک متری توسط سطح یک متر مربعی دریافت می شود( یا بر آن سطح تابیده شود). به بیان دیگر هر لوکس عبارت از دریافت یک لومن شار نوری در هر متر مربع ( 1/ lm/m2) سطح مورد نظر است. شدت روشنایی در مباحث مهندسی روشنایی یکی از مفاهیم کلیدی است، زیرا هم مبنای اندازه گیری مقدار روشنایی روی سطوح مورد روئیت در اماکن و مشاغل است و هم استانداردهای روشنایی بر مبنای آن تدوین شده است.

برای پی بردن به محدوده های عینی از شدت روشنایی باید گفت که خورشید در ظهر تابستان شدت روشنایی بالغ بر یکصد هزار لوکس روی سطح زمین تابش می کند شدت روشنایی این منبع، در ساعات اولیه صبح، حدود 6000 لوکس و نزدیک غروب به کنتر از 5000 لوکس می رسد. شدت روشنایی نور ماه در بدر کامل در سطح زمین حدود1/0 لوکس است. چشم انسان قادر است تغییرات وسیع نور را تحمل نماید به طوری که علاوه بر تحمل نور خورشید در ظهر، در شدت روشنایی حدود یک لوکس اشیا و معابر را به خوبی تشخیص می دهد. مقادیر توصیه شده یا الزامی شدت روشنایی در محیط های مختلف با واحد لوکس بیان گردیده است میانگین شدت روشنایی عمومی و مقادیر شدت روشنایی موضعی توسط مرکز سلامت محیط وکار در کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL ) آمده است.

درخشندگی :

درخشندگی یا چکالی سطحی نور با نماد (L) و واحاد (mit) cd/m2 معرفی می شود. درخشندگی مقدار شدت نوری است که از واحد سطح یک منبع روشنایی ساطع یا از سطوح بازتابش می گردد. به عبارت دیگر این کمیت بیان چکالی سطح نور در منبع تولید یا روی سطوح بازتابشی است. روئیت اشیاء و تشخیص در حد تایکی و روشنی در حداقل درخشندگی cd/m2 3 دید رنگ ها آسان می شود. درخشندگی بالاتر از cd/m2 100 ممکن است چشم را دچار خستگی نماید یا سبب آزار ناظر گردد، در شرایطی که چشم انسان در معرض درخشندگی یک منبع با یک سطح منعکس کننده با درخشندگی بالا قرار گیرد، به علت صدمه موقت به شبکیه چشم و تحریک ناپذیری بخشی از آن ، برای مدتی دچار خیرگی می گردد در کتاب OEL حد مجاز درخشندگی سطوح و منابع محدوده دید شاغلین nit 100 تعیین شده است .

ضریب بهره نوری : ضریب بهره نوری با نماد ( n) و واحد lm/w به طور اختصاصی برای منابع روشنایی الکتریکی به کار برده می شود .

بدیهی است که هر چه بهره نوری منبع بالاتر باشد مطلوب تر است زیرا با مصرف برق کمتر شار نورانی بیشتری تولید می کند.

ضریب بهره الکتریکی : برای بیان میزان تبدیل انرژی الکتریکی توسط منبع نوری به شار نورانی به نسبت صددرصد یک لامپ ایده آل از ضریب بهره الکتریکی با نماد ne و واحد درصد استفاده می شود

قواعد تابش نور در محیط

انتشار روشنایی در مسیر تابش تا رسیدن روی سطح معین، تابع اصول و قوانینی است که شناخت آن ها در اندازه گیری، ارزیابی و طراحی روشنایی، مهم است. مهم ترین قواعد شامل : قانون عکس مجذور فاصله، قواعد تابش روشنایی روی سطوح افق، عمود و شیب دار قاعده جمع شدت روشنایی منابع و قاعده اثر سطوح محدود کننده منبع می باشد.

قانون عکس مجذور فاصله

در صورتی که منبع روشنایی محدود نشده باشد، می تواند در تمام جهات تابش داشته باشد در مورد منابع نقطه ای که تابش کروی دارند هر چه فاصله از منبع یا به عبارت دیگر، شعاع کره فرضی بیشتر باشد چگالی نور کمتر می شود به همین دلیل شدت روشنایی روی سطوح در فواصل دورت از منبع، کاهش می یابد در این حالت در این قانون شدت روشنایی روی سطوح مقابل منبع، با مجذور فاصله از منبع نسبت معکوس دارد.

تابش نور با زوابه روس سطح افق

در صورتی که تابش روشنایی روی سطوح افقی در نقاطی مد نظر باشد که تابش با زوایه نسبت به خط عمود بر سطح انجام گردد، دراین صورت شدت روشنایی در هر نقطه روی سطح افق تابع شدت نور منبع، فاصله موثر منبع تا نقطه مورد نظر و کسینوس زوایه تابش نسبت به خط عمود بر سطح خواهد بود.

تابش نور با زوایه روی سطوح عمود

اگر تابش روشنایی روی سطوح عمود در نقاطی مد نظر باشد که تابش با زوایه نسبت به خط عمود بر سطح انجام گرد، شدت روشنایی در هر نقطه روی سطح افق تابع شدت نور منبع، فاصله موثر منبع تا نقطه مورد نظر و سینوس زاویه تابش نسبت به سطح عمود خواهد بود .

تابش نور به زاویه روی سطح شیب دار

تابش نور از یک منبع نقطه ای روی یک سطح شیب دار ترکیبی از دو حالت قبل است.

قاعده اثر سطوح محدود کننده منبع

وجود سطوح محدود کننده در پشت منبع می تواد بخشی از شار نوری که در فضای پشت آن هدر می رود را به صورت بازتابشی به سمت سطح مورد استفاده برگرداند به همین دلیل منابع روشنایی در قاب چراغ مورد استفاده قرار می گیرند. مجموع لامپ و قاب آن با نام چراغ نامیده می شود و در محاسبات طراحی روشنایی توان نوی و شدت نور آن مد نظر قرار می گیرد، در واقع خصوصیات چراغ و توان نوری لامپ است که خصوصیات نوردهی هر منبع را مشخص می کند سطوح محدود کننده در پشت منبع اغلب دارای بازتابش کامل نیستند و خود بخشی از نور را جذب می کنند. خصوصیات سطوح محدود کننده و ضریب بازتابش آن ها نقش اصلی را در تعیین ضریب بهره از روشنایی چراغ ایفاد می کند.

گفتار دوم : بینایی و روشنایی

چشم انسان پرتوهای تابشی و بازتابشی اشیاء و تصاویر در محدوده درخشندگی و طول موج معین دریافت و بر روی شبکیه تنظیم می کند. پس از تحریک سلول های گیرنده حسی بینایی، پالس های الکتریکی متناسب از هر دو چشم به مغز استفاده می شود تا در آنجا با تطابق درک سه بعدی آن ها را به مفهوم های ذهنی از واقعیت محیط تبدیل نماید. چشم انسان در شدت روشنایی کمتر از 1/0 لوکس می تواند اشیاء و سایه روشن ها را به خوبی تشخیص دهد و با تطابق قطر مردمک چشم می تواند شدت روشنایی یکصدهزار لوکس در زیر نور خورشید را نیز تحمل نماید.

از نظر آناتومیک ، چشم تقریباً به شکل کروی و دارای قطر تقریبی 25میلی متر است لایه خارجی چشم یا صلبیه پرده سفید رنگی است که دارای عروق خونی می باشد صلبیه تمام چشم را می پوشاند در جلوی چشم شفاف و قرنیه نامیده می شود زیر صلبیه لایه مشیمیه است که حاوی عروق می باشد و در جلوی چشم به آن عنبیه می گویند که به مردمک ختم می شود. عنبیه در مقابل شدت نور حساس است و با تشدید نور مردمک را تنگ می کند. در پشت قرنیه، عدسی قرار دارد که عمل تطابق و هدایت پرتوهای روشنایی، اشیاء و تصاویر را به عهده دارد.

در بخش خلفی کره چشم حساس ترین قسمت آن یعنی شبکیه قرار دارد. شبکیه حاوی حدود 132 میلیون سلول گیرنده حسی نور است که 125 میلیون آن به شکل میله ای و 7 میلیون آن به شکل مخروط است. تراکم گیرنده ها در سطح شبکیه متفاوت است و در یک نقطه به بیشترین تمرکز خود می رسد، به آن نقطه لکه زرد می گویند. برای تمرکز روی اشیاء یا تصاویر ریز، چشم پرتوها را به این نقطه هدایت می کند. در محل خروج اعصاب بینایی کمترین تعداد سلول عصبی وجود دارد، لذا به آن لکه سیاه( نقطه کور) می گویند.

سلول های گیرنده میله ای حساسیت بالایی به نور دارند، اما تشخیص رنگ ها را نمی توانند داشته باشند و برای دید در شب یا دید در نور بسیار پایین کارایی دارند بیشترین حساسیت درک طیف این گیرنده ها در طول موج 507 نانومتر است. سلول های نوع مخروطی، اگر چه دارای حساسیت کمتری نسبت به میله ای ها است ولی تشخیص رنگ ها را به خوبی انجام می دهند. بیش از یک میلیون سلول مخروطی در محدوده خط مرکزی دید قرار گرفته اند تا چشم برای تشخیص دقیق طیف ها دچار مشکل نگردد. بیشترین حساسیت طیفی سلول های مخروطی در طول موج 555 نانومتر است. بیشترین حساسیت دید توسط این گیرنده ها در طول موج 555 نانومتر است.

در سیستم بینایی علاوه بر مکانیسم روئیتی، شبکیه چشم به یک سیستم مجزای دیگری مجهز است که از طریق قاعده گیرنده های موجود در سلول هایی با نام گانگلیون ملانوسپین اثر تحریک طیف مرئی را به کانال نخاعی و از طریق عقده های نخاعی خارج از مغز هدایت و سپس به غده پینه آل هدایت می نماید. این سیستم به نور آبی حساسیت بیشتری دارد. پالس های عصبی هدایت شده توسط این مکانیسم سبب تحریک غده پینه آل شده و کنترل میزان ترشح هورمون ملاتونین را باعث می گردد. ملاتونین نیز بر میزان هوشیاری و عملکرد خواب افراد تاثیر می گذارد. بدین ترتیب افزایش نور آبی باعث کاهش ترشح ملاتونین و کاهش این طیف باعث خواب آلودگی و کاهش تمرکز می گردد از سوی دیگر ترشح کورتیزول از قشر فوق کلیوی باعث افزایش هوشیاری می گردد هر دوی این مکانیسم ها با تاثیر بر ساعت بیولوژیک و دمای بدن می توانند بر کارایی و کیفیت خواب افراد تاثیر گذار باشند.

کار در نور روز یا در تحت روشنایی نزدیک به نور روز از نظر طیف و شدت، می تواند بر کارایی و هوشیاری افراد موثر باشد و این عوامل نیز از جنبه های ایمنی و ارگونومیکی و حتی بهره وری قابل تفسیر می باشند. در کاربرد برای مکان هایی که نیاز به هوشیاری بالا دارند الزاماً طیف نور آبی در روشنایی محیط باید تامین گردد و از به کارگیری منابع با طیف ناقص خودداری شود. نور این مکان ها باید حداکثر شباهت به نور روز را دارا باشد. در غیر اینصورت عواقب ناشی از آن با یک معضل دائمی برای افراد و صاحب مشاغل تبدیل می گردد.

تشخیص رنگ توسط چشم در شار نوری پایین امکان پذیر نیست. درک نور در این ناحیه به صورت سایه روشن امکان پذیر است. این محدوده را دید شب می نامند. در شار نوری بالا دید رنگ ها و اشیاء توسط سلول های مخروطی چشم انجام می شود این محدوده را دید روز می نامند. حساسیت چشم در نور آبی که توسط گیرنده های ملاتوسپین انجام می شود نیز در محدوده 460 نانومتر می باشد.

برخی از افراد به طور ارثی در درک برخی از طیف رنگ ها دچار مشکل هستند مطالعات نشان داده است که همه افراد درک یکسانی از طیف نور دریافتی ندارند حدود 8% از مردان و 5/0% از زنان قادر به درک بخشی از طیف رنگی نور مرئی و حدود 30 نفر در هر میلیون نفر ( 003/0% ) نیز قادر به درک هیچ طیف رنگی نیستند به این حالت از ناتوانی، کوررنگی می گویند. دید نزدیک در افراد مسن دچار مشکل می گردد. برخی افراد نیز به دلیل بیماری یا فقر ویتامین (مخصوصاً A ) ، قادر به درک واضح از طیف رسیده به چشم خود نیستند. بسیاری از افراد به دلیل عیوب انکساری شامل دوربینی، نزدیک بینی و آستیگماتیسم قادر به درک واضح تصاویر نیستند. پیرچشمی و بیماری های چشمی مانند آب مروارید نیز دید کامل را محدود می نمایند.

برای دید مطلوب و راحت، علاوه بر نیاز به تامین سامانه روشنایی مطلوب، افراد استفاده کننده نیز باید در محدوده مناسبی از سلامت باشند. زیرا هر دو عامل در دید راحت به یک اندازه اهمیت دارند و تنها تامین ویژگی های قابل قبول در سامانه روشنایی نمی تواند تامین کننده تمام نیازها باشد. اگر فرد استفاده کننده دارای بیماری یا عیوب چشمی باشد حتی اگر بهترین سامانه های روشنایی تامین شود، بی فایده خواهد بود، لذا لازم است در معاینات قبل از استخدام یا دوره ای کارکنان خصوصاً کارگران صنایع و حرف مختلف به این نکته توجه جدی به عمل آید.

عوامل موثر بر دیدن

علاوه بر سلامت چشم و مواردی که در خصوص روشنایی مطلوب گفته شد عوامل زیر در رویت اشیاء و تصاویر نقش اساسی دارند:

1. اندازه شیء یا تصویر 2. سن مشاهده گر 3. شدت روشنایی 4. طول مدت زمان رویت 5. تباین

6. درخشندگی 7. طیف تابشی و بازتابشی

هر چه اندازه جسم یا تصویر و جزئیات آن کوچک تر باشد هم چنین هر چه فاصله آن از چشم دورتر باشد، رویت آن مشکل تر خواهد بود. از نظر اندازه شی ء بعد قابل تشخیص حدود mm 1/0 یا 100µ می باشد هر چه سن مشاهده گر بالتتر باشد به دلیل تغییرات اناتومیک و فیزیولوژیک چشم تطابق کاهش می یابد. کاهش نسبت عبور نور از سطح چشم تا سطح شبکیه تا حدود 40% در اثر سن اثبات شده است. بعد از سن 40 سالگی پیرچشمی (دوربینی ) نیز تطابق افراد را برای تشخیص موضوعات نزدیک محدود می نماید. نزدیک ترین فاصله تشخص اشیاء با سن تغییر می کند، یک فرد 10 ساله دارای حداقل فاصله دید 10 سانتیمتر است و این فاصله برای فرد 40 ساله 22، 50 ساله 40 و 60 ساله 200سانتیمتر است، لذا یک فرد 60 ساله اشیایی را که در فاصله نزدیک تر از دو متر هستند را به خوبی تشخیص نمی دهد. برای تطابق در دید علاوه بر اصلاح عیب انکساری، باید شدت روشنایی محیط نیز افزایش یابد.

تباین عبارت از اختلاف نسبی بین درخشندگی تصویر یا شی با زمینه آن یا اختلاف نسبی ضریب بازتابش آن دو است. هر چه تباین کمتر باشد دیدن یک موضوع در زمینه آن مشکل تر خواهد بود از نظر عددی تباین بین صفر و یک می تواند متغیر باشد تباین مناسب برای رویت واضح بیشتر از 5/0 است.

طول زمان رویت : هر چه مدت زمانی که تصویر یا شی در معرض دید قرار می گیرد کوتاه تر باشد، به علت اینکه تصویر ذهنی آن ناقص تر است، کمتر در ذهن ایجاد مفهوم می کند. برای دیدن مطلوب و مخصوصاً توجه به جزئیات و در خاطر سپردن ان، لازم است مدت زمان دیدن کافی باشد، در این حالت تصویر ذهنی و درک آن کامل می باشد. زمان مناسب رویت خود به عوامل دیگری مثل اندازه، تباین و شدت روشنایی وابسته است، حداقل زمان لازم برای تشخیص تصویر در صورت تامین سایر شرایط 17/0 ثانیه است.

شدت روشنایی : با توجه به اینکه اغلب اشیا و تصاویر خود منابع روشنایی نیستند درخشندگی و چگونگی بازتابش از آن ها اهمیت زیادی دارد، اگر شدت روشنایی روی سطوح از 50 لوکس کمتر باشد، تشخیص رنگ مشکل می شود. شدت روشنایی مناسب برای دید تحت نور خورشید در فضای باز 4000 -2000 لوکس می باشد که طبق بررسی برای 50% افراد مناسب است. در داخل اماکن، شدت روشنایی عمومی و موضعی مورد نیاز وابسته به دقت و ظرافت کار و ابعاد کوچک ترین شی مورد رویت است. در کارهای با دقت پایین، شدت روشنایی مورد نیاز تا 150 لوکس و برای کارهای معمولی 300 -200 لوکس و کارهای دقیق 500 -300 لوکس تعیین شده است. برای کارهای خیلی دقیق این حد به 50000 لوکس هم می رسد . در سنین بالا نیاز به روشنایی برای تطابق بهتر دید، افزایش پیدا می کند. به طوری که طبق معیار انجمن مهندسین روشنایی (lES ) برای شاغلین با سن بالاتر از 65 سال، شدت روشنایی مورد نیاز نسبت به جوانان دو برابر می باشد.

درخشندگی : رویت اشیاء در درخشندگی کمتر از cd/m21 % (یا شدت روشنایی کمتر از 003/0 لوکس ) با تفکیک رنگ مقدور نیست. در محدوده درخشندگی بین cd/m2 3- 01/0 ( شدت روشنایی متناظر 003/0 تا لوکس) که ناحیه دید میانی نامیده شده است، دید برخی رنگ های تیره به طور نسبی و دید بدون رنگ امکان پذیر می گردد. در درخشندگی بالاتر از cd/m2 3 (شدت روشنایی بیش از 50 لوکس ) تشخیص رنگ به وضوح امکان پذیر می گردد. درخشندگی منابع یا سطوح دارای بالاتر از cd/m2 100 در زمینه تاریک می تواند برای افراد ناراحت کننده باشد. درخشندگی شدید می تواند به علت خستگی سلول های گیرنده و تحریک ناپذیری موقت آن ها اغلب دید را دچار مشکل نماید. اگر منابع نوی در معرض دید مستقیم فرد قرار گیرد یا سطوح براق نور شدید منابع را به چشم منعکس نمایند، به دلیل دانسیته انرژی که به چشم می تابد بخشی از شبکیه چشم که این شوک نورانی را دریافت کرده است به شدت تحریک شده و برای مدتی به تحریکات بعدی پاسخ نمی دهد که این حالت را خیرگی می گویند. علاوه بر آن یک حالت برق زدگی ناخوشایند در چشم ایجاد می شود. تکرار این حالت ها می تواند صدماتی به چشم وارد کند. حد مجاز درخشندگی برای تمام محدوده های دید طبق معیار OEL برابر cd/m2100 تعیین شده است.

بازتابش سطوح : هر چه ضریب بازتابش سطوح کمتر باشد دیدن آن ها مشکل تر خواهد بود، لذا بهتر است که برای دیدن مطلوب ، تمام تصاویر و اشیاء دارای ضریب بازتابش مناسبی باشند که بتوانند حداقل تباین مورد نیاز دیدن را تسهیل نماید. همچنین بازتابش مناسب سطوح داخلی بنا می تواند در توزیع روشنایی نقش مهمی ایفاء کند به همین دلیل برای سقف ضریب بازتابش بالاتر از 7/0، دیوارها محدوده 5/0 و کف بین 1/0 تا 3/0 پیشنهاد شده است.

طیف تابشی و بازتابشی : چشم انسان در مقابل تمام طیف نور مرئی حساسیت یکسان ندارد. طبق بررسی ها، در نور روز حساسیت چشم انسان با تغییر طول موج به تندی تغییر می کند، به طوری که بیشترین حساسیت چشم در روز در ناحیه طول موج 555 نانومتر است، اما همین حداکثر حساسیت در شب 507 نانومتر می باشد. بنا بر درک حسی انسان هر گونه نقص در طیف در مقایسه با نور خورشید ایجاد محدودیت و ناراحتی می نماید. شاخص تجلی رنگ برای منابع الکتریکی به درصد بیان کننده کامل بودن طیف تابشی در مقایسه با نور خورشید است. برای محیط ها و مشاغل مختلف این حد تعیین شده است.

در طراحی داخلی محیط همچنین باید توجه شود که رنگ ها دارای پیام و مفهوم هستند. برخی رنگ ها قراردادی می باشند مانند قرمز که مخصوص آتش نشانی است. رنگ ها دارای اثرات روانی هستند و می توانند برخی حالات را مانند سردی، گرمی، اضطراب و افسردگی القاء نمایند. لذا باید توجه داشت که ضمن اجتناب از رنگ های قراردادی جز در موارد استفاده خود، از سایر طیف های رنگ به گونه ای استفاده شود که ضمن حفظ حالت شادابی، تباین خود، از سایر طیف های رنگ به گونه ای استفاده شود که ضمن حفظ حالت شادابی، تباین مناسبی با زمینه داشته باشد و دید اشیاء و تصاویر را تسهیل نماید. خصوصیات رنگ سطوح داخلی بناها شامل ضریب بازتابش آن ها و کیفیت رنگ آن ها است. در این خصوص باید توجه شود که از رنگ های با اشباع کم و متناسب با محیط استفاده شود و رنگ های انتخابی باید در طبیعت مشابه داشته باشند. در محیط های کای و مکان هایی که نیاز به آرامش دارند، استفاده از رنگ های تند یا اشباع مجاز نیست و انتخاب آن ها باید با در نظر گرفتن اثرات و القای حالات روحی رنگ ها باشد، برای مثال در محیط های کاری که ماهیت سرد دارند باید از رنگ های طیف گرم مانند کرم و در محیط های کاری گرم از رنگ های طیف آبی ملایم استفاده شود.

انسان به تجربه دریافته است که رنگ های طبیعت بیشترین تناسب و راحتی را برای دید دارند. زندگی شهری اغلب همراه با رویت مناظر ناهمگون و تغییرات تند طیف های رنگ است اغلب مردم از شلوغی تصاویر تبلیغاتی و زننده بودن رنگ های مورد استفاده ناراضی و بلکه شاکی هستند. استفاده وسیع از چراغ های تزیینی و تبلیغاتی شب ها را توام با ناراحتی کرده است. حتی استفاده نامناسب از رنگ ها در فضای شهری و حرفه ای باعث افزایش ریسک حوادث گردیده است.

گفتار سوم : منابع روشنایی مصنوعی

کار در مکان هایی با عمق فضای زیاد یا در ساعات شب امکان استفاده از روشنایی خورشید را محدود و گاه غیرممکن می نماید. استفاده از منابع روشنایی مصنوعی الکتریکی با روش های فنی و رعایت اصول طراحی می تواند شرایط مناسبی را برای کار و زندگی فراهم نماید. منابع الکتریکی در حال حاضر دارای تنوع وسیعی می باشند که طراح را برای تامین بهترین کمیت و کیفیت ممکن روشنایی حمایت می کنند. در این فصل ابتدا ساختمان و طرز کار گروه های اصلی لامپ الکتریکی مورد بحث قرار می گیرد و در ادامه، انواع چراغ و مهم ترین خصوصیات آنها تشریح خواهد شد. واژه چراغ به معنی یک منبع تامین روشنایی است که شامل لامپ یا لامپ ها نیز می شود و نباید با لامپ اشتباه گردد. چراغ شامل قاب سرپیچ، لامپ و در صورت نیاز بالاست، خازن و برخی اجزایی دیگر است و قاب چراغ یا کاسه چراغ ضمن حفظ لامپ، وظیفه مهم محدود نمودن میدان تابش آن را نیز دارد بنا بر این شکل وخصوصیات چراغ و لامپ به طور توام باید به عنوان یک واحد روشنایی مورد توجه قرار گیرد.

مشخصه های اصلی لامپ

مهم ترین خصوصیات لامپ ها شامل: توان نوری، ضریب بهره نوری، طول عمر، درخشندگی و شاخص تجلی رنگ(CRI ) آن ها است.

توان نوری : یا شار نوری لامپ، تابع توان الکتریکی و ضریب بهره نوری آن است . استفاده از لامپ های با توان نویر مختلف، تابع ارتفاع نصب آن ها و مساحت محدوده ای است که باید توسط آن ها تامین روشنایی گردد. لامپ های با توان نوری پایین برای اماکن کوچک و ارتفاع نصب کوتاه استفاده می شوند به طور مثال، از لامپ های فلورسنت برای ارتفاع نصب بیش از 6 متر نمی توان استفاده نمود، زیرا در بالاتر از آن ارتفاع شار نوری رسیده روی سطح برای تامین حداقل شدت روشنایی مورد نیاز برای فعالیت های معمول کفایت ندارد. لامپ های با توان نوری بالاتر از 9000 لومن( شامل لامپ های گازی فشار بالا) برای ارتفاع بیش از 6 متر مناسب هستند به طوری که در تامین روشنایی محوطه ها و معابر برای ارتفاع نصب 24متر می توان از مجموعه ای از چراغ های با لامپ 1000 وات سدیمی استفاده نمود. بدیهی است که تمام توان نوری لامپ، قابل استفاده برای سطوح مورد نظر در زیر آن نیست، لذا هرگاه صحبت از توان نوری لامپ به میان می آید، باید خصوصیات و قابلیت قاب چراغ یا کاسه چراغ برای ایجاد شرایط لازم در بهره گیری از توان نوری لامپ نیز لحاظ گردد.

طول عمر لامپ : براساس هزار ساعت کارکرد آن تعیین می شود. به طور عمومی عمر نامی هر گروه لامپ براساس مدت زمانی از کارکرد آن تعیین می شود که به ازای 11 ساعت روشن و یک ساعت خاموش، 50% از آن ها بسوزد یا از کار بیفتد. در حال حاضر عمر نامی لامپ ها براساس تائیدیه موسسات استاندارد توسط سازندگان اعلام می گردد. حداقل عمر نامی لامپ ها مربوط به رشته ای با هزار ساعت و بیشترین آن مربوط به لامپ دیودی (LED) با بیش از 50000 ساعت است. کاهش توان نویر لامپ ها وابسته به طول زمان استفاده ، خصوصیات برق ورودی، ویژگی ها محیط استفاده و نحوه استفاده از آن ها متغیر است، لیکن در محاسبات طراحی برای یک دوره محاسبات طراحی برای یک دوره نگهدایر ضریب 93/0 لحاظ می گردد. دوره نگهداری شامل نظافت و تعمیرات است که در طراحی اغلب 6 ماه و یک ساله در نظر گرفته می شود.

درخشندگی : یکی از عوامل مهم در انتخاب لامپ ها میزان درخشندگی آن ها است. برای جلوگیری از خیرگی و صدمه به چشم لازم است که لامپ هایی که در ارتفاع کم قرار می گیرند درخشندگی پائینی داشته باشند در صورتی که ضرورت داشته باشد که چراغ هایی در ارتفاع پایین یا در دید افراد نصب شود باید از لامپ های با درخشندگی پایین یا حباب های مات در قاب چراغ استفاده گردد. اگر درخشندگی سطح لامپ یا دهانه چراغ از cd/m2 100 بیشتر باشد احتمال ناراحتی و آزار برای استفاده کنندگان دارد.

شاخص تجلی رنگ: با توجه به نیاز افراد به تشخیص طیف رنگ در مکان مورد استفاده، لامپ باید رنگ دهی مناسبی داشته باشد. برای محیط زندگی، اماکن عمومی مسقف، اداری و آموزشی باید این شاخص بالاتر از 80 و برای اماکن صنعتی با مشاغل معمولی بیش از 40 باشد. برای معابر اصلی و محوطه های باز که نیازی به تشخیص رنگ اشیا نیست از منابع با رنگ دهی کمتر از 40 می توان استفاده نمود.

انواع لامپ

لامپ های الکتریکی به طور کلی به سه دسته کلی: لامپ های رشته ای ، لامپ های تخلیه در گاز و لامپ های دیودی (LED ) تقسیم می شوند.

لامپ های رشته ای: یا التهابی از یک حباب شیشه ای تشکیل شده است که از هوا خالی شده و با فشار معینی از یک گاز بی اثر (اغلب آرگون) جایگزین شده است. در داخل حباب لامپ یک رشته فنری از تنگستن قرار داده شده است و عبور جریان الکتریکی با ولتاژ معین باعث التهاب رشته شده و مستقیماً تولید طیف نسبتاً کاملی از نور مرئی می نماید. امروزه این گروه علی رغم محدودیت­های جهانی به دلیل پایین بودن ضریب بهره نوری، به خاطر شاخص تجلی رنگ بالایی که دارند برای برخی اماکن مسکونی و کماکان استفاده می شوند. لامپ های رشته ای در دو گروه اصلی رشته ای معمولی و هالوژنه تقسیم می شوند.

لامپ های التهابی با طول عمر نامی 1000 ساعت، دمای رنگ متوسط k 2800، رنگ دهی یکصد، محدوده ضریب بهره نوری 16- 14 لومن بر وات و ضریب بهره الکتریکی حدود 2% هستند و امروزه فقط برای فضاهای بسیار محدود که رنگ دهی بسیار بالایی را نیاز دارند توصیه می شوند. یکی دیگر از معایب لامپ های التهابی ، درخشندگی بالای آن ها است. به طور مثال سطح یک لامپ یکصد وات ساده cd/m2 5 10×5 درخشندگی دارد نوع مات این لامپ ها درخشندگی کمتری (حدود یک پنجم نوع ساده) دارد لیکن آزار دهنده می باشد، با توجه به اینکه این لامپ ها اغلب بدون قاب محدود کننده مورد استفاده قرار می گیرند.

لامپ های هالوژنه گروه دیگری از لامپ های التهابی رشته ای هستند. تمایز عمده این لامپ ها با نوع رشته ای معمولی این است که علاوه بر گاز بی اثر از یک عنصر هالوژنه مثل برم یا ید استفاده شده است. این موضوع به علت رفع عیب لامپ های معمولی از نظر تبخیر تنگستن ، هم بهره نوری لامپ را به حدود دو برابر افزایش می دهد (تا 30 لومن بر وات ) و هم طول عمر لامپ لامپ به دلیل مقاومت رشته تا 3000 ساعت افزایش پیدا پیدا نموده است. لامپ های هالوژنه برای مصارف مختلفی همانند خودروها، لامپ های تزیینی تا توان مصرفی 1000 وات به صورت تجاری در بازار موجود است. ا ین لامپ ها گرمای زیادی تولید می کند و برای کاهش حجم حباب، معمولاً آن را صورت لوله ای می سازند تا از شکستن و ترکیدن آن جلوگیری شود. لامپ های موسوم به مدادی که در ساخت پروژکتورهای استودیویی و موارد مشابه استفاده می شود از این نوع هستند لامپ های این گروه، درخشندگی بسیار بالایی دارند و نباید هرگز از آن ها بدون قاب یا کاسه چراغ استفاده گردد.

لامپ های تخلیه در گاز : لامپ های گازی یا تخلیه در گاز به طور عمومی از یک حباب شیشه ای مقاوم به حرارت تشکیل شده اند که هوای آن تخلیه شده و با فشار معینی از گاز بی اثر (نئون یا آرگون) به همراه مقداری از فلز تبخیر شونده(جیوه یا سدیم) جایگزین شده است. برقراری ولتاي معینی از جریان الکتریکی در الکترودهای دو طرف حباب باعث تبخیر فلز و تحریک ان می گردد. این عمل باعث تابش طیف الکترومغناطیس در محدوده نور مرئی یا ماورای بنفش می شود که در نهایت به نوری مرئی تبدیل می گردد.

در لامپ هایی که امواج تابشی در طول موج ماورای بنفش است برای تبدیل آن به نور مرئی از ماده فلئورسانس به طور عمده فسفر و ترکیبات آن در سطح داخلی حباب استفاده می شود این پدیده را تخلیه در گاز و لامپ های آن را تخلیه در گاز می گویند. لامپ های تخلیه در گاز متداول شامل : فلورسنت و فلورسنت فشرده (CFL2) ، بخار جیوه ای فشار بالا، بخار سدیم، متال هالید و لامپ های LED هستند.

لامپ فلورسنت: این لامپ ها از نوع بخار جیوه فشار پایین می باشند. حباب این لامپ به شکل لوله ای ساخته می شود تا ضمن کاهش درخشندگی، هدایت حرارتی به محیط به راحتی انجام گردد با توجه به اینکه تابش طیف در این لامپ ها در محدوده فرابنفش (حدود nm 253) است. برای تبدیل آن به طیف مرئی، سطح داخلی حباب لامپ با ماده فلئورسانس می پوشانند. ماده فلئورسانس پرتو تابشی را جذب می کند و در اثر تحریک طول موج بلندتری را ساطع می کند. ترکیب ماده مذکور طیف تابشی را تعیین می نماید. فشار داخلی لامپ فلورسنت حدود mmHg 10/0 (pa 07/1 ) و شامل گاز ارگون و مقداری فلز جیوه است . درجه حرارت سطح این لامپ ها نیز حدود C o 40 است.

بهره نوری این گروه لامپ حدود lm/w 60، شاخص تجلی رنگ نوع سنتی آن حدود o K 3000 و انواع فشرده نیز بین همین مقدار تا oK 17000 در بازار موجود می باشد شاخص تجلی رنگ فلورسنت ها اغلب 85 است، بنابر این برای هر مکان با ارتفاع کمتر از 6 متر که نیاز به لامپ با بهره نوری خوب و رنگ دهی مطلوب باشد، از این منابع استفاده می شود. لامپ های فلورسنت در مقایسه با لامپ های رشته ای دارای چهار برابر بهره نوری هستند و طول عمر لامپ فلورسنت حدود 8000 ساعت است لذا از این جهت دارای مزیت نسبی در مقایسه با لامپ های التهابی است به همین دلیل به آن ها کم مصرف می گویند. برای اماکن اداری، عمومی و خانگی، لامپ های فلورسنت کاملاً مطلوب هستند. لامپ های التهابی به سرعت در حال جایگزینی با نوع فلورسنت فشرده هستند و در ایران نیز اخیراً محدودیت تولید لامپ های التهابی به تصویب هیئت دولت رسیده است. محدودیت استفاده از لامپ های فلورسنت شامل میدان الکترومغناطیسی و پرتو فرابنفش آن ها است تحقیقات اخیر در ایران نشان داد که فاصله ایمن لامپ های فلورسنت فشرده برای مصارف عمومی دو متر و مصارف شغلی یک متر می باشد.در لامپ های فشرده به دلیل تراکم نور منابع و درخشندگی بالا، لازم است از قرارگیری آن ها در مسیر دید افراد مخصوصاً در فواصل نزدیک پرهیز گردد و بدون قاب پخش کننده مورد استفاده قرار نگیرند.

لامپ گازی بخار جیوه: لامپ بخار جیوه از یک حباب داخلی کوارتز که به شکل لوله ای و یک حباب خارجی که می تواند به شکل بیضی یا لوله ای باشد تشکیل شده است. داخل هر دو حباب از هوا تخلیه شده است و حباب مرکزی با فشار معینی از گاز آرگون جایگزین هوا شده است. فلز تبخیر شونده در این گروه، جیوه است. فشار داخل حباب مرکزی در هنگام کار حدود kpa 400- 200 می باشد، لذا این گروه را لامپ های بخار جیوه فشار بالا نیز می گویند . بسته به مشخصات لامپ، طیف تابشی می توند در محدوده نور مرئی یا شامل نور مرئی و فرابنفش باشد درحباب خارجی گاز ازت جایگزین هوا شده است و سطح داخلی با لایه ای از ماده فلئورسانس از ترکیبات فسفر پوشانده شده است. لایه فسفر قادر است تابش را به طول موج مرئی با طیف مناسب تبدیل کند. این گروه از لامپ ها در نهایت دارای نور سفید در محدوده nm 579- 407 هستند لذا در محدوده طول موج قرمز طیف آن ها ناقص است دمای رنگ این گروه حدود k o 4000 و شاخص رنگ دهی آن ها حدود 40 است. ضریب بهره نوری این گروه حدود 60 لومن بر وات و طول عمر آن ها تا 24000ساعت است. توان الکتریکی تجاری این گروه بین 150 تا 1000 وات است که در توان 250 وات و بالاتر اغلب باید از بالاست و خازن مخصوص استفاده شود. از این گروه لامپ به طور وسیع برای مکان های بزرگی که نیاز به رنگ دهی بالا ندارد مثل انبارها، سالن های تولید صنایع و معابر فرعی با ارتفاع نصب 12 -6 متر به کار گرفته می شوند.

در ساختمان لامپ گازی جیوه ای درحباب مرکزی دو الکترود اصلی و یک الکترود فرعی وجود دارد. هنگام برقراری جریان ابتدا به علت بالا بودن مقاومت الکتریکی داخل حباب، بین الکترود فرعی و اصلی به صورت لحظه ای اتصال کوتاه برقرار می شود که باعث جرقه زدن و گرمای ناشی از جرقه باعث گرم شدن حباب و تبخیر و تحریک جیوه می گردد. تبخیر جیوه باعث می شود که مقاومت داخل کمتر از مقاومت بین الکترود فرعی واصلی گردد و به تدریج طی 3 تا 5 دقیقه فشار حباب به 4-3 اتمسفر می رسد. در این حالت به دلیل تبخیر جیوه جریان الکتریکی ببین دو الکترود اصلی برقرار و تابش طیف در اثر تحریک اتم های جویه انجام می گردد هر چه فشار درحباب مرکزی بالاتر می رود طیف نیز کامل تر می گردد، لذا حداکثر توان نوری بعد از 5 دقیقه خواهد بود .

اغلب لامپ های گازی بخار جیوه فشار بالا دارای بالاست هستند ولی در صورتی که به هردلیل جریان برق قطع شود، چرخه راه اندازی لامپ باید بعد از سرد شدن حباب مرکزی انجام گردد . این مدت حدوداً 7-4 دقیقه طول می کشد. این عامل به دلیل تبعاتی که برای استفاده کنندگان از نظر ایمنی و اختلال در دید به دنبال دارد عیب عمده این گروه لامپ ها به حساب می آید عیب دیگر این لامپ ها،تداخل با امواج رادیویی، تلویزیونی است و باعث می شود که گیرنده ها صوت یا تصویر واضحی نداشته باشند علت این امر به تابش طیف ناشی از تحریک جیوه در محدوده امواج بلند و اشکالات ناشی از ایجاد میدان توسط بالاست است عامل مزاحم دیگر تولید امواج صوتی توسط بالاست معیوب می باشد. بالاست غیر استاندارد یا معیوب می تواند ترازهای فشار صورت پیوسته ای ایجاد کند که باعث آزار استفاده کنندگان گردد که در این صورت تعویض بالاست توصیه می شود.

لامپ متال هالید:

ساختمان و عملکرد این لامپ ها تشابه زیادی به لامپ های بخار جیوه پرفشار دارد، با این تفاوت که در حباب مرکزی علاون بر آرگون و جیوه، مقدار معینی نمک فلزی شامل یدور سدیم و اسکاندیوم یا یدور تالیوم و هالیوم دیسپرسیوم اضافه شده است. این عامل باعث افزایش بهره نوری تا حدود 75 لومن بر وات در آن ها گردیده است. لامپ های متال هالید تا توان مصرفی 2000 وات به طور متنوع به بازار عرضه شده است.

مزیت مهم دیگر این گروه نسبت به لامپ های بخار جیوه، گسترش محدوده طیف نور آن ها است به طوری که به علت استفاده از ترکیبات فلزی فوق، دمای حباب مرکزی کاهش یافته است و این عامل اجازه داده است که حجم حباب ها کوچک گردد. دمای رنگ این لامپ ها تا o K5000 افزایش یافته و طیف در محدوده مرئی وسیع شده و رنگ دهی نیز به حدود 65 ارتقاء یافته است به طوری که در این لامپ ها دیگر نیازی به لایه فلئورسانس نیست. طول عمر این لامپ 34000 ساعت است. زمان راه اندازی تا رسیدن به اوج توان نوری در این لامپ ها کوتاه تر از نوع جیوه ای است. بالاست در این گروه متفاوت از لامپ های جیوه ای است و در هنگام استارت نیاز به شوک ولتاژ بالاتری دارند.

لامپ گازی بخار سدیم فشار بالا: این لامپ از نظر ساختمانی شبیه لامپ های بخار جیوه هستند با این تفاوت که درحباب مرکزی آن ها بجای جیوه و آرگون از سدیم و زنون استفاده شده است. در این گروه فشار حباب داخلی kpa 10 -5 می رسد و دمای حباب نیز بالاتر از جیوه ای ها است وبه C o 1600 بالغ می شود. در ساختمان این گروه لامپ الکترود فرعی وجود ندارند و الکترودهای اصلی از جنس تنگستن می باشد. هنگام راه اندازی، شوک حرارتی و معمولاً پلی کریستالین آلومینا است. روشن شدن لامپ های گازی سدیمی فشار بالا حدود 15 دقیقه طول می کشد ولی بعد از خاموش شدن بلافاصله می توانند روشن شود. رنگ نور در این لامپ ها زرد نارنجی و اوج طیف در nm 589 است. دمای رنگ این گروه o K 220- 1900 و بهره نوری آن ها به طور متداول حدود 100 لومن بر وات و شاخص تجلی رنگ آن ها بسیار پائین بوده و حدود 24 می باشد. بزرگ ترین عیب آن ها نیز همین موضوع است. البته به دلیل عمر خوب آن ها، بیش از 24000 ساعت و بهره نوری بسیار بالا برای میادین، معابر اصلی و مخصوصاً مناطق مه خیز کاملا مناسب است

لامپ های دیودی (LED) : دیودها زیر گروه نیمه هادی ها می باشند ویژگی که LED را از سایر نیمه هادی ها متمایز می کند، تولید نور به دلیل عبور جریان می باشد. LED به صورت تراشه های کوچکی بوده که معمولاً داخل یک کپسول قرار می گیرند و دارای اندازه بسیار کوچک هستند و به سختی می شکنند. تولید نور در LED حاصل تشعشع کریستالها می باشد. نور از طریق تحریک کریستالها که از عناصر نیمه هادی هستند به روش الکترولومینانس تولید می شود. هر واحد از لامپ های دیودی دارای نور محدود می باشد که کاربری پیشین آن ها برای تامین روشنایی نبوده است لیکن اخیراً به صورت گسترده ای مدارهای مجتمع آن ها برای ساخت لامپ های فوق کم مصرف رایج گردیده است. حجم هر واحد لامپ دیودی بسیار کوچک است و الکترودهای لامپ از دو جوشن یا دو ناحیه p با مساحت بسیار کوچک mm2 25/0 و بسیار نزدیک به هم تشکیل شده است که در اثر برقراری جریان الکتریکی یک قوس معین در بین این دو جوشن تشکیل می شود و نور محدودی را تولید می کند.

لامپ های دیودی می توانند دارای طیف نور سفید یا رنگی باشند که با این تنوع کاربرد صنعتی وسیعی دارند و اغلب در پانل های الکتریکی و الکترونیکی برای نشان دادن مفاهیم یا به عنوان صفحه علائم به کار می روند. استفاده از مجتمع هوشمند یا ثابت آن ها در طراحی پانل های اعلان، چراغ های خودروها، چراغ ها و پیام نماهای راهنمایی و رانندگی و حتی نمایشگرهای کوچک و بزرگ تصویر و تلویزیون ها از این دسته اند. ضریب بهره نوری در لامپ های رنگی بین 75 تا 200 لومن بر وات می باشد. در چند سال اخیر لامپ های بسیار کم مصرف وپرتوان بر پایه مجتمع این لامپ ها به صورت لامپ های نقطه ای یا طوی شبیه به لامپ های متداول (حبابی یا فلورسنت) به بازار عرضه شده است ضریب بهره نوری مورد انتظار این لامپ ها 150- 100 لومن بر وات و عمر آن ها 50 تا یکصدهزار ساعت می باشد

نسل جدید LED با راندمان بالا و نوع مسطح SMD دارای ساختمان پیچیده تری هستند. انواع جدید به سرعت درحال تجاری سازی برای استفاده در روشنایی داخل اماکن و حتی محوطه ها و معابر است. استفاده از این منابع هر چند دارای توجیه اقتصادی بالایی می باشد.

چراغ ها

برای بهره گیری از حداکثر توان نوری لامپ، لازم است که تا حد امکان تابش نور به طرف فضای مورد استفاده توسط سطوح محدود کننده متمرکز گردد. وجود سطوح محدود کننده در پشت لامپ می تواند بخشی از شار نوری که در فضای پشت آن هدر می رود را به صورت بازتابشی به سمت سطوح مورد استفاده برگرداند به همین دلیل لامپ ها در قابی بنام قاب قرار می گیرند مجموع لامپ، قاب و سایر اجزای الکتریکی و مکانیکی آن با نام چراغ نام گذاری شده است. خصوصیات چراغ و توان نوری لامپ است که خصوصیات نوردهی هر منبع را در فضای مورد استفاده در جهتی که تابش منبع به آن سمت محدود شده مشخص می کند. چراغ ها انواع متنوعی دارند و براساس نوع لامپ به دوگروه اصلی نقطه ای و خطی تقسیم بندی می شوند . چراغ های خطی برای استفاده از لامپ فلورسنت سنتی و چراغ های نقطه ای برای استفاده از لامپ های فلورسنت فشرده التهابی، گازی بخار جیوه، بخار سدیم و متال هالید طراحی شده اند. سطوح محدود کننده در پشت منبع اغلب دارای بازتابش کامل نیستند و خود بخشی از تابش نور راجذب می کنند، با این وجود در بالا بردن بهره نوری منابع بسیار موثر می باشد.

برای بیان چگونگی تابش نور در اطراف چراغ، از منحنی قطبی توزیع روشنایی استفاده می شود. منحنی قطبی چراغ می تواند به صورت برش قائم یا افقی باشد و یا به صورت مخروطی نشان داده شود. منحنی قطبی هم بیان کننده پهنای تابش نور و نقش محدود کننده است و هم در زوایا و فواصل مختلف از دهانه چراغ، مقادیر تابش را بیان می کند. مقادیر تابش با واحد لوکس یا کاندل به ازای 1000لومن روی خطوط منحنی قطبی درج می گردد .

منحنی قطبی عمودی در تابش روشنایی چراغ ها از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تامین یکدستی روشنایی در سطح کار، منحنی قطبی چراغ ها باید همدیگر را قطع نمایند. برای این منظور چراغ ها را در گروه هایی تقسیم بندی می کنند که شامل منحنی قطبی محدود (برشی )، نیمه محدود (نیمه برشی) و محدود نشده (وسیع ) است. برای مکان هایی که ارتفاع بلند باشد باید از چراغ های با منحنی قطبی باریک و برای مکان های با ارتفاع کم باید از چراغ های با منحنی قطبی پخش روشنایی وسیع استفاده گردد.

مشخصات فنی چراغ ها : خصوصیات فنی چراغ ها برای انتخاب آن ها متناسب با مکان مورد استفاده، دارای اهمیت زیادی است. شرکت های سازنده سعی می کنند که تا حد امکان با تنوع محصولات خود برای تمامی شرایط مورد انتظار، چراغ های مناسب طراحی نمایند. با این حال مسئولیت انتخاب بهترین چراغ همواره با طراح روشنایی است. مهم ترین خصوصیات فنی که در طراحی روشنایی مد نظر است، شامل : شکل ظاهری، مشخصات مکانیکی ، ابعاد جنس قاب، موارد کاربرد، گروه چراغ، درجه حفاظت ، امکان تهویه ، چگونگی نگهداری و تعمیرات و منحنی قطبی پخش روشنایی است.

شکل، ابعاد، میزان مقاومت مکانیکی و جنس مصالح چراغ باید متناسب با محیط مورد استفاده باشد. مواد مورد استفاده باید کمترین تاثیر پذیری را از شرایط محیط داشته باشند. به طور مثال در یک محیط مرطوب یا دارای بخارات شیمیایی مواد تشکیل دهند چراغ باید در مقابل این مواد مقاوم باشند. شکل چراغ و شکل قاب بازتابش دهنده و ضریب بازتابش سطح داخلی آن نیز در تعیین ویژگی های تابش و نهایتاً منحنی قطبی و ضریب بهره نوری تاثیرمهمی دارد.

خصوصیات بالاست : وظیفه بالاست محدود نمودن جریان در حدود تعریف شده برای کار مطلوب چراغ است. کیفیت کار بالاست می تواند بر کارکرد چراغ موثر باشد و معیوب بودن آن نیز می تواند استفاده مطلوب از آن را مخدوش نماید. بالاست ها به دو گروه القایی ( قدیمی) و الکترونیک تقسیم می شوند. بالاست های الکترونیک هم به دلایل: مصرف برق بسیار کم، بالا بردن فرکانس و حرارت پایین و میدان های الکترومغناطیس بسیار پایین ارجحیت دارند. مطالعات نشان داده است که بالاست غیر استاندارد طول عمر لامپ را به میزان 50% و لومن آن را به میزان 30% کاهش می دهد. در صورتی که تهویه اطراف بالاست القایی مناسب نباشد. و درجه حرارت آن از 90 درجه سانتی گراد بیشتر شود طول عمر آن به شدت کاهش می یابد . بالاست استاندارد می تواند تا 45000 ساعت کارکرد داشته باشد، این در حالتی است که ولتاژ ورودی و دمای اطراف آن مناسب باشد مطالعات نشان داده است که برای کارکرد 16 ساعت در روز، بالاست استاندارد می تواند با کارکرد سالیانه 5000 ساعت تا 12 سال سالم بماند، طبعاً بالاستی که شبانه روز در حال کار باشد عمر کوتاه تری خواهد داشت. بالاست معیوب می تواند بر کارکرد لامپ و طول عمر آن تاثیر نامطلوب داشته باشد و علاوه بر ایجاد میدان های الکتریکی و مغناطیسی مزاحم، صدای آزار دهنده ای نیز تولید نماید.

درجه حفاظت چراغ : اماکن مختلف ، متناسب با ماهیت کار، نیاز به چراغ های متناسبی دارند . سازندگان مطابق جداول استاندارد، کد حفاظتی ورودی معینی را بر روی کالای خود نصب می کنند که به کد IP معروف است. بعد از دو حرف IP دو رقم ثبت می گردد، اولین رقم درجه حفاظت چراغ در مقابل ورود اشیاء ذرات و دومین رقم آن مربوط به حفاظت در مقابل نفوذ آب و رطوبت است. این مقادیر کد استاندارد به صورت بین المللی برای تمامی چراغ ها تعیین شده اند . حفاظت در مقابل شوک جریان الکتریکی نیز شاملo,l,ll,lll از مولفه های مهم درجه بندی چراغ ها است.

سایر موارد حفاظت شامل : حفاظت در مقابل ضربه و حفاظت در مقابل خوردگی است که باید به آن توجه گردد. جدار بیرونی چراغ همواره بیشتر در معرض خوردگی قرار دارد. استفاده از مس و برنج که بیش از 80% آن مس باشد، فولاد ضدزنگ، آلومینیوم، آهن نرم و ورق فولادی با ضخامت بیش از 3 میلی متر با پوشش حداقل 02/0 میلی متر فلز روی و مواد پلیمری برای این منظور مناسب هستند.

گروه چراغ: چراغ ها بر مبنای ویژگی های ظاهری، نسبت انتشار نور به سمت پایین و بالای قاب، شفافیت دهانه عبوری نور، وجود محافظ در دهانه در 6 گروه تقسیم بندی شده اند.

نگهداری و تعمیرات : شار نوری چراغ ها در اثر کارکرد کاهش می یابد، این پدیده عوامل مختلفی دارد، از جمله می توان به کاهش شار نوری در اثر عمر لامپ، کاهش در اثر کاهش ضریب انعکاس و کدر شدن سطوح داخلی چراغ و کثیفی سطح لامپ و سطح داخلی چراغ در اثر نشستن و چسبیدن ذرات روی آن ها اشاره نمود. عدم کارکرد مطلوب بالاست نیز می تواند روی کارکرد لامپ تاثیر سو داشته باشد. چراغ نیز یک دوره زمانی مناسب برای استفاده دارد که بسته به وضعیت نگهداری از آن و و شرایط محیطی می تواند متفاوت باشد. تشخیص اینکه زمان مناسب برای تعویض چراغ چه موقعی است به عهده کارشناس است و در صورت بروز خوردگی، پوسیدگی یا کدر شدن سطح داخلی آن باید تعویض گردد.

کاهش شار نوری لامپ در اثر کارکرد اجتناب ناپذیر است و لازم است که پس از طی مدت زمان عمر نامی لامپ، آن ها را تعویض نمود. حتی با وجود روشن بودن لامپ پس از عمر نامی، به علت افت لومن خروجی ، استفاه از آن به صلاح نیست زیرا این عامل خود به تنهایی باعث کاهش شدت روشنایی در محل مورد استفاده می گردد. بالاست نیز در صورت استاندارد بودن، دارای عمر نامی است و پس از آن باید تعویض گردد در غیر این صورت علاوه بر اتلاف انرژی، سبب ایجاد میدان الکتریکی و مغناطیسی مزاحم و صدای آزار دهنده می گردد.

با رعایت شرایط فوق الذکر نیز کارکرد چراغ باعث افت در توان نوری خروجی آن می گردد. زیرا در چراغ هایی که امکان تبادل هوا در آن ها وجود دارد در اثر جابجایی هوا، سطوح لامپ و سطوح داخلی چراغ نیاز به نظافت دارند. نشست ذرات یا ورود حشرات و سوختن آن ها هم می تواند در زیر چراغ هایی که دارای حباب هستند یک لایه مانع برای عبور نور ایجاد کند. در طراحی روشنایی معمولاً افت لومن در اثر کارکرد که وابسته به عوامل متعددی است در نظر گرفته می شود و تحت نام افت کلی روشنایی چراغ TLLF، به عنوان ضریب توان نوری چراغ در محاسبات وارد می گردد این عامل در کنار ضریب بهره روشنایی به عنوان عامل محدود کننده توان نوری چراغ عمل می کند. در محاسبات روشنایی ضریب افت کلی روشنایی چراغ برای یک دوره زمانی معین و برابر دوره های نظافت چراغ و نیمه عمر لامپ تعیین می گردد. هر چه تناوب دوره های نظافت کوتاه تر باشد این ضریب بالاتر خواهد و بهره گیری بهتری از توان نوری چراغ را باعث خواهد شد. علاوه بر نظافت و نگهداری چراغ، نظافت سطوح داخلی بنا نیز نقش مشابهی در بهره روشنایی چراغ دارد. کوتاه بودن تناوب دوره های نظافت علاوه بر جلوگیری از کاهش شدید لومن چراغ باعث می گردد که تبادل حرارت در چراغ بهتر صورت گیرد و عمر لامپ و چراغ آن افزایش یابد.

انواع مهم چراغ بر مبنای مکان استفاده : از نظر کاربرد، چراغ ها بسته به محل مورد استفاده متنوع هستند و هر روزه شاهد تولیدات جدیدی با استفاده از فناوری طراحی صنعتی هستیم. به طور کلی چراغ های مورد استفاده در مکان های شغلی در گروه هایی شامل موارد زیر تقسیم بندی شده اند:

- چراغ های سقفی قاب دار و بدون قاب، شامل فلورسنت، متال هالید، دیودی و التهابی .

- چراغ های دواری قاب دار، شامل فلورسنت، متال هالید، دیودی و التهابی .

- چراغ های صنعتی نقطه ای و طولی شامل چراغ های با لامپ گازی جیوه ای و متال هالید و چراغ های فلورسنت

- چراغ های محوطه ای و معابر