

فصل اول:

آشنایی با اصول مهندسی روشنایی

هدف:

آشنایی با فیزیک نور و اصطلاحات و پارامترهای رایج در حوزه مهندسی روشنایی
جهت کاربرد آنها در فصول بعدی

۱- ماهیت فیزیکی نور:

۱-۱- نظریه کوانتومی :

طبق نظریه پلانک چنانچه به الکترونها یک ماده که در حال دوران به دور هسته آن اتم هستند انرژی داده شود الکتورها از تراز اصلی خارج شده و به تراز بالاتر انرژی منتقل می شوند. با توجه به اینکه تراز جدید ، تراز پایدار برای الکتورها نیست با حذف منبع انرژی الکتورها تمایل به بازگشت به تراز اصلی خود را دارند . انرژی ذخیره شده در طی این فرایند جابه جایی به صورت نور و در قالب بسته های انرژی که آنها را فوتون می نامند منتشر می شوند. فوتون در هر فرکانس انرژی مشخصی دارد که مضرب صحیحی از عدد ثابت پلانک می باشد.

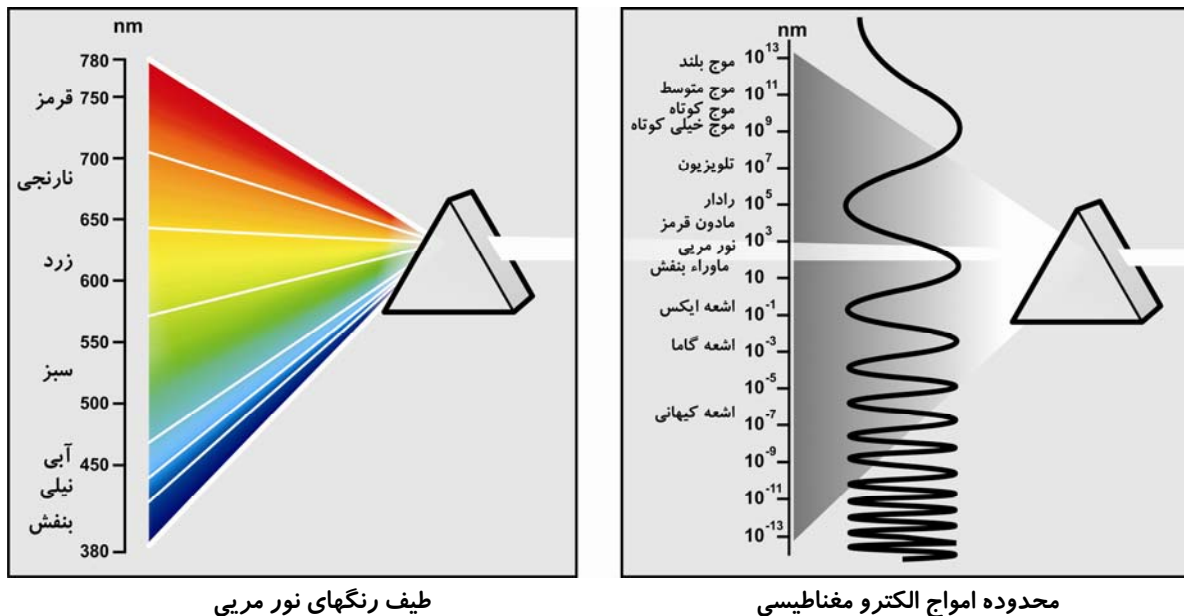
۱-۲- نظریه موجی:

امواج حاصل از ارتعاشات مولکولی در مواد نورده از میان مادهای به نام اتر همانند امواج روی سطح آب عبور کرده و به دنبال برخورد آن با شبکه چشم و تحریک اعصاب بینایی، نور ناشی از مواد نورده رویت می گردد.

۱-۳- نظریه الکترومغناطیسی:

انرژی تشعشی ساطع شده از اجسام نورده، به صورت امواج الکترومغناطیسی انتشار میابدو با تاثیر بر روی شبکه چشم و با تحریک اعصاب بینایی سبب دیده شدن نور می شود. تابش امواج الکترومغناطیسی در شکلهای مختلفی صورت می گیرد و در تمامی طیف آن بر حسب طول موج اندازه گیری می شود. نور مرئی فقط بخشی از طیف کامل را تشکیل میدهد که بین ۳۸۰ (بنفش) تا ۷۶۰ (قرمز) نانومتر می باشد. نورهای مربوطی به طول موجهای مختلف در این ناحیه وقتی که به طور مجزا دیده می شوند، دارای رنگهای مختلفی هستند.

* در کاربردهای مربوط به روشنایی نظریه الکترومغناطیسی طرفداران بیشتری دارد و ما نیز در ادامه بحثها بر اساس این نظریه پیش خواهیم رفت در شکل زیر طیف امواج الکترومغناطیسی و طیف رنگ نورهای مختلف را نشان میدهد. همانطور که میبیند نور سفید ترکیبی از طول موجهای مختلف است.



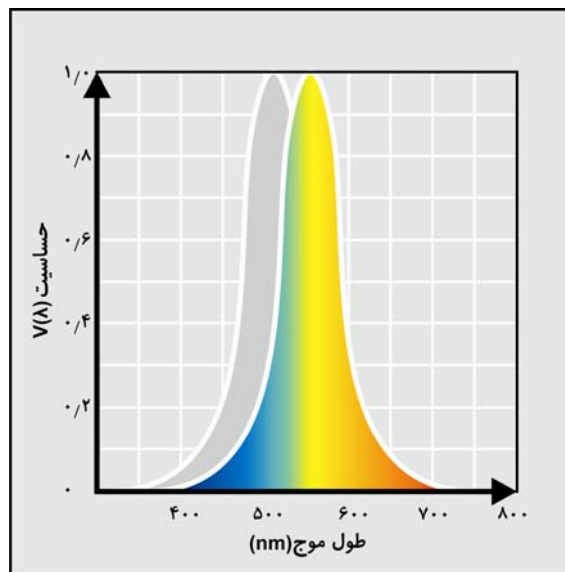
- امواج مادون قرمز (Infra Red) در محدوده ۷۸۰-۱۰۰۰ نانومتر قرار دارد که توسط چشم انسان قابل رویت نیست و هنگام برخورد با اجسام جذب آنها میگردد. مادون قرمز عامل اصلی انتقال حرارت خورشید به زمین است.

- اشعه ماوراء بنفش (Ultra Violet) که آن را به اختصار UV می نامند و در محدوده ۳۸۰-۱۰۰ نانومتر منتشر می شود و آن را به سه گروه زیر طبقه بندی می کنیم:

- ۱- طیف UV-A: محدوده ۳۱۵-۳۸۰ نانومتر؛ عامل برنزه شدن
- ۲- طیف UV-B: محدوده ۲۸۰-۳۱۵ نانومتر؛ عامل التهاب پوست و آفتاب سوختگی
- ۳- طیف UV-C: محدوده ۱۰۰-۲۸۰ نانومتر؛ عامل از بین رفتن ساختارهای سلولی - کاربرد در تصفیه و گند زدایی با اشعه

۲- حساسیت چشم

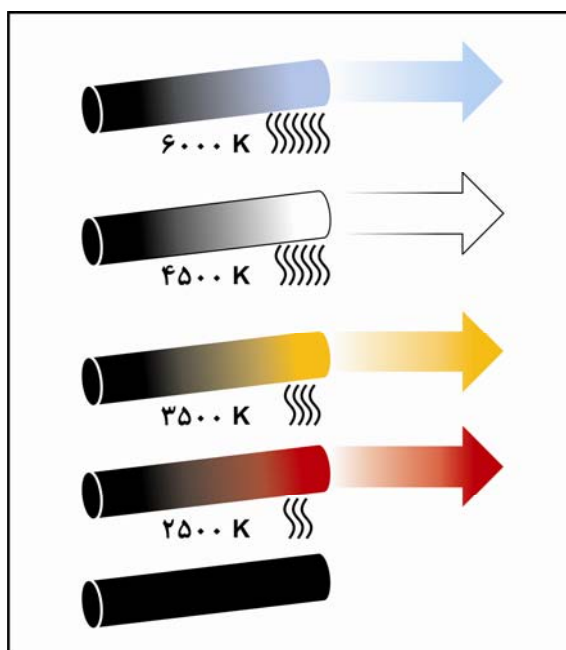
- اعصاب بینایی چشم انسان نسبت به برخی از طول موجها حساسیت بیشتری را دارند این حساسیت در دو نوع دید فتوپیک (شدت روشنایی زیاد- دید روز) و دید اسکوتوپیک (شدت روشنایی کم- دید شب) متغیر است. در دید فتوپیک چشم انسان دارای حداکثر حساسیت در طول موج ۵۵۵ نانومتر (رنگ زرد مایل به سبز) می باشد و در دید اسکوتوپیک ، با اینکه دید به صورت سیاه و سفید است حداکثر حساسیت آن در طول موج ۵۰۵ نانومتر (رنگ آبی مایل به سبز) می باشد.
- همانطور که از شکل زیر پیداست در طول موج ۵۵۵ نانومتر ، حساسیت بیشترین مقدار خود را دارد ، در حالیکه در طول موج ۴۰۰ نانومتر حساسیت در حدود یکهزارم مقدار حداکثر خود است. این بدین معنی است که تابش با صرف یک وات انرژی در قسمت زرد مایل به سبز طیف ، در مقایسه با همان میزان صرف انرژی جهت تولید نور در قسمت انتهایی آبی ، ۱۰۰۰ برابر کارایی بیشتری دارد.



منحنی حساسیت چشم در دو حالت فتوپیک (رنگی) و اسکوتوپیک (سیاه و سفید)

۳- دمای رنگ (color temperature)

- دمای رنگ عددی است که بر حسب کلوین بیان میشود و به نوعی بیان کننده رنگ نور خروجی است. هرچه این عدد بالاتر باشد رنگ نور بیشتر به محدوده رنگهای سرد و سفید نزدیکتر میشود و هر چه این عدد کوچکتر باشد رنگ نور به محدوده رنگهای گرم (نظیر رنگ نور ناشی از لامپهای التهایبی) نزدیکتر است.
- به عنوان مثال وقتی گفته میشود دمای رنگ یک لامپ فلورسنت ۴۰۰۰ کلوین است به این مهنی است که اگر "جسم سیاه" را تا ۴۰۰۰ درجه کلوین گرم کنیم، نوری به رنگ لامپ فلورسنت فوق منتشر می کند.
- جسم سیاه عنصری (نظیر پلاتین) است که هیچ نوری منعکس نمی کند و کل نوری که به آن تابیده می شود را جذب می کند.

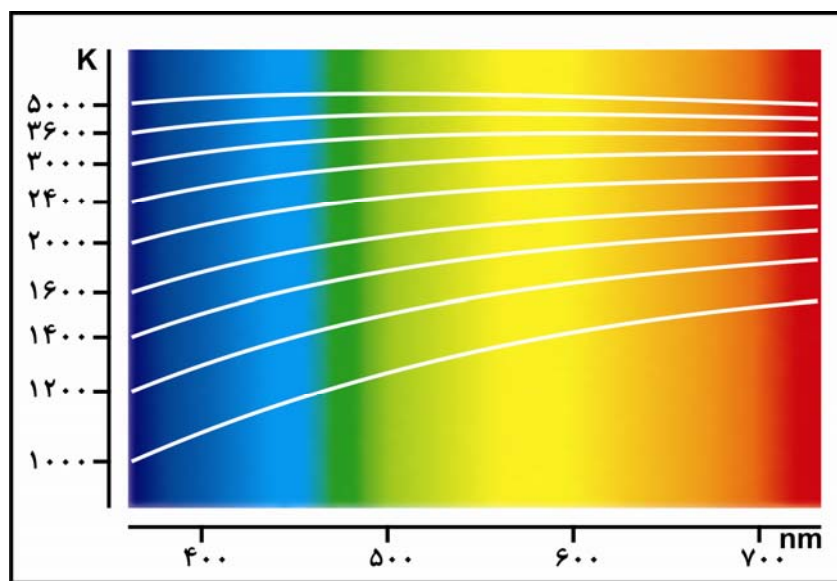


مفهوم حرارت دادن به جسم سیاه و تولید رنگ نورهای مختلف

جدول اصطلاح معادل برای بیان دمای رنگ

اصطلاح معادل	دمای رنگ
Daylight	۴۵۰۰-۶۵۰۰ کلوین
Cool White	۴۰۰۰ کلوین
White	۳۵۰۰ کلوین
Warm White	۳۰۰۰ کلوین
INTERNA	۲۷۰۰ کلوین

♦ نمایش مفهوم دمای رنگ



ارتباط دمای رنگ با نور رنگ



یک محیط با رنگ نورهای مختلف از راست Daylight ، White ، Warm White

۴- شاخص نمود رنگ (Color Rendering Index)

- چنانچه نمود اجسام را زیر نور خورشید مبنا قرار دهیم، این شاخص نشان میدهد که اجسام زیر نور منتشر شده توسط یک لامپ تا چه اندازه به رنگ واقعی (رنگ مبنا) نمایش داده می شود. CRI در مورد لامپها عددی بین ۲۰-۱۰۰ می باشد و هر چه این عدد بزرگتر باشد نمود رنگ واقعی تر است.
- بنابراین برای جاهایی که نمایش واقعی رنگ اهمیت زیادی دارد نظیر صنایع نساجی، اتاق رنگ صنایع، اتاق گریم و آرایش استفاده از لامپها با درصد شاخص نمود رنگ بالا توصیه میشود
- شاخص نمود رنگ برای لامپهای فلورسنت ۵۰-۸۰ و برای لامپهای بخار سدیم ۲۰-۴۰ و برای لامپهای متال هالید ۸۰-۹۰ میباشد.
- شکل زیر چگونگی کور رنگی حاصل از استفاده لامپهای بخار سدیم را نشان می دهد



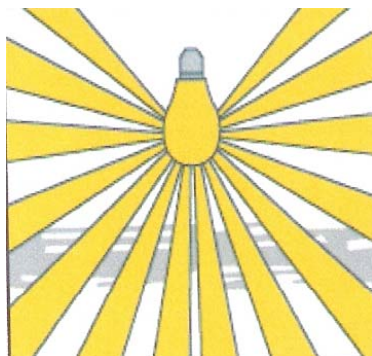
نمایش گل سرخ زیر نور لامپ بخار سدیم پرفشار



نمایش گل سرخ زیر نور خورشید

۴- اصطلاحات مربوط به محاسبات روشنایی

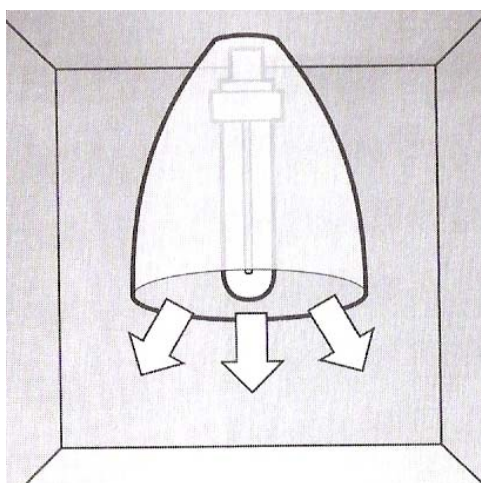
۴-۱- شار نوری: کل نور خارج شده از یک منبع نوری در واحد زمان در تمام جهات در فضا را شار نوری (Luminous Flux) می گویند. واحد شار نوری "لومن" می باشد



نمایش مفهوم شار نوری خروجی از لامپ

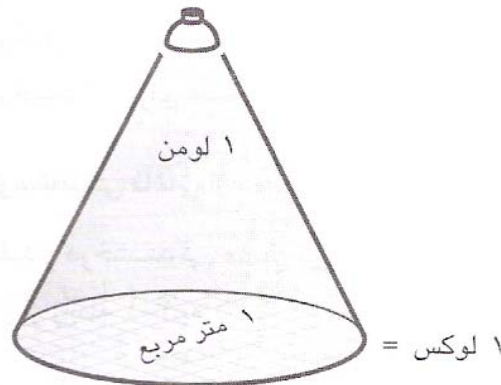
۴-۲- بهره نوری: نسبت شار نوری خروجی از لامپ به توان مصرفی آن است. این عدد در واقع نشان دهنده کارایی و بهره وری لامپ به لحاظ مصرف انرژی می باشد.

۴-۳- شدت نور: چنانچه نور منتشر شده از لامپ تحت زاویه معینی هدایت شود ، شاخص دیگری به نام شدت نور مورد استفاده قرار می گیرد. و واحد آن "کندل" یا "شمع" می باشد . شدت نور یک چراغ به ساختار رفلکتور آن بستگی دارد . اما شار نوری هر لامپی ثابت می باشد. لذا برای دو چراغ با لامپ یکسان آن چراغی که دارای زاویه رفلکتور کوچکتری است ، شدت نور بیشتر است.



نمایش مفهوم شدت نور خروجی از چراغ

۴-۴- شدت روشنایی: مقدار شار نوری که به واحد سطح می رسد را شدت روشنایی می گویند و واحد آن لوکس می باشد. این پارامتر در واقع کاربردی ترین پارامتر محاسبات روشنایی می باشد.



نمایش مفهوم یک لوکس شدت روشنایی

۴-۵- درخشندگی: اگر دو منبع نورانی که شدت نور برابر ولی اندازه فیزیکی مختلفی داشته باشند به طور همزمان دیده شوند منبعی که کوچکتر است درخشنده تر به نظر می رسد واحد آن کاندل بر متر مربع می باشد.

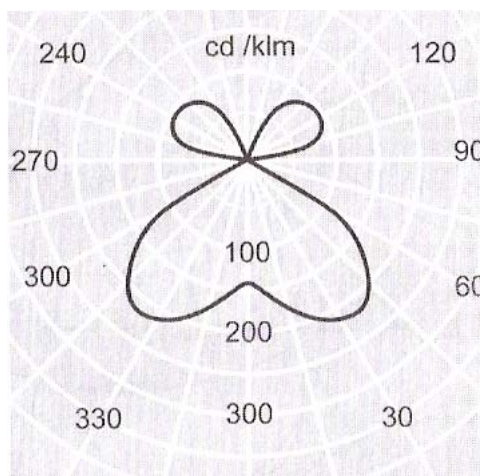


نمایش مفهوم درخشندگی یک لامپ

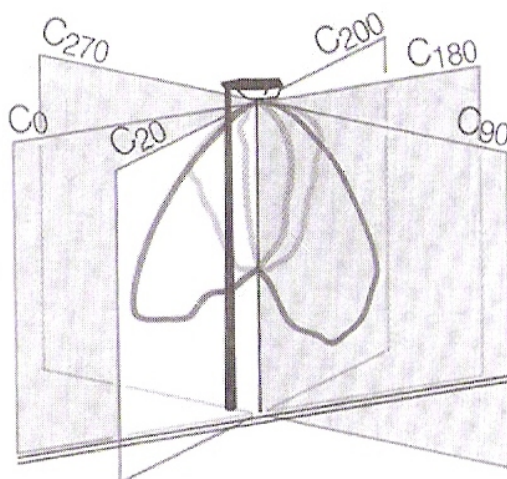
۴-۶- خیرگی: یکی از عوامل آزار دهنده روشنایی خیرگی (Glare) می باشد. که باعث محدود شدن حوزه دید و ایجاد خستگی برای افراد می شود و بایستی تا حد ممکن مهار گردد.

۷-۴- منحنی توزیع شدت نور چراغ: نحوه توزیع نور خروجی یک چراغ را توسط این منحنی نشان می‌دهیم و به کمک آن می‌توان شدت نور ناشی از چراغ را در زوایای مختلف نسبت به خط عمود چراغ را به دست آورد. در واقع شکل منحنی بستگی به شکل و ابعاد رفلکتور چراغ و ابعاد فیزیکی لامپ واقع در چراغ دارد.

این منحنی معمولاً نرمال می‌باشد یعنی برای یک لامپ با توان شار نوری خروجی ۱۰۰۰ لومن ترسیم شده و لذا مستقل از نوع لامپ می‌باشد.



یک نمونه منحنی توزیع شدت نور برای یک چراغ



نمایش مفهوم صفحات مختلف برای یک چراغ خیابانی