دانشگاه فنّی‌وحرفه‌ای – دانشکده انقلاب اسلامی تهران
Technical and Vocational University
(www.tvu.ac.ir)

عنوان درس :

طراحی روشنایی داخلی و خارجی

مدّرس:

احمدعلی شجاعی

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

•مقدّمه:

توان امواج الکترومغناطیسی را با وات (W) اندازه‌گیری می‌کنیم. با توجه به این که تأثیر امواج نوری با طول موجهای مختلف روی چشم انسان متفاوت است لذا یک وات توان نوری در طول موجهای مختلف احساس بینایی مختلف ایجاد می‌کند.

بنابراین وات به تنهایی نمی‌تواند واحدی برای انجام محاسبات نوری به حساب آید. از این رو، استفاده از واحدهای کمّی دیگر برای مطالعه روشنایی الزامی خواهد بود.

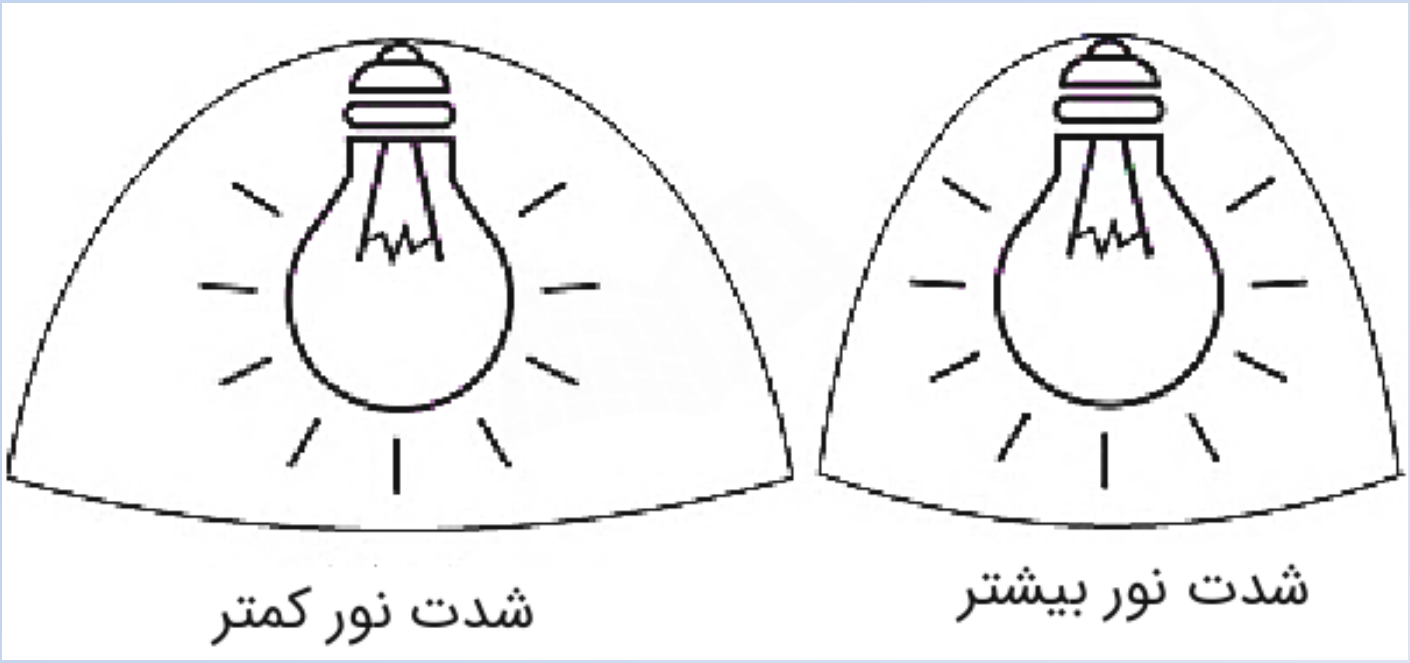
➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

۱– شدّت نور (Luminous Intensity):

شدّت نور، قوّت نور ساطع شده از منابع نور می‌باشد که در یک منبع نور معمولی در زوایای مختلف متفاوت می‌باشد. این پارامتر با «I» نشان داده می‌شود و واحد اندازه‌گیری آن کاندلا (Candella - cd) می‌باشد. واحدهای قدیمی‌تری هم برای اندازه‌گیری شدّت نور وجود دارد که عبارتند از شمع هفنر (Hefner Kerte - HK) و شمع بین‌اللی (International Candle - IC).

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

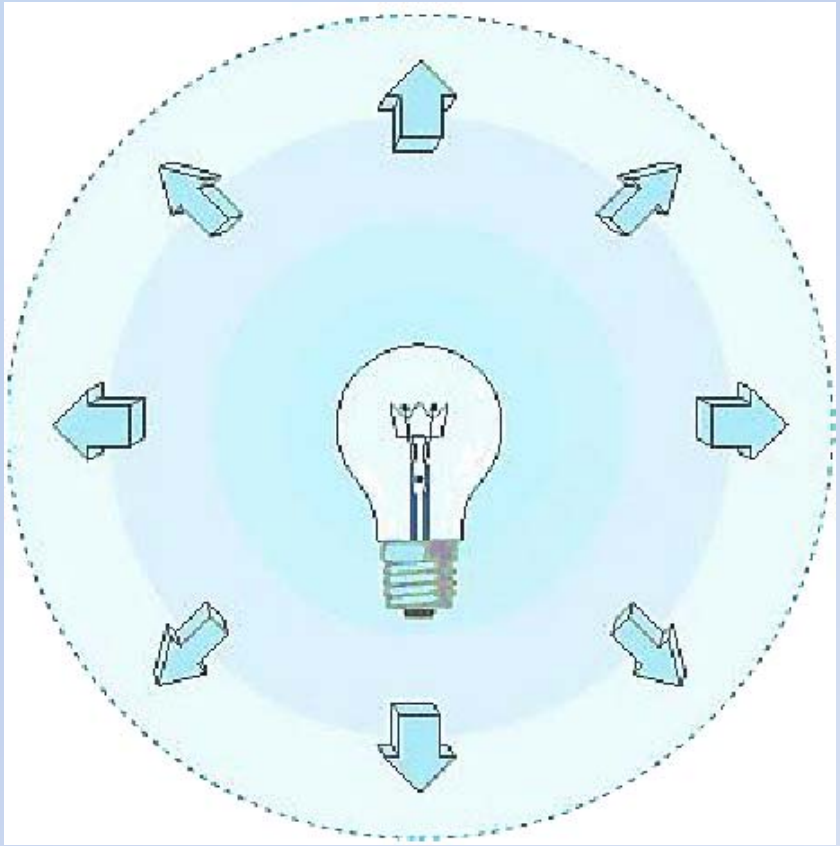
1cd = 0.98IC = 1.09HK



➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

۲– میزان نور یا شار نوری (Luminous Flux):

یک منبع نور در مرکز مختصات کره‌ای که دارای I=1cd نور یکنواخت در همه جهات می‌باشد دارای شار خارج شده از هر استرادیان زاویه فضایی به میزان یک واحد شار نوری می‌باشد. شار نوری را با ϕ نشان داده و واحد آن لومن (Lumen - lm) می‌باشد.



➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

مثال) یک لامپ دارای شدّت نور یکنواخت ۱۰۰ کاندلا می‌باشد. کل شار نورانی لامپ چقدر است؟ در صورتی که این لامپ به ازاء هر وات توان، ۱۵.۵ لومن شار نورانی تولید کند، لامپ چند وات است؟

$\Phi = 4\pi \times 100 = 1256.64$ Lumen

$1256.64 \div 15.5 = 81.07$ w

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

۳- بهره نوری لامپ:

نسبت شار نورانی لامپ به توان ورودی آن را بهره نوری می‌نامیم. بهره نوری لامپ را با η_u نشان داده و واحد آن lm/w می‌باشد.

$$\eta_u = \frac{\Phi}{p} \qquad \left[lm/w\right]$$

بیشترین مقدار η_u برابر $۶۸۰\ lm/w$ است که در یک لامپ ایده‌آل (بدون تلفات) که همه تشعشع آن در طول موج ۵۵۵ نانومتر صورت می‌گیرد، به دست می‌آید. می‌دانیم که بیشترین حساسیت چشم انسان در طول موج ۵۵۵ نانومتر می‌باشد.

نوع لامپ	حداکثر بهره نوری (لومن بر وات)	طول عمر (ساعت)
رشته‌ای	20	1000
کم مصرف (CFL)	80	8000
جیوه‌ای	70	20000
سدیم پرفشار	100	25000
متال هالید	80	15000
LED	200	50000

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

٤- بهره الکتریکی لامپ:

نسبت توان نوری خروجی لامپ بر حسب وات بر توان ورودی الکتریکی بر حسب وات را بهره الکتریکی لامپ می‌نامیم.

بهره الکتریکی را با η_e نشان می‌دهیم.

ارزش تبدیل را $^{lm}/_{w}$ ٦٨٠ در نظر می‌گیریم.

بهره الکتریکی لامپ فاقد بعد می‌باشد.

$$\eta_e = \frac{{}^{\Phi}/_{680}}{p} \times 100$$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

مثال) یک لامپ التهابی ۱۵۰ w ، ۱۹۵۰ lm نور تولید می‌کند. بهره نوری و بهره الکتریکی لامپ را محاسبه کنید.

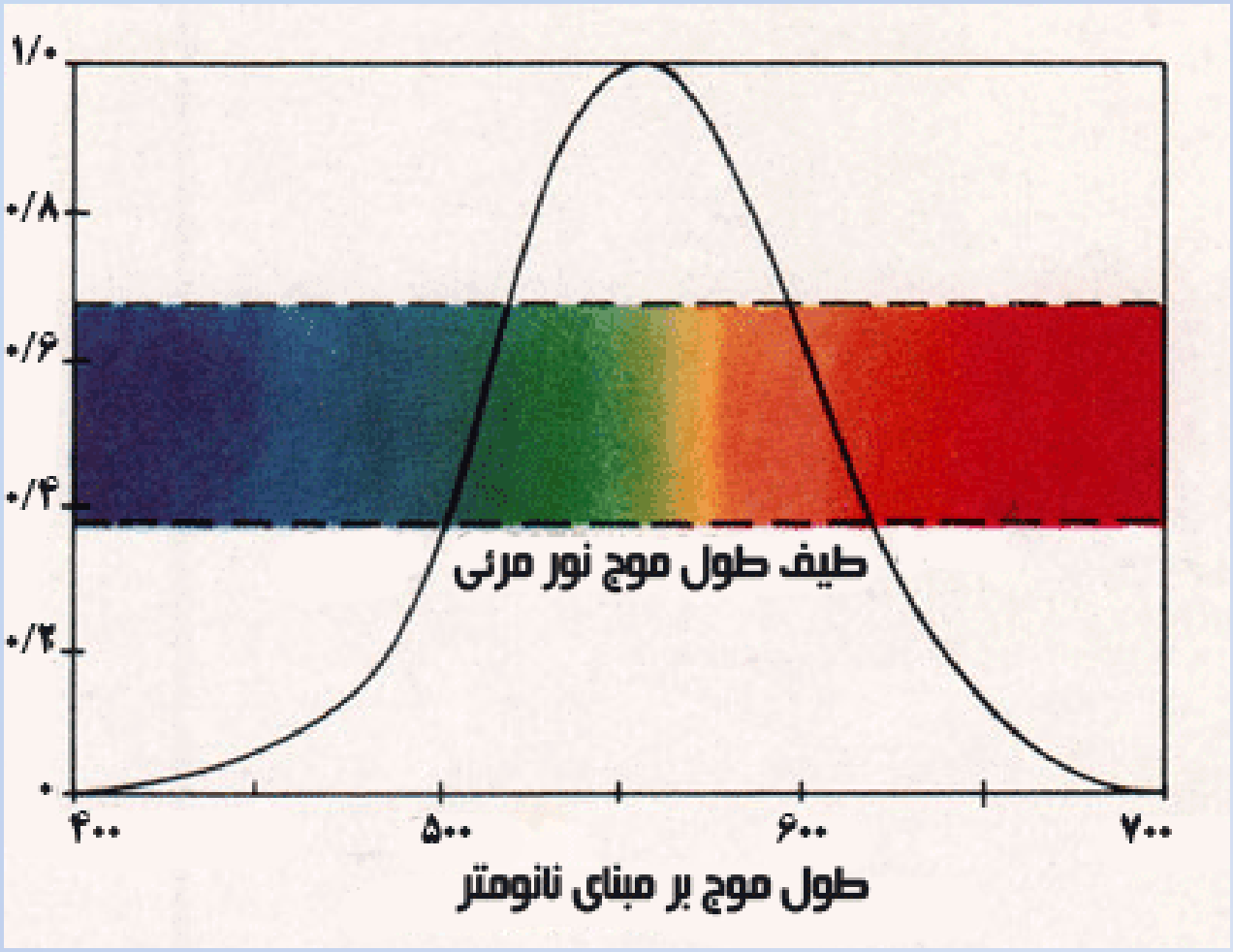
$$\eta_l = \frac{\Phi}{p} = \frac{1950}{150} = 13 \qquad \frac{lm}{w}$$

$$\eta_e = \frac{\Phi/_{680}}{p} \times 100 = \frac{1950/_{680}}{150} \times 100 = 1.91\%$$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

مثال) یک لامپ مفروض توان الکتریکی ورودی ۴۰ W دارد که نیمی از آن به حرارت و نیم دیگر به نور مرئی در طول موج ۵۱۰ نانومتر تبدیل می‌شود. بهره نوری و بهره الکتریکی لامپ چقدر است؟

از منحنی حساسیت چشم انسان داریم:



$V(\lambda = 510\ nm) = 0.5$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

40 ÷ 2 = 20 w

$\Phi = 680 \times \Phi_e(\lambda) \times V(\lambda) = 680 \times 20 \times 0.5 = 6800 \ \text{lm}$

$$\eta_l = \frac{\Phi}{w} = \frac{6800}{40} = 170 \qquad \frac{lm}{w}$$

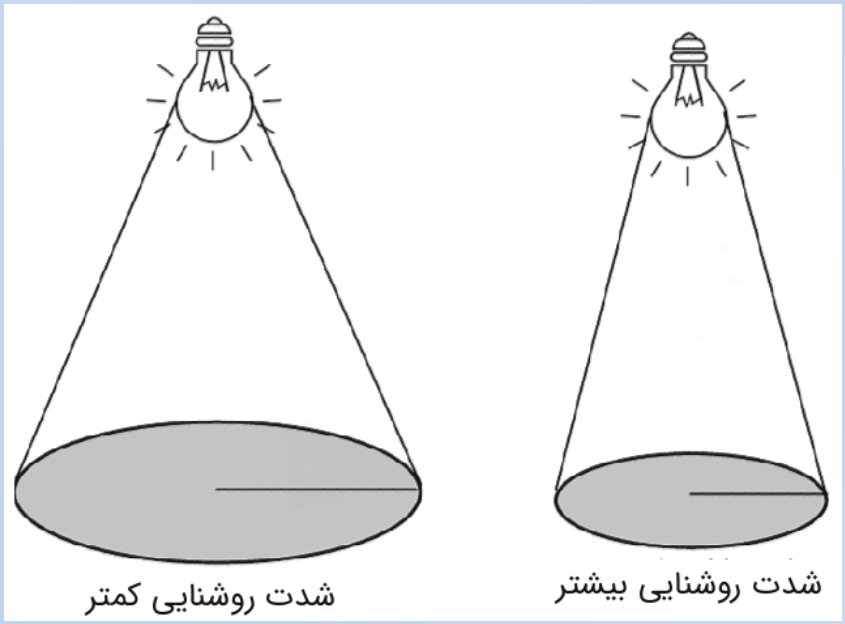
$$\eta_e = \frac{\Phi/_{680}}{w} \times 100 = \frac{6800/_{680}}{40} \times 100 = 25\%$$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

۵- چگالی شار روشنایی یا شدّت روشنایی (Illuminance):

شدّت روشنایی (چگالی شار روشنایی) میزان توان نوری تابیده شده بر واحد سطح می‌باشد که با E نشان داده می‌شود. واحد آن lm/m^2 یا لوکس (lux) می‌باشد.

$$E = \frac{\Phi}{A} \qquad \left[\frac{lm}{m^2}\right] \text{ یا } [lux]$$



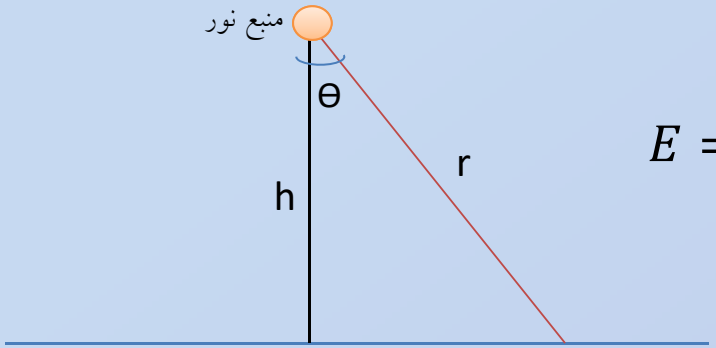
- شدّت روشنایی سطح خیابان: ۳۰ lux
- شدّت روشنایی اتاق نشیمن: ۱۰۰ lux
- شدّت روشنایی اتاق کار: ۳۰۰ lux
- شدّت روشنایی سطح زمین در خورشید زمستان: ۱۰۰۰۰ lux
- شدّت روشنایی سطح زمین در خورشید تابستان: ۱۰۰۰۰۰ lux

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

مقایسه شدت روشنایی منابع طبیعی و مصنوعی

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

محاسبه چگالی شار روشنایی حاصل از یک منبع نوری نقطه‌ای:



$$E = \frac{I}{r^2} . \cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{h}{r}$$

$$r = \frac{h}{\cos\theta}$$

$$E = \frac{I}{\left(h/_{\cos\theta}\right)^2} . \cos\theta = \frac{I}{h^2} . (\cos\theta)^3$$

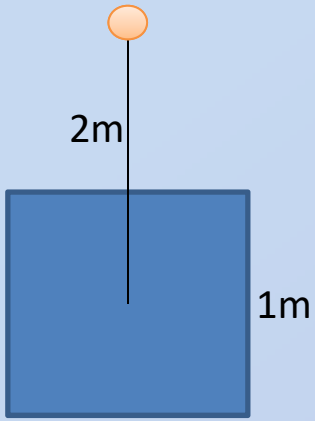
$$E \ \alpha \ I$$

$$E \ \alpha \ \frac{1}{h^2}$$

$$E \ \alpha \ (\cos\theta)^3$$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

مثال) یک لامپ مفروض شدت نوری برابر با 200cd به صورت یکنواخت در همه جهات در نیم فضای پایین لامپ دارد. لامپ در فاصله 2m بالای مرکز میز مربع شکل به ابعاد 1m قرار دارد. حداکثر و حداقل شدت روشنایی را روی سطح حساب کنید.

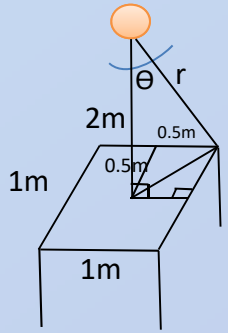


حداکثر شدت روشنایی در مرکز میز می‌باشد. پس θ برابر صفر می‌شود.

$$E_{max} = \frac{200}{2^2} \cdot (\cos 0)^3 = \frac{200}{4} = 50 \qquad Lux$$

➢ تعاریف و کمیّت‌های روشنایی:

حداقل شدت روشنایی در رئوس مربع می‌باشد.



$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$r = \sqrt{2^2 + 0.5^2 + 0.5^2} = \sqrt{4.5}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{2}{\sqrt{4.5}}$$

$$E_{min} = \frac{I}{r^2} \cdot \cos\Theta = \frac{200}{(\sqrt{4.5})^2} \cdot \frac{2}{\sqrt{4.5}} = 41.9 \qquad Lux$$

با تشکر از توجهتان