



دستورالعمل آزمایشگاه عوامل فیزیکی



تهیه و تنظیم:

گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

دانشکده بهداشت

دانشگاه علوم پزشکی بم

تیرماه 1401

	دستورالعمل درس روشنایی در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
	کار با انواع فوتومتر ها، لوکس مترها، انتخاب ،عیب یابی، نگهداری و کالیبراسیون آن ها	تاریخ بازنگری: تیرماه 1401

لوازم اندازه گیری

لوکس متر



اندازه گیری شدت روشنایی با دستگاهی بنام **نورسنج** یا **لوکس متر** انجام می شود.

لوکس متر چیست؟

لوکس متر زیر مجموعه ای از تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق به حساب می آید. و به آن نورسنج نیز گفته می شود. دستگاهی است که برای اندازه گیری میزان روشنایی استفاده می شود. دستگاه اندازه گیری لوکس میزان روشنایی را بطور خاص با شدت روشنایی برای چشم انسان اندازه گیری می کند. این روش اندازه گیری متفاوت از اندازه گیری انرژی نوری واقعی است که توسط جسم یا منبع نور تولید شده یا از آن منعکس می شود.

LUX یک واحد اندازه گیری میزان روشنایی است. این از کندها، واحد استاندارد اندازه گیری قدرت نور گرفته شده است. این متر شدت نور را همانطور که برای چشم انسان به نظر می رسد اندازه گیری می کند و با یک مقدار عینی انرژی تابش شده یا منعکس شده ارتباط ندارد. طیف مرئی دارای طول موج متفاوتی است و با حساسیت متفاوتی در چشم انسان ظاهر می شود و لوکس متر با در نظر گرفتن این شدت نور را اندازه گیری می کند.



لوکس متر برای چه کاری استفاده می شود؟

لوکس متر وسیله ای است که برای اندازه گیری میزان روشنایی استفاده می شود و آنها آن را براساس چگونگی درک چشم انسان یا چگونگی ظاهر شدن آن برای چشم انسان اندازه گیری می کنند. برای اندازه گیری سطح نور در محل کار استفاده می شود. سطح لوکس پایین دلیل اصلی خستگی و کشیدگی عضلات است.



لوکس متر چگونه کار می کند؟

لوکس متر یک اندازه گیری و ابزار دقیق است که روشنایی را با یک دستگاه آشکارساز یکپارچه ثبت می کند. آشکارساز نوری برای قرار گرفتن در معرض مطلوب عمود بر منبع نور قرار می گیرد. بازخوانی یا توسط یک دستگاه آنالوگ یا LCD دیجیتال نشان داده می شود. انواع ابزار دقیق دیجیتال شامل ورودی های اولیه اپراتور است. انواع اندازه گیری و ابزار دقیق دیجیتال متر می توانند در اندازه گیری صرفه جویی کنند و دارای دامنه تشخیصی قابل تنظیم هستند.

ردیاب های نوری از سلنیوم یا سیلیکون تشکیل می شوند و میزان روشنایی را به صورت فتوولتایی تعیین می کند. سپس نور گرفته شده به جریان الکتریکی تبدیل شده و مقدار لوکس با اندازه گیری این جریان محاسبه می شود.

روش کار با دستگاه لوکس متر

برای اندازه گیری شدت روشنایی روی یک سطح باید بدون تغییر در شرایط محیط و ایجاد سایه یا نیمسایه مزاحم، فتوسل دستگاه روی سطح مورد نظر قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت شود. تغییر زاویه قرارگیری فتوسل باعث خطا در اندازه گیری می شود. در اندازه گیری محیطی باید فتوسل در ارتفاع مورد نظر (ارتفاع عمومی سطح کار) به طور افقی قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت گردد.

نحوه انتخاب متر لوکس

در حالی که انتخاب یک لوکس متر است، دانستن دامنه اندازه گیری، وضوح، دقت و نگهداری مورد نیاز برای دستیابی به اندازه گیری های تکرار شونده مهم است. همچنین باید محیطی را که در آن از کنتور لوکس استفاده می شود در نظر بگیریم. برای اهداف در فضای باز، دامنه اندازه گیری بیشتری را می گیرد. انجام کالیبراسیون متر قبل از اندازه گیری خوب است.

نحوه خواندن در یک لوکس متر

برای خواندن نور، سنسور نورسنج را در محلی قرار دهید که اندازه گیری می شود و سنسور توسط کابل به دستگاه متصل می شود. به نظر می رسد

مانند: یک لامپ سفید است، خواندن را که بر روی صفحه نمایش نشان داده شده را بررسی کنید و خواندن انجام شود

کاربردهای لوکس متر چیست؟

تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق یا همان لوکس متر در تاسیسات دفاعی مورد استفاده قرار می گیرند، همچنین در تابلوهای برق نیز استفاده می شود، از مترهای لوکس می توان برای اندازه گیری، روشنایی خیابان و امنیت، روشنایی مطب و کارخانه، نور روز و نور خورشید استفاده کرد. استفاده مهم از **لوکس متر** در محل کار است که می توان از آن برای بررسی روشن بودن یک اتاق برای محافظت از کارگران در برابر صدمه به بینایی استفاده کرد.

همچنین برای تنظیم سیستم های روشنایی روشنایی مصنوعی در راه آهن استفاده می شود. برای عکاسی و فیلمبرداری هم مفید است.



سنجش درخشندگی

درخشندگی سطوح توسط دستگاه های فتومتر پیشرفته قابل اندازه گیری است. در این دستگاه ها یک سلول دریافت کننده داخلی تعبیه شده است که در واقع توسط یک منعکس کننده تصویر سطح مورد اندازه گیری و دانسیته نور آن روی سلول فتوالکتریک میافتد و سلول مربوطه بر اساس نسبت سطح، مقدار هم ارز دانسیته نور را به صورت سیگنال الکتریکی به پردازشگر دستگاه می فرستد. شکل دستگاه همانند دوربین تصویربرداری یا شکاری است که با استفاده از زاویه نمای چشمی آن و متمرکز کردن نقطه دید اپراتور قابلیت اندازه گیری درخشندگی را روی سطوح مختلف دارد.

همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است. در چشمی دستگاه سنجنده، روی محورهای زاویه نما، یک دایره تمرکز روی هدف وجود دارد که اپراتور با تطابق چشمی آن بر روی سطح یا شیء مورد نظر قادر است هم زمان نمایشگر دستگاه را هم ببیند و درخشندگی سطح را سنجش نماید.

چنین دستگاه های معمولاً دوکاره هستند و با تعبیه یک فتوسل خارجی قادر هستند شدت روشنایی را نیز اندازه گیری نمایند. دستگاه های پیشرفته قادرند با تعویض سلول دریافت کننده خارجی، مادون قرمز و ماورای بنفش دور را نیز اندازه گیری نمایند. سلول هایی هستند که که قادر به اندازه گیری دو پرتو فوق موسوم به سلول های فتوکاندکتور که از جنس سولفید کادمیوم یا سلنید کادمیوم تهیه شده اند .



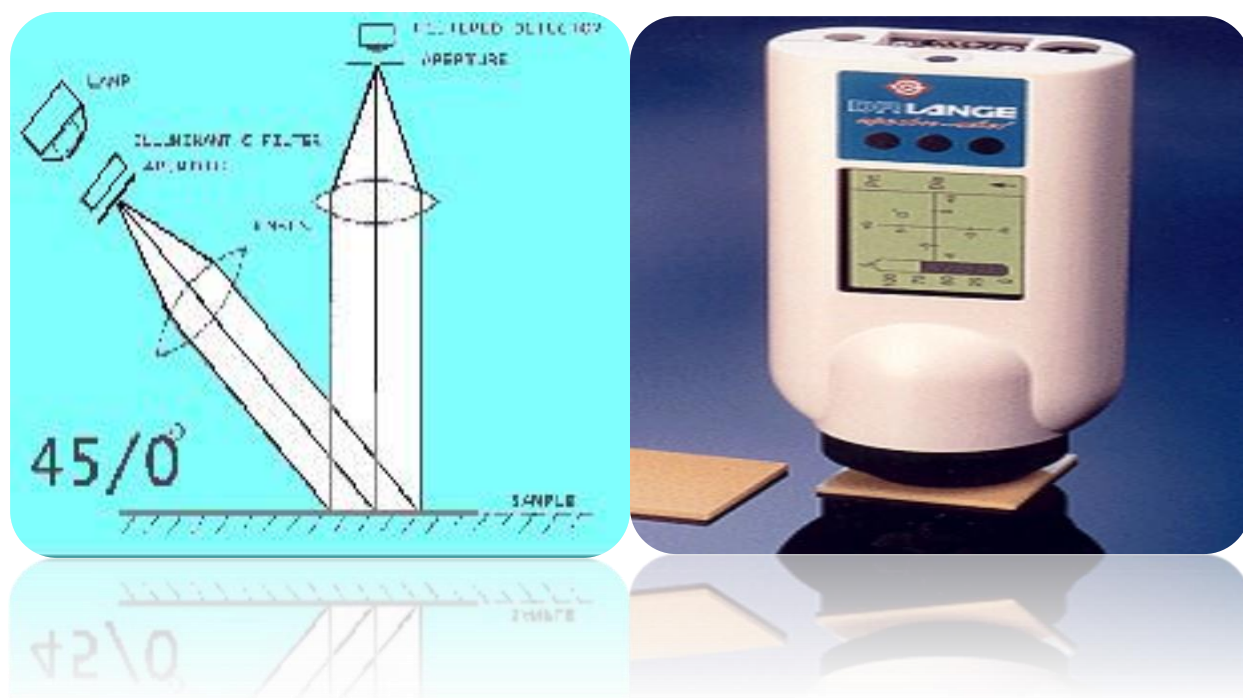


درخشندگی سنج

سنجش ضریب بازتابش

برای اندازه گیری دقیق ضریب بازتابش سطوح از یک دستگاه اختصاصی به نام رفلکتومتر استفاده میشود. این دستگاه در واقع فتومتری است که به طور ویژه برای این کار طراحی شده است. این کار توسط یک دستگاه اسپکتروفتومتر ویژه با قابلیت عملیاتی مناسب انجام می گردد و در آن برای نمونه مورد آزمایش با تولید طیف معین و تاباندن آن از نمونه، بازتابش از روی سطح مورد آزمایش دریافت و نتایج آن توسط آزمایشگر تفسیر می شود. دستگاه های پرتابلی که امروزه به بازار عرضه شده اند، قادرند ضریب بازتابش سطوح و حتی طیف بازتابش آن ها را سنجش نمایند. در این دستگاه ها نور را از یک روزنه کوچک با زاویه 45 درجه روی سطح مورد آزمایش

می تابانند و در زاویه صفر درجه یعنی عمود بر سطح، بازتابش آن را توسط دریافت کننده، حس و پس از انجام محاسبات نتایج را روی نمایشگر نشان می دهند. نحوه تابش و نمونه دستگاه های رفلکتو اسپکترومتر را نشان می دهد.

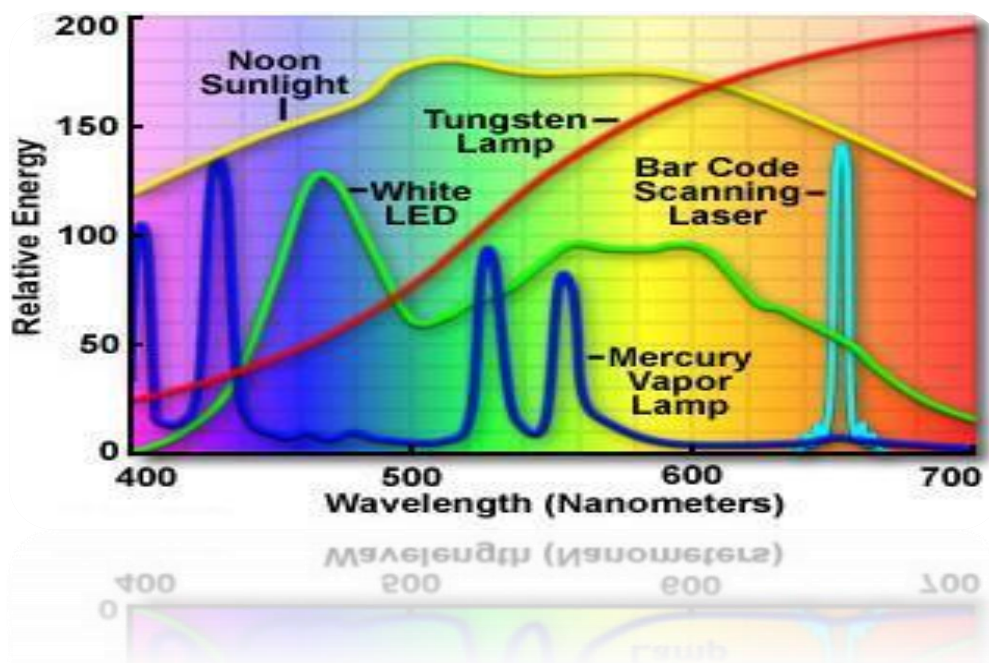


روش فوق الذکر نیاز به دستگاه تخصصی دارد. یک راه ساده برای تعیین ضریب بازتابش سطوح مصالح استفاده از نور سنج معمولی است. این آزمایش در دو مرحله انجام می شود. در مرحله اول، بدون ایجاد مانع یا سایه نسبی روی موضع مورد سنجش، فتوسل دستگاه را روی سطح موضع قرار می دهند و شدت روشنایی را اندازه می گیرند. در مرحله دوم فتوسل را رو به سطح مورد نظر در فاصله حدود 15 سانتی متری طوری تنظیم می کنند که سایه یا نیمسایه فتوسل یا دست آزمایشگر روی موضع نیفتد، در این حالت نیز شدت روشنایی که در واقع میزان بازتابش انرژی نورانی از سطح است، اندازه گیری می شود. نسبت عدد قرائت شده در مرحله دوم به عدد قرائت شده در مرحله اول آزمایش، ضریب بازتابش نور سطح مورد نظر تحت تابش موجود است. طبعاً برای نتیجه مطلوب باید در این آزمایش طیف نور تابشی کامل باشد. آزمایش ساده فوق زمانی معتبر است که منبع نور دارای تابش وسیع

یا توزیع نور در محل آزمایش، کاملاً یکدست باشد. در صورتی که شرایط مذکور برقرار نباشد باید از منبع موضعی ثابت استفاده شود و در مرحله دوم آزمایش (زمان اندازه گیری بازتابش) فتوسل دستگاه نورسنج، مقابل زاویه بازتابش نور از روی سطح مورد آزمایش قرار گیرد.

طیف سنجی نور

برای اندازه گیری بیناب نور در تابش روشنایی منابع به طور عمومی از دستگاه اسپکترومتر استفاده می شود. دستگاه مذکور قادر است با فیلتر نمودن نور منابع در طول موج های معین با باند باریک، مقادیر نسبی و مجموع تابش در بیناب نور مرئی و حتی محدوده های قبل و بعد از آن را تعیین نماید. دستگاه های موجود علاوه بر تجزیه تابش طیف روشنایی منابع، دمای رنگ و شاخص تجلی رنگ نور منبع مورد آزمایش را نیز تعیین می نمایند.



کالیبراسیون



مشخصه های مهم هر دستگاه اندازه گیری مستقیم، صحت و دقت آن است. اما صحت اندازه گیری یا به عبارت دیگر اعتبار مقادیر اندازه گیری شده دستگاه نورسنج آن است که مقادیر اندازه گیری شده آن با مقادیر واقعی تطابق داشته باشد. با توجه به اینکه در این دستگاه ها از دریافت کننده فتوالکتریک استفاده می شود، حساسیت سلول مربوطه، به طیف مرئی است و در نتیجه در صورت امکان با کالیبراسیون خارجی دستگاه (برای اندازه گیری شدت روشنایی) یا کالیبراسیون سلول داخلی (برای اندازه گیری درخشندگی) می توان از قابلیت دستگاه اطمینان حاصل نمود. دو روش برای کالیبراسیون پیشنهاد می گردد:

1- کالیبراسیون نقطه صفر

2- کالیبراسیون منبع استاندارد

انرژی، در کالیبراسیون نقطه صفر باید با تاریک کردن سطح سلول دریافت کننده انرژی دریافتی به صفر رسانده شود. در مورد سلول خارجی می توان با پوشاندن دریافت کننده توسط یک غلاف ضخیم چرمی یا پارچه ای و حتی پوشاندن آن با کف دست و روشن نمودن دستگاه، نمایشگر (در حالت اندازه گیری بدون ضریب) در این حالت باید عدد صفر را نشان دهد. در غیر این صورت باید با پیچاندن پیچ تنظیم (پتانسیومتر)

نمایشگر صفر شود . در صورتی که دستگاه پیچ تنظیم نداشته باشد، عدد مربوطه باید به عنوان عدد تصحیح دستگاه در نتایج اندازه گیری لحاظ شود. به طور مثال اگر در شرایط آزمون دستگاه به جای 15 لوکس را نشان دهد، این به آن معنی است که در هر بار اندازه گیری باید 15 لوکس از عدد قرائت شده کسر گردد که این حالت برای حالات (اندازه گیری $10 \times X, 100 \times X$ لوکس به بالا) دقت کافی ندارد. کالیبراسیون توسط منبع استاندارد باید در آزمایشگاه و تحت شرایط مخصوص باشد و در آن باید توسط یک منبع نور با طیف کامل با تابش همدوس در فاصله معین روی سطح امکان ، فتوسل تابش نماید و با توجه به معلوم بودن دانسیته نور روی سطح دریافت کننده انجام کالیبراسیون وجود دارد. برای کالیبراسیون بخش سنجش درخشندگی که دارای سلول داخلی است، باید توسط اهرم مخصوص که در دستگاه تعبیه شده است، روی سلول دریافت کننده تاریک شود. در این حال میزان درخشندگی روی صفحه نمایشگر باید صفر باشد. در غیر این صورت توسط پیچ تنظیم صفر می شود یا عدد انحراف به عنوان عدد تصحیح یادداشت می گردد.

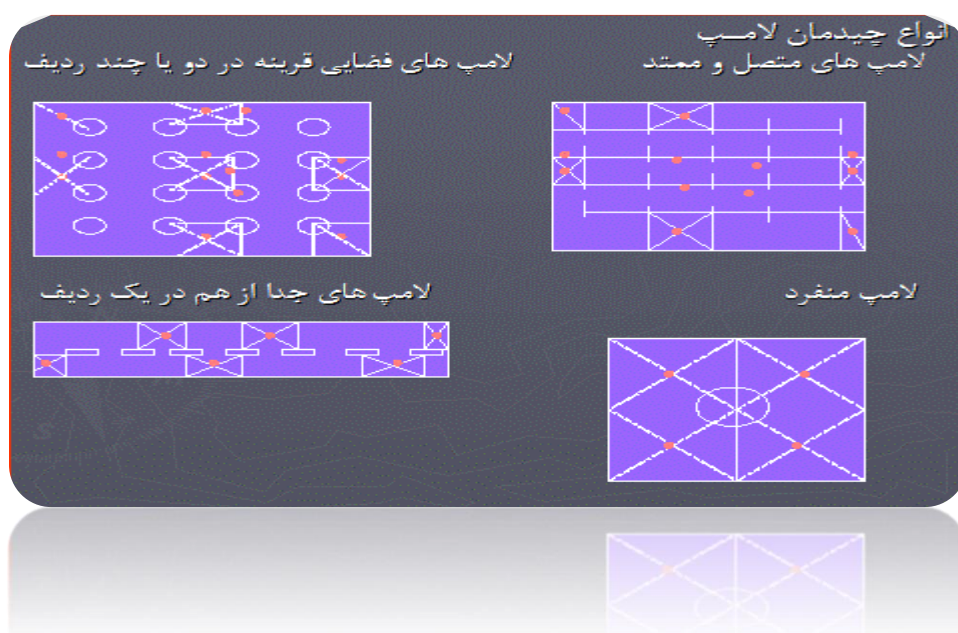
	دستورالعمل درس روشنایی در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بـم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
اندازه گیری روشنایی عمومی (داخلی،محوطه ای،معاپر)		تاریخ بازنگری: تیرماه 1401

روشنایی عمومی



برای اندازه گیری روشنایی عمومی با انتخاب ایستگاه های معین، شدت روشنایی عمومی محل در سطح افق و ارتفاع معینی که متناسب با نیاز شاغلین باشد، اندازه گیری می شود. در این روش برای بازرسی بهداشتی، ایستگاه بندی و اندازه گیری به دو روش عملیاتی امکانپذیر است. این دو روش شامل روش الگوهای انجمن مهندسين روشنایی (IES) و روش شبکه ای می باشد.

روش اندازه گیری الگویی



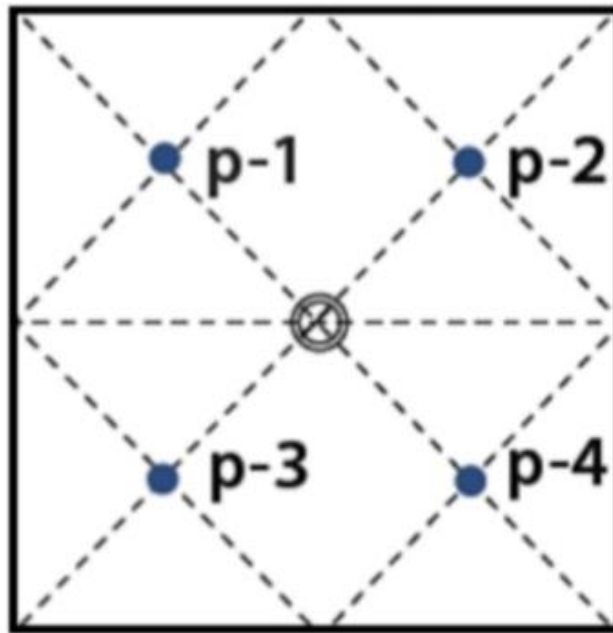
انجمن بین المللی مهندسين روشنایی (IES) بر اساس مطالعات و تجربیات خود، الگوهایی را برای ایستگاه بندی نقاط اندازه گیری در داخل اماکن برای تعیین و ارزیابی متوسط شدت روشنایی مصنوعی داخل اماکن تدوین و منتشر نموده است. الگوهای مذکور بسته به شیوه چیدمان چراغ ها در مکان و نوع آنها (از نظر نقطه های یا خطی بودن) معرفی شده اند. الگوهای مذکور با انتخاب حداکثر 18 ایستگاه اندازه گیری در کارگاه بدون محدودیت مساحت، توسط ضرایبی که برای نقاط مختلف تعیین شده، با انجام یک محاسبه ساده، متوسط شدت روشنایی محل به دست می آید.

الگوهای پیشنهادی IES مبتنی بر اندازه‌گیری نمونه های وزن یافته‌ای از مقادیر شدت روشنایی در اماکن است که از نظر آماری، ضرایب یا ارزش هر خوشه ایستگاه تعیین شده و بسته به الگوی چیدمان چراغ در محاسبه متوسط شدت روشنایی لحاظ شده است. در این الگوها حتی برای مکان های وسیع، حداکثر 18 ایستگاه اندازه گیری برای تعیین متوسط شدت روشنایی کافی است. به علاوه، نقاط شدت روشنایی حداقل و حداکثر هم در آن معلوم می شود. در اندازه گیری و تطبیق این الگوها بر مکان مورد بررسی باید توجه داشت که در صورت تغییرات، دستکاری یا خرابی در بخشی از سامانه روشنایی، کارشناس باید بر اساس چیدمان اولیه چراغ ها از الگوی مناسب استفاده نماید و پس از محاسبه شدت روشنایی متوسط اشکالات سامانه روشنایی را در گزارش قید نماید. به تجربه می توان گفت حتی در کارگاههای صنعتی که بیشترین دست کاری و تغییرات در چیدمان چراغ ها در طول زمان صورت می گیرد. هم می توان با انطباق یکی از این الگوها بر کارگاه مورد بررسی آن را ارزیابی قرار داد. الگوهای مورد بحث در 6 گروه به شرح زیر آمده است:

- 1- در صورتی که یک منبع نقطه ای روشنایی موجود باشد، چهار ایستگاه P4 تا P1 در یک چهارم قطره‌ای اتاق مطابق شکل (15) تعیین و در آن ایستگاه ها، شدت روشنایی در سطح افق و در ارتفاع عمومی کار اندازه گیری شود.

متوسط شدت روشنایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E_{avg} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{4}$$



الگوی اول در اندازه گیری روشنایی عمومی داخلی

- در صورتی که در یک مکان با عرض کم، یک ردیف چراغ خطی (فلورسنت) متصل به هم موجود باشد، مطابق شکل (16) تعداد 8 ایستگاه تعیین و در آن ها اندازه گیری به عمل آید نقاط P نزدیک گوشه و نقاط q در دو طرف ردیف چراغ، حد فاصل دیوار و زیر چراغ تعیین شوند. هر چه تعداد چراغ ها بیشتر باشد به همان نسبت فواصل q بیشتر می شود. در مرحله بعد مقادیر شدت روشنایی در نقاط هم نام میانگین گیری شود و در رابطه زیر متوسط شدت روشنایی محل محاسبه گردد:

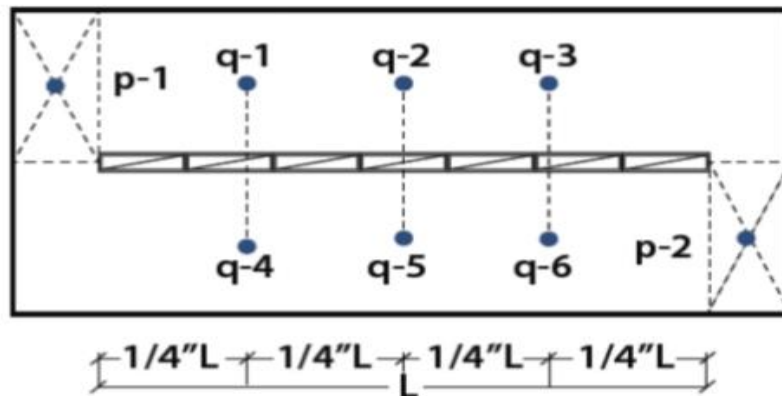
$$P = \frac{\sum p_i}{n}$$

$$Q = \frac{\sum q_i}{n}$$

n تعداد ایستگاه اندازه‌گیری هم نام در هر خوشه

$$E_{avg} = \frac{QN + P}{N + 1}$$

N تعداد چراغ



الگوی دوم در اندازه‌گیری روشنایی عمومی داخلی

مثال: اگر در الگوی دوم نتایج اندازه‌گیری شامل موارد زیر باشد، شدت روشنایی عمومی را حساب کنید.

$q_1=125$	$q_2=132$	$q_3=125$	$q_4=124$	$q_5=131$	$q_6=124$
$p_1=96$	$p_2=85$				

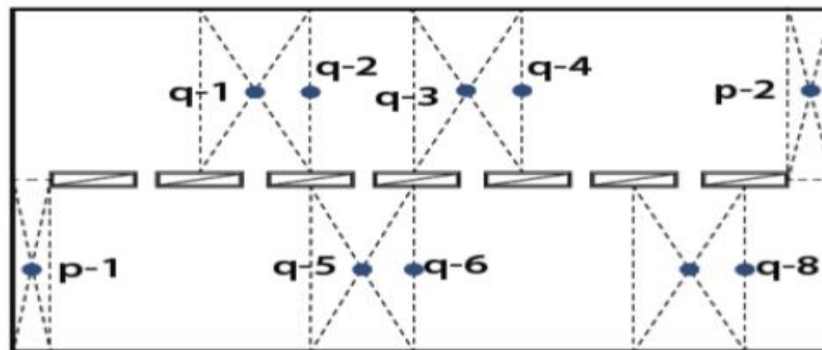
$$Q = \frac{125 + 132 + 125 + 124 + 131 + 124}{6} = 126.8Lx$$

$$P = \frac{96 + 85}{2} = 90.5Lx$$

$$E_{avg} = \frac{(126.8 \times 6) + 90.5}{7} = 121.6Lx$$

III- در صورتی که در یک مکان با عرض کم یک ردیف چراغ خطی (فلورسنت) یا نقطه‌ای با فاصله نصب شده باشد. به ترتیب شکل (۱۷)، در ۱۰ ایستگاه تعیین شده شدت روشنایی اندازه‌گیری و طبق رابطه زیر متوسط شدت روشنایی آن مکان محاسبه شود:

$$E_{avg} = \frac{Q(N-1) + P}{N}$$



الگوی سوم در اندازه‌گیری روشنایی عمومی داخلی

IV- در مکان‌های وسیع با ارتفاع کم، استفاده از چراغ‌های خطی در چند ردیف بدون فاصله یا با فاصله کمتر از طول چراغ معمول است. در این حالت باید طبق الگوی شکل (۱۸) اندازه‌گیری روشنایی در ۱۲ ایستگاه انجام و میانگین مقادیر در ایستگاه‌های هم نام به رابطه زیر منتقل و متوسط شدت روشنایی مکان محاسبه می‌شود:

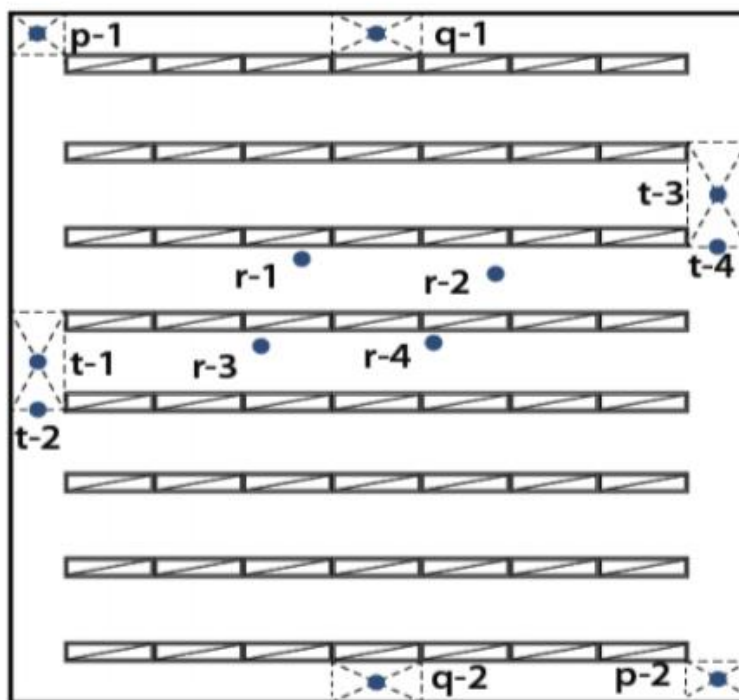
$$R = \frac{\sum r_i}{n} \quad T = \frac{\sum t_i}{n}$$

$$E_{avg} = \frac{QN + T(M-1) + P + RN(M-1)}{M(N+1)}$$

M تعداد ردیف چراغ

N تعداد چراغ در هر ردیف

n تعداد اندازه‌گیری‌های هم نام



الگوی چهارم در اندازه گیری روشنایی عمومی داخلی

مثال: در صورتی که نتایج اندازه گیری روشنایی در یک سالن کامپیوتر به شرح زیر در ایستگاه‌های الگوی ۴ میانگین گیری شده باشد، متوسط شدت روشنایی سالن را محاسبه نمایید.

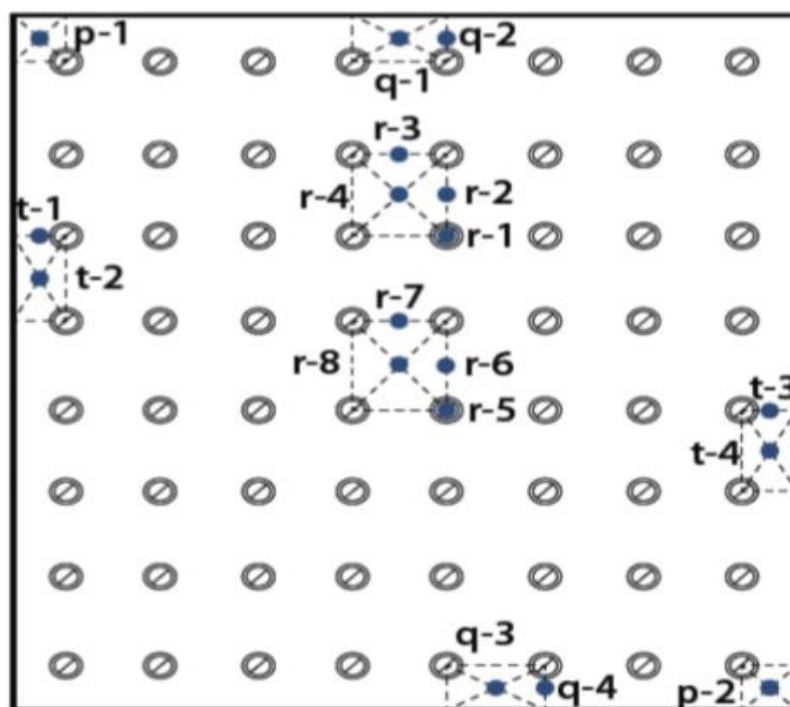
P = 115 Lux	Q = 175	T = 169	R = 235	N = 10	M = 7
-------------	---------	---------	---------	--------	-------

$$E_{avg} = \frac{(175 \times 10) + (169 \times 6) + 115 + 235 \times 10 \times (7 - 1)}{7 \times 11} = 220.5 \text{ Lux}$$

۷- در اماکن بزرگ با ارتفاع زیاد، به خاطر نیاز به توان نوری بالا اغلب از منابع نقطه‌ای در چند ردیف استفاده می‌شود. صرف نظر از تعداد چراغ در ردیف‌ها و مساحت مکان، طبق الگوی شکل (۱۹) شدت روشنایی در ۱۸ ایستگاه اندازه گیری می‌شود و میانگین مقادیر

در ایستگاه‌های هم‌نام به رابطه زیر منتقل و متوسط شدت روشنایی مکان محاسبه می‌شود:

$$E_{avg} = \frac{Q(N-1) + T(M-1) + P + R(N-1)(M-1)}{MN}$$



الگوی پنجم در اندازه گیری روشنایی عمومی داخلی

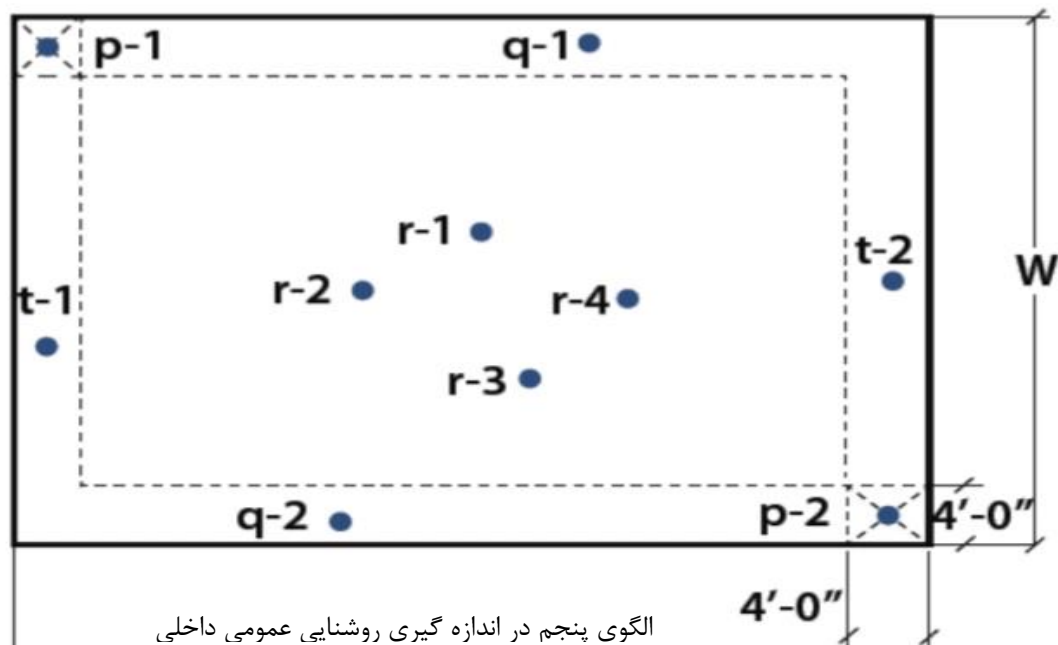
مثال: در صورتی که نتایج اندازه گیری روشنایی در یک کارگاه صنعتی که دارای منابع نقطه‌ای در چند ردیف است، به شرح زیر در ایستگاه‌های الگوی ۵ میانگین گیری شده باشد، متوسط شدت روشنایی کارگاه را محاسبه نمایید.

P = 75 Lux	Q = 140	T = 150	R = 250	N = 5	M = 5
------------	---------	---------	---------	-------	-------

$$E_{avg} = \frac{(140 \times 4) + (150 \times 4) + 75 + 250 \times (5-1) \times (5-1)}{25} = 209.4 \text{ Lx}$$

صورتی که منابع روشنایی در حاشیه سقف نصب شده باشند، برای تعیین نقاط اندازه گیری طبق الگوی شکل (20) باید در فاصله 1/2 متری از کنار دیوارها خطوط فرضی تجسم و نقاط p,q,t در فاصله 0/6 متری دیوار در ارتفاع عمومی کار اندازه گیری شود. شدت روشنایی نیز اندازه گیری و پس از میانگین گیری اندازه گیری شود. در مرکز مکان با فاصله چهار نقطه r نیز اندازه گیری و پس از میانگین گیری شدت روشنایی در نقاط هم نام به رابطه زیر منتقل و متوسط شدت روشنایی محاسبه می شود. در این روش به جای استفاده از ضرایب تعداد چراغ، از ضرایب طول L و عرض W استفاده می شود.

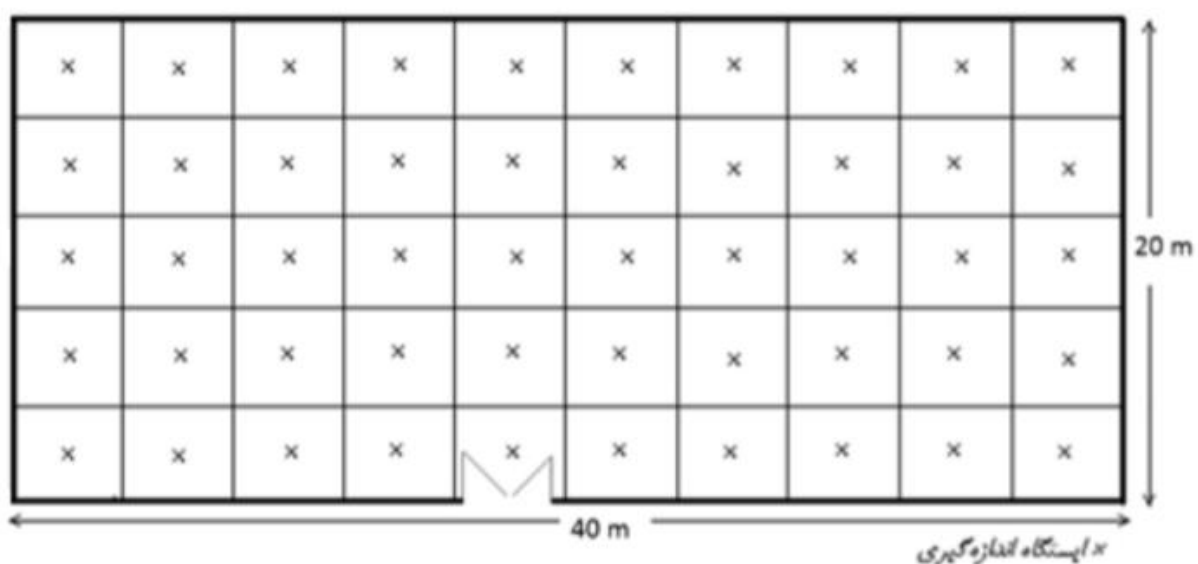
$$E_{avg} = \frac{R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8) + 64P}{WL}$$



روش شبکه ای

استفاده از روش شبکه ای برای ارزیابی روشنایی عمومی و مقایسه با مقادیر OEL توصیه نمی شود . لیکن در صورتی که امکان تطبیق چیدمان چراغ ها بر یکی از الگوهای IES امکانپذیر نباشد استفاده از روش شبکه ای با حداقل 30 و حداکثر 60 ایستگاه در هر محدوده سنجش مجاز می باشد. این روش در مکان های کوچک، کاربرد چندانی ندارد. در این روش محاسبات متوسط گیری باید به گونه ای باشد که نتایج سنجش روشنایی در ایستگاه هایی که محل استقرار کارگران است دو برابر سایر ایستگاه ها لحاظ گردد. این روش اصولاً برای تعیین چگونگی توزیع روشنایی عمومی در سطح مکان مورد بررسی، تعیین محدوده های مختلف توزیع نور به کمک ترسیم منحنی های ایزولوکس و تشخیص یکدستی روشنایی عمومی کاربرد دارد. مرکز هر خانه شطرنجی در این روش یک ایستگاه اندازه گیری خواهد بود. در هر یک از ایستگاه ها باید شدت روشنایی در سطح افق (فتوسل دستگاه نورسنج باید به صورت کاملاً افقی قرار گیرد) اندازه گیری و روی پلان شطرنجی یا جدول کد بندی شده مربوط به پلان ثبت گردد. نتایج این اندازه گیری، توزیع شدت روشنایی را در سطح مکان نشان می دهد. برای این کار ابتدا، پس از تهیه نقشه ساده محل مورد بررسی، سطح مکان (محوطه، کارگاه یا معبر) به صورت شبکه شطرنجی منظم با الگوی زیر تقسیم بندی می شود:

برای مکان های سربسته و محوطه ها ابعاد هر خانه شطرنجی 2 تا 5 متر، بسته به ابعاد مکان، تعیین می شود. برای تعیین ایستگاه ها پیشنهاد می شود نسبتی از مساحت مکان مورد بررسی باشد. به طور مثال برای طول و عرض 40 در 20 متر تعداد 50 خانه شطرنجی منتظم به ابعاد 4×4 متر همانند شکل (21) تقسیم گردد.



نمونه روش شبکه ای در اندازه گیری شدت روشنایی یک سالن

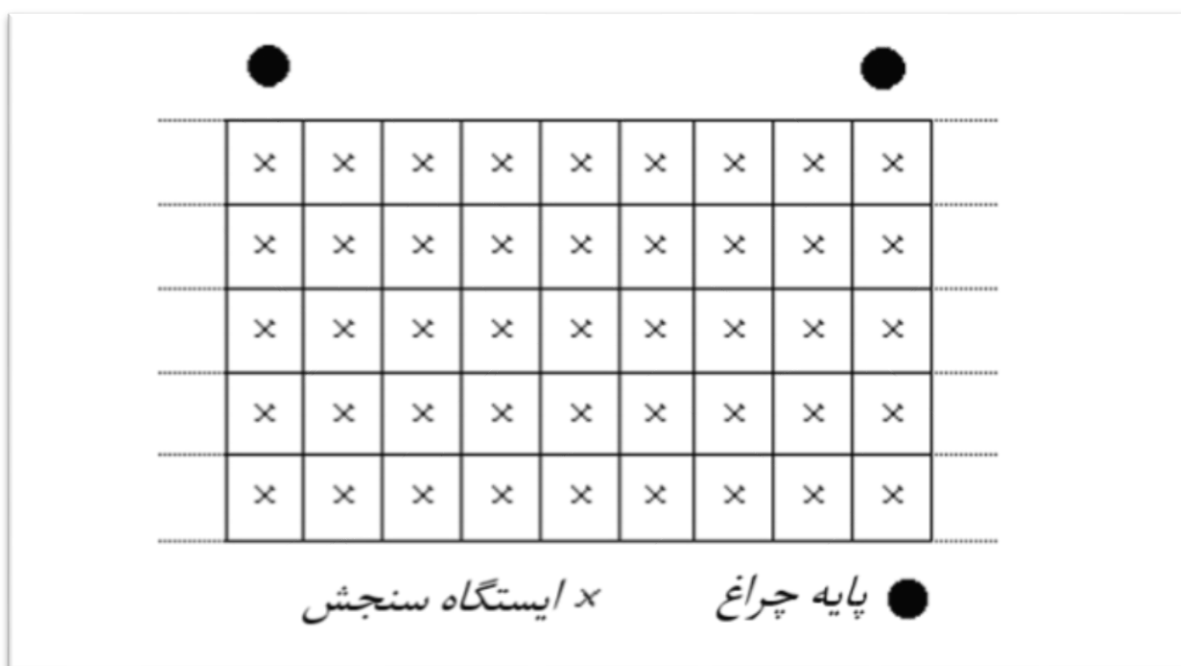


برای معابر، عرض معبر به 5 خانه و حد فاصل دو تیر به 9 خانه تقسیم می شود. در این روش اندازه گیری فقط در 5 خانه از طول معبر (حد فاصل دو تیر چراغ) و 5 خانه عرض معبر به گونه ای انجام می گردد که در ردیف اول یک ایستگاه در خط زیر چراغ و ایستگاه پنجم در وسط فاصله دو چراغ باشد. (جمعا 25 ایستگاه اندازه گیری) و ایستگاه پنجم درست باشد.

	x	x	x	x	x				
	x	x	x	x	x				
	x	x	x	x	x				
	x	x	x	x	x				
	x	x	x	x	x				
● پایه چراغ x ایستگاه سنجش									

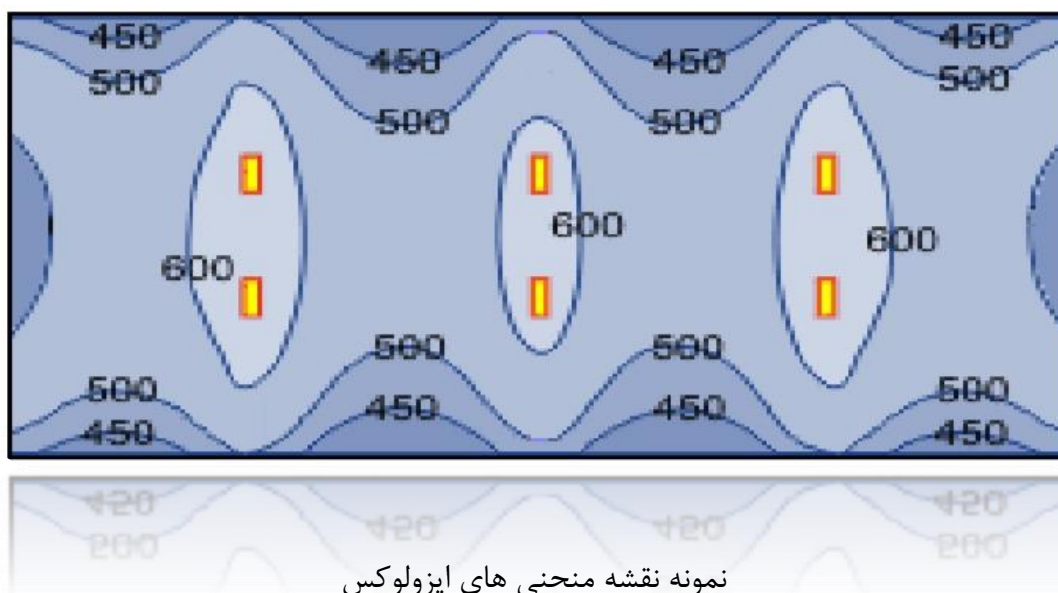
روش شبکه ای در اندازه گیری شدت روشنایی یک معبر

برای اندازه گیری روشنایی در محوطه ها شبیه به روش معابر عمل می شود، با این تفاوت که باید تمام ایستگاه های حد فاصل دو چراغ (جمعا 45 ایستگاه)



روش شبکه ای در اندازه گیری شدت روشنایی یک
محوطه

با استفاده از جدول اطلاعاتی به دست آمده از نتایج اندازه گیری شبکه ای، مقادیر و مکان شدت روشنایی حداقل و حداکثر به دست می آید. با استفاده از نتایج می توان مکان مورد نظر را به نواحی با شدت روشنایی کمتر از حد الزام و در حد الزام تقسیم و نقشه جدیدی با همین محتوا و به صورت رنگی (طوسی برای زیر حد الزام و زرد برای حد الزام و بالاتر)، به عنوان لایه اطلاعاتی کاربردی ترسیم نمود. یکی از استفاده ای مهم از نتایج اندازه گیری طبق روش شبکه ای، تهیه نقشه خطوط ایزولوکس است. با استفاده از نتایج و درون یابی مقادیر با استفاده از نرم افزارهای متداول همانند ArcGIS و SURFER می توان لایه اطلاعاتی جدیدی بر مبنای منحنی های هم اندازه شدت روشنایی (ایزو لوکس) یا بافرهای محدوده شدت روشنایی به صورت دو بعدی و سه بعدی ترسیم نمود. علاوه بر آن انجام محاسباتی که توزیع آماری مقادیر شدت روشنایی در محدوده مورد بررسی را بیان کند (به جز متوسط گیری) در گزارش دهی، مفید خواهد بود.



ملاحظه مهم:

استفاده از روش شبکه ای برای اندازه گیری روشنایی مصنوعی داخلی اگرچه دارای مزایایی است، لیکن به دلایل زیر باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد:

- 1- تعداد ایستگاه های اندازه گیری نسبتاً زیاد و اجرای این روش وقت گیر است.
- 2- با توجه به اینکه نقاط مختلف در محدوده مورد اندازه گیری ارزش هم اندازه ای ندارند، نمی توان با استفاده از آن ها به میانگینی از شدت روشنایی (که معیار اصلی ارزیابی روشنایی عمومی است) دست یافت. طبعاً انجام محاسباتی که منجر به تعیین شدت روشنایی عمومی گردد، بدون لحاظ کردن ارزش نسبی ایستگاه ها، اشتباه است.
- 3- در حدود مجاز OEL برای موارد استثناء روشنایی داخلی راه حلی پیشنهاد گردیده است. در صورتی که امکان تطبیق چیدمان چراغ ها بر یکی از الگوهای IES امکان پذیر نباشد استفاده از روش شبکه ای با حداقل 30 و حداکثر 60 ایستگاه در هر محدوده سنجش مجاز می باشد. در این روش محاسبات متوسط گیری باید به گونه ای باشد که نتایج سنجش روشنایی در ایستگاه هایی که محل استقرار کارگران است دو برابر سایر ایستگاه ها لحاظ گردد.

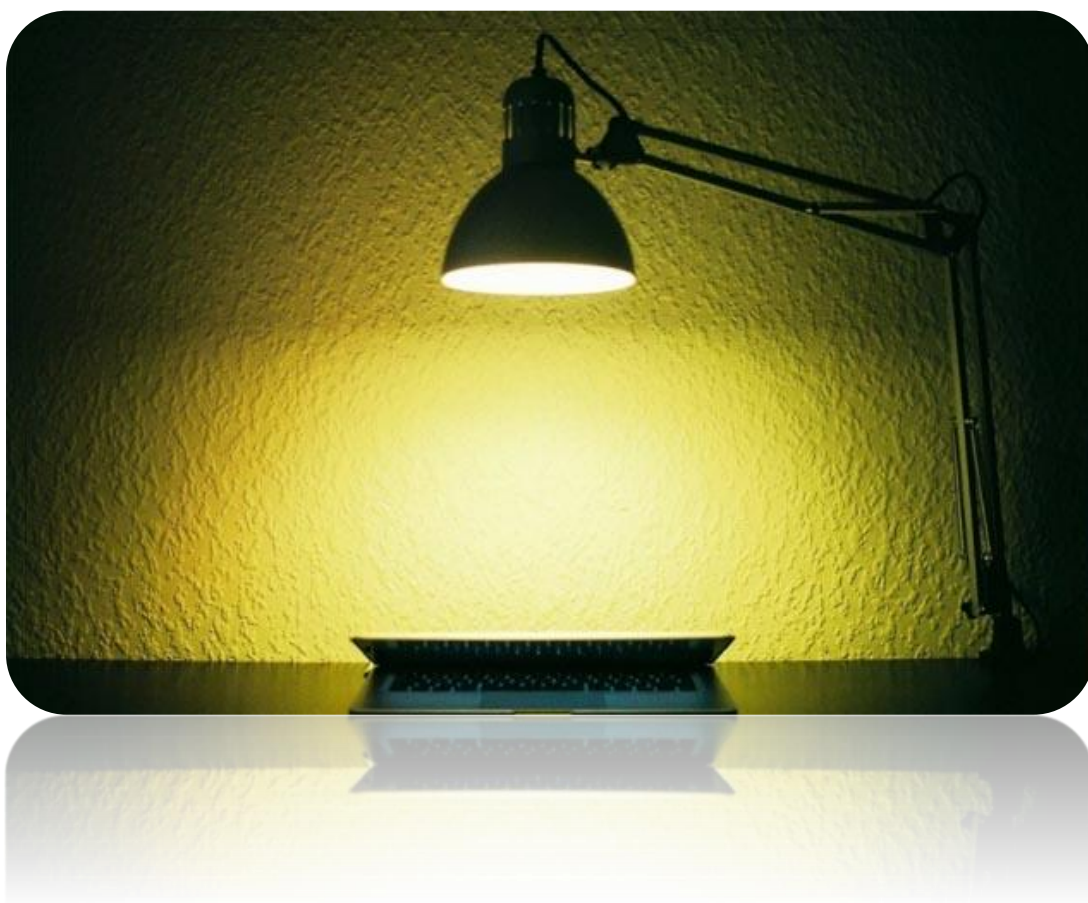
ارزیابی روشنایی تلفیقی

در بسیاری از محیط های شغلی و در ساعات روز امکان استفاده از روش هایی طبیعی به صورت منفرد یا به صورت تلفیقی با سامانه روشنایی مصنوعی وجود دارد. حال این سوال مطرح است که برای ارزیابی روشنایی در ساعات روز چگونه عمل نماییم؟ در پاسخ باید گفت که در ارزیابی روشنای عمومی اصل بر تامین روشنایی برای ساعاتی است که استفاده از روشنایی طبیعی محدودیت دارد. به طور مثال برای کارگاهی که فقط شامل شیفت روز از ساعت 7 صبح تا 4 بعد از ظهر باشد، بایستی میانگین روشنایی عمومی از حد الزامی OEL آمده با توجه به

اینکه در ساعات اولیه صبح در فصول پاییز و زمستان اثر روشنایی طبیعی بسیار ناچیز است سامانه روشنایی طبیعی باید بتواند به تنهایی شدت روشنایی مورد نیاز کارگاه را تامین نماید. طبعاً برای کارگاه هایی که شیفت دوم و سوم نیز دارند این الزام عینی تر خواهد بود. به همین دلیل اکیداً توصیه شده است که اندازه گیری روشنایی عمومی باید در شب یا ساعات ابتدا و انتهای روز انجام شود تا اثر روشنایی طبیعی در نتایج ارزیابی ایجاد خطا ننماید. در صورتی که در کارگاه مورد بررسی سامانه تلفیقی روشنایی طراحی شده باشد و تغییرات متوسط شدت روشنایی در طول روز به گونه ای باشد که هیچگاه از متوسط روشنایی مندرج در جدول 10 کمتر نشود. استفاده از روشنایی تلفیقی مجاز می باشد لیکن همانطور که در متن OEL آمده این وضعیت به هیچ وجه مجوزی برای تخفیف در معیارهای طراحی یا خاموش نمودن سامانه روشنایی در طول روز نیست. در سامانه روشنایی تلفیقی، تنظیم سهم روشنایی طبیعی و مصنوعی برای تامین متوسط شدت روشنایی عمومی به هر صورت (دستی-نیمه دستی یا خودکار) که انجام شود فقط از جهت اقتصادی یا بهبود کیفیت روشنایی قابل اعتنا خواهد بود و مجوزی برای تخفیف در معیارهای اندازه گیری ارزیابی ندارد. در بازرسی روشنایی حفظ کلیه معیارها اعم از کمی و کیفی باید در طول کل شیفت باید ملاک باشد و مقادیر شدت روشنایی مندرج در جدول 10 حداقل سطح انتظار از تامین روشنایی برای تایید مطلوبیت سامانه است.

	دستورالعمل درس روشنائی در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
اندازه گیری روشنائی موضعی		تاریخ بازنگری: تیرماه 1401

روشنائی موضعی



به نوعی از نورپردازی که برای یک کار یا مخصوص میزان مشخصی از نور را تأمین می کند نورپردازی موضعی گفته می شود . نورپردازی موضعی با نورپردازی عمومی متفاوت است . به طور مثال چراغ مطالعه نوعی روشنایی موضعی محسوب می شود . در کل اگر هدف استفاده از وسایل روشنایی ، روشن کردن فضایی خاص برای کاری خاص باشد به آن روشنایی موضعی گفته می شود بنابراین ربطی ندارد شما از چه نوع روشنایی استفاده می کنید .

لازم نیست نوری که برای یک کار خاص مانند مطالعه لازم است را برای کل محیط فراهم کنید . زیرا این کار عقلانی و مقرون به صرفه نیست . در محیط کار بهتر است نور عمومی را کم کنید و به جای آن از نور موضعی استفاده کنید . این کار موجب صرفه جویی در هزینه و ایجاد آرامش بیشتر در فضا می شود . با نور موضعی شما قدرت انتخاب بیشتری در زمینه میزان روشنایی مورد نیاز و زاویه تابش نور دارید .

در زمان انتخاب روشنایی باید به نوع فعالیت خود نیز دقت کنید . به طور مثال نور لازم برای انجام کارهای ظریف مانند نقشه کشی با خواندن کتاب متفاوت است . نور پردازی موضع باید به گونه ای باشد که تابش مستقیمی به چشم نداشته باشد . اگر میز کارتان شیشه ای است باید حواستان به خیرگی حاصل از بازتاب نور چراغ باشد . دمای رنگ چراغ خود را بهتر است در محدوده نورهای گرم انتخاب کنید زیرا نورهای گرم فضای آرام بخشی را به نسبت نورهای سرد ایجاد می کند که تمرکز شما را افزایش می دهد .

اندازه گیری روشنایی موضعی

برای اندازه گیری شدت روشنایی موضعی باید ضمن حفظ وضعیت عادی در موضع مورد سنجش، فتوسل دستگاه در موضع مورد نظر قرار داده شود و شدت روشنایی قرائت گردد.

نکات و ملاحظات مهم در این روش اندازه گیری موارد زیر است:



- 1- با توجه به هدف اندازه گیری، موضع مورد نظر که همان محل استقرار فرد مورد نظراسـت تعیین گردد
- 2- برای اندازه گیری موضعی، لوکس مترهایی که فتوسل روی آن ها نصب است مناسب نیست، زیرا به طور ناخودآگاه هنگام قرائت آن، امکان ایجاد سایه روی موضع توسط آزمایشگر وجود دارد.
- 3- دقت شود که با تغییر زاویه فتوسل میزان شدت روشنایی دریافتی توسط دستگاه تغییر میکند، لذا باید فتوسل در وضعیت مناسب قرار گیرد. برای اندازه گیری شدت شیب دار یا عمود، فتوسل باید در همان وضعیت درست روی ،روشنایی در سطح افق سطح دید کارگر قرار گیرد.

- 4- برای اندازه گیری شدت روشنایی در موضع کار، دقت شود که سایه یا نیمسایه بدن یا دست آزمایشگر روی موضع نیفتد و کارگر نیز تغییر وضعیت ندهد. در این حالت فتوسل دستگاه نورسنج باید در محدوده دید کارگر و با همان زاویه معمول قرار داده و مقدار شدت روشنایی قرائت گردد.
- 5- طبق توصیه OEL برای ارزیابی روشنایی موضعی سه ایستگاه کافی می باشد. این سه ایستگاه در سطح کار که باید مورد سنجش قرار گیرد شامل: محدوده بیشترین مدت زمان رؤیت، و دو ایستگاه در طرفین آن در محدوده دید است. در ارزیابی روشنایی موضعی هیچ یک از آن ها نباید از جدول شماره 11 بالاتر باشد.
- 6- روی سطح پایانه های تصویری سنجش شدت روشنایی اشتباه است، زیرا خود منبع روشنایی هستند برای این سطوح باید درخشندگی اندازه گیری شود.

استاندارد روشنایی موضعی:

کارهای معمول غیر دقیق ۲۵۰ لوکس،

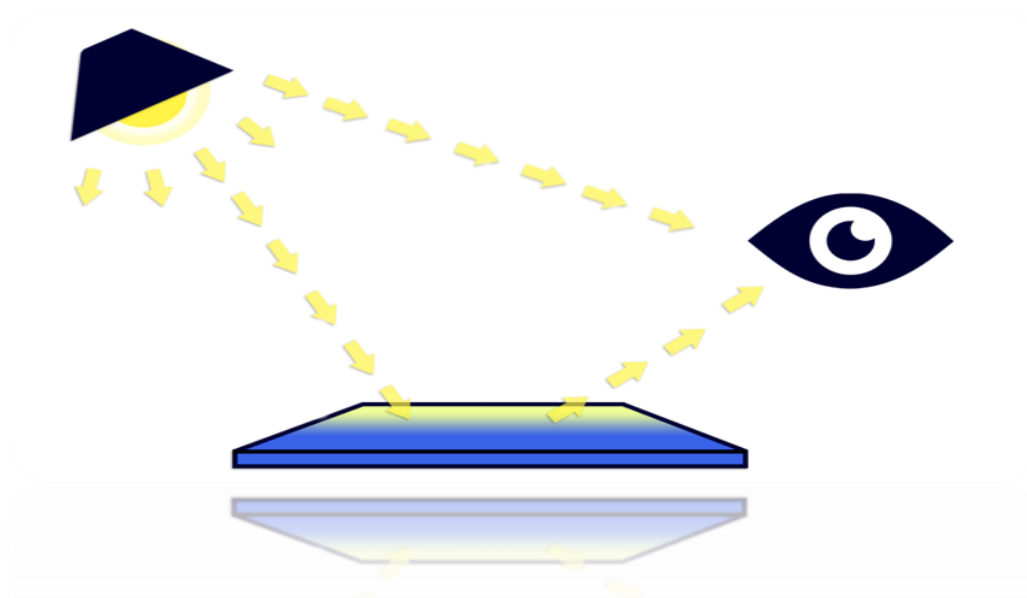
کارهای نسبتاً دقیق ۲۷۰ لوکس،

کارهای دقیق ۳۰۰ لوکس،

کارهای خیلی دقیق ۵۰۰ لوکس،

کارهای فوق العاده دقیق ۵۰۰-۱۰۰۰۰ لوکس، می باشد.

	دستورالعمل درس روشنایی در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
اندازه گیری درخشندگی، یکنواختی روشنایی		تاریخ بازنگری: تیرماه 1401



درخشندگی:

درخشندگی یا چگالی سطحی نور با نماد (L) و واحد cd/m^2 Nit 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 کننده چگالی سطحی نور در منبع تولید یا روی سطوح بازتابشی است. روئیت اشیاء و تشخیص در حد تاریکی و

روشنی در حداقل درخشندگی $0/01 \text{ cd/m}^2$ میسر است. در درخشندگی بالاتر از 3 cd/m^2 دید رنگ ها آسان می شود. درخشندگی بالاتر از 100 cd/m^2 ممکن است چشم را دچار خستگی نماید یا سبب آزار ناظر گردد، در شرایطی که چشم انسان در معرض درخشندگی یک منبع یا یک سطح منعکس کننده با درخشندگی بالا قرار گیرد، به علت صدمه موقت به شبکیه و تحریک ناپذیری بخشی از آن می گردد، در کتاب OEL حد مجاز درخشندگی سطوح و منابع محدوده دید شاغلین ، برای مدتی دچار خیرگی می گردد. 1000 nit تعیین شده است. مثال هایی از درخشندگی منابع روشنایی در جدول (3) آمده است.

جدول (۳) مثال هایی از درخشندگی منابع روشنایی

منبع روشنایی	درخشندگی cd/m^2
خورشید در هنگام ظهر	2×10^9
لامپ رشته ای ۱۰۰ وات ساده (مات)	$(8 \times 10^4) \times 10^5$
سطح لامپ فلورسنت	1×10^3
سطح لامپ گازی بخار جیوه فشار ۲ اتمسفر	7×10^6
سطح لامپ گازی بخار سدیم فشار بالا	$440 - 620 \times 10^4$
سطح لامپ متال هالید شفاف	$470 - 1100 \times 10^4$

یک رابطه مهم بین درخشندگی، ضریب بازتابش و شدت روشنایی سطوح وجود دارد که از این سه جزء در صورت داشتن دو کمیت، سومی قابل محاسبه خواهد بود:

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

L درخشندگی سطح cd/m^2

E شدت روشنایی روی سطح Lx

ρ ضریب بازتابش نور سطح (۰-۱)

مثال: در صورتی که شدت روشنایی یک سطح فلزی از جنس آلومینیوم با ضریب انعکاس ۰/۷ برابر Lx ۳۰۰ باشد، درخشندگی سطح چقدر است؟

$$L = \frac{0.7 \times 300}{3.14} = 66.88 \text{ } cd/m^2$$

اندازه گیری درخشندگی منابع و سطوح

درخشندگی را به وسیله دستگاهی به نام لومینانس متر اندازه می گیریم. برای اندازه گیری درخشندگی منابع، کافی است با استفاده از یک فشتومتر با قابلیت اندازه گیری درخشندگی، روی سطح قابل رؤیت چراغ یا لامپ آن متمرکز و مقدار درخشندگی اندازه گیری شود. باید توجه داشت که چراغ به حداکثر نوردهی خود رسیده باشد. به همین دلیل توصیه شده است که بهتر است بعد از یک ساعت از روشن بودن چراغ درخشندگی سطح آن از زاویه و فاصله دید ناظر (یا کارکنان) اندازه گیری شود. با توجه به اینکه فتومترهای سنجش درخشندگی شامل سلول داخلی و سلول خارجی هستند، توصیه می شود به منظور تضمین دقت در زاویه فتوسل مربوطه از فتومترهای سلول داخل که دارای تنظیم چشمی (همانند دوربین) هستند، استفاده شود. هرچه سطح درخشنده کوچکتر باشد یا سطح فتوسل دستگاه با سطح درخشنده غیر مقابل باشد احتمال خطای اندازه گیری بالاتر است. برای اندازه گیری درخشندگی سطوح، لازم است که در حالت معمول کار سامانه روشنایی و زمانی که منابع در حداکثر نوردهی خود هستند با تمرکز دایره زاویه یاب چشمی دستگاه روی سطح مورد نظر در فاصله ناظر (یا کارکنان) درخشندگی آن اندازه گیری شود. طبق توصیه OEL برای ارزیابی درخشندگی سه موضع کافی می باشد. این سه ایستگاه در سطح کار که باید مورد سنجش قرار گیرد شامل: محدوده بیشترین مدت زمان رؤیت، سطح مقابل دید که معمولاً دیوار یا پنجره است و سطح زمینه محدوده دید که معمولاً سطح زمین است در ارزیابی روشنایی درخشندگی هیچ یک از آن ها از نباید از 1000 cd/m^2 بالاتر باشد.



لومینانس متر (درخشندگی سنج)

راه کارهایی برای کنترل درخشندگی سطوح:

- 1- حداقل استفاده از سطوح با ضریب بازتابش بالا برای سطوح کاری
- 2- کاهش شدت روشنایی ایجاد شده بر روی سطوح (در صورت امکان)

راه کارهایی برای کنترل درخشندگی منابع نور:

- 1- استفاده از چراغ هایی که عمق آن ها (از سر لامپ یا چسپ LED تا لبه چراغ) از اندازه دهانه چراغ بیشتر است.
- 2- استفاده از تجهیزات جانبی چراغ ها مانند لوور، شیدر، بافل، دیفیوزر و غیره که سبب مخفی شدن لامپ یا چسپ LED می شود.
- 3- استفاده از چراغ هایی با تابش غیر مستقیم، نیمه غیر مستقیم و یا نیمه مستقیم

4- استفاده از چراغ های گسترده و پهن یعنی گستردگی سطح چراغ عاملی برای کاهش درخشندگی آن است به طوریکه اگر دو چراغ با شدت نور یکسان داشته باشیم ، چراغی که سطح کوچکتري دارد، درخشنده تر به نظر خواهد رسید.

5- نصب چراغ خارج نواحی آزار دهنده

6- نصب چراغ در کانال های سقفی (با ایجاد تو رفتگی هایی در سقف و نصب چراغ)

یکنواختی روشنایی چیست؟

یکنواختی روشنایی به نسبت حداقل روشنایی به میانگین روشنایی در یک سطح معین اشاره دارد. هرچه توزیع نور یکنواخت تر باشد ، نور بهتر می شود ، تجربه بصری راحت تر ، یکنواختی روشنایی به 1 نزدیک تر می شود. هرچه کوچکتر باشد ، خستگی بینایی نیز کوچکتر است. یکنواختی نور رابطه مستقیمی با پخش نور (که در ادامه به توضیح آن خواهیم پرداخت) دارد. و همانطور که از اسم این پارامتر مشخص است، یکنواختی نور به میزان پخش نور در در محیط گفته می شود و از رابطه زیر بدست می آید :

یکنواختی نور به میزان پخش نور در در محیط گفته می شود و از رابطه زیر بدست می آید:

$$U_0 = E_{\min} / E_{\text{Avg}}$$

پخش نور

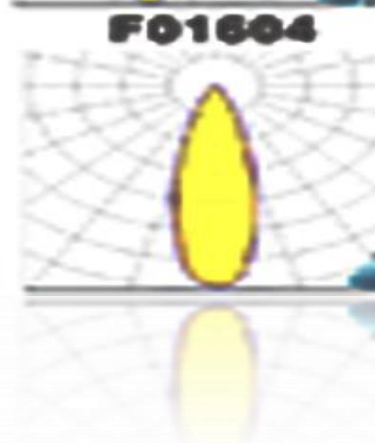
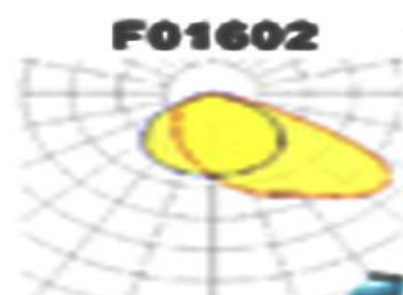
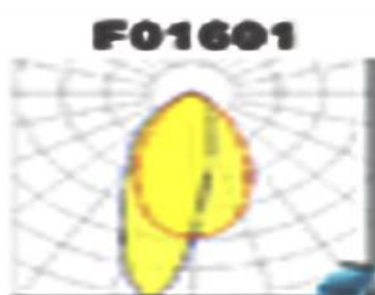
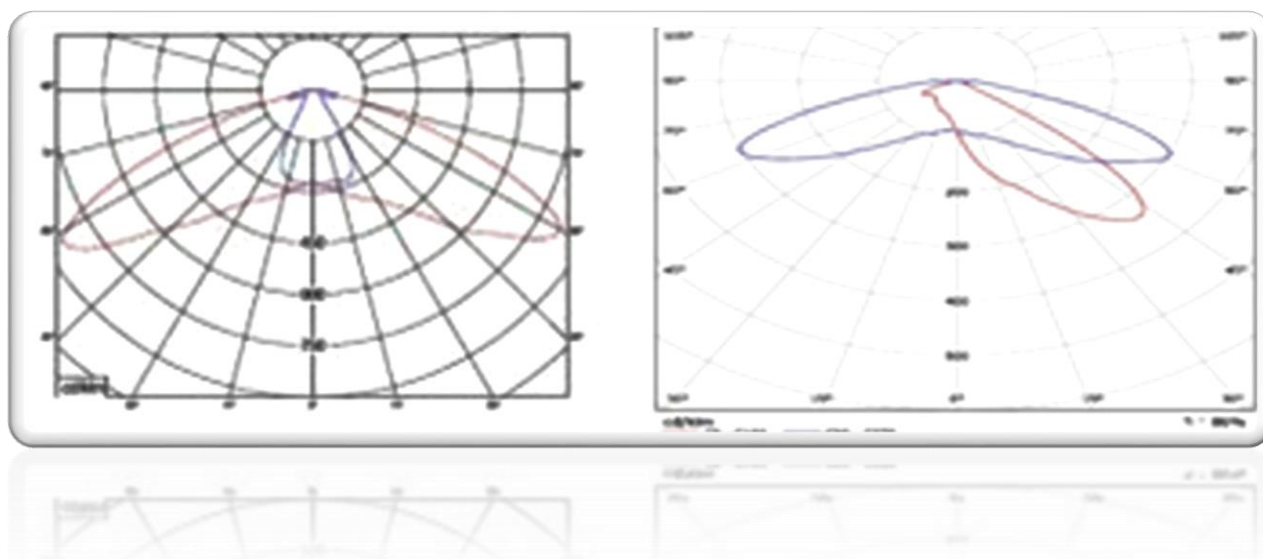
به میزان شار نوری که در زاویه ای مشخص منتشر می شود پخش نور گفته می شود. بعبارت دیگر به شار نوری مترakم شد در زاویه ای خاص پخش نور می گویند. که هر چه این زاویه بزرگتر باشد پخش نور گسترده تر می شود و همین امر بر یکنواختی نور نیز تاثیر مثبت یا منفی زیادی دارد.



منحنی پخش نور (Light Distribution Diagram)

صفحه مندرجی در مقابل منبع نور قرار می دهند و با توجه به میزان شار نوری دریافت شده، تراکم آن را اندازه گیری می کنند و نموداری رسم می گردد که به آن منحنی پخش نور می گویند.

انواع پخش نور :



	دستورالعمل درس روشنایی در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
اندازه گیری و ارزیابی روشنایی و ضریب یکنواختی در یک محیط کاری و صنعتی و گزارش نویسی آن انجام پروژه		تاریخ بازنگری: تیرماه 1401



اندازه گیری و ارزیابی روشنایی

نظارت بر تأمین، حفظ و ارتقاء روشنایی مطلوب به همراه تأمین پارامترهای کیفی برای اهداف بهداشت، ایمنی و آسایش، مستلزم اندازه‌گیری و ارزیابی روشنایی در معابر، محوطه‌ها و داخل اماکن صنعتی و شغلی است. نظر به اینکه اندازه‌گیری و ارزیابی روشنایی در محیط‌های مختلف نیازمند روش مناسب می‌باشد، شناخت کامل در مورد اصول و روش‌های اندازه‌گیری، خصوصیات محیط، حدود الزامی، نیاز استفاده‌کنندگان و جنبه‌های کیفی تأمین روشنایی دارای اهمیت است. مهم‌ترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی روشنایی در نظر گرفته شود، شامل موارد زیر است:

الف - تعیین هدف اندازه‌گیری

ب - انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری

ج - گردآوری اطلاعات مورد نیاز از محل و نیازهای شاغلین

د - تعیین زمان اندازه‌گیری

ه- تعیین روش مناسب اندازه‌گیری

و- شناخت و توجه به حدود الزامی روشنایی عمومی، موضعی، محوطه‌ای و جاده‌ای

هدف اندازه گیری

قبل از اقدام به اندازه گیری باید هدف کار معلوم گردد. برای دستیابی به هر هدف، روش، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت میباشد. اندازه گیری روشنایی می تواند به منظورهای گوناگونی انجام گردد:

الف- اندازه گیری محیطی: بهمنظور تعیین توزیع شدت روشنایی و متوسط آن، توزیع درخشندگی روی سطوح محیط و بازرسی روشنایی از دیدگاه ایمنی و بهداشت

ب- اندازه گیری موضعی: برای مشخص نمودن شدت روشنایی یا درخشندگی در موضع کار یا موضع خاص

ج- اندازه گیری بهم منظور ارزیابی فنی و ممیزی انرژی

وسایل اندازه گیری



اندازه گیری شدت روشنایی با دستگاهی بنام نورسنج یا لوکس مترانجام میشود. نورسنج ها انواع مختلفی دارند ولی همه آنها در خصوصیات و قابلیت هایی مشترک هستند. هر نورسنج از سه جزء اساسی: دریافت کننده، پردازشگر و نمایشگر تشکیل شده است. دریافت کننده شامل حسگر و سیم رابط است. حسگر نورسنج، سلول فتوولتاییک حالت یا فتوسل 2 از جنس سلنیوم، آرسنید گالیوم یا سیلیکون و معروف به سلول فتوالکتریک 2 جامد است. سلول فتوالکتریک انرژی نورانی را در موضع قرارگیری خود دریافت و میزان هم ارز انرژی الکتریکی آن را به مدار تقویت کننده و پردازشگر دستگاه گسیل میکند. برای حسگرهای نور پایین از سولفید کادمیوم و سلنید کادمیوم استفاده می شود. پردازشگر جریان الکتریکی رسیده را تقویت و با توجه به اصول حاکم بر معادلات فیزیک نور پردازش و در صورت نیاز برخی محاسبات را نیز بر روی آن انجام میدهد. در صورتی که دستگاه دارای حافظه باشد، پردازشگر میتواند مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین را ذخیره نماید. یکی از قابلیت های مهم دستگاه نورسنج سرعت پاسخ آن است. اغلب این دستگاه ها در محدوده پاسخ معمولی هستند و تغییرات سریع شدت روشنایی را حس نمیکنند. برخی از دستگاه ها برای منظورهای خاص (مانند حرکت در داخل تونلها) می توانند تغییرات سریع شدت روشنایی را نیز دریافت و ثبت نمایند. پردازشگرها دارای مبنای محاسبات هستند و مبنای آنها معمولاً لوکس می باشد. دقت اندازه گیری نیز یکی دیگر از خصوصیات پردازشی دستگاه است که به دریافت کننده نیز مربوط می باشد. امروزه اغلب دستگاه ها دیجیتال بوده و دقتی در حد 0/1 لوکس دارند و برای بازرسی های معمول مناسب هستند، اما در انجام اندازه گیری دقیق و امور پژوهشی ممکن است به دقت 0/01 و بالاتر نیاز باشد که سازندگان معتبری همچون کمپانی Hagner نیز چنین دستگاه هایی را به بازار عرضه نموده اند. قابلیت دستگاه در اندازه گیری محدوده شدت روشنایی یکی دیگر از معیارهای انتخاب است. اغلب دستگاه های معمولی شدت روشنایی را تا 20000 لوکس، مدل های بالاتر تا 50000 لوکس و مدل های پیشرفته تا 100000 لوکس اندازه گیری می نمایند بدیهی است که با توجه به هدف اندازه گیری و نیاز، می توان انواع آنها را تهیه نمود. نورسنج هایی که هم اکنون به صورت دیجیتال یا حتی عقربه ای در بازار موجود هستند، با توجه به محدوده وسیع اندازه گیری توسط یک سلکتور به چند بخش

$100 \times X, 10, X, 1 \times X$ یا بالاتر تقسیم شده اند. نکته مهم در به کارگیری دستگاه این است که در انتخاب های غیر از $1 \times X$ دقت اندازه گیری کاهش می یابد. نمایشگرهای فعلی اکثراً دیجیتال هستند و خطای قرائت در آنها منتفی می باشد. لیکن مشکلات مربوط کثیف بودن سطح فتوسل، تغییر رنگ سطح آن و کیفیت باتری می تواند بر کار نورسنج تأثیر نامطلوب داشته باشد. توصیه می شود ضمن نگهداری مطلوب و تمیز بودن سطح فتوسل، همواره از باتری های مرغوب و ترجیحاً آلکالین استفاده شود.

روش کار با دستگاه نورسنج

برای اندازه گیری شدت روشنایی روی یک سطح باید بدون تغییر در شرایط محیط و ایجاد سایه یا نیم سایه مزاحم، فتوسل دستگاه روی سطح مورد نظر قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت شود. تغییر زاویه قرارگیری فتوسل باعث خطا در اندازه گیری می شود. در اندازه گیری محیطی باید فتوسل در ارتفاع مورد نظر (ارتفاع عمومی سطح کار) به طور افقی قرار گیرد و شدت روشنایی قرائت گردد.

گردآوری اطلاعات مورد نیاز



اولین مرحله از فرایند اندازه گیری و ارزیابی روشنایی، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط مورد سنجش کار و نیازهای استفاده کنندگان می باشد. در این مرحله ابتدا باید نقشه ساده ای از محیط مورد نظر که دارای مقیاس و مشخصات مهم مرتبط با تأمین روشنایی باشد تهیه، گردد، سپس با کد بندی نقشه، اطلاعات مربوط به هر کد شامل: محل های تردد و توقف افراد مدت زمان کار آنان و اطلاعات مربوط به میزان دقت مورد نیاز و سایر موارد مهم لیست شود. در مرحله بعد، علاوه بر اطلاعات فوق الذکر، ابعاد بنا، مشخصات اپتیکی و جنس سطوح داخلی، مشخصات فنی سامانه روشنایی مانند پارامترهای طراحی، خصوصیات منابع روشنایی و درصد لامپ های سوخته، نحوه نگهداری سامانه و سایر اطلاعات ضروری به فهرست اطلاعات اضافه و در فرم مربوطه ثبت گردد. در مورد روشنایی محوطه ای و جادهای نیز شبیه به این اطلاعات باید تهیه شود

الزامات روشنایی

ردیف	نام محل	حداقل LUX	حداکثر LUX
۱	تمام کارهای عمومی	۲۰۰	۵۰۰
۲	ماشین نویسی و محل دیکته کردن	۳۰۰	۶۰۰
۳	حسابداری و استفاده از ماشین حساب	۳۰۰	۶۰۰
۴	بایگانی	۱۰۰	۳۰۰
۵	اتاق نقشه کشی	۵۰۰	۱۰۰۰
۶	اتاق کنفرانس	۳۰۰	۵۰۰
۷	اتاق انتظار و اطلاعات	۱۵۰	۵۰۰
۸	پلکان	۱۰۰	۱۵۰
۹	راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۱۰	موتور خانه	۱۵۰	۳۰۰

مقادیر الزامی برای روشنایی عمومی و موضعی در محیط های بسته، محوطه ها و معابر محدوده های صنعتی و شغلی توسط مرکز سلامت محیط و کار در کتاب حدود مجاز آمده است که در حال حاضر معیار OEL مواجهه شغلی تحت عنوان مقادیر الزامی هم ارز با کشوری برای ارزیابی روشنایی در محیط های کار می باشد. در

این حدود علاوه بر معیار شدت روشنایی سایر معیارهای کمی و کیفی مرتبط با تأمین روشنایی مطلوب آورده شده است که در فرایند ارزیابی روشنایی مد نظر قرار می گیرد.

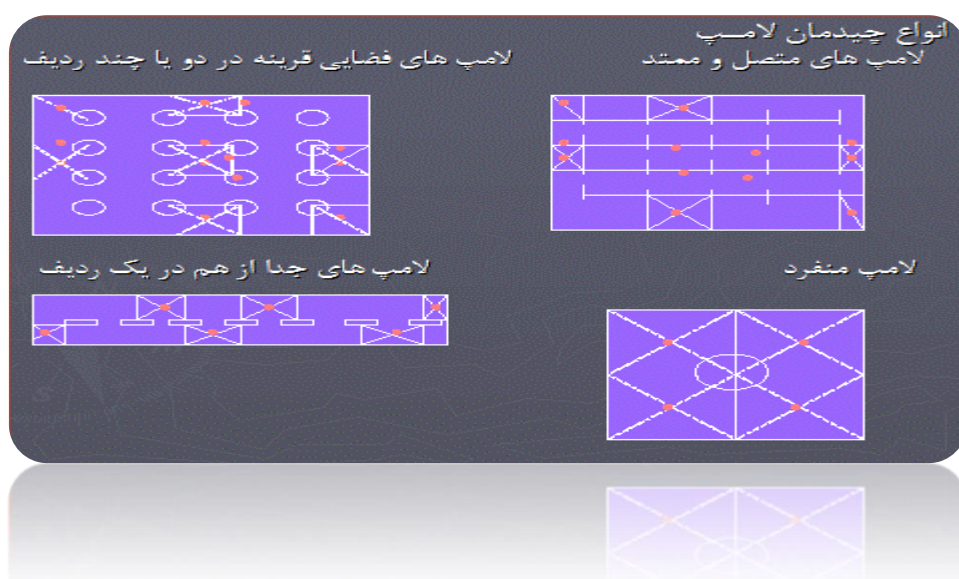
زمان اندازه گیری



یکی از معیارهای مهم در تأیید اعتبار نتایج اندازه گیری روشنایی، زمان آن است. تأثیر تابش نور روز در ساعات مختلف بر کمیت روشنایی داخل اماکن انکارناپذیر است، لذا میتوان اثبات نمود که شدت روشنایی داخل بنا در ساعات مختلف روز اگرچه وابسته به تابش منابع مصنوعی نور است، اما کمیت تابش نور خورشید به داخل مکان مورد نظر نیز اثر افزایشی دارد. پیش از طلوع آفتاب و هنگام غروب آن و همچنین روزهای ابری اثر تابشی خورشید در داخل بناها حداقل است. در مقابل، ساعات میانی روزهای آفتابی تابش نور خورشید در داخل اماکن با عمق فضای محدود، استفاده از روشنایی مصنوعی را منتفی می کند. در اماکن مسقف بزرگ مانند کارگاه ها و سالن های عمومی تغییرات اثر تابشی نور طبیعی به دلیل عمق فضا، کمتر است. در ساعات تاریکی شب که تابش طبیعی تقریباً به صفر میرسد،

سامانه روشنایی مصنوعی باید کارایی کافی در تأمین شدت روشنایی مورد نیاز داشته باشد. به دلایل فوق می توان گفت که انتخاب ساعت اندازه گیری دارای اهمیت زیادی است. برای ارزیابی روشنایی مصنوعی محوطه ها و معابر طبعاً باید برای اندازه گیری شدت روشنایی و درخشندگی در شب انجام گردد. برای اماکن شغلی و صنعتی لازم است اندازه گیری در شب انجام گردد. در صورتی که انجام اندازه گیری در شب مقدور نباشد این کار باید پیش از طلوع آفتاب یا بعد از غروب آن به گونه ای انجام شود که نور طبیعی اثر مزاحمتی در هیچ یک از ایستگاه های مورد سنجش نداشته باشد. به هر حال ساعت، تاریخ و شرایط اندازه گیری باید در فرم مربوطه قید گردد زیرا نتایج فقط برای آن شرایط معتبر است. معیار اعلام شده توسط OEL برای تضمین کفایت و مطلوبیت روشنایی در شرایط نبود یا کمبود روشنایی طبیعی در محیط کار است و باید در تمام محل های کار تأمین شده باشد. طبعاً در صورتی که برای ساعات معینی از روز امکان به رهگیری تلفیقی از روشنایی طبیعی و مصنوعی امکان پذیر باشد، خاموش نمودن بخشی از سامانه روشنایی مصنوعی مجاز است به شرط اینکه معیارهای مربوط به کمیت و کیفیت روشنایی حفظ گردد.

روش های اندازه گیری روشنایی



دستیابی به نتایج روشن و ارزیابی معتبر در اندازه گیری روشنایی، ضروری است که به دور از افراط و تفریط با استفاده از راهکارهای مدون شده و علمی، به اندازه گیری روشنایی پرداخت. بر اساس اهداف بازرسی روش های اندازه گیری روشنایی در محیط های کار را می توان در دو مبحث مهم اندازه گیری روشنایی عمومی و موضعی تقسیم نمود.

ارزیابی روشنایی در بیمارستان



تجهیزات و روش اندازه گیری روشنایی:

فتومتر **Hagner** ساخت سوئد (**EC1** و **SCREEN MASTER**)



تجهیزات اندازه گیری :

طیف اندازه گیری ۰/۱ تا ۲۰۰ هزار لوکس ، صفحه دیجیتالی ، سل سرخود ، نشانگر وضع باتری ، کالیبراسیون اتوماتیک ، باتری ۹ ولت برای ۲۰ ساعت کار مداوم

مشخصات دستگاه:

اندازه گیری با دستگاه لوکس متر با دقت ۰/۱ لوکس و در ارتفاع سطح کار.

روش اندازه گیری:

مکان های با تردد محدود افراد ۱۰۰ لوکس ،
مکان های با توقف محدود افراد ۱۵۰ لوکس .
کار های غیر دقیق ۲۰۰ لوکس ،
کارهایی با دقت متوسط ۲۵۰ ،
و کارهای دقیق ۳۰۰ لوکس می باشد.

استاندارد روشنایی عمومی

داخلی:

محوطه عمومی کارگاه ها ، توقف گاه ها و بار انداز ها ۵۰ لوکس
راه های اصلی و شریانی ۲۰ لوکس
راه های فرعی ۱۵ لوکس
پیاده رو ها ۲۰ لوکس
تونل های عبور سواره ۵۰ لوکس می باشد.

استاندارد روشنایی عمومی

محوطه های باز:

کار های معمول غیر دقیق ۲۵۰ لوکس،
کار های نسبتاً دقیق ۲۷۰ لوکس،
کار های دقیق ۳۰۰ لوکس،
کار های خیلی دقیق ۵۰۰ لوکس،
کار های فوق العاده دقیق ۵۰۰-۱۰۰۰۰ لوکس، می باشد.

استاندارد روشنایی موضعی:

برای فعالیت های موقت با خطر پائین ۱۰ لوکس و خطر بالا ۲۰ لوکس ،
محدوده خروج اضطراری ۵۰ لوکس در کف ، می باشد.

استاندارد روشنایی

اضطراری:

گزارش اندازه گیری روشنایی موضعی

مشخصات محل اندازه گیری

نام شرکت:	بیمارستان جواد الائمه	محل اندازه گیری:	واحد های اداری
زمینه فعالیت:	بهداشتی درمانی	ساعت اندازه گیری:	۰۹:۳۰
تاریخ اندازه گیری:	۱۴۰۰/۰۶/۲۸	نوع فعالیت:	اداری، تمریزی و تایپی
وضعیت جوی:	آفتابی	تعداد شاغلین واحد:	نفر

حداقل شدت روشنایی موضعی مورد نیاز

برای کارهای معمول غیر دقیق (مشاغل تولیدی و تعمیرات عادی) ۲۵۰ لوکس می باشد.
برای کارهای دقیق (مشاغل اداری، تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی) ۳۰۰ لوکس می باشد.

میزان درخشندگی سطوح

در روی سطح کار (بیش زمان دید)	۱۰۰	کاندلا بر متر مربع	میزان درخشندگی مطلوب در محدوده
در سطوح مقابل (پنجره ها منابع یا دیوارها)	۱۵۰	کاندلا بر متر مربع	کمتر از ۱۰۰۰ کاندلا بر متر مربع می باشد.
در سطح زمین (محدوده دید)	۳۵	کاندلا بر متر مربع	

مشخصات دستگاه اندازه گیری

نام دستگاه:	لوکس متر Hagner	مدل دستگاه:	Screen master
-------------	-----------------	-------------	---------------

*ماخذ استاندارد: حدود تماس شغلی عوامل بیماریزا(مرکز مدیریت سلامت محیط و کار وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی)

پیوست شماره ۱: گواهی کالیبراسیون Screen Master

ردیف	واحد	ایستگاه اندازه گیری	شدت روشنایی (Lux)	نوع و تعداد منابع			نوع و تعداد منابع خاموش	پوشش پنجره ها	رنگ و جنس سطوح			ارزیابی
				فلورسنت	تک مصرف	LED			دیوار	کف	سقف	
۱	آزمایشگاه	میز میکروسکوپ	۳۰۰	۸			۵	پسته	سنگ کرم	کف سفید		مناسب
۲		میز کار	۳۸۰	۸			۳	—				مناسب
۳	ایستگاه پرستاری داخلی	میز استیشن	۶۸۰	۴			—	مناسب				
۴	بخش دیالیز	ابتدای راهرو	۴۶۰	۲۴			۱۴	باز				مناسب
۵	مدیریت پرستاری	وسط راهرو	۴۴۱	۸			۴	باز				مناسب
۶	اتبار دارویی	انتها راهرو	۳۰۰	۲۴			۱۲	نیمه باز				مناسب
۷	اتاق داخلی	ابتدای قفسه	۶۲۰	۲۴			۲	پسته				مناسب
۸		وسط قفسه	۶۳۴									مناسب
۹		انتهای قفسه	۶۸۰									مناسب
۱۰		ابتدای قفسه	۵۲۰									مناسب
۱۱	مدیریت اطلاعات	وسط قفسه	۳۶۰	۱۲			۲	پسته		مناسب		
۱۲		انتهای قفسه	۴۹۶							مناسب		
۱۳		قفسه	۳۳۰							مناسب		
۱۴		وسط قفسه	۳۱۲							مناسب		
۱۵	راهروی اورژانسی	ابتدای راهرو	۴۹۶	۶			—	—		سنگ سفید	کاذب سفید	مناسب
۱۶		وسط راهرو	۸۷۰									مناسب
۱۷		انتهای راهرو	۷۸۰									مناسب
۱۸	ایستگاه پرستار اورژانسی	میز کار ۱	۱۰۳۳	۳			—	—	MDF قهوه ای	MDF سفید	مناسب	
۱۹		میز کار ۲	۷۸۹								مناسب	
۲۰	رادیولوژی	میز کار منشی	۳۰۰	۲								مناسب

مهر و امضاء مسئول فنی شرکت
 کپی برداری تنها با اجازه مکتوب آزمایشگاه امکانپذیر است