

مدیریت انرژی سیستم‌های روشنایی

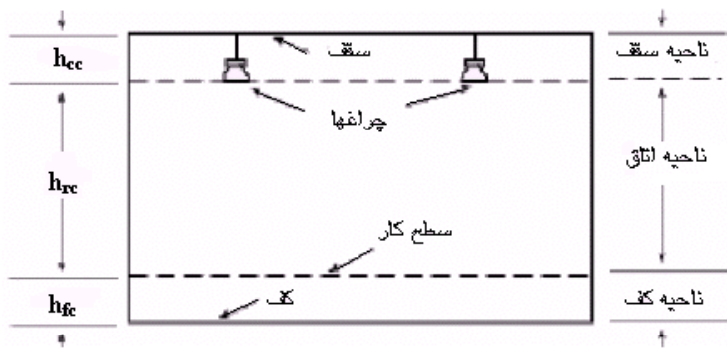
دکتر علی اکبر عالم رجبی

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مکانیک

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اساس طراحی روشنایی داخلی

مراحل طراحی روشنایی داخلی مصنوعی



$$RCR = \frac{5h_{rc}(L+W)}{LW}$$

$$TLLF = TF \times VF \times RSDD \times LDD \times LLD \times (1-LBF) \times LSD \times BF$$

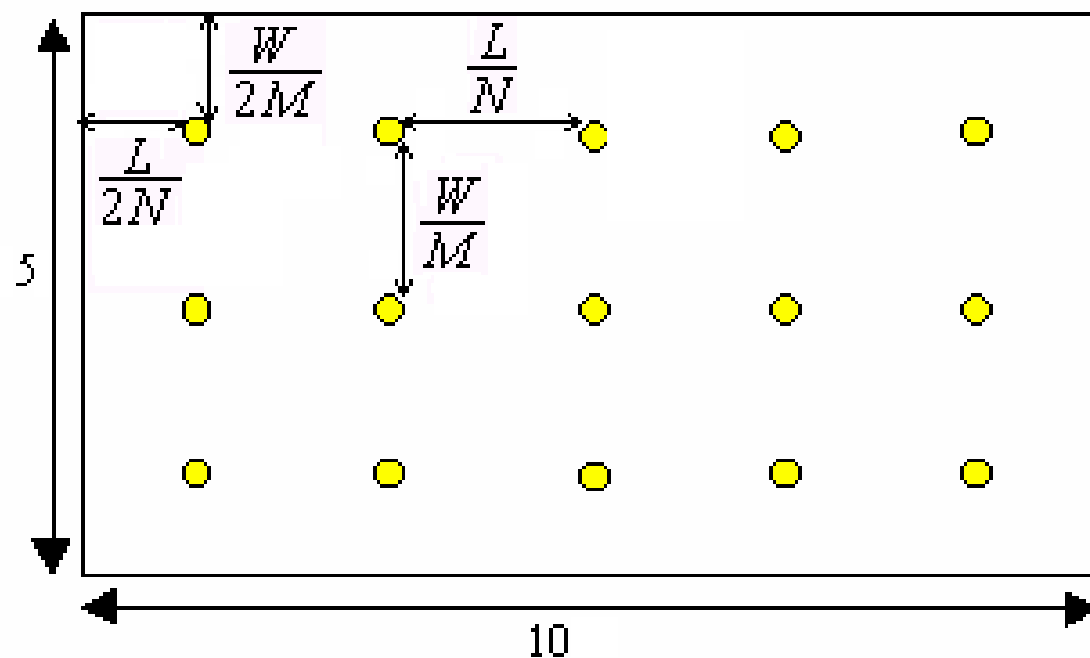
$$\phi_t = \frac{E_{av} \times A}{CU \times TLLF}$$

$$n = \frac{\phi_t}{\phi_l}$$

۱. انتخاب سیستم روشنایی
۲. انتخاب لامپ و چراغ
۳. تعیین متوسط شدت روشنایی مورد نیاز E_{avg}
۴. تعیین ارتفاع طراحی و محاسبه نسبت فضا
۵. محاسبات و تعیین ضرایب انعکاس سطوح داخلی و ضرایب مؤثر آنها
۶. تعیین ضریب بهره روشنایی سیستم CU
۷. تعیین ضریب مجموع افت روشنایی TLLF

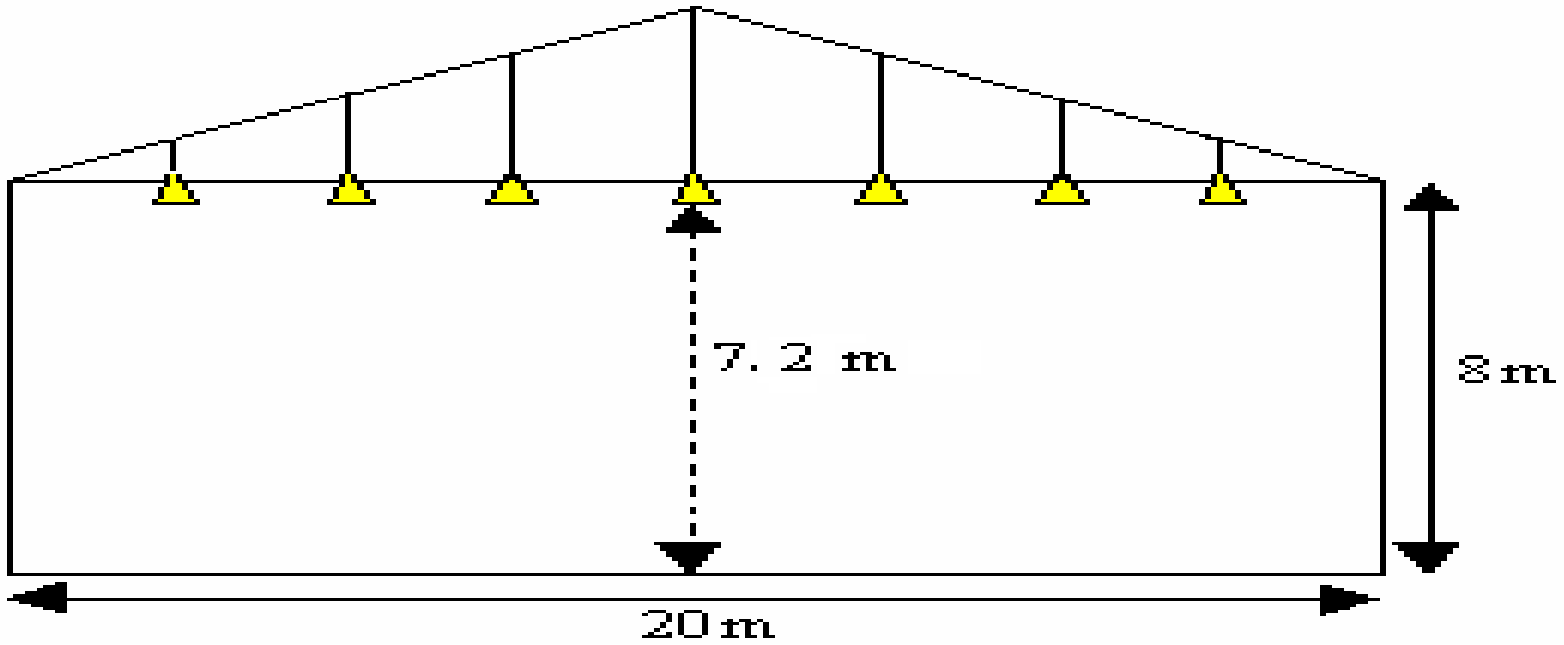
۸. محاسبه توان نوری کل مورد نیاز
۹. محاسبه تعداد چراغ مورد نیاز
۱۰. چیدمان چراغها
۱۱. کنترل محاسبات
۲۱. ترسیم نقشه ها

نحوه چیدمان چراغها



M - تعداد ردیف N - تعداد چراغ در ردیف

نحوه نصب چراغها



جدول خلاصه محاسبات طراحی

نام پروژه: طراحی روشنایی انبار لوازم خانگی		مشخصات مهم:		نوع فعالیت: انبار	
ردیف		ملاحظات ویژه:		سیستم روشنایی مورد نیاز: مستقیم	
ردیف	وضعیت کارگاه	مقادیر	ردیف	کمیات طراحی	مقادیر
۱	طول کارگاه m	۹۰	۱۶	رنگ دهی (%)	۶۵
۲	عرض m	۳۰	۱۷	عمر لامپ (هزار ساعت)	۲۴
۳	مساحت m^2	۲۷۰۰	۱۸	توان الکتریکی چراغ W	۲۵۰
۴	ارتفاع چابلی m	۸	۱۹	توان نوری چراغ (lumen)	۱۵۰۰۰
۵	ارتفاع تاج (حداکثر) m	۱۰	۲۰	شدت روشنایی مورد نیاز (lux)	۲۰۰
۶	ارتفاع سطح کار m	-	۲۱	ضریب نگهداری چراغ TLLF	۰/۶۹۳
۷	ارتفاع نصب چراغ از سطح کار (ارتفاع طراحی) m	۷/۴	۲۲	ضریب بهره نوری سیستم روشنایی CU	۰/۷۷۴
۸	ارتفاع آویز چراغ m	۲۵-۰/۶	۲۳	ضریب بهره اصلاح شده سیستم روشنایی	۰/۶۹۷
۹	متوسط ضریب انعکاس سقف	۰/۷	۲۴	توان نوری مجموع مورد نیاز سیستم lm	۱۱۱۲۱۶
۱۰	ضریب انعکاس مؤثر سقف	۰/۶۶	۲۵	تعداد چراغ مورد نیاز	۷۵
۱۱	متوسط ضریب انعکاس دیوار	۰/۵	۲۶	فاصله مجاز چراغها m	۱/۱/۱
۱۲	متوسط ضریب انعکاس کف	۰/۳	۲۷	فاصله چراغها در عرض بنا m	۶
۱۳	ضریب انعکاس مؤثر کف	۰	۲۸	فاصله چراغها در طول بنا m	۶
۱۴	RCR محاسبه شده	۱/۶۴	۲۹	شدت روشنایی هنگام اجرا lux	۲۹۰
۱۵	نوع و شماره چراغ: گازی جیوه‌ای	۱۶	۳۰	شدت روشنایی در نیمه عمر لامپ lux	۲۰۱

روشهاي اندازه گيري و ارزيابي

سيستم تامين روشنايي مصنوعي

نکات مهم در ارزیابی روشنایی

- الف - تعیین هدف اندازه‌گیری
- ب - انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری و کالیبراسیون
- ج - گردآوری اطلاعات مورد نیاز از محل و نیازهای استفاده‌کنندگان
- د - زمان اندازه‌گیری
- ه - تعیین روش مناسب اندازه‌گیری
- و - شناخت و توجه به استانداردهای روشنایی عمومی و موضعی

اندازه گيري و ارزيابي روشنايي

اندازه گيري روشنايي به دو صورت كلي انجام مي گيرد:

- اندازه گيري و ارزيابي روشنايي عمومي
- اندازه گيري و ارزيابي روشنايي موضعي

اندازه گیری روشنایی موضعی:

اندازه گیری موضعی در محل کار کارگر و نیز دقیقاً بایستی در محل دید کارگر انجام شود. مثلاً اگر میز کار است روشنایی روی میز کار اندازه گیری گردد. زاویه ها و فاصله ها دقیقاً بایستی مراعات گردد و اندازه گیری با حضور کارگر انجام شود تا در صورت وجود نیم سایه یا عوامل دیگر شرایط عیناً لحاظ گردد.

(فرم B)**فرم گزارش اندازه گیری روشنایی موضعی و درختندگی**

معاونت بهداشتی دانشگاه / دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مرکز بهداشت شهرستان
 مرکز بهداشتی درمانی شهری / روستایی آزمایشگاه یا مرجع اندازه گیری کننده :
 اطلاعات عمومی

+

تام کارگاه	.....	تام کارفرما	.....	محصول تولیدی	.....	تعداد واحد	.....	توع منابع تامین روشنایی عمومی کارگاه	.....
توع و تعداد منابع تامین روشنایی موضعی		.....						
وضعیت جوی هنگام اندازه گیری	.....	ایری	<input type="checkbox"/>	آفتابی	<input type="checkbox"/>	تیمه ابری	<input type="checkbox"/>		
وضعیت هوای کارگاه از لحاظ وجود آلاینده ها	.....	تمیز	<input type="checkbox"/>	متوسط	<input type="checkbox"/>	کثیف	<input type="checkbox"/>		
وضعیت پاکیزگی منابع روشنایی (لامپها و حیابها)	.....	تمیز	<input type="checkbox"/>	متوسط	<input type="checkbox"/>	کثیف	<input type="checkbox"/>		
وضعیت پاکیزگی پنجره ها	.....	تمیز	<input type="checkbox"/>	متوسط	<input type="checkbox"/>	کثیف	<input type="checkbox"/>		
دیوارها :	جنس :	رنگ :	.....					
سقف :	جنس :	رنگ :	.....					
کف :	جنس :	رنگ :	.....					

جدول گزارش اندازه گیری شدت روشنایی موضعی و درختندگی

شماره ایستگاه							
فعالیت شغلی کارگر							
میزان شدت روشنایی موضعی در سطح کلر (لوکس)							
شدت روشنایی توصیه شده (لوکس)							
میزان درختندگی (کاتدلا بر متر مربع)	در سطح کار (بیشترین دید)						
	سطوح و دیوارهای مقابل دید						
	در سطح زمین (محدوده دید)						
نتیجه کلی سنجش روشنایی موضعی و درختندگی ایستگاه							

• میزان درختندگی مطلوب در محدوده 6500-65 کاتدلا بر متر مربع در نظر گرفته شود.

مشخصه های کلی نورسنجی

نام و مدل دستگاه سنجش	روش کالیبراسیون	ساعت و تاریخ سنجش
-----------------------	-------	-----------------	-------	-------------------	-------

نتیجه کلی وضعیت سنجش روشنایی موضعی و درختندگی

تعداد ایستگاه مورد سنجش موارد سنجش مطلوب موارد سنجش نامطلوب تعداد ایستگاه اصلاح شده
 تعداد ایستگاه مورد سنجش موارد سنجش مطلوب موارد سنجش نامطلوب تعداد ایستگاه اصلاح شده

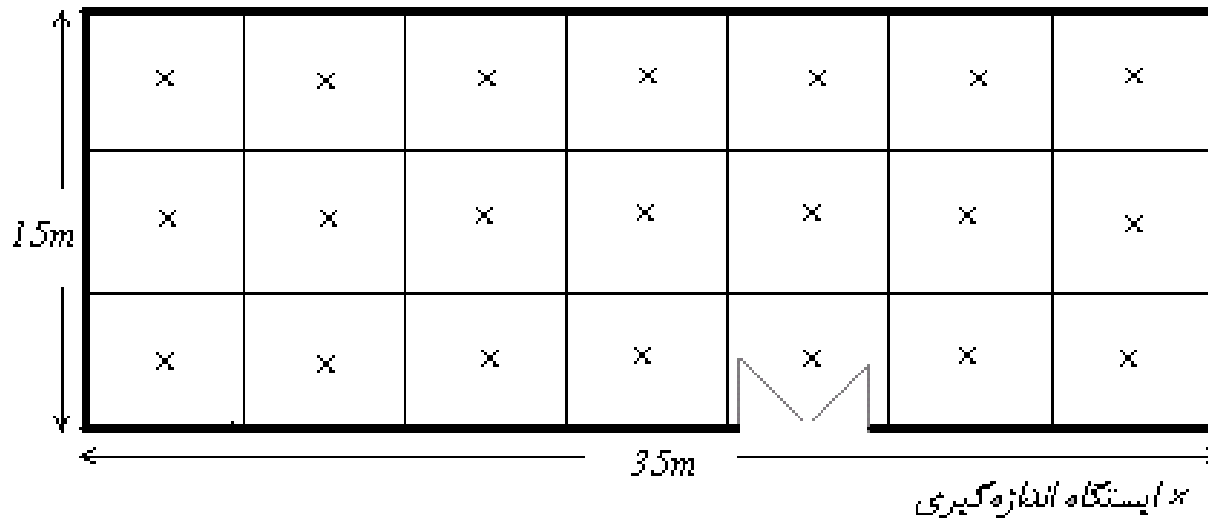
اندازه گیری روشنایی عمومی:

۱- روش شبکه ای

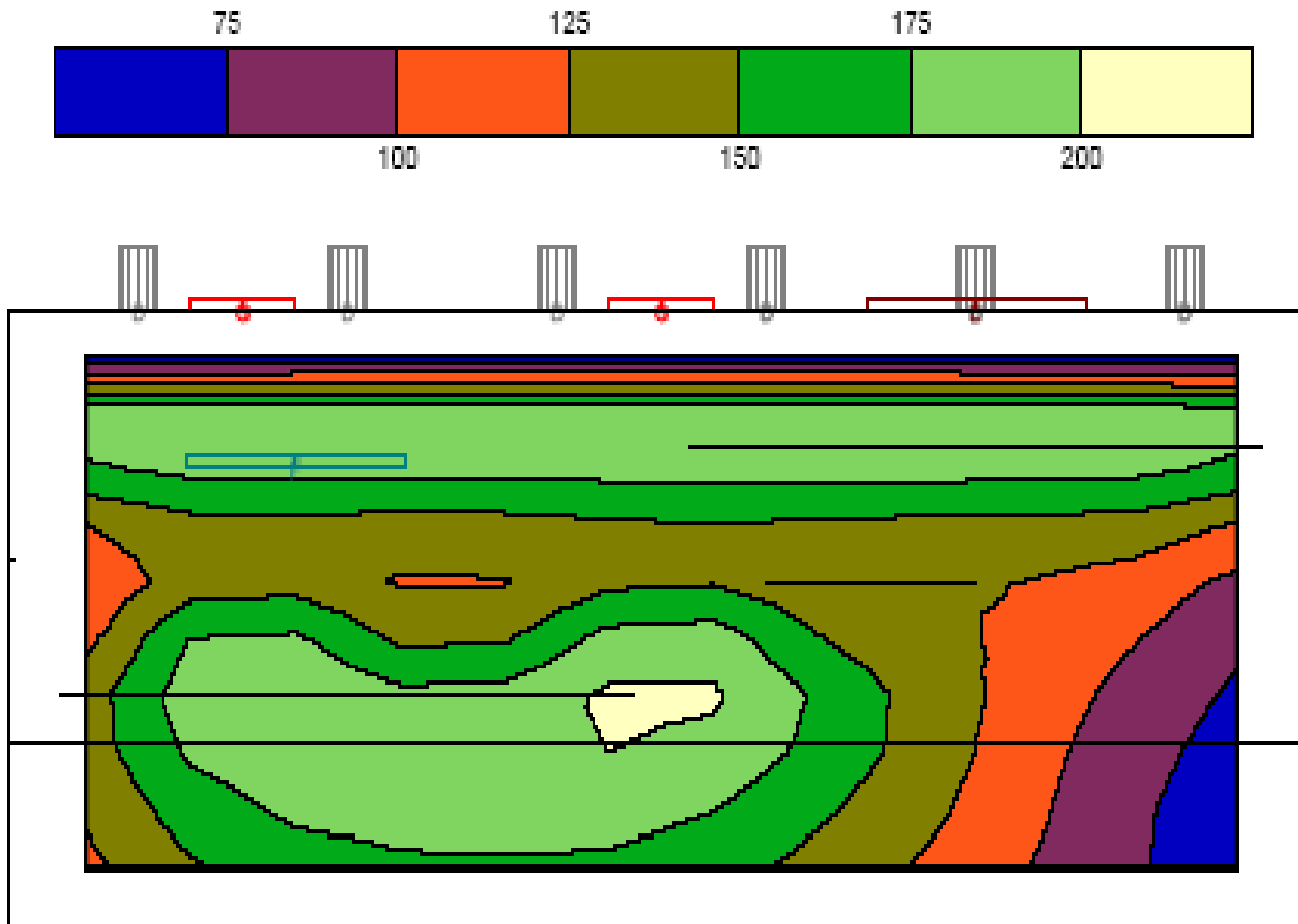
۲- روش الگویی: بسته به نوع چین چراغها و نوع آنها (خطی- نقطه ای) طبق الگوهای توسط انجمن مهندسين روشنایی امریکاي شمالي IESNA در شش الگو خلاصه شده است:

روش شبکه ای برای روشنایی داخلی

برای مکانهای سر بسته و محوطه‌ها، ابعاد هر خانه شطرنجی ۳ تا ۱۰ متر بسته به ابعاد مکان، تعیین شود. بطور مثال برای طول و عرض ۳۵ در ۱۵ متر، تعداد ۲۱ خانه شطرنجی منتظم به ابعاد 5×5 متر تقسیم گردد. در مکانهای کوچک، ابعاد خانه‌ها نباید از 3×3 متر کمتر باشد.



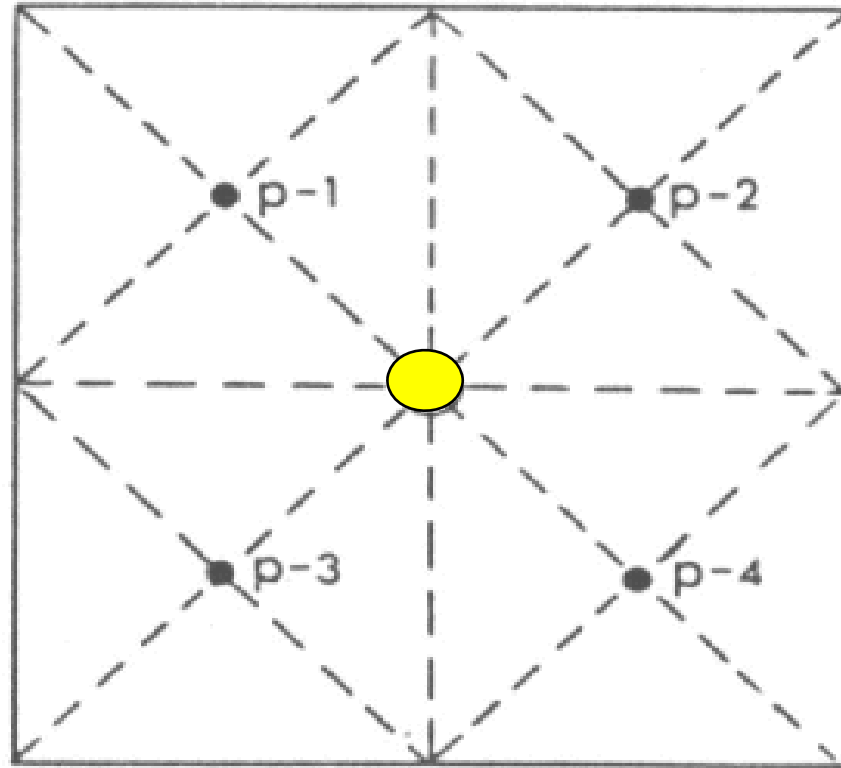
نمایش گرافیکی نتایج



روش الگویی

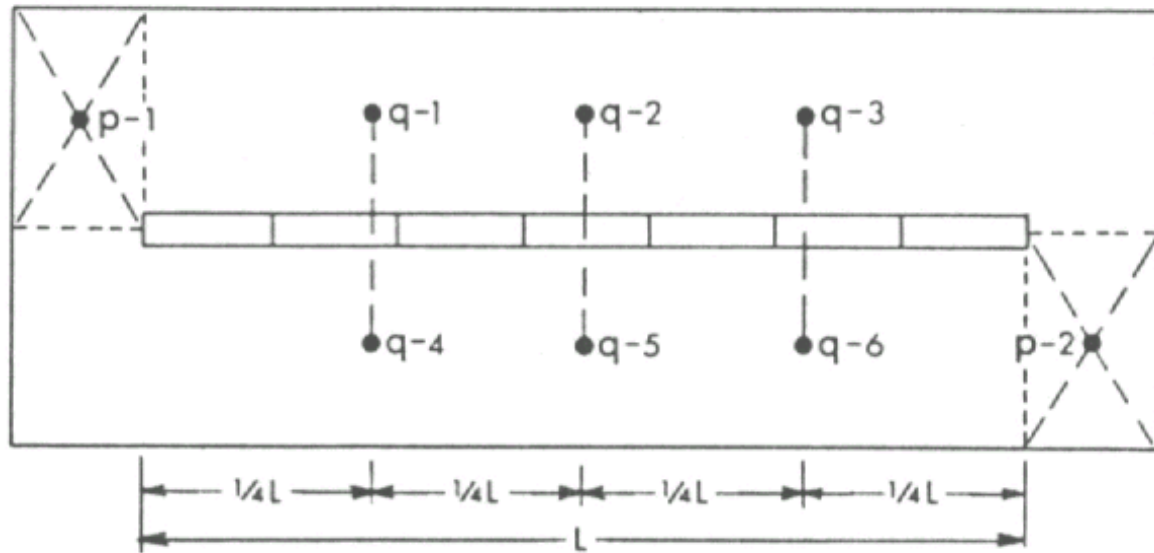
الگوهای پیشنهادی انجمن مهندسين روشنایی امريكاي شمالي مبتني بر اندازه‌گيري نمونه‌هاي وزن يافته‌اي از مقادير شدت روشنایی در اماکن است که از نظر آماری، ضرایب یا ارزش هر خوشه ایستگاه تعیین شده و بسته به الگوي چیدمان چراغ در محاسبه متوسط شدت روشنایی لحاظ شده است. در این الگوها حتی برای مکانهای وسیع، حداکثر ۱۸ ایستگاه اندازه‌گيري برای تعیین متوسط شدت روشنایی کافی است. جالب اینکه، نقاط شدت روشنایی حداقل و حداکثر هم در آن معلوم می‌شود.

١- وقتي تنها يك منبع موجود باشد



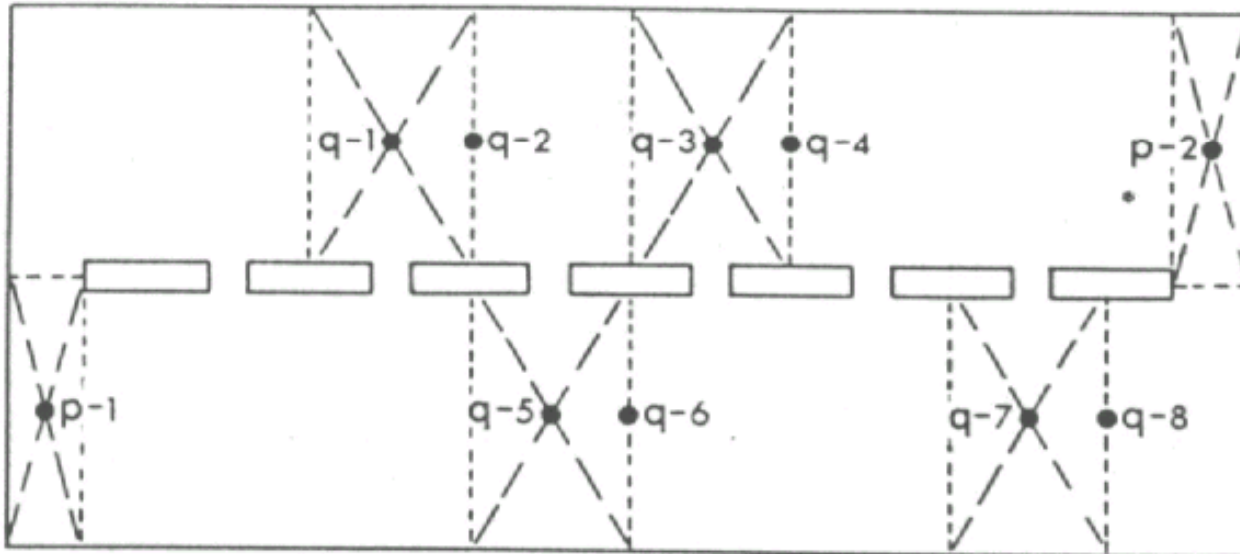
$$E_{avg} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4}$$

۲- منابع خطی متصل در یک ردیف



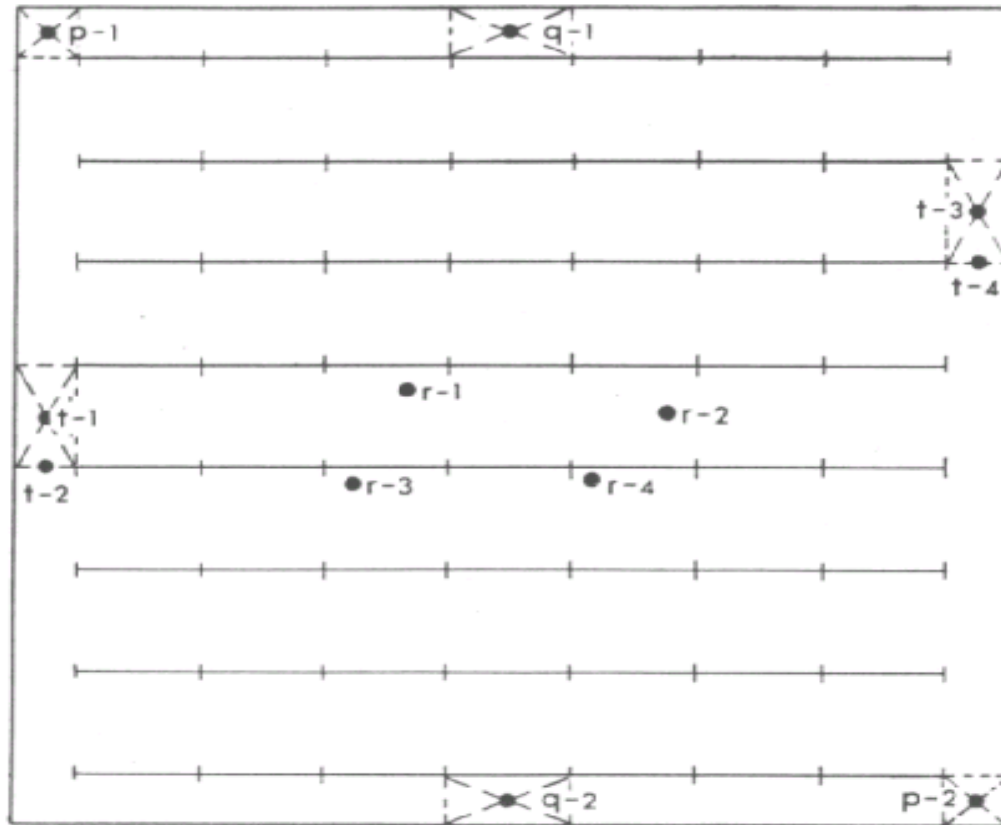
$$E_{avg} = \frac{QN + P}{N + 1}$$

۳- منابع خطي منفصل در يك ردیف



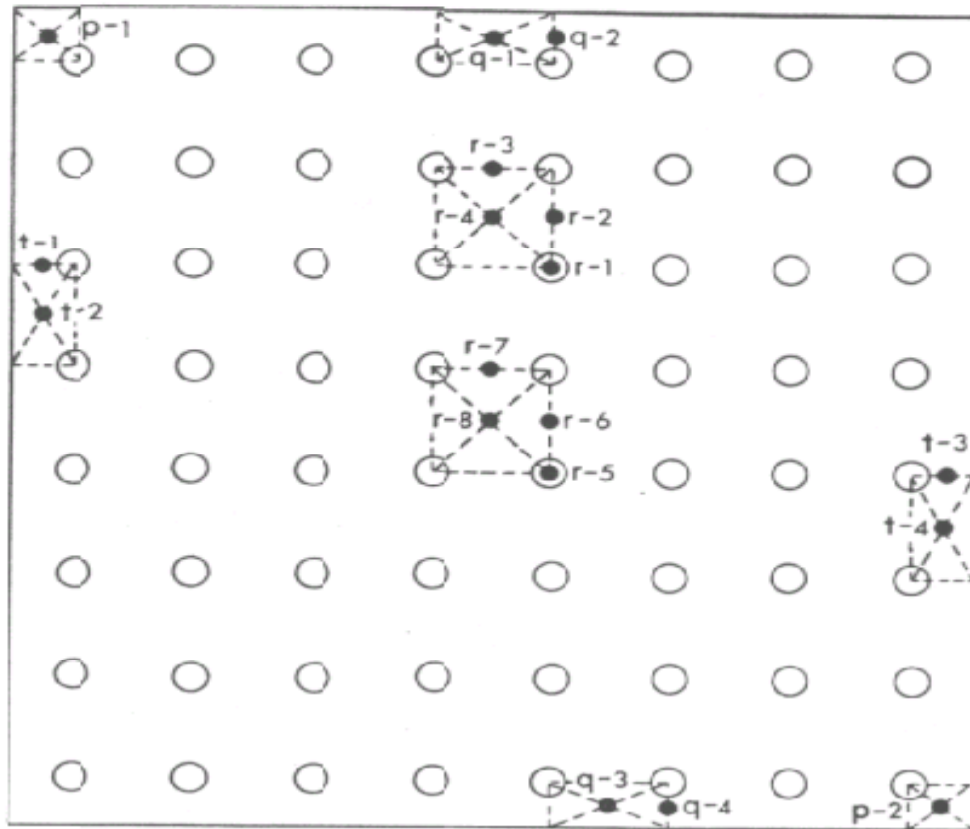
$$E_{avg} = \frac{Q(N - 1) + P}{N}$$

۴- منابع خطی متصل در چند ردیف



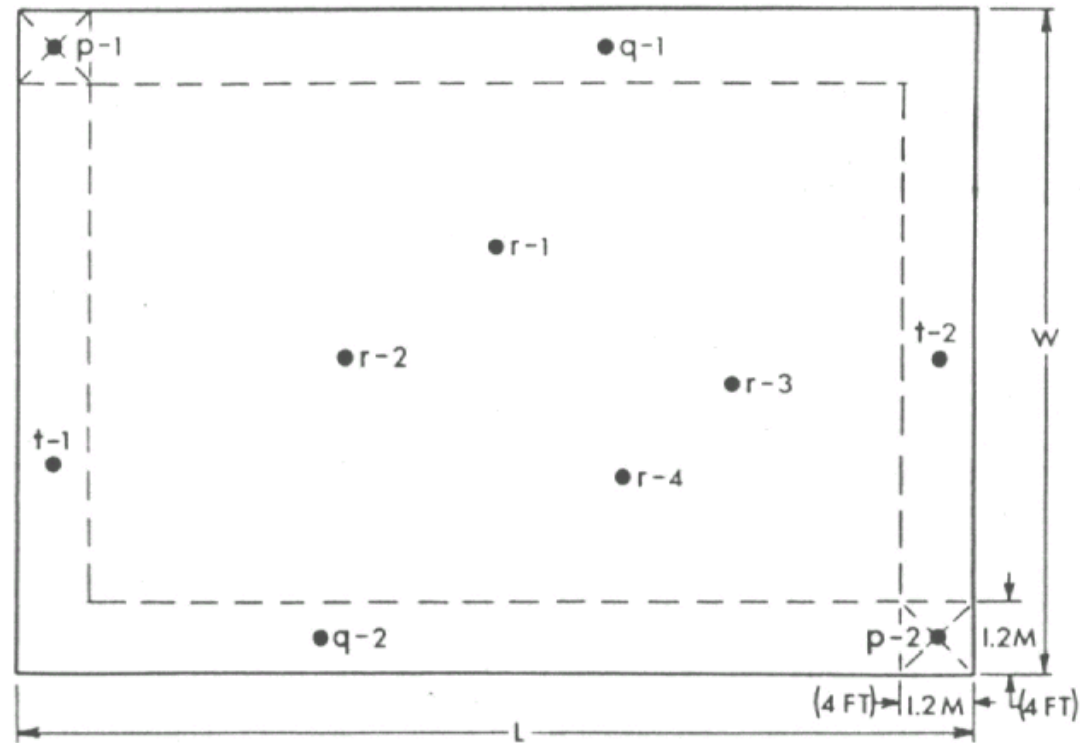
$$E_{avg} = \frac{QN + T(M-1) + P + RN(M-1)}{M(N+1)}$$

۵- منابع نقطه‌ای در چند ردیف



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

٦- منابع حاشیه یا روی دیوار



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

ملاك ارزيابي روشنايي

در سيستم روشنايي مطلوب؛ بايد:

۱. متوسط شدت روشنايي مطابق استاندارد باشد.
۲. اصول كلي طراحي (تعداد چراغ، ارتفاع طراحي، چيدمان) رعايت شده باشد.
۳. تناسب نوع منابع روشنايي (از نظر رنگ دهی و تناسب با کار):
۴. ضريب انعكاس و درخشندگي سطوح داخلي در حدي باشد كه سبب آزار كاركنان نشود.
۵. سايه روشن محسوس نداشته باشد (يكدستي توزيع روشنايي)
- ۶- نگهداري سيستم روشنايي مطلوب و تعويض بموقع لامپهاي سوخته انجام شده باشد.

اظهار نظر نهایی در مورد ارزیابی سیستم روشنایی

وضعیت روشنایی مطلوب است.

وضعیت روشنایی معیوب و نیاز به اصلاحات دارد.

وضعیت روشنایی نامطلوب است و نیاز به بازمهندسی دارد.

فرم ارزیابی روشنایی داخلی

فرم گزارش اندازه گیری و ارزیابی روشنایی عمومی (فرم A1)

معاونت بهداشتی دانشگاه / دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مرکز بهداشت شهرستان
 مرکز بهداشتی درمانی شهری / روستایی آزمایشگاه یا مرجع اندازه گیری کننده :

اطلاعات عمومی

نام کارگاه	نام کارفرما	محصول تولیدی	شیفت کاری	تعداد واحد
تعداد شاغلین	تلفن و نمابر	آدرس		

اطلاعات اختصاصی

نام واحد	تعداد کارگران	نوع فعالیت	مساحت واحد	مساحت پنجره ها
نوع و تعداد منابع روشنایی مصنوعی سالم	نوع و تعداد منابع روشنایی مصنوعی معیوب	وضعیت جوی هنگام اندازه گیری	وضعیت هوای واحد از لحاظ وجود آلاینده ها	وضعیت پاکیزگی منابع روشنایی (لامپها و حبابها)
دیوارها : جنس	رنگ :	ضریب انعکاس	تمیز <input type="checkbox"/> آفتابی <input type="checkbox"/> نیمه ابری <input type="checkbox"/>	تمیز <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کثیف <input type="checkbox"/>
سقف : جنس	رنگ :	ضریب انعکاس	تمیز <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کثیف <input type="checkbox"/>	تمیز <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کثیف <input type="checkbox"/>
کف : جنس	رنگ :	ضریب انعکاس	تمیز <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کثیف <input type="checkbox"/>	تمیز <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کثیف <input type="checkbox"/>

چیدمان منابع روشنایی مصنوعی

منظم کد نامنظم (چنانچه گزینه نامنظم را انتخاب نموده اید به فرم A2 در پشت صفحه مراجعه کنید.)

مشخصه های کلی نورسنجی

نام ومدل دستگاه نورسنج روش کالیبراسیون ساعت وتاریخ نورسنجی

جدول نتایج اندازه گیری شدت روشنایی عمومی منظم

نام ایستگاه	p1	p2	p3	p4	q1	q2	q3	q4	q5	q6	t1
شدت روشنایی (لوکس)											
نام ایستگاه	t2	t3	t4	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
شدت روشنایی (لوکس)											

حداقل شدت روشنایی : حداکثر شدت روشنایی : متوسط شدت روشنایی : شدت روشنایی توصیه شده :

فرم ارزیابی روشنایی داخلی

عوامل موثر بر مطلوبیت روشنایی کارگاه

- رنگ و ضرایب انعکاس سطوح
- تناسب منابع روشنایی با نوع کار
- تناسب چیدمان منابع و یکدستی توزیع روشنایی
- وضعیت نگهداری منابع
- عدم مزاحمت درخشندگی سطوح، پنجره ها و منابع روشنایی

نظریه نهایی کارشناس در خصوص وضعیت روشنایی عمومی کارگاه

- سیستم روشنایی مطلوب است
- سیستم روشنایی معیوب است و نیاز به اصلاح دارد
- سیستم روشنایی نامطلوب است و نیاز به باز مهندسی دارد

تعداد کارگران در معرض روشنایی نامطلوب....

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم : سمت : تاریخ و امضاء :