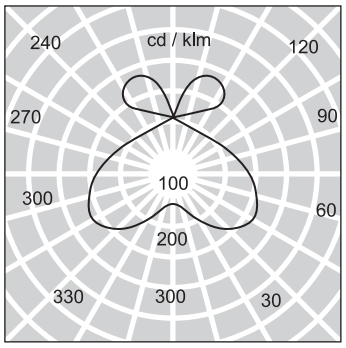
۱-۶ توزیع شدت نور (منحنی پخش نور IDC)

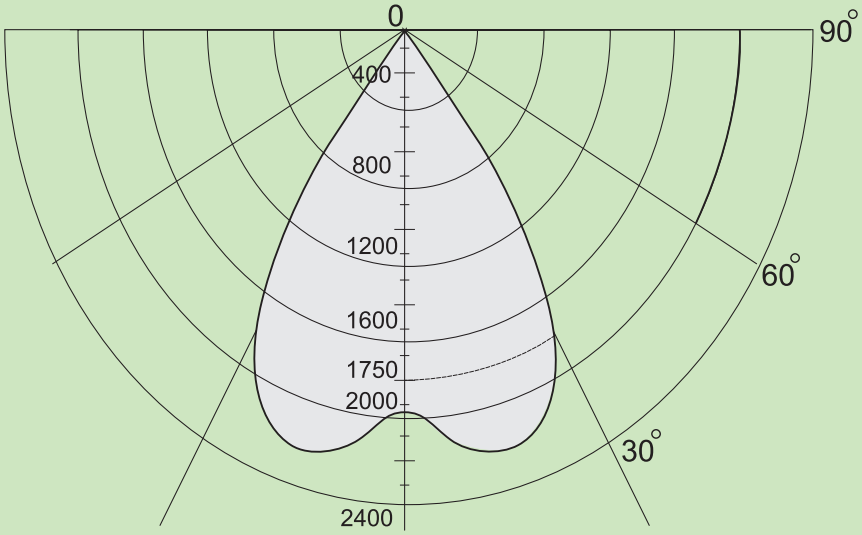
نحوهٔ توزیع شـــدت نور خارج شده از منعکس کننده (رفلکتور) یک چراغ به شکل منحنی‌های پخش نور چراغ‌ها بســـتگی دارد. به کمک این منحنی‌ها (IDC) می‌توان شدت نور ناشی از چراغ را در زوایای مختلف، نسبت به پای عمود چراغ، به دست آورد (شکل ۱۴-۱).



شکل ۱۴-۱

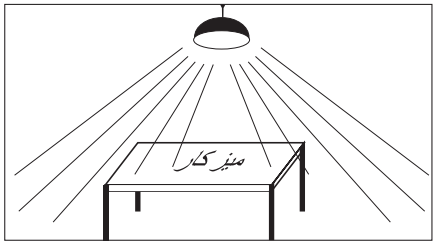
بیشـــتر بدانیم (برای هنرجویان علاقه‌مند)

منحنی پخش نور را در زوایای مختلف، نســـبت به خط پای عمود، می‌توان نشـــان داد (شکل۱۵-۱). در نتیجه برای هر چراغ می‌توان تعداد بی‌نهایت منحنی پخش نور ترسیم کرد. اما معمولاً صفحه‌ای که به موازات چراغ قرار می‌گیرد در شـــکل صفحهٔ (C۰-C۱۸۰) یـــا در چراغ‌های خیابانی صفحه‌ای عمود بر چـــراغ (موازات خیابان) در شـــکل (C۹۰-C۲۷۰) در نظر می گیرند و منحنی آن را نشـــان می‌دهند. بدیهی است اگر شکل چراغ و لامپ آن کاملاً متقارن باشـــد این منحنی‌ها در تمام صفحات یکســـان خواهند بود. برای خواندن منحنی پخش نور به شکل زیر توجه کنید. می‌خواهیم بدانیم شدت نور این چراغ در زاویهٔ ۳۰ درجه چقدر است؟ کافی است از مبدأ خطی مستقیم تحت زاویهٔ ۳۰ درجه رســـم کنیم تا منحنی را در نقطه ای قطع کند. حال، توســـط کمانی آن نقطه را به پای عمود (صفر درجه) وصل می‌کنیم و مقدار شدت روشنایی را می‌خوانیم در اینجا مقدار ۱۷۵۰ کندل به دست می‌آید.

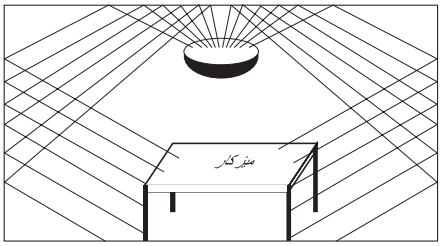


۱-۷ انواع پخش نور در چراغ‌ها

فضای بســـته‌ای مطابق شکل (۱۶-۱) را در نظر بگیرید. اگر همهٔ نور چراغ در نیـــم کره پایین چراغ متمرکز باشـــد نور مســـتقیماً به صفحـــهٔ کار برخورد می‌کند. به همین‌جهت به این نوع پخش نور "مستقیم" گویند.



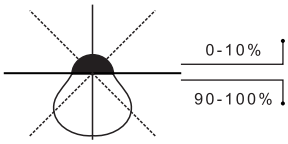
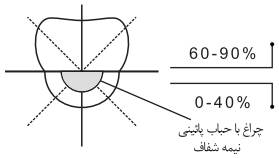
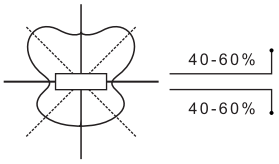
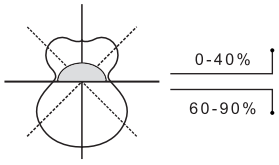
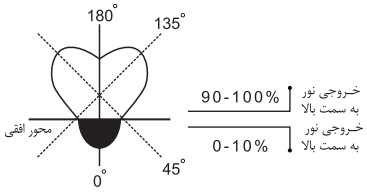
شکل ۱۶-۱



شکل ۱۷-۱

درصورتی که بیشتر نور چراغ در نیمکره بالای چراغ پخش شود و نور ازطریق انعکاس سقف و دیوار به سطح کار برسد این گونه پخش نور"غیرمستقیم" نامیده می شود (شکل ۱۷-۱).

علاوه بر این دو روش، از سه روش دیگر نیز استفاده می شود که به طور خلاصه و به شکل جمع بندی شده هر پنج روش در جدول زیر به همراه مشخصه و درصد پخش نور آن ها در (جدول ۳-۱) نشان داده شده است.

روش پخش نور	مشخصه ها	درصد شار نوری به سمت پایین	درصد شار نوری به سمت بالا
مستقیم		۱۰۰ - ۹۰	۰ - ۱۰
نیمه مستقیم		۹۰ -۶۰	۱۰ - ۴۰
مستقیم و غیرمستقیم		۶۰ - ۴۰	۴۰ - ۶۰
نیمه غیر مستقیم		۰ - ۴۰	۶۰ - ۹۰
غیرمستقیم		۰ - ۱۰	۹۰ - ۱۰۰

۱-۸ ضریب کل افت نور (LLF)

درمباحث روشنایی عوامل مختلف و پارامترهایی بر کاهش جریان نوری مؤثرند، هستند که در زیر به آن ها اشاره شده است.

۱- اثر درجهٔ حرارت محیط (TF)؛
۲- اثر ولتاژ الکتریکی (VF)؛
۳- اثر خاصیت سلفی (بالاست - چوک) (BF)؛
۴- اثر تغییرات سطحی حباب چراغ (LSD)؛
۵- اثر کثیفی و گردو خاک در محل کار (RSDD)؛
۶- اثر ضریب درصد لامپ های سوخته و تعویض نشده (LBF)؛
۷- اثر کهنگی لامپ در اثر کارکرد زیاد (LLD)؛
۸- اثر کثیفی چراغ (نشستن گرد وغبار روی سطح چراغ) (LDD)

مقـدار هریـک ازعوامل فوق از منحنی ها یا از جداول اسـتخراج می شـوند و از هر یک بـه عنوان عاملی که درکاهش ضریب و افت نور مؤثرند نام برده می شود. برای محاسبهٔ ضریب افت نورکل کافی ست همه عوامل کاهش را در یکدیگر ضرب کنیم تا مقدار نهایی مطابق رابطه مقابل به دست آید.

LLF=TF . VF. BF . LSD . RSDD .LBF. LLD . LDD (ضریب افت نور)

تذکر مهم: امروزه درمحاسـبات نرم افزاری، به دست آوردن تک تک این عوامل ضروری نیست و مقدار LLF به شکل ساده تر تعیین می شود. لذا در اینجا به همین مقدار بسنده شده و به چگونگی محاسبه آن ها نیاز نیست. اکنون به بررسی سایر عوامل می‌پردازیم.

۱-۹ ضریب بهرهٔ روشنایی (CU)

میزان بهرهٔ روشنایی هر چراغ با مقدار انعکاس نور، که از جهات مختلف فضای مورد نظر ساطع می‌شود، متناسب است. معمولاً این عامل بر اساس ضریبی به نام "ضریب بهرهٔ روشنایی – CU" در جداول و محاسبات مطرح است.

از جمله مشخصات هر چراغ ، جدول ضریب بهرهٔ روشنایی آن است، که براساس ابعاد فضای مورد نظر و همچنین میزان انعکاس نور سـقف ، دیوار و کف آن تعیین می‌شـود. برای استخراج عدد از این جدول، ابتدا باید ضریبی به نام RCR را که به ابعاد فضای مورد نظر و نوع سیستم روشنایی وابسته است، مطابق رابطهٔ زیر محاسبه کرد.

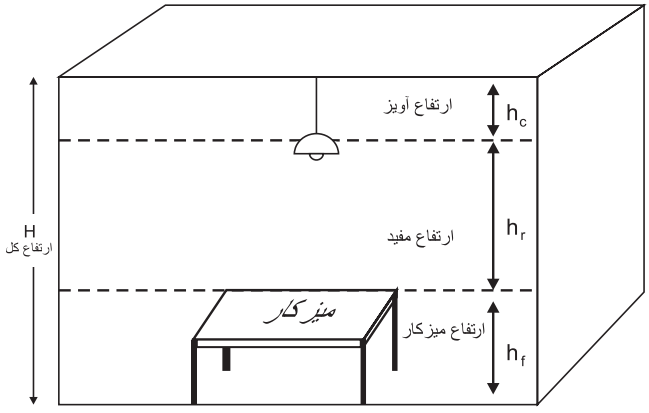
$$RCR = \frac{5hr \times (L + W)}{L \times W}$$ (نسبت ناحیه ای)

$$hr = H - (hc + hf)$$ (ارتفاع مفید)

L - طول فضای موردنظر　　W- عرض فضای موردنظر　　H- ارتفاع کل ازکف

hr- ارتفاع مفید　　hc- ارتفاع آویز چراغ　　hf- ارتفاع میزکار

درشکل (۱-۱۸) محدودهٔ هریک از ارتفاعات مذکور نشان داده شده است.



شکل ۱۸-۱

۱-۹-۱ نحوه قرائت CU مقدار از جدول

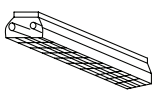
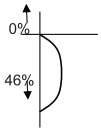
میزان انعکاس نور به سـقف و دیوار و کف در قالب ضرایب مشـخصی در این جدول گنجانده شـده است. همان طوری که در (جدول ۴-۱) مشاهده می کنید، در این جدول برای سقف ضرایب (۸۰و۷۰و ۵۰و ۳۰و۱۰و۰) درصد و برای دیوارها ضرایب (۱۰و۳۰و۵۰) درصد و برای کف معمولاً ضریب ۲۰ درصد در نظر گرفته می شود. این ضرایب بر اساس جنس مواد به کار رفته در این سه قسمت و همچنین بر اساس رنگ آن ها انتخاب شده اند.

بـه طور خلاصه جدول CU یک چراغ، ضرایبی اسـت کـه از قرارگیری آن چراغ در فضا با ابعاد متفاوت، که رنگ ابعاد آن ها نیز متفاوت بوده به دست آمده است. از این رو این جدول یکی از مهم ترین مشخصات هر چراغ است که توسط یک سازنده تهیه می شود. برای مثال در خصوص چراغ نشان داده شده در (جدول ۴-۱)، اگر مقدار RCR فضای موردنظر برابر ۶ باشـد و ضریب انعکاس سـقف ۷۰٪ ، ضریب انعکاس دیوارها ۵۰٪ و ضریب انعکاس کف ۲۰٪ در نظرگرفته شـود، مقدار CU که مطابق مسیری که به صورت خط چین نشان داده شده است، در جدول برابر ۰/۲۹ خواهد بود.

جدول ۴-۱

ضریب انعکاس سقف

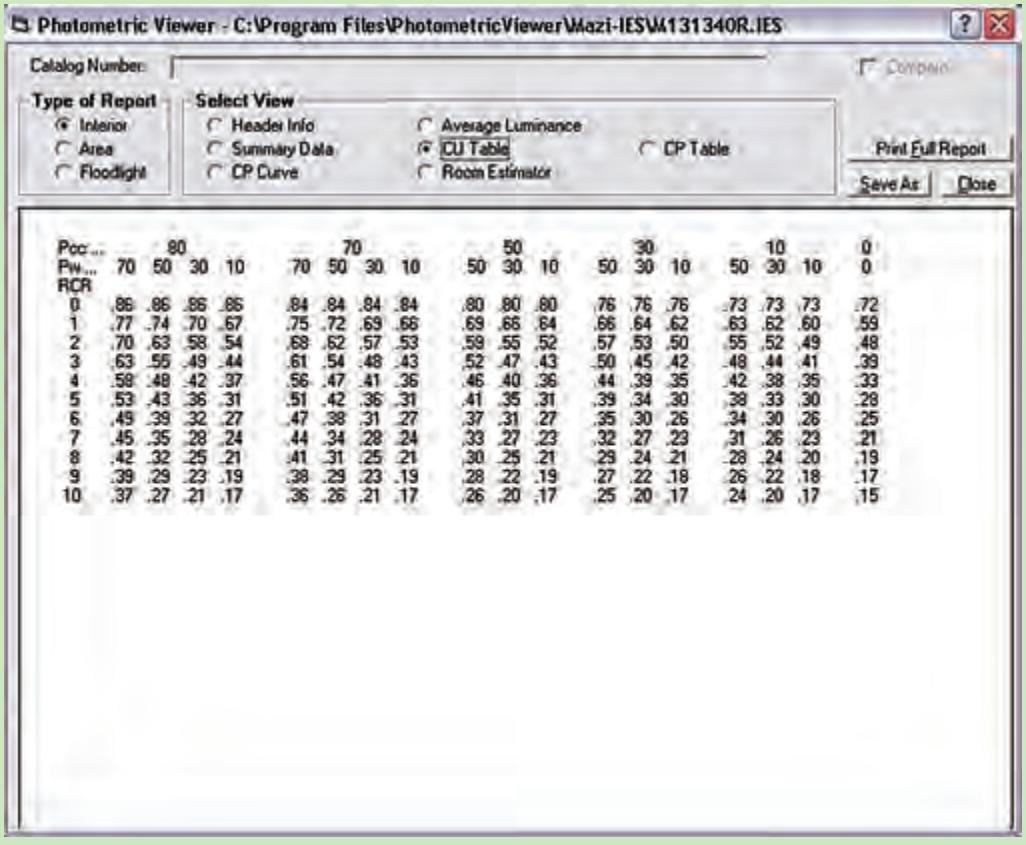
ضریب انعکاس دیوار

Typical Luminaire	Typical Distrbution And Per Cent Lamp Lumens		ρ_{cc}	80			70			50			30			10			0	WDRC
			ρ_w	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0	
	Maint. Cat.	Maximum S/MH Guide	RCR	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ_{FC}=20)																ضریب انعکاس کف
33  2lamp,1'wide troffer with 45° plastic louver-muliply by 0.9 for 3 lamps	IV	1.0  0% 46%	0	.54	.54	.54	.53	.53	.53	.51	.51	.51	.48	.48	.48	.46	.46	.46	.45	
			1	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.42	.41	.13
			2	.44	.42	.40	.43	.41	.39	.42	.40	.38	.40	.39	.37	.39	.38	.37	.36	.13
			3	.40	.37	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.37	.35	.33	.36	.34	.33	.32	.12
			4	.36	.33	.30	.36	.32	.30	.35	.32	.30	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.28	.11
			5	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.26	.30	.27	.26	.25	.11
			6	.30	.26	.24	.29	.26	.24	.29	.26	.23	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.22	.10
			7	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.22	.21	.20	.09
			8	.25	.21	.19	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.18	.23	.20	.18	.18	.09
			9	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.16	.08
			10	.21	.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.19	.17	.15	.14	.08

۲-۹-۱ فایل روشـنایی یک چراغ: در گذشـته که بخش اعظم محاسـبات به صورت دستی انجام می شد برای یک چراغ مشخصات فنی درقالب چند جدول و منحنی توسط سازنده ارائه می شد. اما امروزه در محاسبات نرم افزاری تمام مشـخصات چراغ هـا مانند منحنی پخش نور، منحنی برخی از عوامل مؤثر بـر افت توان نوری چراغ LLF ، جدول CU و. . . که راجع به برخی از آن ها صحبت شد، همگی در قالب یک فایل با پسوند IES یا LDT یا uld یا cib ارائه می شود. البته در سال های اخیر در نرم افزارهایی مثل DIALux مجموعه ای از این فایل ها در قالب برنامه ای به نام Plug-in توسط شرکت های لامپ سازی ارائه می شود که می توان آن را به برنامه اضافه کرد.

بیشـــتر بدانیم

بـا توجه به مطالب گفته شـدهٔ در بـالا، می توان فایل M131340R.IES را، که ازلامپ های شـرکت مازی نور اسـت با نرم‌افزار Photometric Viewer (که یک نرم افزار کوچک اسـت) باز کنید وجدول CU را درآن مطابق (شکل ۱۹-۱) مشاهده کنید .



شکل ۱۹-۱

کار عملی ۳

هدف : کار با برنامه و فایل‌های مشخصات فنی لامپ‌ها

الف) Plug-in چند شـرکت لامپ سـازی را به برنامهٔ DIALux اضافه کنید.درتصاویر (الف تا ه شـکل ۲۰-۱) مراحل یک نمونه نشان داده شده است .

شکل ۲۰-۱

برای صحت کار نصب خود، ضمن بازکردن برنامهٔ DIALux از منوی Luminaire selection>DIALux>MAZINOOR پنجره زیر (شکل ۲۱-۱) را باز کنید تا مجموعهٔ کاملی از لامپ‌های این شرکت را مشاهده نمائید .

این محل را می‌توان هنگام کار با برنامه برای محاسبهٔ روشنایی لامپ انتخاب کرد .

شکل ۲۱-۱

ب) یک یا چند فایل IES را به برنامهٔ DIALux اضافه کنید.

فایلM131340R.IES مازی نور را، که جزء لامپ‌های Plug in آن نیست، به DIALux اضافه می‌کنیم .برای این

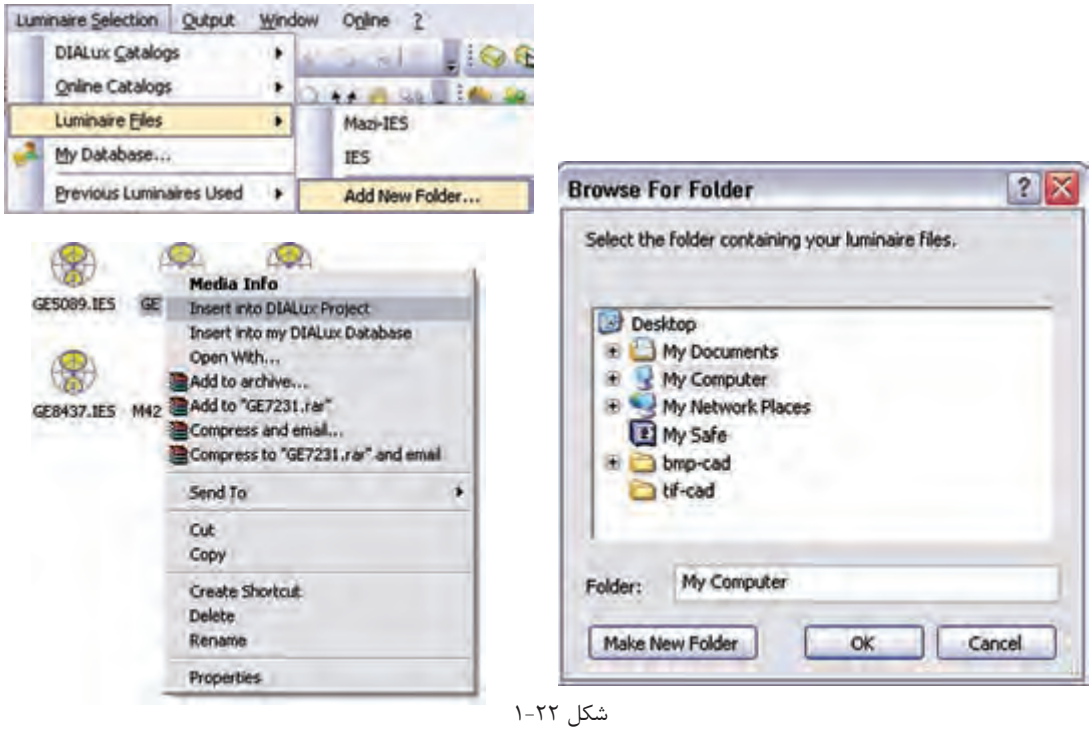
منظور:

I . مطابق (شکل ۲۲-۱) Luminaire selection> Luminaire files >Add New Folder... را اجرا کنید.

II . در پنجره(شکل ۲۲-۱) Browse for folder در مسیر دل خواه بروید و دکمهٔ Make New Folder را بزنید.

III . در این صورت پوشه ای ساخته می شود، آن را نام گذاری کنید و فایل های IES خود را در آنجا بریزید.

IV . از این به بعد می توانید از فایل مشخصات این لامپ‌ها در پروژه‌های خود استفاده کنید.



شکل ۲۲-۱

روش درج فایل مشخصات لامپ در پروژه‌ها : زمانی که درپروژهٔ برنامهٔ DIALux ،لامپ را از منوی Liminaire file و پوشه مورد نظر خودتان انتخاب می کنید کافی است روی فایل مشخصات لامپ کلیک راست کنید تا مطابق (شکل ۲۲- ۱) فایل چراغ مورد نظر به پروژهٔ شما اضافه شود و می توانید مطابق آنچه در ادامه می آید محاسبهٔ مربوط را انجام دهید.

۱۰- ۱ محاسبهٔ روشنایی داخلی

دراین قسمت به بررسی چند مثال (ابتدا به صورت دستی وسپس به صورت نرم‌افزاری) می‌پردازیم.برای این که روش محاسباتی بهتر در ذهن جای بگیرد والگوی مناسبی ارائه گردد مطالب به صورت مرحلهٔ ای بیان شده است.

مرحلهٔ ۱- تهیهٔ شناسنامهٔ فضای موردنظر

الف) تعیین طول، عرض، ارتفاع کل ، ارتفاع مفید ،ارتفاع آویز چراغ و ارتفاع میزکار(hf،hc،hr،H،W،L) ؛

ب) تعیین موقعیت فضای موردنظر یا کاری که در آن انجام خواهد شد (مثلاً اتاق پذیرایی یا سالن طلاسازی) ؛

ج) تعیین درصد انعکاس نور سقف ρ_{cc} ، دیوارها ρ_w و کف ρ_{fc} ؛

د) تعیین چراغ ولامپ مورد استفادهٔ متناسب با محل موردنظر ؛

ه)تعیین عواملی که موجب کاهش جریان نوری می شوند(LDD . LLD .LBF. RSDD . LSD . BF . VF. TF) .

مرحلهٔ ۲- انجام محاسبات مورد نیاز

الف) محاسبه ارتفاع مفید $hr = H - (hc + hf)$ ؛

ب) محاسبه ضریب ناحیه‌ای $RCR = \frac{5hr \times (L + W)}{L \times W}$

ج) تعیین شدت روشنایی، با توجه به جداول استاندارد روشنایی معرفی شده ؛

د) تعیین ضریب بهرهٔ روشنایی، با توجه به نوع چراغ و ضرایب انعکاس دیوار و سقف توسط جدول **CU** ؛

ه) تعیین افت توان نوری، با توجه به ضرایب کاهش $LLF = TF \cdot VF \cdot BF \cdot LSD \cdot RSDD \cdot LBF \cdot LLD \cdot LDD$ ؛

و) محاسبهٔ جریان نوری کل فضای مورد نظر $\varphi = \frac{E \times A}{CU \times LLF}$

ز) تعیین تعداد کل لامپ‌های موردنیاز n براساس رابطهٔ $n = \frac{\varphi}{\varphi_1}$ (φ_1- جریان نوری لامپ انتخاب شده).

*تذکر: از آنجایی که در برخی موارد ممکن است چراغ‌ها دارای چند لامپ باشند لازم است برای محاسبهٔ تعداد چراغ‌ها تعداد کل لامپ‌ها را بر تعداد لامپ‌های به کار رفته در هر چراغ تقسیم نمود .

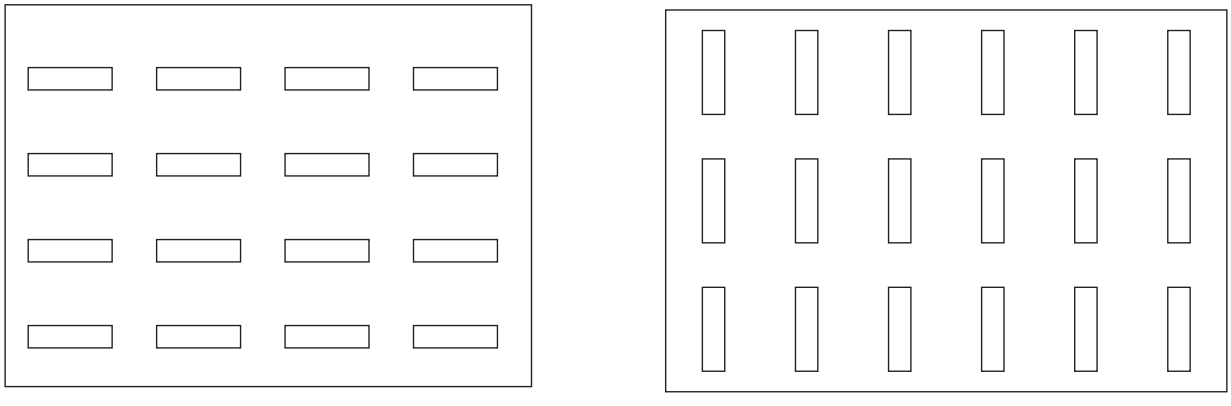
مرحلهٔ ۳- انجام محاسبات چیدمان چراغ‌ها

توضیح ۱) پس از محاسبهٔ تعداد چراغ‌ها لازم است تا آن ها را در مساحت فضای موجود به گونه ای تقسیم کنیم تا علاوه بر تأمین نور مورد نیاز از زیبایی و چیدمان مرتبی نیز برخوردار باشد.به همین جهت باید به ابعاد چراغ و به فواصلی که بین چراغ ها ازیکدیگرو از دیوارهای کناری به وجود می آید بسیار دقت کرد.

توضیح ۲) در صورتی که چراغ ها از نوع مهتابی باشند لازم است تا دو نوع چیدمان طولی و عرضی رامطابق شکل آزمود و بهترین حالت را انتخاب کرد .

در جدول CU ودر ستون Maximum MH/S عددی نوشته شده است که باید به آن دقت کرد. از روی این عدد می‌توان حداکثر فاصلهٔ مجاز چراغ‌ها (یعنی S) را به دست آورد و سپس با توجه به تعداد چراغ‌ها، برای ردیف طولی یا عرضی آن ها چیدمان تعیین کرد.

تذکر : اگر چراغ‌های انتخابی فلورسنت باشند لازم است به این نکته، که طول آن ها ۱۲۵Cm است، دقت کرد تا چراغ‌های فلورسنت موجود در یک ردیف روی هم نیفتند (شکل ۲۳-۱).



چیدمان طولی　　چیدمان عرضی

شکل (۲۳ -۱)

مقایســهٔ شدت روشنایی محاسبه شده با مقدار انتخابی از جدول: پس از تعیین نوع چیدمان، که تعداد چراغها مشخص می شود، باید مقدار شدت روشنایی به طور دقیق در حالت نو و در حالت مستعمل را، با در نظرگرفتن روابط زیر، محاسبه کرد بعد از آن در مورد محاسبهٔ انجام شده نظر قطعی داد .

$E_{old} = \frac{\varphi \times CU \times LLF}{A}$ (شدت روشنایی با در نظرگرفتن افت های نوری – حالت مستعمل)

$E_{new} = \frac{\varphi \times CU}{A}$ (شدت روشنایی بدون در نظرگرفتن افت‌های نوری – حالت نو)

همیشــه مقدار به دست آمده برای شدت روشــنایی در حالت E_{old} باید از مقدارکمینهٔ جدول شدت روشنایی بیشــتر و شدت روشنایی محاسبه شده در حالت E_{new} از مقدار پیشنهادی جدول کمتر باشد. در این صورت است که می توان نتیجه گرفت تعداد چراغ های محاسبه شده صحیح است .

مثــال۱: هرگاه بخواهیم روشــنایی پیلوت یک واحد مســکونی به طــول ۱۵ متر، عرض ۸ متر وارتفاع ۳متر را توســط چراغ های.....(جدول چراغ شمارهٔ) تأمین کنیم، به طوری که لامپ مورد نظر فلورسنت با توان ۴۰وات پیش بینی شده باشد. مطلوب است تعداد و چیدمان چراغ های مورد نیاز.

توضیح: سایر مشخصات به صورت زیر در نظرگرفته شود.

(فاکتورهای افت نوری RSDD=0.995 ، VF=0.98 ، LSD=BF=1 ، LLD=0.99 ، LDD=0.85 ، LBO=0.95)

(ضریب انعکاس نورها ρ_{cc}=٪۵۰ سقف ، ρ_w=٪۵۰ دیوارها و ρ_{fc}=٪۲۰ کف)

مرحلهٔ ۱- تهیهٔ شناسنامهٔ فضای موردنظر

الف) تعیین طول ، عرض ، ارتفاع کل ، ارتفاع مفید ،ارتفاع آویز چراغ و ارتفاع میزکار

(L = 15 , W = 8 , H = 3 , hf = ? , hc = 0 , hr = 0)

ب) تعیین موقعیت فضای موردنظر یا کاری که درآن انجام خواهد شد (مثلاً اتاق پذیرایی یا سالن طلاسازی)

= محل موردنظر و = سیستم پخش نور

ج) تعیین درصد انعکاس نور(سقف = ρ_{cc} ، دیوارها = ρ_w ، کف = ρ_{fc})

د) تعیین چراغ ولامپ مورد استفاده متناسب با محل موردنظر (= چراغ شماره)

ه)تعیین عواملی که موجب کاهش جریان نوری می شوند (TF . VF. BF . LSD . RSDD .LBF. LLD . LDD)

(LBO=0.95 ،LDD=0.85 ،LLD=0.99 ،LSD=BF=1 ،VF=0.98 ، RSDD=0.995)

مرحلهٔ ۲- انجام محاسبات مورد نیاز

الف) محاسبه ارتفاع مفید $hr = H - (hc + hf)$

ب) محاسبه ضریب ناحیه‌ای $RCR = \frac{5hr \times (L + W)}{L \times W}$

ج)تعیین شدت روشنایی با توجه به موقعیت فضا یا محاسبهٔ آن براساس مساحت فضا و جریان نوری لامپ انتخابی $E = \frac{\varphi}{A}$

د) تعیین ضریب بهرهٔ روشنایی با توجه به نوع چراغ و ضرایب انعکاس دیوار و سقف توسط جدول CU