



دانشگاه فنی انقلاب اسلامی

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

عنوان درس :

طراحی روشنایی داخلی و خارجی

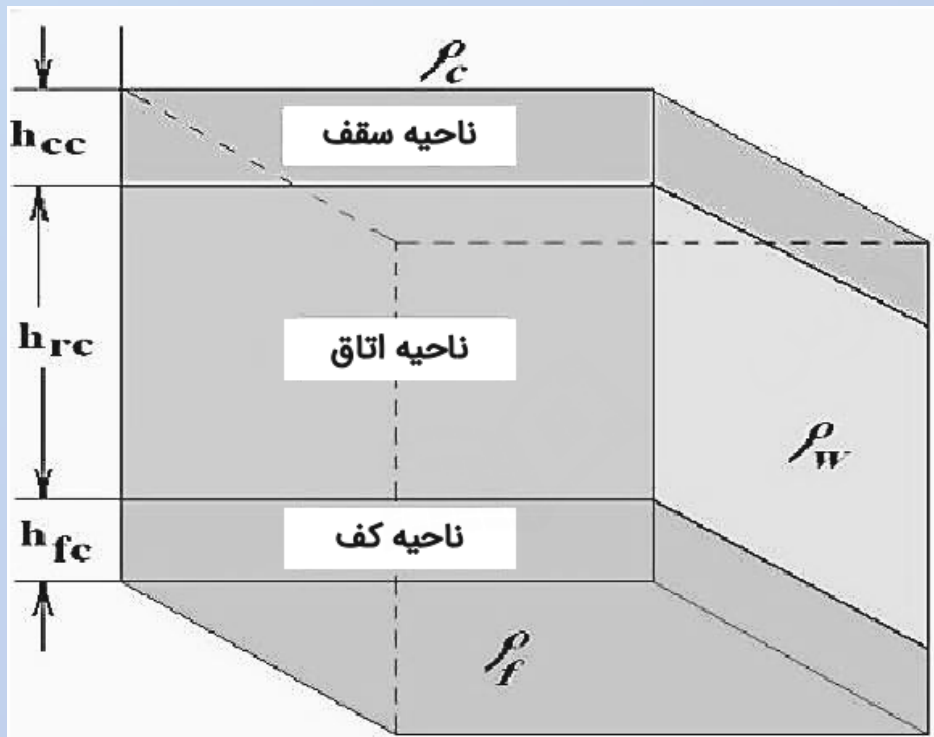
مدرس:

احمد علی شجاعی

➤ محاسبات روشنایی:

روش لومن با استفاده از تقسیم ناحیه‌ای (Zonal cavity method):

این روش در مقایسه با روش لومن با استفاده از شاخص فضا جدیدتر و دقیق‌تر است. در این روش سه شاخص فضا که نسبت تقسیم ناحیه‌ای (Zonal Cavity Ratio) نامیده می‌شود و $2/5$ برابر نسبت مساحت دیوارهای آن ناحیه به سطح ناحیه است تعریف شده است. این سه ناحیه، ناحیه سقف، ناحیه اتاق و ناحیه کف هستند. نسبت ناحیه اتاق یا RCR (Room Cavity Ratio) برای یک اتاق مستطیل شکل به طول L ، عرض W و ارتفاع چراغها تا میز کار h_{rc} به قرار زیر است:



$$RCR = 2.5 \frac{2(L + W)h_{rc}}{L \cdot W} = 5 h_{rc} \frac{L + W}{L \cdot W}$$

➤ محاسبات روشنایی:

به همین ترتیب نسبت ناحیه سقف یا CCR (Ceiling Cavity Ratio) و نسبت ناحیه کف یا FCR (Floor Cavity Ratio) به ترتیب عبارتند از:

$$CCR = 5h_{cc} \frac{L + W}{L \cdot W}$$

$$FCR = 5h_{fc} \frac{L + W}{L \cdot W}$$

در این روش ناحیه سقف (CCR) و ناحیه کف (FCR) را با سقف و کف معادلی با ضرایب انعکاس مؤثر سقف ρ_{cc} و ضریب انعکاس مؤثر کف ρ_{fc} جانشین می‌کنیم. ضریب انعکاس مؤثر ρ_{cc} از ضریب انعکاس سقف (ρ_c)، دیوار (ρ_w) و CCR و ضریب انعکاس مؤثر ρ_{fc} از ضریب انعکاس کف (ρ_f)، دیوارها (ρ_w) و FCR از جدول صفحه بعد به دست می‌آید.

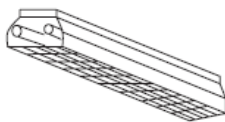
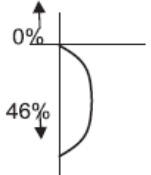
➤ محاسبات روشنایی:

Pc or Pf	80			70			50		
Pw	70	50	30	70	50	30	70	50	30
FCR or CCR									
0	.80	.80	.80	.70	.70	.70	.50	.50	.50
0.2	.78	.77	.76	.68	.67	.66	.49	.48	.47
0.4	.76	.74	.72	.67	.65	.63	.48	.46	.45
0.6	.75	.71	.68	.65	.62	.59	.47	.45	.43
0.8	.73	.69	.65	.64	.60	.56	.47	.43	.41
1	.71	.66	.61	.63	.58	.53	.46	.42	.39
1.2	.70	.64	.58	.61	.56	.50	.45	.41	.37
1.4	.68	.62	.55	.60	.54	.48	.45	.40	.35
1.6	.67	.60	.53	.59	.52	.45	.44	.39	.33
1.8	.65	.58	.50	.57	.50	.43	.43	.37	.32
2	.64	.56	.48	.56	.48	.41	.43	.37	.30
2.2	.63	.54	.45	.55	.46	.39	.42	.36	.29
2.4	.61	.52	.43	.54	.45	.37	.42	.35	.27
2.6	.60	.50	.41	.53	.43	.35	.41	.34	.26
2.8	.59	.48	.39	.52	.42	.33	.41	.33	.25
3	.58	.47	.38	.51	.40	.32	.40	.32	.24
3.5	.55	.43	.33	.48	.38	.29	.39	.30	.22
4	.52	.40	.30	.46	.35	.26	.38	.29	.20
4.5	.50	.37	.27	.45	.33	.24	.37	.27	.19
5	.48	.35	.25	.43	.32	.22	.36	.26	.17

برای محاسبه ρ_{cc} ، در خط اول جدول ρ_c مربوطه و در خط دوم ρ_w و در ستون دست چپ CCR را انتخاب می‌کنیم و از نقطه تلاقی، ρ_{cc} را می‌خوانیم. برای محاسبه ρ_{fc} در خط اول جدول ρ_f مربوطه و در خط دوم ρ_w و در ستون دست چپ FCR را انتخاب می‌کنیم و از نقطه تلاقی، ρ_{fc} را به دست می‌آوریم.

➤ محاسبات روشنایی:

حال، با دانستن ρ_{cc} ، ρ_w و نوع چراغ ضریب بهره را از جدول زیر به دست می آوریم.

Typical Luminaire	Typical Distribution And Per Cent Lamp Lumens		ρ_{cc}																WDRC		
Typical Luminaire	Maint. Cat.	Maximum S/MH Guide	RCR	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($\rho_{FC}=20$)																	
33  2 lamp, 1' wide troffer with 45° plastic louver-multiply by 0.9 for 3 lamps	IV 1.0 		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

در ستون اول این جداول شکل ظاهری چراغ را داریم. در ستون دوم منحنی پخش نور چراغ، تقسیم بندی چراغ از نظر نگهداری (نوع ۱ تا ۶) و حداکثر فاصله مجاز بین چراغهای مجاور بر حسب ارتفاع نصب چراغها از سطح کار آمده است. در ستون سوم، RCR آمده است که از صفر تا ۱۰ متغیر است. در ۱۴ ستون فرعی بعدی ضریب بهره برای ρ_{cc} از ۰/۸ تا صفر و برای ρ_w از ۰/۵ تا صفر برای ρ_{fc} برابر ۰/۲ آمده است.

➤ محاسبات روشنایی:

بعضی از خصوصیات کلی این جداول عبارتند از:

- با افزایش RCR (یعنی با کوچک شدن اتاق) ضریب بهره کاهش می‌یابد که علت آن این است که نور کمتری به طور مستقیم به سطح کار می‌رسد. با این که با کوچکتر شدن اتاق نور بیشتری به دیوارها می‌رسد و درخشندگی دیوارها بیشتر می‌شود مقدار زیادی از روشنایی در اثر انعکاسهای مکرر از دیوارها جذب می‌شود و مقدار کمتری به سطح کار می‌رسد و مؤلفه غیرمستقیم ضریب بهره کاهش می‌یابد.
- با افزایش ضریب انعکاس سقف ضریب بهره افزایش می‌یابد. این افزایش در مورد چراغهایی که مقداری نور به سمت بالا دارند بیشتر است. زیرا در مورد چراغهایی که نور به بالا پخش نمی‌کنند سقف تنها از طریق انعکاس از دیوارها قدری روشن می‌شود. مؤلفه غیرمستقیم ضریب بهره از همین قاعده تبعیت می‌کند.
- ضریب بهره و مؤلفه غیرمستقیم آن با افزایش ضریب انعکاس دیوارها افزایش می‌یابد. برای $RCR=0$ ضریب بهره تابع ضریب انعکاس دیوارها نیست.
- در اتاقهای خیلی بزرگ ضریب بهره از درصد شار خروجی چراغ هم بیشتر است!!!

➤ محاسبات روشنایی:

- در صورتی که شاخص RCR بزرگتر از ۱۰ باشد این روش جوابگو نخواهد بود. در این صورت باید از منحنی‌های پخش نور و روش نقطه‌به‌نقطه استفاده نمود.
- در روش لومن در صورتی که k_r بزرگتر از ۵ باشد، ضریب بهره را معادل حالت $k_r = 5$ در نظر می‌گیریم. برای یافتن علت آن کافی است به منحنی ضریب بهره - شاخص فضا که در جلسه گذشته به آن اشاره شد رجوع گردد.
- به طور کلی در مورد سقفها و کفهای ناصاف نمی‌توان ρ_{fc} و ρ_{cc} را از روی جداول تعیین کرد.

Multiplying Factors for Other than 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance

% Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{cc}	80				70				50				30				10			
% Wall Reflectance, ρ_w	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10

For 30 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)

Room Cavity Ratio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008	1.006	1.005	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.009	1.008	1.007	1.006	1.005	1.004	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.005	1.004	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

For 10 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)

Room Cavity Ratio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993	.995	.996	.997	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995	.996	.997	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.977	.983	.988	.991	.995	.996	.997	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.997	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.997	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.997	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.997	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.997	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999

For 0 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)

Room Cavity Ratio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.916	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987	.991	.993	.994	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
2	.871	.887	.903	.919	.880	.902	.916	.928	.920	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991	.993	.994	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993	.994	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.994	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.968	.981	.993	.975	.986	.995	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.996	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.997	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999

➤ محاسبات روشنایی:

برای ρ_{fc} برابر با صفر، $0/1$ و $0/3$ ضرایب تصحیح در جدول مقابل آمده است. اگر ρ_{fc} برابر $0/2$ نباشد می توان به کمک این جدول ضریب تصحیح را به دست آورد و در ضریب بهره به دست آمده ضرب کرد.

➤ محاسبات روشنایی:

ضریب کل کاهش نور یا TLLF (Total Light Loss Factor):

در این روش ضریب کل کاهش نور (TLLF) را با توجه به عوامل مؤثر بر آن به دست آورده و به جای ضریب نگهداری (MF) در رابطه شدت روشنایی متوسط (E_{av}) لحاظ می کنند.

$$E_{av} = \frac{\Phi}{A} \cdot (cu) \cdot (MF) \quad \rightarrow \quad E_{av} = \frac{\Phi}{A} \cdot (cu) \cdot (TLLF)$$

➤ محاسبات روشنایی:

عوامل مؤثر بر TLLF:

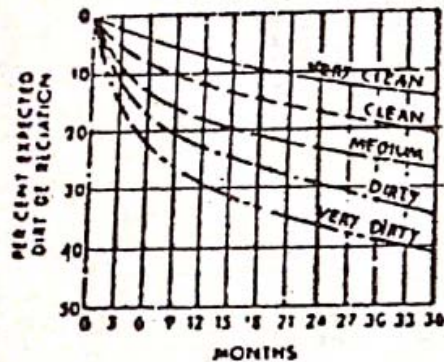
۱- گرد و غبار محیط

از این نظر اماکن به ۵ دسته خیلی تمیز، تمیز، متوسط، کثیف و خیلی کثیف تقسیم می‌شوند. بر اساس میزان گرد و غبار فضا و فاصله بین گردگیرها ضریب کثیفی محیط از روی منحنی مندرج در بالای جدول صفحه بعد به دست می‌آید.

با استفاده از این ضریب و ضریب ناحیه‌ای اتاق و نور چراغ (مستقیم، نیمه‌مستقیم، مستقیم-غیرمستقیم، نیمه‌غیرمستقیم و غیرمستقیم) ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن سطوح اتاق یا RSDDF (Room Surface Dirt Depreciation Factor) از جدول صفحه بعد به دست می‌آید.

این کاهش به علت کم شدن ضریب انعکاس سطوح اتاق به علت جمع شدن گرد و غبار روی آنهاست.

➤ محاسبات روشنایی:



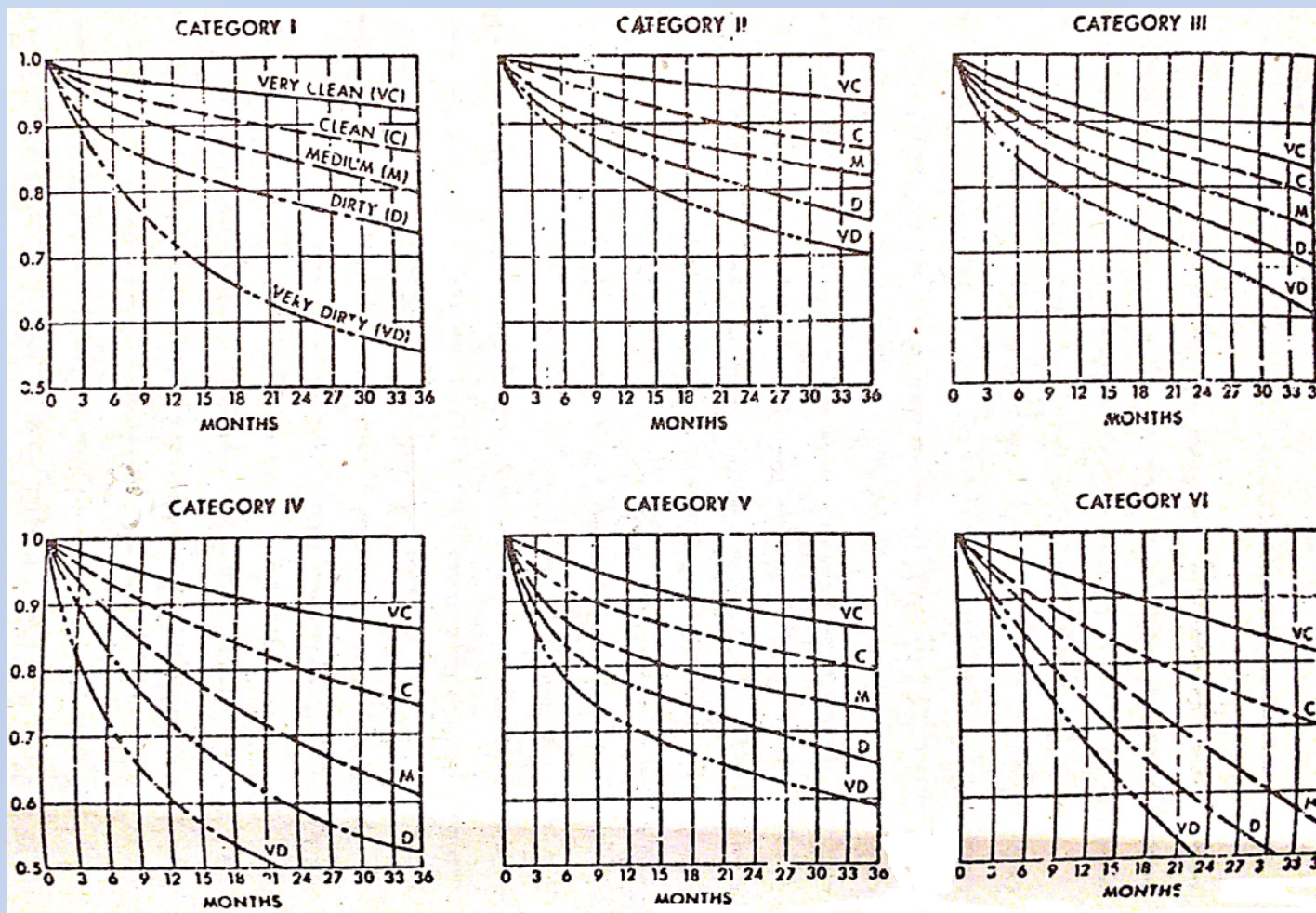
Room surface dirt depreciation factors

Per Cent Expected Dirt Depreciation	Luminaire Distribution Type																			
	Direct				Semi-Direct				Direct-Indirect				Semi-Indirect				Indirect			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Room Cavity Ratio																				
1	.98	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.91	.87	.80	.76	.91	.87	.80	.78	.90	.80	.70	.60
2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.71	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

➤ محاسبات روشنایی:

۲- استعداد جذب گردوغبار توسط چراغ

چراغها از نظر جذب گردوغبار به ۶ دسته (Category I to VI) تقسیم شده‌اند. با داشتن دسته‌بندی چراغ، درجه‌بندی کیفی محیط و فاصله بین گردگیرها ضریب کاهش نور به علت کثیف شدن چراغ یا (Luminaire Dirt Depreciation Factor) LDDF از منحنیهای مربوطه به دست می‌آید.



➤ محاسبات روشنایی:

۳- فرسودگی لامپها

به طور مثال در لامپهای رشته‌ای به علت تبخیر تدریجی فیلامان و ته‌نشین آن روی حباب راندمان الکتریکی و راندمان نوری تدریجاً کاهش می‌یابد. این اتفاق در مورد سایر انواع لامپها نیز به ترتیبی دیگر در اثر فرسایش لامپ رخ می‌دهد. این کاهش را با ضریب کاهش نور لامپ یا LLDF (Lamp Light Depreciation Factor) مشخص می‌کنیم و معمولاً مقدار آن در نیمه عمر لامپ ملاک محاسبه است.

۴- فرسودگی چراغها

به علت فرسودگی، در سطوح منعکس‌کننده چراغ تغییرات فیزیکی در آنها بروز می‌کند که موجب کاهش ضریب انعکاس و کم شدن نور خروجی چراغ می‌شود. این کاهش را با ضریب کاهش به علت کهنه‌شدن سطوح چراغ یا LSDF (Luminaire Surface Depreciation Factor) مشخص می‌کنیم. این ضریب در مورد سطوح فلزی برابر ۱، برای سطوح پلاستیکی در حدود ۰/۹۹ و برای سطوح رنگ‌شده در حدود ۰/۹۸ در نظر گرفته می‌شود.

➤ محاسبات روشنایی:

۵- درجه حرارت

درجه حرارت محیط روی کار چراغها مخصوصاً چراغهای فلورسنت مؤثر است. این چراغها معمولاً برای کار در محیط ۲۵ درجه سانتیگراد ساخته می شوند. در حرارتهای پایینتر یا بالاتر به علت تغییر فشار گاز، طول موج نور تولید شده تغییر می کند و بهره نوری چراغ کاهش می یابد. ضریب درجه حرارتی محیط چراغ یا LATF (Luminaire Ambient Temperature Factor) این کاهش را مشخص می کند.

۶- کاهش ولتاژ

کاهش ولتاژ از مقدار اسمی موجب کاهش نور تولید شده می شود که با ضریب کاهش ولتاژ یا VF (Voltage Factor) مشخص می شود.

۷- ضریب بالاست

در چراغهای فلورسنت یا چراغهای گازی دیگر اگر از چوک دیگری جز نوعی که برای آن در نظر گرفته شده است استفاده شود موجب کاهش نور چراغ می شود. این کاهش را با ضریب چوک (بالاست) یا BF (Ballast Factor) مشخص می کنیم.

➤ محاسبات روشنایی:

۸- لامپهای سوخته

گاهی لامپهای سوخته به فوریت تعویض نمی شوند و در هر زمان به علت سوختن تعدادی از لامپها، نور از مقدار اسمی طراحی شده کمتر خواهد بود. این کاهش را با ضریب لامپهای سوخته یا LBF (Lamp Burned Factor) مشخص می کنیم.

حاصل ضرب ۸ ضریب ذکر شده را ضریب کل کاهش نور یا TLLF می نامیم که به جای MF یا ضریب نگهداری مورد استفاده قرار می گیرد.

$$TLLF = RSDDF \times LDDF \times LLDF \times LSDF \times LATF \times VF \times BF \times LBF$$

➤ محاسبات روشنایی:

الگوریتم محاسبه روشنایی در روش لومن (تقسیم ناحیه‌ای):

- ۱- انتخاب شدت روشنایی (E_{av}) متناسب با کاربری مکان مورد نظر
- ۲- انتخاب نوع چراغ و لامپ از کاتالوگ سازندگان
- ۳- تعیین شار نوری لامپ از جداول ارائه شده در کاتالوگ سازنده
- ۴- محاسبه شاخص فضای اتاق (RCR)، شاخص فضای سقف (CCR) و شاخص فضای کف (FCR)
- ۵- تعیین ضرایب انعکاس دیوار (ρ_w)، سقف (ρ_c) و کف (ρ_f) با توجه به رنگ و جنس آنها
- ۶- تعیین ضریب انعکاس مؤثر سقف (ρ_{cc}) و ضریب انعکاس مؤثر کف (ρ_{fc}) از جدول
- ۷- تعیین ضریب بهره (CU) از جدول
- ۸- ضرب ضریب تصحیح در صورت نیاز (برای ρ_{fc} برابر با صفر، ۰/۱ و ۰/۳)
- ۹- محاسبه ضریب کل کاهش نور یا TLLF
- ۱۰- محاسبه شار نوری کل
- ۱۱- محاسبه تعداد لامپها و چراغهای مورد نیاز با تقسیم شار نور کل به دست آمده بر شار نور یک لامپ
- ۱۲- چیدمان چراغها در فضای سقف با در نظر گرفتن قوانین (a-2a) و (S/MH)

➤ محاسبات روشنایی:

مثال) یک دفتر کار 6×8 متر و با ارتفاع ۳ متر با ضرایب انعکاس مؤثر سقف، دیوار و کف به ترتیب $0/8$ ، $0/5$ و $0/2$ مفروض است. شدت روشنایی لازم روی سطح کار در ارتفاع $0/8$ متر، ۳۰۰ لوکس مد نظر می‌باشد. اگر از چراغ زیر با شار نوری ۲۵۰۰ لومن برای هر لامپ استفاده شود، تعداد چراغهای لازم را با استفاده از روش تقسیم ناحیه‌ای به دست آورده و چیدمان مناسب را انجام دهید. ($TLLF = 0.73$)

نوع لامپ و ماکزیمم فاصله مجاز	Pcc	80			70			50			0	WDRC
	Pw	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0	
	RCR	Pfc=0.2										
 MAX. spacing 0.8MH	0	0.6	0.6	0.6	0.58	0.58	0.58	0.56	0.56	0.56	0.5	
	1	0.54	0.52	0.5	0.52	0.51	0.49	0.50	0.49	0.48	0.44	0.14
	2	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41	0.39	0.13
	3	0.43	0.4	0.37	0.42	0.39	0.37	0.41	0.38	0.36	0.34	0.12
	4	0.39	0.35	0.32	0.38	0.35	0.32	0.37	0.34	0.32	0.30	0.11
	5	0.35	0.31	0.28	0.35	0.31	0.28	0.34	0.30	0.28	0.26	0.11
	6	0.32	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25	0.23	0.10
	7	0.29	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.28	0.25	0.22	0.21	0.09
	8	0.26	0.22	0.2	0.26	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20	0.18	0.09
	9	0.24	0.2	0.17	0.24	0.2	0.17	0.23	0.20	0.17	0.16	0.08
	10	0.22	0.18	0.15	0.21	0.18	0.14	0.20	0.18	0.15	0.14	0.08

➤ محاسبات روشنایی:

$$h_{rc} = H - h_{fc} = 3 - 0.8 = 2.2 \text{ m}$$

$$RCR = 5h_{rc} \frac{L + W}{L \cdot W} = 5 \times 2.2 \times \frac{6 + 8}{6 \times 8} = 3.21$$

$$\begin{array}{l} CU_1 = 0.43 \\ CU_2 = 0.39 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \Delta RCR \\ 1 \\ 0.21 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \Delta cu \\ -0.04 \\ x \end{array} \longrightarrow x = -0.0084$$

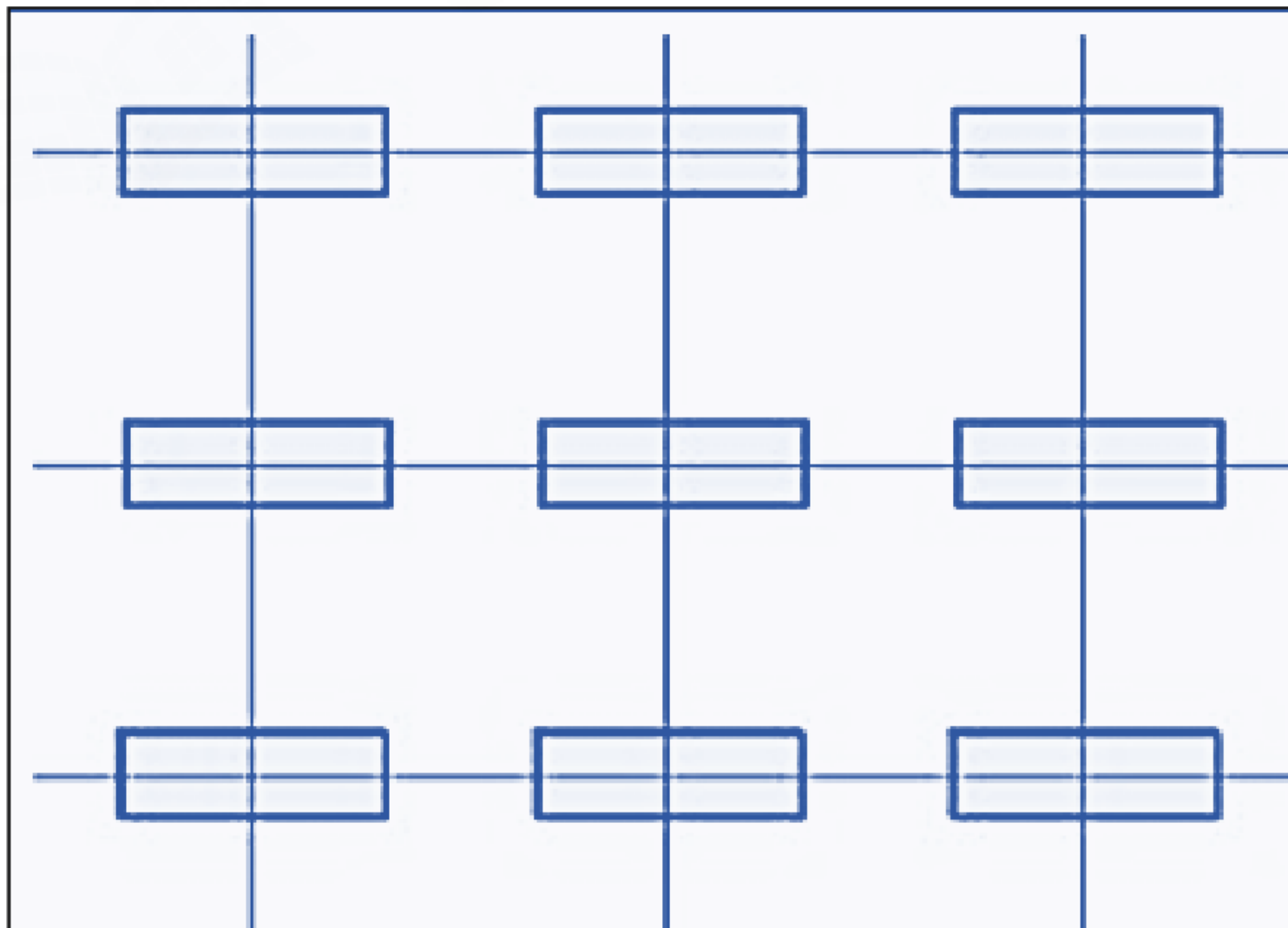
$$cu = 0.43 - 0.0084 = 0.4216$$

$$\phi = \frac{E \times L \times W}{cu \times TLLF} = \frac{300 \times 8 \times 6}{0.4216 \times 0.73} = 46788.49$$

$$n = \frac{\phi}{\phi'} = 18.71 \approx 18 \text{ لامپ}$$

➤ محاسبات روشنایی:

۹ چراغ را به صورت سه ردیف سه‌تایی در فضای کلاس با رعایت قوانین (a-2a) و (S/MH) برای جلوگیری از ایجاد سایه در بین ردیف چراغها چیدمان می‌نماییم.



➤ محاسبات روشنایی:

(مثال)

یک دفتر کار دارای طول ۸ متر، عرض ۶ متر و ارتفاع ۳ متر است. ضرایب انعکاس سقف ۰/۷، دیوارها ۰/۵ و کف ۰/۳ است. شدت روشنایی لازم روی سطح کار در ارتفاع ۸۰ سانتیمتر از کف ۵۰۰ لوکس است. با استفاده از چراغ شماره ۲ در جدول، که با دو لامپ ۵۰۰۰ لومن شار نوری تولید می‌کند، تعداد چراغهای لازم و وضعیت نصب آنها را با استفاده از روش تقسیم ناحیه‌ای لومن به دست آورید.

درجه‌بندی هوای دفتر از نظر گرد و غبار متوسط و گردگیری کلی هر سال یک بار انجام می‌شود. درجه حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد است. ولتاژ کاهش ندارد و لامپهای سوخته ۳ درصد کل لامپهاست و از چوک مناسب استفاده به عمل می‌آید.

➤ محاسبات روشنایی:

نوع چراغ	شماره ردیف	فاکتور (a)	RCR	منحنی پخش نور در صد لومن لامپ		ρ_{cc}		ρ_w		ضریب انعکاس سقف		ضریب انعکاس دیوار					
				ضریب بهره نوری محیط CU													
				(در اینجا ضریب انعکاس کف ۲۰ درصد فرض شده $\rho_{fc} = 0.20$)													
Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp lumens			$\rho_{cc}^* \rightarrow$		80		70		50		30		10		0	
				$\rho_w^b \rightarrow$		50 30 10		50 30 10		50 30 10		50 30 10		50 30 10		0	
				Maint. Coef.		Maximum S.A.M. Guided		RCR*									



2 lamp, 1' wide troffer with 45°
plastic louver—multiply by
0.90 for 3 lamps

[illegible]

➤ محاسبات روشنایی:

چون لامپها به صورت چسبیده به سقف نصب می شوند لذا داریم:

$$h_{cc} = 0$$

از آنجایی که میز کار در ارتفاع ۸۰ سانتیمتری در نظر گرفته شده است، داریم:

$$h_{fc} = 0.8 \text{ m}$$

پس داریم:

$$h_{rc} = 3 - 0.8 = 2.2m$$

➤ محاسبات روشنایی:

$$RCR = 5 h_{rc} \frac{L + W}{L \cdot W} = 5 \times 2.2 \times \frac{8 + 6}{8 \times 6} = 3.21$$

$$CCR = 5 h_{cc} \frac{L + W}{L \cdot W} = 0$$

$$FCR = 5 h_{fc} \frac{L + W}{L \cdot W} = 5 \times 0.8 \times \frac{8 + 6}{8 \times 6} = 1.17$$

➤ محاسبات روشنایی:

با استفاده از جدول $\rho_{cc} = 0.7$ و $\rho_{fc} = 0.27$ به دست می آید.

همچنین برای $RCR=3.21$ و $\rho_{cc} = 0.7$ و $\rho_{fc} = 0.27$ ، ضریب بهره 0.385 به دست می آید.

از سوی دیگر برای $\rho_{fc} = 0.27$ ضریب تصحیح از جدول، برابر با 1.03 تخمین زده می شود. پس داریم:

$$cu = 1.03 \times 0.385 = 0.4$$

از منحنی مربوط به ضریب کثیفی محیط، ضریب کثیفی را 0.17 به دست می آوریم. با استفاده از جدول برای $RCR=3.21$ داریم:

$$RSDDF=0.96$$

➤ محاسبات روشنایی:

با استفاده از منحنی برای چراغ دسته چهارم، آلودگی متوسط و فاصله یک ساله بین گردگیرها داریم:

$$\text{LDDF}=0.82$$

مقادیر $\text{LLDF}=0.97$ و $\text{LSDF}=0.98$ در نظر می گیریم. همچنین برای $\text{LATF}=1$ ، $\text{VF}=1$ ، $\text{BF}=1$ و $\text{LBF}=0.97$ در نظر می گیریم.

بنابراین ضریب کل کاهش نور یا TLLF به دست می آید:

$$\text{TLLF}=0.96 \times 0.82 \times 0.97 \times 0.98 \times 0.97 = 0.73$$

سرانجام تعداد چراغها به دست می آید:

$$n = \frac{500 \times (8 \times 6)}{0.4 \times 0.73} \div 5000 = 16.4 \approx 16$$

بَا فَشْكُرْ لِرِزْقِ جِهَنَّا