



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



آموزش های الکترونیکی گروه: برق



دانشگاه فنی و حرفه ای

آموزشکده فنی و حرفه ای پسران اردبیل

جلسه: دهم

درس: تاسیسات الکتریکی و پروژه

تعداد واحد: ۳ واحد تخصصی

رشته: مهندسی تکنولوژی برق - قدرت

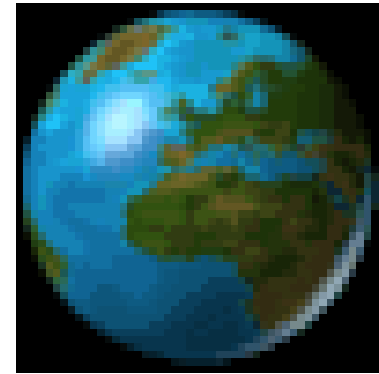
مقطع: کارشناسی

ترم: ۹۸۲

موضوع: طراحی روشنایی خارجی

استاد: دادخواه عضو هیئت علمی رشته برق

خرداد ماه ۱۳۹۹



روشنایی معابر

سوال: اهمیت روشنایی معابر را بیان کنید؟

۱- کاهش حوادث و سوانح عمومی که عمدتاً ناشی از وقوع تصادفات و یا جرایم در اوقات شبانه می باشد.

۲- بهبود وضع ترافیک و روانی تردد وسایل نقلیه

۳- ایجاد امنیت اجتماعی و کاهش جرایم و تخلفات به علت نظارت بهتر نیروی انتظامی.

۴- امکان ادامه فعالیت های تجاری و صنعتی در شب

۵- امکان گردش و تفریح مردم در شب

سوال: خصوصیات روشنایی خوب معابر را بیان کنید؟

۱- ایجاد روشنایی کافی در سطح خیابان

۲- یکنواختی روشنایی در سطح خیابان

۳- جلوگیری از چشم زدگی حاصل از نور چراغ

۱- ایجاد روشنایی کافی در سطح خیابان

جدول ۱۴- شدت روشنایی لازم جهت معابر
(توصیه انجمن مهندسان روشنایی آمریکا)

وضعیت اطراف معبر			نوع معبر
مسکونی	فی مابین	تجاری	
شدت روشنایی	شدت روشنایی	شدت روشنایی	
(لوکس)	(لوکس)	(لوکس)	
۶	۶	۶	آزادراه
۱۱	۱۵	۲۲	بزرگراه
۶	۱۰	۱۳	خیابان رابط بین اصلی و فرعی
۴	۶	۱۰	خیابان فرعی
۲	۴	۶	کوچه اتومبیل رو
۲	۶	۱۰	پیاده‌رو
۵	۱۱	۲۲	محل عبور عابر پیاده

۱- ایجاد روشنایی کافی در سطح خیابان

جدول ۱۵- شدت روشنایی متوسط خیابان براساس حجم عابرین و ترافیک
(توصیه انجمن مهندسان روشنایی آمریکا)

حجم ترافیک تعداد وسایل نقلیه عبوری از دو طرف در ساعت هنگام شب				حجم عبور و مرور عابرین پیاده
خیلی سبک (زیر ۱۵۰)	سبک (۱۵۰-۵۰۰)	متوسط (۵۰۰-۱۲۰۰)	سنگین (بالتر از ۱۲۰۰)	
شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی (لوکس)	شدت روشنایی (لوکس)	
۶	۹	۱۱	۱۳	سنگین
۴	۶	۹	۱۱	متوسط
۲	۴	۶	۹	سبک

۱- ایجاد روشنایی کافی در سطح خیابان

جدول ۱۶- روشنایی متوسط لازم براساس مقررات آلمانی

رنگ خیابان		نوع خیابان
تیره	روشن	
(لوکس)	(لوکس)	
۱۶	۸	خیابانهای اصلی با تراکم ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر طرف
۱۲	۶	خیابان اصلی با حجم ترافیک ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر طرف
۸	۴	خیابانهای رابط بین نقاط مسکونی و خیابانهای اصلی
۱	-	خیابانهای واقع در مناطق مسکونی

جدول ۱۷- ضرایب شدت روشنایی متوسط برای آسفالت های مختلف

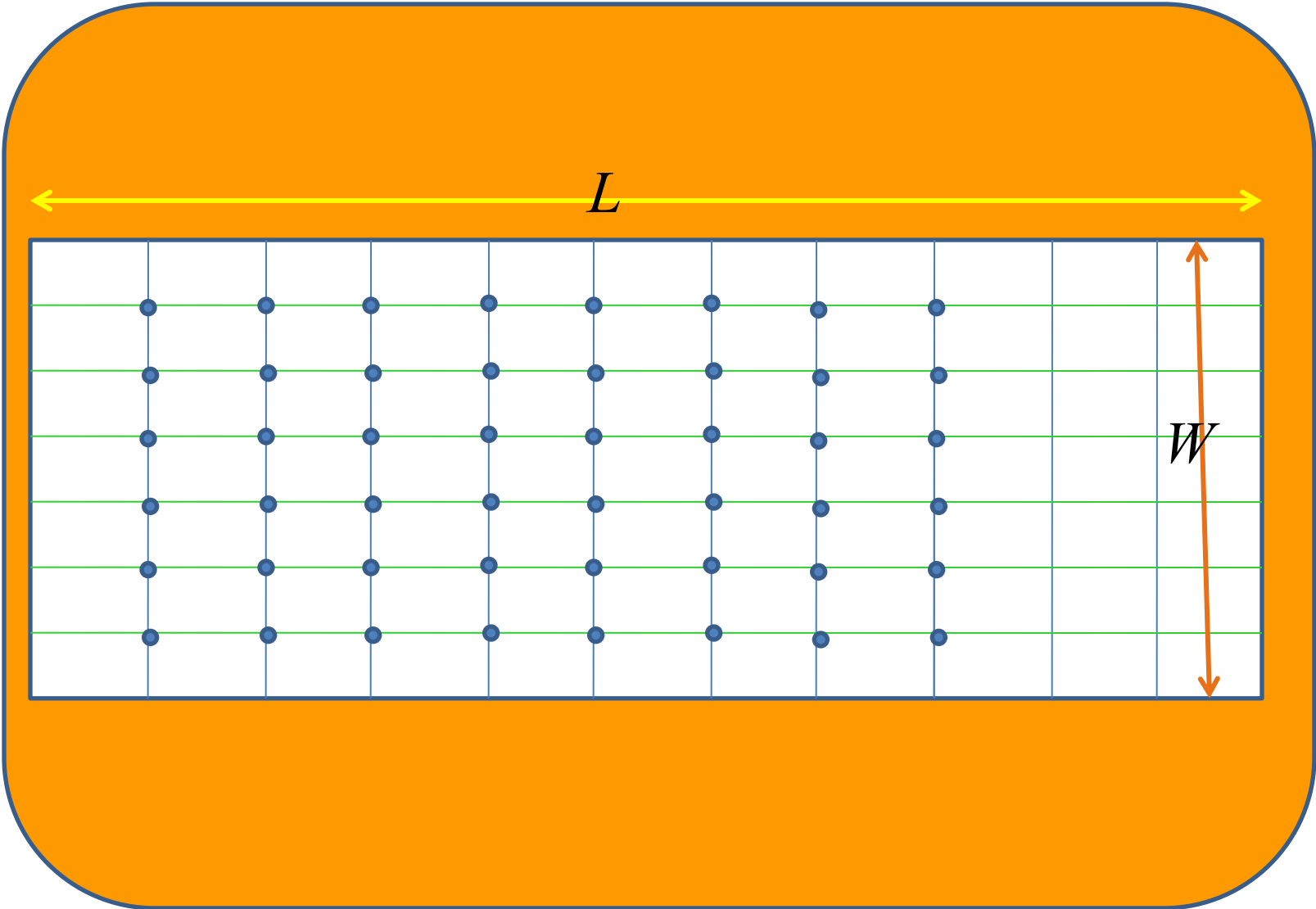
رنگ آسفالت	فوق العاده روشن	بالاتر از حد متوسط	متوسط	پائینتر از حد متوسط	فوق العاده تیره
ضریب	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۲	۱/۴

۲- یکنواختی روشنایی در سطح خیابان

جدول ۱۸- نسبت یکنواختی حداقل جهت معابر

نسبت یکنواختی (حداقل)				نوع خیابان
مقررات آلمان		انجمن مهندسان روشنایی آمریکا		
$\frac{E_{MIN}}{E_{MAX}}$	$\frac{E_{MIN}}{E_m}$	$\frac{E_{MIN}}{E_{MAX}}$	$\frac{E_{MIN}}{E_m}$	
۱:۶	۱:۳	-	۱:۳	خیابان اصلی با حجم ترافیک ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در هر طرف
۱:۶	۱:۳	-	۱:۳	خیابان اصلی با حجم ترافیک ۵۰۰ وسیله نقلیه در هر طرف
۱:۸	۱:۴	-	۱:۳	خیابانهای رابط بین نقاط مسکونی و خیابانهای اصلی
-	-	-	۱:۶	خیابانهای واقع در مناطق مسکونی

محاسبه نقطه ای روشنایی در سطح خیابان و تعیین ماکزیمم و مینیمم مقدار آن



۳- جلوگیری از چشم زدگی حاصل از نور چراغ

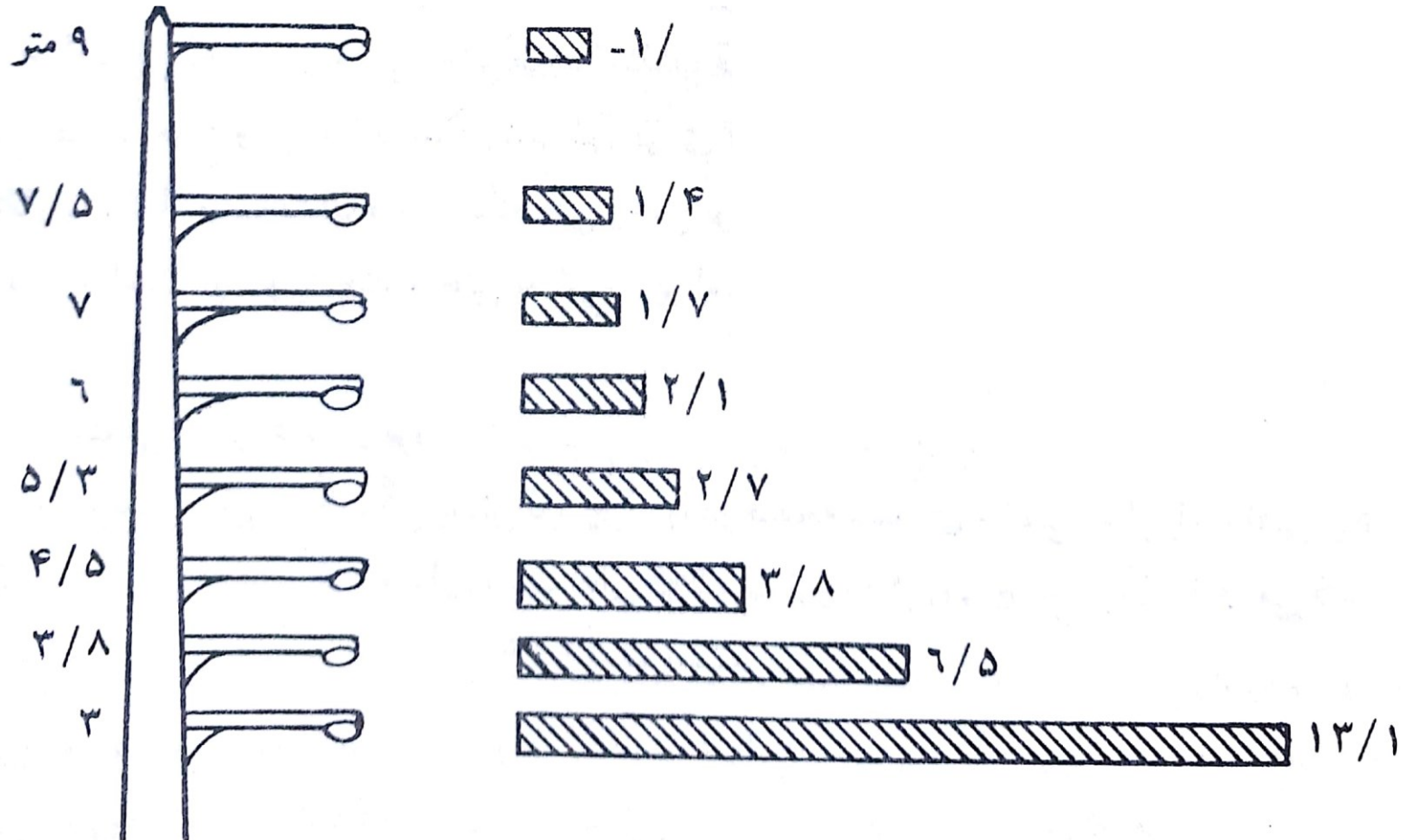
جدول ۱۷- ارتفاع نصب چراغ بر اساس شار نوری

ارتفاع نصب به متر	شار نوری لامپ به لومن	ردیف
۱۰/۵	۲۰۰۰۰	۱
10.5-13.5	۲۰۰۰۰ تا ۴۵۰۰۰	۲
13.5-18	۴۵۰۰۰ تا ۹۰۰۰۰	۳

نمودار چشم زدگی بر اساس ارتفاع نصب چراغ

7.5	6	4.5	3
1.4	2.1	3.8	13.1

۳- جلوگیری از چشم زدگی حاصل از نور چراغ



نمودار کاهش چشم زدگی نسبت به ارتفاع نصب چراغ

فرم کنترل محاسبات روشنایی خارجی

توضیحات	تطبيق با شرایط		مشخصه‌های طراحی	شرح
	ندارد	دارد		
الف) داده‌های اولیه محاسبات				
				نوع راه یا معبر (شیرانی درجه ۱، ۲ و...)
				عرض راه (متر)
				تعداد باند حرکتی در هر مسیر
				نوع رویه سطح راه
				مدل چراغ
				نوع و توان لامپ
				شار نوری لامپ (لومن)
				آرایش نصب
				ضریب نگهداری
				فاصله دو پایه (متر)
				تعداد چراغ روی هر پایه
				ارتفاع نصب (متر)
				پیش آمدگی (متر)
				زاویه چراغ (درجه)
			نتایج	ب) نتایج محاسبات
			حدود مجاز	درخشندگی متوسط
				یکنواختی کلی درخشندگی
				یکنواختی حداقل به حداکثر درخشندگی
				آستانه افزایش
				شدت روشنایی متوسط
				یکنواختی کلی شدت روشنایی
				ضریب محیط

مروری بر کلاس های روشنایی و شدت روشنایی بر اساس استاندارد : EN 13201 – 1

کلاس های روشنایی EN با مقایسه بین سطوح مختلف :

-	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6	-	-
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6

جدول کلاس شدت روشنایی S :

حداقل روشنایی لازم E (min) [lux]	حداکثر شدت روشنایی متوسط مجاز Eav (max) [lux]	حداقل شدت روشنایی متوسط لازم Eav (min) [lux]	نوع کلاس (S)
5.0	22.50	15	S1
3.0	15.00	10	S2
1.5	11.25	7.5	S3
1.0	7.50	5	S4
0.6	4.50	3	S5
0.6	3.00	2	S6

گزینش کلاس های روشنایی بر اساس استاندارد : 2003 : BS 5489-1

نوع معبر	نوع لامپ توصیه شده	درصد جرائم اجتماعی	کلاس روشنایی		
			E1 / E2	E3 / E4	
پر ترافیک	انواع لامپ سدیم لامپ جیوه	زیاد	-	S1	
		کم	S3	S2	
	متال هالید	زیاد	-	S2	
		کم	S4	S3	
	نرمال	انواع لامپ سدیم لامپ جیوه	زیاد	S2	S1
			متوسط	S3	S2
کم			S4	S3	
متال هالید		زیاد	S3	S2	
		متوسط	S4	S3	
		کم	S5	S4	
کم ترافیک	انواع لامپ سدیم لامپ جیوه	زیاد	S2	S2	
		متوسط	S4	S3	
		کم	S5	S4	
	متال هالید	زیاد	S3	S3	
		متوسط	S5	S4	
		کم	S6	S5	

گزینش کلاس های روشنایی بر اساس استاندارد : 2003 : BS EN 13201-2

نوع معبر	معیار گزینش معبر	متوسط ترافیک روزانه (دستگاه در روز)	کلاس روشنایی
معبر وسایل نقلیه (دسترسی محدود) مسیرهای طولانی و پر سرعت با گارد ریل کامل مانند اتوبان و آزاد راه	تقاطع های غیر هم سطح	شامل همه	ME1
	تقاطع های هم سطح در فاصله های کمتر از 3 km	> 40,000	ME1
	تقاطع های هم سطح در فاصله های بیش از 3 km	<= 40,000	ME2
		شامل همه	ME2 ME4a
جاده های استراتژیک مسیرهای طولانی > 60 km/h محدودیت تعداد تقاطع هم عرض محدودیت در پارک وسایل نقلیه	معبر یکطرفه	> 15,000	ME2
		<= 15,000	ME3a
	معبر دو طرفه	<= 15,000	ME3a
		> 15,000	ME2
معبر رابط اصلی - مسیر های متوسط یا کوتاه جاده بین معبرهای استراتژیک و مراکز شهری سرعت کمتر از 60 km/h محدودیت پارک در زمان شلوغی و در نظر گرفتن تمهیداتی برای ایمنی پیاده ها	معبر یکطرفه	> 15,000	ME2
		<= 15,000	ME3a
	معبر دو طرفه	<= 15,000	ME3a
		> 15,000	ME2
معبر های رابط فرعی - انتقال ترافیک محلی ناحیه مرکزی شهر (زون E3) سرعت مجاز کمتر از 50 km/h عبور و مرور مردم زیاد است . پارک در خیابان محدودیتی ندارد . عبور و مرور مردم زیاد است . پارک در خیابان محدودیتی ندارد .	ناحیه مرکزی شهر (زون E3) سرعت مجاز کمتر از 50 km/h	> 15,000	ME2
		7001 - 15,000	ME3b
		<= 7,000	ME3c
	جاده هایی (زون E1/E2) که روستاها و ناحیه های بزرگ را به شبکه های مهم متصل می سازند	> 15,000	ME3a
		7001 - 15,000	ME3b
		<= 7,000	ME4a
خیابان محلی جاده های ارتباطی بین شبکه های اصلی و فرعی با دسترسی کامل	ناحیه مرکزی شهر (زون E3) سرعت مجاز کمتر از 50 km/h ارتباط بین مرکز مسکونی و صنعتی پارک در خیابان محدودیتی ندارد .	ترافیک مردمی نرمال < S2	ME4b
		ترافیک مردمی زیاد < S1	
	جاده هایی (زون E1/E2) که روستاها و ناحیه های کوچک را به معابر دیگر متصل می سازند به علت متغییر بودن عرض این معابر ، معمولا قابلیت حمل ترافیک دو طرفه را ندارد .	ترافیک مردمی نرمال < S2	ME5
		ترافیک مردمی زیاد < S1	ME6
	مراجعه به دیگر استانداردها		

مراحل محاسبات روشنایی معابر

الف) - انتخاب شدت روشنایی متوسط لازم با توجه به نوع معبر و وضعیت ترافیک از جداول مربوطه

ب) انتخاب نوع چراغ و ترتیب نصب با توجه به نوع خیابان (آرایش چراغها)

۱) نصب در یک طرف خیابان صورت می گیرد که عرض خیابان کمتر یا مساوی ارتفاع نصب چراغها باشد.

۲) نصب چراغ در دو طرف خیابان زیگزاگ ، زمانی صورت می گیرد که عرض خیابان کمتر از یک ونیم برابر ارتفاع نصب باشد .

۳) نصب چراغ در دو طرف خیابان بطور متقابل زمانی صورت می گیرد که عرض خیابان بیشتر از $1/5$ برابر ارتفاع نصب باشد .

۴) نصب چراغ آویزان در محور خیابان برای جاده های باریک انجام می شود که ارتفاع نصب در آن بیشتر از عرض خیابان نباشد.

مراحل محاسبات روشنایی معابر

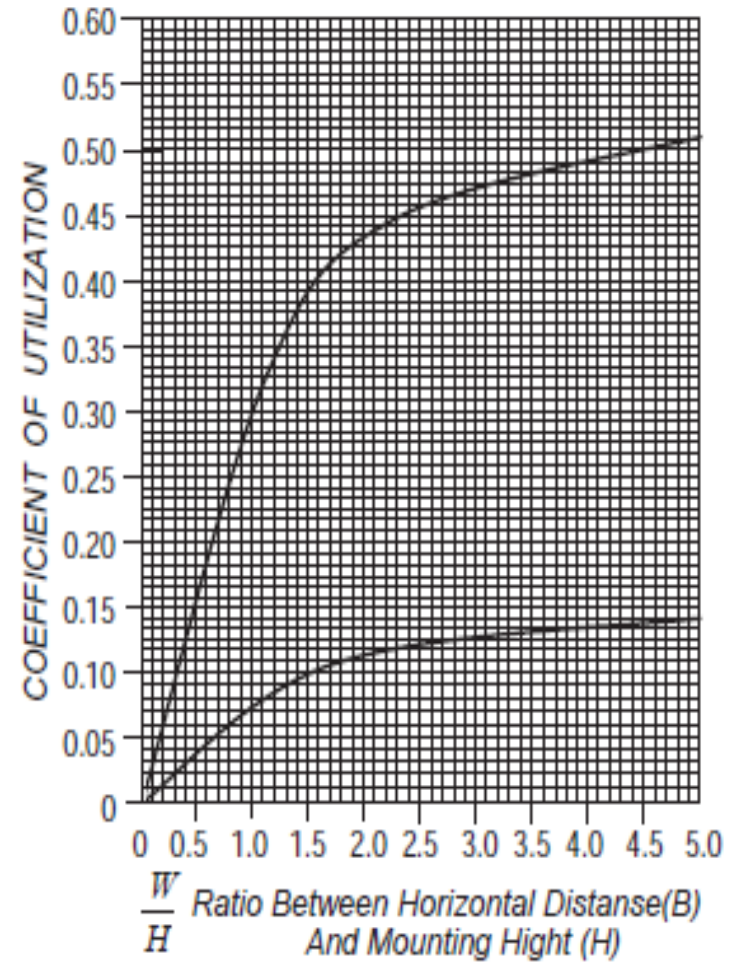
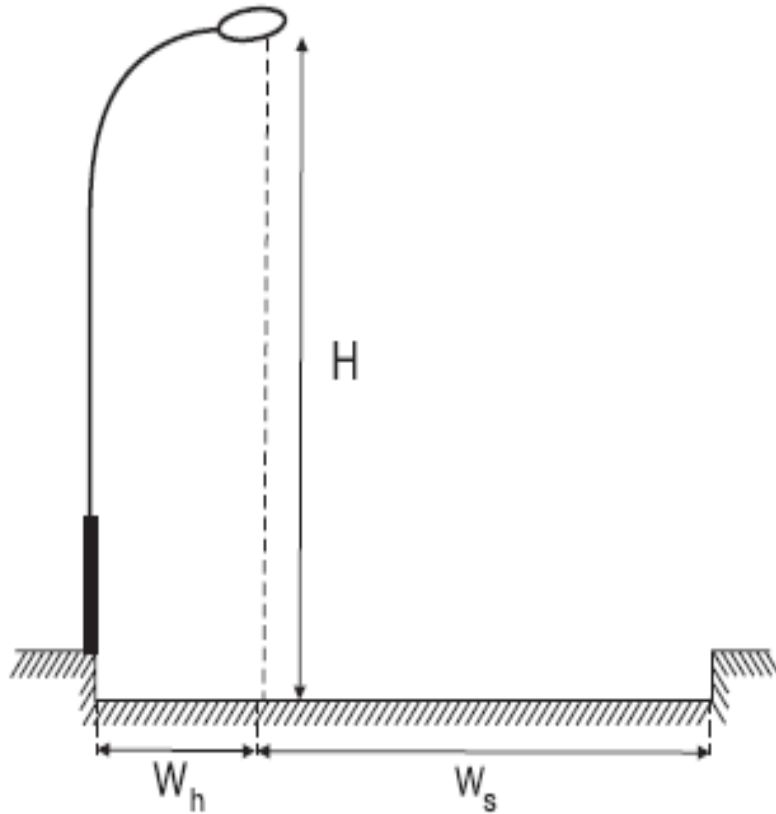
پ) انتخاب ارتفاع نصب و لامپ مورد استفاده با در نظر گرفتن جدول (۴-۴).
 ارتفاع نصب چراغها در خیابانها بستگی به جریان نور چراغی دارد که در آن مورد استفاده قرار می گیرد. در جدول مربوطه ارتفاع نصب چراغها بر حسب متر با در نظر گرفتن جریان نور چراغ بکار رفته نشان داده شده است.

$$E_{ave} = \frac{\phi \times CU \times LLF}{L \times W} \Rightarrow L = \frac{\phi \times CU \times LLF}{E_{ave} \times W}$$

ت) محاسبه فاصله نصب چراغ ها:

E_{ave} : شدت روشنایی متوسط در فاصله بین دو تیر چراغ بر حسب لوکس و طبق جدول داده می شود.
 ϕ : جریان نوری هر لامپ بر حسب لومن
 CU : ضریب بهره نوری که از روی منحنی (شکل ۹۲-۱) بدست می آید .
 LLF : افت توان نوری در اثر آلودگی و سایر عوامل
 L : فاصله بین دو پایه چراغ متوالی بر حسب متر؛
 W : عرض معبر (خیابان یا پیاده رو).

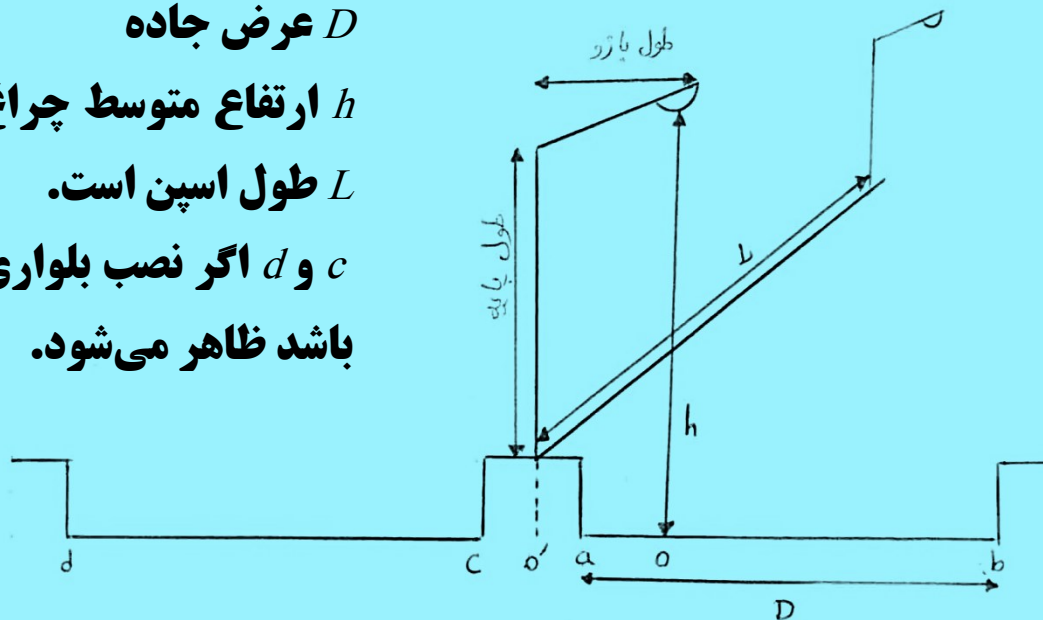
منحنی تعیین ضریب بهره نوری CU



شکل ۹۲-۱

تعیین ضریب بهره نوری CU

D عرض جاده
 h ارتفاع متوسط چراغ
 L طول اسپن است.
 c و d اگر نصب بلواری
 باشد ظاهر می شود.



طرف خیابان: آن قسمت از خیابان که از سایه چراغ به سمت جهت مثبت محور افقی تا پایان خیابان است.

طرف پیاده رو: آن قسمت از خیابان که قسمت کوچکتر خیابان است و به طرف جهت منفی محور افقی است طرف پیاده رو نام دارد.

CU برای نصب بلواری

$$\frac{ob}{h}, \frac{oa}{h}, \frac{oc}{h}, \frac{od}{h} \Rightarrow$$

$$cu = cu_{oa} + cu_{ob} + cu_{od} - cu_{oc}$$

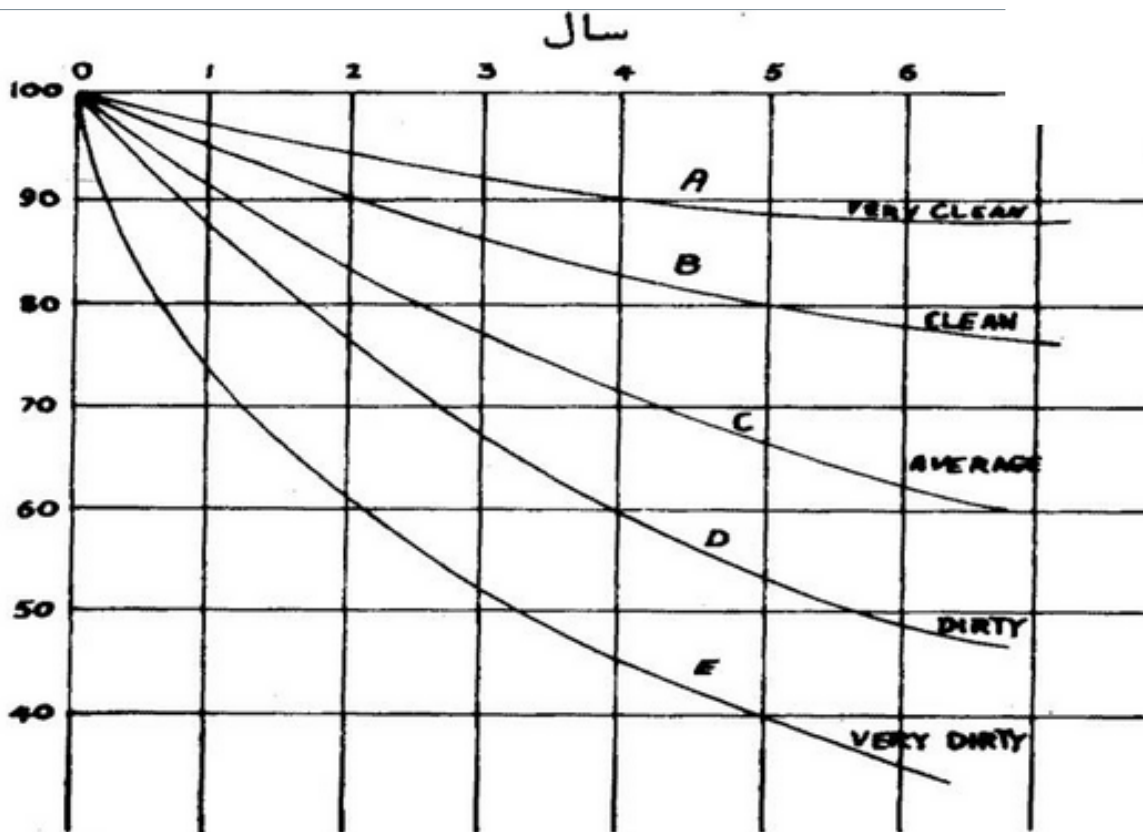
CU برای نصب یکطرفه، زیگزاگ، روبرو و وسط کابل هوایی

$$\frac{ob}{h}, \frac{oa}{h} \Rightarrow cu = cu_{oa} + cu_{ob}$$

LLF**تعیین ضریب کاهش نور در روشنایی معابر**

در روشنایی معابر ضریب کاهش نور LLF ناشی از دو عامل به شرح زیر می باشد:

$$LLF = LLDF \times LDDF$$



منحنی ضریب کاهش نور بر اثر کثیف شدن سطح چراغ

(۱) LLDF ضریب کاهش نور ناشی از فرسودگی چراغ ها که حدود ۰/۹ است.

(۲) LDDF ضریب کاهش نور ناشی از جذب آلودگی توسط چراغ این ضریب بر اساس میزان آلودگی محیط و قابلیت جذب آلودگی توسط چراغ از نمودار زیر محاسبه می شود:

ث) محاسبه ضریب یکنواختی و مقایسه با مقادیر توسعه شده

جدول ۱-۷

نوع راه	نوع منطقه	شدت روشنایی متوسط	ضریب اول یکنواختی $g_1 = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ave}}}$	ضریب دوم یکنواختی $g_2 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$
آزاد راه	همه مناطق	8	0.33	0.17
بزرگراه	تجاری	13	0.33	0.17
	تجاری - مسکونی	11		
	مسکونی	8		

نصب دو طرفه



نصب در وسط



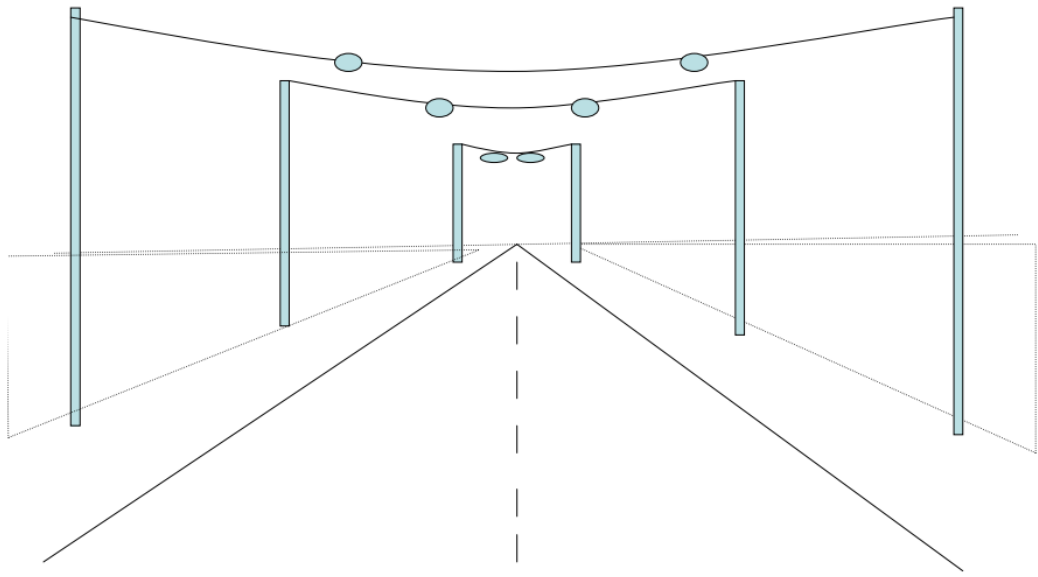
نصب یکطرفه



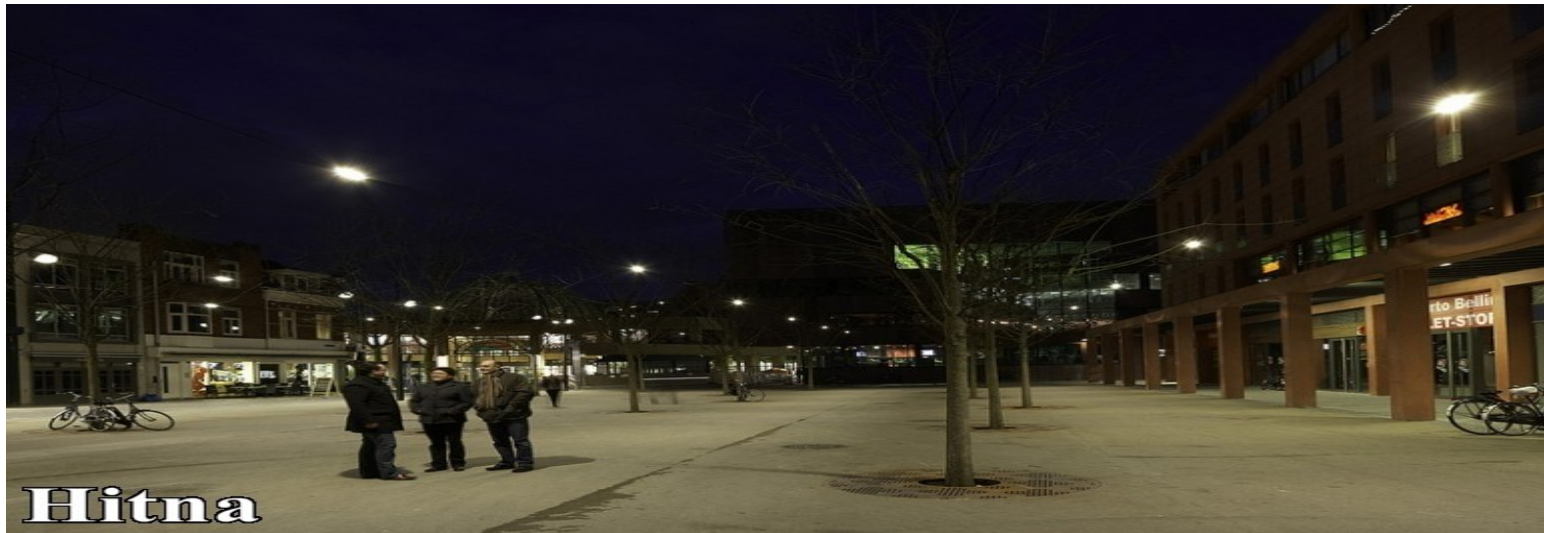
نصب در تونل



نصب کابلی در وسط خیابان



روشنایی خیابان ها بدون نیاز به پایه



روشنایی محوطه های باز و پارکینگ ها

در روشنایی محوطه های باز نیز از چراغ هایی با منحنی پخش نامتقارن که حداکثر شدت نور آنها در زوایای حدود ۶۰ تا ۷۵ درجه اتفاق میافتد و بعد از این زوایا شدت نورشان به شدت کاهش می یابد استفاده می شود. همچنین فاصله بین چراغ ها تا حدود ۴/۵ برابر ارتفاع نصب انتخاب می شود.

نکاتی را که باید در طراحی این نوع روشنایی در نظر گرفت عبارتند از:

الف) در این نوع روشنایی معمولاً منحنی پخش نور بر حسب $I(\theta)$ داده می شود (در $\varphi = 1000$) و منحنی های ایزوکنندل و ایزولوکس داده نخواهد شد.

ب) منحنی ضریب بهره فقط یک نمودار است و خبری از طرف خیابان یا طرف پیاده رو مثل حالت روشنایی معابر نیست.

ج) در روشنایی پارکینگها فاصله پایه ها در طول باید ضریبی از ۱/۹ متر باشد و در عرض بستگی به عرض پارکینگ دارد.

د) در منحنی ضریب بهره، محور افقی عرض محوطه از محل نصب به ارتفاع نصب چراغ است.

تمرین: خیابانی به طول ۵ کیلومتر و به عرض ۱۸ متر
مفروض است در صورتی که چراغ ها بصورت دو طرفه
روبرو نصب شود و سرویس چراغ ها در هر ۳ سال یکبار
انجام شود تعداد چراغ مورد نیاز را محاسبه نمایید؟
توجه: برای محاسبه، پارامتر های مورد نیاز را بصورت
استاندارد خودتان انتخاب کنید.

پایان جلسه دهم

با آرزوی سلامتی و قبولی طاعات و عبادات

