فصل هفدهم

روشنایی

۱۷ . محاسبات روشنایی

۱۷-۱ . محاسبه روشنایی برای اتاق فرمان و اتاق رله

محاسبه روشنایی برای اتاق فرمان و اتاق رله پست۲۳۰/۶۳ کیلو ولت کرج(۳×۱۶×۲۰) با توجه به جدول شدت روشنایی توصیه کمیته ملی روشنایی ایران و جامعه مهندسان روشنایی آمریکا بر حسب لوکس شدت روشنایی را برابر ۵۰۰لوکس برای اتاق فرمان و اتاق رله در نظر می گیریم. $E = 500Lux$

۱/۲۰۰ = طول مهتابی

شار نوری متوسط را برای لامپ فلورسنت از روی کتاب دکتر کلهر صفحه ۹۱ برابر۲۳۰۰لومن در نظر می گیریم. تعدادلامپ را در داخل هر قاب دو عدد انتخاب می کنیم یعنی قاب دو تایی را انتخاب می کنیم. پس شاری نوری داخل یک قاب را بدست می آوریم.

لومن $Q = 2 \times 2300 = 4600$ داخل یک قاب

شار نوری خروجی از داخل یک قاب را در ضریب مربوطه ضرب می کنیم بنابراین:

لومن $Q = 4600 \times 0.7 = 3220$ شار نوری خروجی

از رابطه زیر مقدار شار عبوری برای کل سطح اتاق را محاسبه می کنیم:

$$E = \frac{Q_T}{Lw} \Rightarrow Q_T = E.Lw = 500 \times 20 \times 16 = 160000Lux$$

تعداد قابها را از رابطه زیر بدست می آوریم :

تعداد قابها $n = \frac{160000}{3220} \cong 50$

$$\frac{L}{X} \cdot \frac{W}{X} = n \Rightarrow X = \sqrt{\frac{L.W}{n}} = \sqrt{\frac{16 \times 20}{50}} \cong 2.53m$$

تعداد ردیف قابها در طول $= \frac{20}{2.53} \cong 8$ ردیف در طول

تعداد ردیف قابها در عرض $= \frac{16}{2.53} \cong 6$

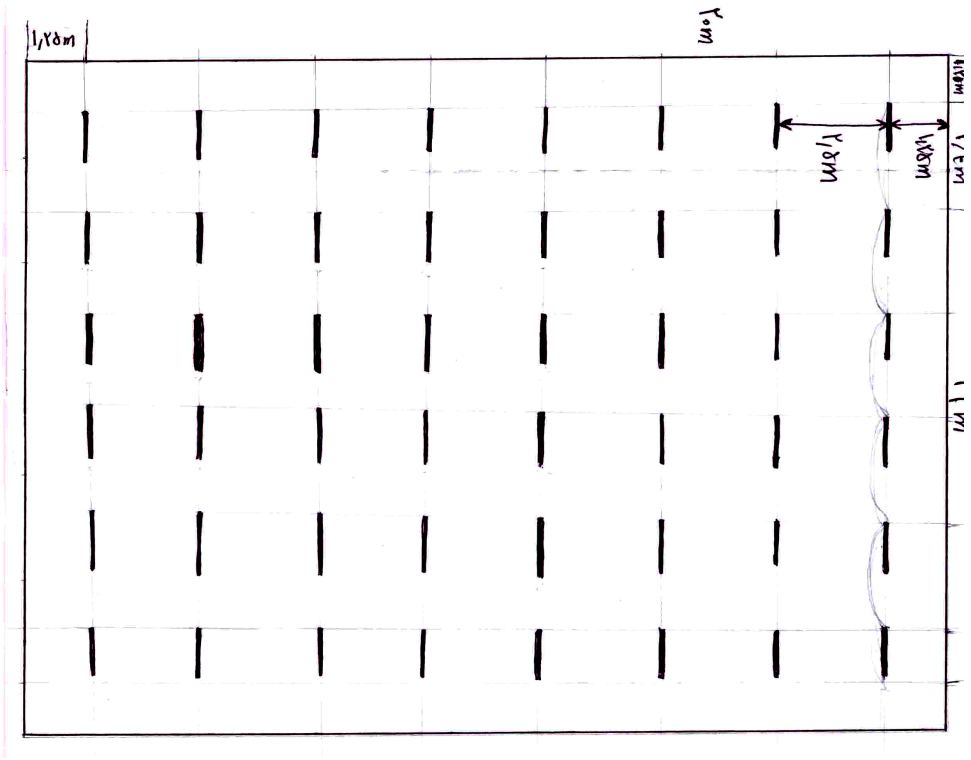
جدید $n=8\times6=48$

$$X^{-} = \sqrt{\frac{16\times20}{48}} \cong 2.58$$

فاصله ردیف قابها در طول $= \frac{20}{8} = 2.5m$

فاصله ردیف قابها در عرض $= \frac{16}{6} \cong 2.5$

طرز چیدمان روشنایی اتاق فرمان و رله



شکل ۱-۱۰

→

۱۷-۲ . محاسبه روشنایی برای اتاق نرمانبلوک به ابعاد $24\times8\times3.5$

$Q = 500Lux$ پیشنهادی از روی جدول کتاب کلهر

طول هر مهتابی =1.200m

لومن2300= شارنوری متوسط از روی صفحه ۹۱ کتاب کلهر

۲= تعداد لامپها در قاب

لومن ۴۶۰۰=۲×۲۳۰۰=شار نوری داخل یک قاب

شار نوری خروجی از یک قاب(Q) =۴۶۰۰×۰/۷=۳۲۲۰

$$E=\frac{Q_2}{LW}\Rightarrow x=\sqrt{\frac{LW}{n}}=\sqrt{\frac{24\times 8}{30}}\cong 2.53$$

تعداد قابها$(n)=\frac{96000}{3220}=30$قاب

$$\frac{L}{X}.\frac{W}{X}=n\Rightarrow X=\sqrt{\frac{LW}{n}}=\sqrt{\frac{24\times 8}{30}}\cong 2.53$$

تعداد ردیف در طول $=\frac{24}{2.53}=9.48\cong 10$

تعداد ردیف در عرض $=\frac{8}{2/53}=3/162\cong 3$

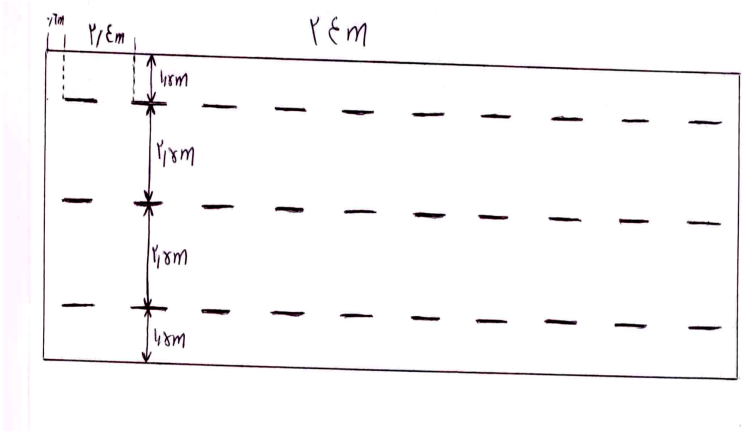
$$n^{-}=10\times 3=30$$

$$X^{-}=\sqrt{\frac{24\times 8}{30}}\cong 2152$$

فاصله ردیف قابها در طول$=\frac{24}{10}=2.4m$

فاصله ردیف کابل در عرض $=\frac{8}{3}\cong 2.5m$

طرز چیدمان روشنایی اتاق نرمانبلوک



شکل ۲-۱۰

۱۷-۲ . روشنایی معابر

زندگی امروزی ایجاب می کند که با پایان گرفتن روز فعالیتهای اجتماعی پایان نیافته و تا پاسی از شب نیز ادامه پیدا کندلازمه این امر وجود روشنایی کافی در معابر و خیابانهاست . افزایش روز افزون وسایل نقلیه موتوری و عبور و مرور عابرین در خیابانها روشنایی کافی را جهت دید در شب و کاهش تصادفات و تلفات انسانی ضروری می سازد و همچنین روشن ساختن معابر در شب باعث افزایش امنیت اجتماعی شده و از جرائم و تخلفاتی که تاریکی شب پوششی جهت ارتکاب آنهاست می کاهد پس هدف از روشنایی معابر حفظ سلامت و راحتی رانندگان و عابرین پیاده و افزایش امنیت و بهبود وضع ترافیک در شب می باشد.

۱۷-۲-۱ . مشخصات روشنایی معابر

الف) ایجادروشنایی کافی در سطح خیابان

میزان شدت روشنایی لازم جهت معابر بستگی به وضعیت محل، میزان عبور و مرور، نوع فعالیت عابرین، سرعت و حجم ترافیک شبانه دارد. میزان شدت روشنایی متوسط جهت معابر مختلف طبق توصیه انجمن مهندسان روشنایی آمریکا در جداول زیر آمده است.

شدت روشنایی لازم جهت معابر(توصیه انجمن مهندسان روشنایی آمریکا)

نوع معبر	وضعیت اطراف معبر		
	تجاری	فی مابین	مسکونی
	شدت روشنایی(لوکس)	شدت روشنایی(لوکس)	شدت روشنایی(لوکس)
آزادراه	۶	۶	۶

بزگراه	۲۲	۱۵	۱۱
خیابان رابط بین اصلی وفرعی	۱۳	۱۰	۶
خیابان فرعی	۱۰	۶	۴
کوچه اتومبیل رو	۶	۴	۲
پیاده رو	۱۰	۶	۲
محل عبور عابرپیاده	۲۲	۱۱	۵

جدول ۱-۱۰

شدت روشنایی متوسط خیابان بر اساس حجم عابرین و ترافیک(توصیه انجمن مهندسان روشنایی آمریکا)

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

جدول۲-۱۰

چون در زیر چراغهای ثابت خیابانی رانندگان معمولا" اجسام را به صورت اشیاء تیره در مقابل زمینه روشنی که توسط درخشندگی خیابان و اطراف آن ایجاد می شود مشاهده می کنند‌درخشندگی سطح خیابان و در نتیجه ضریب انعکاس آن نیز حائز اهمیت است انتشارات فیلیپس در این مورد جهت خیابانهاو جاده های مختلف از نظر رنگ و نوع آسفالت ضرایبی را تعریف می کند که باضرب کردن آنها در شدت روشنایی لازم جهت خیابان با آسفالت معمولی می توان شدت روشنایی متوسط لازم جهت خیابان مربوطه را بدست آورد این ضرایب در جدول زیر نشان داده شده اند.

ضرایب شدت روشنایی برای آسفالتهای مختلف

رنگ آسفالت	فوق العاده روشن	بالاترازحدمتوسط	متوسط	پایین ترازحدمتوسط	فوق العاده تیره
ضریب	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۲	۱/۴

جدول ۳-۱۰

در جدول زیر توجه مقررات آلمان در مورد شدت روشنایی متوسط آمده است.

یکنواختی روشنایی در سطح خیابان

نوع خیابان	رنگ خیابان	
	روشن	تیره

	(لوکس)	(لوکس)
خیابان اصلی با تراکم ۱۰۰۰وسیله نقلیه در ساعت از هر طرف	۸	۱۶
خیابان اصلی با تراکم ۵۰۰وسیله نقلیه درساعت در هرطرف	۶	۱۲
خیابانهای رابط بین نقاط مسکونی و خیابانهای اصلی	۴	۸
خیابانهای واقع در مناطق مسکونی	-	۱

جدول۴-۱۰

علاوه بر رعایت شدت روشنایی توصیه شده روشنایی معابر باید از یکنواختی قابل قبولی نیز برخورداراباشد. انجمن مهندسان روشنایی آمریکا معیار یکنواختی را نسبت شدت روشنایی حداقل به متوسط در سطح خیابان قرار داده است اما بعضی از مجامع این نسبت را کافی ندانسته و علاوه بر آن نسبت شدت روشنایی حداقل به حد اکثر را نیز مور دتوجه قرار داده و مقادیری جهت آن توصیه می کنند.

جدول۵-۱۰

نسبت یکنواختی حداقل جهت معابر

نوع خیابان	نسبت یکنواختی (حداقل)			
	انجمن مهندسان روشنایی آمریکا		مقررا ت آلمان	
	E_{Min} / Em	$E_{Min} / EmAx$	$E_{\min} / Em$	$E_{Min} / E\max$
خیابان اصلی با حجم ترافیک ۱۰۰۰ وسیله نقلیه درساعت در هر طرف	۱:۳	--	۱:۳	۱:۶
خیابان اصلی با حجم ترافیک ۵۰۰ وسیله نقلیه درساعت در هر طرف	۱:۳	--	۱:۳	۱:۶
خیابان رابط بین نقاط مسکونی و خیابانهای اصلی	۱:۳	--	۱:۴	۱:۸
خیابانهای واقع در مناطق مسکونی	۱:۶	--	--	--

ب) جلوگیری از چشم زدگی حاصل از نور چراغ

هنگامیکه اشعه های مستقیم نور چراغ با شدت زیاد در محور دید رانندگان و عابرین قرار گیرد. ایجاد چشم زدگی می کند. چشم زدگی از مسائلی است که در طراحی روشنایی مخصوصا" روشنایی معابر باید از آن دوری جست زیرا این امر سبب کم شدن دید و ناراحتی عابرین و

رانندگان گشته و خطرات تصادف ر ابه دنبال خواهد داشت. جهت جلوگیری از چشم زدگی حاصل از چراغهای خیابانی می توان روشهای مختلفی را به کار برد از روش اول با افزایش ارتفاع نصب چراغ جهت خارج کردن چراغهای نزدیک از محور دید رانندگان ، عابرین چشم زدگی را کاهش می دهند. هچنین در این رابطه برخی از مجامع روشنایی جهت چراغها باشار نوری مختلف ارتفاع نصب متفاوتی پیشنهاد می کنند که نمونه ای از آنها در جدول آمده است.

ارتفاع نصب چراغ بر اساس شار نوری

شارنوری لامپ (لومن)	ارتفاع نصب (متر)
۲۰۰۰۰	۱۰/۵
۲۰۰۰۰ تا۴۵۰۰۰	۱۰/۵ تا۱۳/۵
۴۵۰۰۰ تا ۹۰۰۰۰	۱۳/۵ تا ۱۸

جدول ۶-۱۰

۱۷-۲-۳ . مشخصات چراغهای مورد استفاده معابر

انجمن مهندسان روشنایی آمریکا چراغهای خیابانی را بر اساس پخش عمودی نورشان به سه دسته به شرح زیر تقسیم می کنند.

- چراغ با پخش عمودی کوتاه که در آن شدت نور ماکزیمیم در زاویه عمودی ۴۵تا۶۶درجه از محور عمود اتفاق می افتد.

- چراغ با پخش عمودی متوسط که در آن شدت نور ماکزیمی در زاویه ۶۶تا ۷۵درجه از محور عمود واقع می شود.

- چراغ با پخش عمودی عمود که در آن شدت نور ماکزیممی درزاویه ۷۵ تـا ۸۰ درجـه از محـور عمود منشر می شود.

انجمن مهندسان روشنایی آمریکا چراغهای خیابانی را بر اساس چگونگی پخش افقی نور به ۵ نوع زیر تقسیم می کند.

نوع I : پخش دو طرفی که برای نصب در وسط خیابان مناسب اسـت در ایـن منحنـی عـرض افقـی اشعه در $\theta_m = 75^\circ$بین ۲۰ تا ۴۰ درجه است . θ_m زاویه عمودی است که شـدت نـور مـاکزیمم در آن اتفاق می افتد.

نوعII : پخش غیر متقارن باریک که در خیابانهای باریک به صـورت نـصب یکطرفـه و در خیابانهـای پهنتر به صورت نصب روبه رو مورد استفاده قرار می گیرد عرض افقی اشعه در $\theta_m = 75^\circ$بـین ۲۰ تـا ۳۰ درجه است.

نوع III : پخش غیر متقارن با عرض متوسط که در خیابانها بـا عـرض متوسـط و زیـاد بکـار مـی رود عرض افقی اشعه این چراغها در $\theta_m = 75^\circ$ بین ۳۰ تا ۵۰ درجه است.

نوع IV : پخش غیر متقارن پهن که برای نصب در خیابانهای عریض مناسب است در این نوع چـراغ عرض افقی اشعه در $\theta_m = 75^\circ$ بیشتر از ۵۰ درجه است .

نوع V : پخش متقارن که برای چهارراه ها مناسب است در این نوع پخش برای هر زاویه عمودی θ_m مقدار شدت نور حول زوایای افقی ثابت می ماند.

۱۷-۲-۴ . لامپهای مورد استفاده در روشنایی معابر

لامپهایی که در روشنایی معابر مورد استفاده قرار می گیرند انواع مختلفی دارند. لامپ رشـته دار کـه دارای امتیازهایی از قبیل ارزانی لامپ، سادگی، نورطبیعی عدم احتیاج به وسایل اضافی جهت کنترل و دارای عیوبی از جمله عمر کم، مصرف زیاد برق و در نتیجه هزینه سالانه افزونتر می باشد.

- لامپ جیوه ای که دارای بازده خوبی و عمر زیاد می باشد و به وفور در روشنایی معابر مورد استفاده قرار می گیرد
- لامپ سدیم دارای نور تقریبا"زرد بازده بسیار خوب و عمر طولانی است و در جاده های که تنها روشنایی و دید مورد نظر باشد و رنگ نوراشیاء اهمیت چندانی نداشته باشند از آن استفاده می کنند.
- لامپ متال هلاید. دارای نور خوب ، بازده خوب و عمر زیاد می باشد و در مناطقی که وضوح رنگ اشیاء نیز حائز اهمیت باشد مورد استفاده قرار می گیرد.
- لامپ فلورسنت که امروزه کمتر در روشنایی معابر مورد استفاده قرار می گیرد دارای بهره نوری ، عمر و بازده خوب می باشد. از معایب این لامپ عمر کوتاه و احتیاج به چراغهای طویل و وسایل کنترل می باشد.

نوع لامپ	وات	بهره نوری تقریبی(لومن بر وات)	عمر تقریبی (ساعت)
جیوه ای	۱۷۵-۱۰۰۰	۵۵	۲۴۰۰۰
متال هلاید	۱۷۵-۱۰۰۰	۹۰	۱۲۰۰۰
سدیم فشار زیاد	۱۰۰۰ ۴۰۰	۱۳۰ ۱۱۰	۱۶۰۰۰ ۱۶۰۰۰
سدیم فشار کم	۶۰-۱۸۰	۱۸۰	۱۱۰۰۰
سدیم	۴۰۰	۱۱۰	۱۶۰۰۰
رشته دار	۲۰۰-۱۰۰۰	۱۸	۱۰۰۰
فلورسنت	۴۰-۱۲۰	۷۰	۶۰۰۰

جدول ۷-۱۰

مقایسه لامپهای مورد استفاده در معابرها

ترتیب نصب چراغهای خیابانی

نصب یکطرفه – جهت خیابانهای باعرض باریک بکار می رود

نصب روبه رو: برای خیابانهای پهن بکار می رود.

نصب زیکزاک : جهت خیابانها با عرض متوسط

نصب در وسط بلوار: بعلت هزینه کمتر جهت پایه و کابل کشی اقتصادی ترین وضع جهت بلوار می باشد.

نصب در وسط خیابان با کابل هوایی

۱۷-۲-۵ . منحنی ضریب بهره(c.u)

از کل شار نوری که توسط لامپ تولید می شود مقداری به وسط خیابان می تابد مقداری در چراغ تلف می شود و مقداری نیز به محیط اطراف خیابان می تابد جهت تعیین نسبت نور تابیده شده به سطح خیابان به کل نور تولید لامپ از منحنی ضریب بهره استفاده می شود . که محور افقی آن نسبت طرف خیابان با پیاده رو به ارتفاع نصب چراغ و محور عمودی ضریب بهره را مشخص می سازد.

۱۷-۲-۶ . محاسبات روشنایی معابر:

در محاسبات روشنایی خارجی از جمله روشنایی معابر بعلت فقدان سطوح منعکس کننده قابل توجه تنها روشنایی حاصل از تابش مستقیم از منبع نور حائز اهمیت است شدت روشنایی متوسط اولیه از رابطه زیر بدست می آید، که در آن Q شار نوری لامپ ، $E_m = \frac{Q \times CU}{L \times W}$ اولیه

CU : ضریب بهره نوری ، L فاصله در پایه متوالی ، Wعرض خیابان است.

چون بر اثر گذشت زمان به علل مختلف از جمله کثیف شدن سطح چراغ ، کم شدن نور لامپ روشنایی حاصل بر سطح خیابان نیز کمتر می شود. شدت روشنایی متوسط بر سطح خیابان از رابطه زیر بدست می آید: $E = \frac{\Phi.CU.LLF}{L.W}$

که در آن LLF ضریب کاهش نوربر اثر کار توان و کهنه شدن لامپ و چراغ می باشد و به عوامل متعددی بستگی دارد که اهم آن ضریب کاهش نور بر اثر کثیف شدن سطح چراغ(LDDF) و ضریب کاهش نور براثر فرسودگی(LLDF) نسبت شار نوری لامپ در وسط عمر فعال به شار نوری اولیه لامپ می باشد.

برای بدست آوردن فاصله پایه های متوالی جهت تأمین شدت روشنایی متوسط لازم در سطح خیابان از رابطه زیر بدست می آیند.

$$L = \frac{\Phi.CU.LLF}{E.W}$$

۱۷-۲-۷ . مراحل طراحی روشنایی معابر

۱- انتخاب شدت روشنایی متوسط با توجه به نوع معبر و وضعیت ترافیک از روی جدولهای مربوطه

۲- انتخاب نوع چراغ و ترتیب نصب با توجه به نوع خیابانها

۳- ارتفاع نصب و لامپ مورد استفاده با توجه به جدول مربوطه

۴- محاسبه یکنواختی و مقایسه با مقادیر توصیه شده

۵- محاسبه فاصله دو پایه متوالی با توجه به فرمول بالا

۶- در صورتیکه نسبت یکنواختی بیشتر یا کمتر از حد مورد نظر باشد می بایست با تغییر ارتفاع نصب نوع لامپ ویا در صورت امکان ترتیب نصب چراغها محاسبات را تکرار نمود تا یکنواختی مطلوب حاصل شود.

۳-۱۷ . محاسبه روشنایی برای خیابانهای پست کرج

هدف طراحی روشنایی خیابان به عرض ۵ متر و حجم ترافیک خیلی سبک و عبور و مرور عابرین پیاده رنگ آسفالت تیره و محیط خیابان از نظر گرد و غبار متوسط و گرد گیری چراغها در هر سال یکبار انجام شود. – با توجه به جدول شدت روشنایی ۲۲لوکس انتخاب می گردد- با توجه به نوع خیابان از نظرگرد و غبارضریبLDDF از منحنی مربوطه

در طراحی آن از لامپهای گازی ۴۰۰ وات با شار نوری ۲۱۰۰۰لومن با توجه به مشخصات لامپهای جیوه ای استفاده شده است. ضریب کاهش نور لامپ بر اثر کهنگی را ۰/۹ فرض می کنیم.

با توجه به کم بودن عرض خیابان به صورت یک طرفه نصب می گردند ، طول پایه ۷/۵متر انتخاب می گردد.

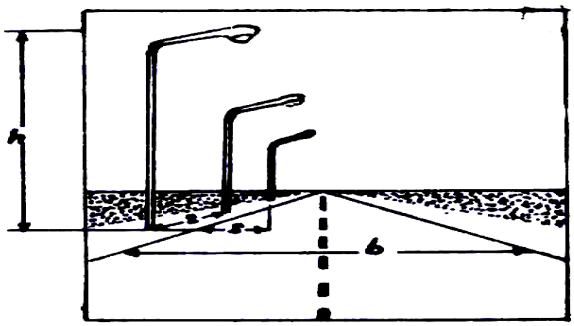
از روی منحنی $\frac{a}{h} = \frac{5}{7.5} = 0.66 \Rightarrow CU = 0.66$

مقدارLDDFروی منحنی مربوطه برابر0.834 انتخاب می گردد.

$$LLF = LDDF.LLDF = 0.834 \times 0.9 = 0.75$$

$$L = \frac{21000 \times 0.16 \times 0.75}{5 \times 22} = 22.9 \cong 23m$$

لومن$21000 \times 0.16 = 3360$ = شارنورتابیده شده به خیابان



شکل ۵-۱۰