دوره آموزشی نگهداری روشنایی معابر

مدرس: محمود کاکوئی

آشنایی با مفاهیم اولیه روشنایی

تعاریف

شار یا جریان نوری Φ

شار نوری عبارتست از توان تشعشعات الکترومغناطیسی قابل رویت که از منبع نور خارج شده باشد. واحد اندازه گیری شار نوری لومن (Lm) است.

ضریب بهره نوری η

ضریب بهره نوری یک منبع نور برابر است با نسبت شار نوری خروجی از منبع به توان الکتریکی آن . این ضریب یکی از پارامترهای مهم لامپ می باشد و واحد آن لومن بر وات است.

شدت نور I

شدت نور برابر است با تراکم شار نوری در فضا و یا نسبت شار نوری به زاویه فضایی. واحد شدت نور، کندل است.

$$I = \frac{d\phi}{d\omega}$$

درخشندگی یا تراکم نور L

درخشندگی یک صفحه کوچک نورانی در یک جهت معین، برابر است با نسبت شدت نور آن صفحه در این جهت به مساحت مولفه سطح مزبور در راستای عمود بر آن جهت معین (سطحی که توسط ناظر دیده می شود). واحد درخشندگی، کندل بر متر مربع یا نیت است.

شدت روشنایی E

شدت روشنایی در یک نقطه واقع بر یک سطح برابر است با نسبت شار نوری تابیده به جزء کوچک سطح که نقطه مزبور در آن واقع است. واحد شدت روشنایی لوکس (Lx) می باشد که عبارت است از شدت روشنایی یک متر مربع سطح ناشی از تابش یک لومن شار نوری.

تعاریف

توزیع نور

توزیع نور عبارت است از توزیع شدت نور خروجی از یک چراغ در جهات مختلف فضا.

خیرگی

خیرگی عامل کاهش تمایز میان اشیاء و زمینه آن (سطح زمین) است و در واقع تراکم نور سطح شیء و زمین را به یکدیگر نزدیک می کند. در شرایطی که خیرگی به حدی برسد که شیء قابل تشخیص نباشد و دیده نشود، خیرگی مطلق ایجاد می گردد .

آستانه افزایش

درصدی که باید مقدار درخشندگی زمینه شیء (سطح زمین) افزایش یابد تا شیء دیده شود "آستانه افزایش " نام دارد . آستانه افزایش بستگی به توزیع نور چراغ، درخشندگی سطح زمین، آرایش نصب و محل ناظر دارد . بنابراین خیرگی با تنظیم آستانه افزایش قابل کنترل است.

درخشش

به سهم هر چراغ در روشن کردن میدان دید راننده بدون ایجاد مزاحمت یا خیرگی، درخشش گویند.

کنتراست C

کنتراست عامل تعیین کننده ی مهمی برای رویت اشیا بوده به نحوی که مشخص کننده میزان تمایز درخشندگی هر شیء با محیط پس زمینه ی آن می باشد. اگر درخشندگی یک شیء را L_0 و درخشندگی پس زمینه اش را L_b بنامیم، کنتراست بصورت زیر تعریف می گردد:

$$C = \frac{L0 - Lb}{Lb}$$

تعاریف

سیستم روشنایی راههای عمومی شهری

سیستمی که برای تامین روشنایی معابر عمومی شهری در اوقات تاریکی هوا ایجاد می شود. این سیستم متشکل از چراغ و لـوازم آن، پایه و شبکه تغذیه کننده چراغ ها با متعلقات مربوط می باشد.

چراغ روشنایی معابر

وسیله ای که لامپ و لوازم مربوط در داخل آن قرار داده می شود. این وسیله، شار نوری یک یا چند لامپ را توزیع، فیلتر و یـا تبـدیل نموده و از قسمتهای مختلفی برای نگهداری، محکم کردن و حفاظت لامپها تشکیل می گردد.

شبکه تغذیه کننده روشنایی معابر

سیستمی متشکل از اجزاء مختلف که از خروجی پستهای توزیع به بعد را شامل شده و به منظور بـرق رسـانی و تغذیـه لامـپ هـای روشنایی معابر، ایجاد می شود.

آرایش نصب

آرایش نصب به نحوه قرارگرفتن پایه های روشنایی نسبت به یکدیگر اشاره دارد. آرایش نصب پایه ها شامل چهار حالت نصب زیگزاگ، نصب روبرو، نصب در یک طرف و نصب در وسط می باشد.

فاصله نصب

فاصله بین دو پایه متوالی در هر حالت نصب، فاصله نصب نام دارد. این فاصله به موازات خط مرکزی معبر اندازه گیری می شود.

پایه چراغ

در صورتی که لامپ را یک منبع نور متمرکز، به صورت یک نقطه نورانی در نظر بگیریم آن نقطه مرکز فتومتریک نامیده می شود. اگر در یک چراغ بیش از یک لامپ وجود داشته باشد، مرکز هندسی آن ها به عنوان مرکز فتومتریک چراغ در نظر گرفته می شود.

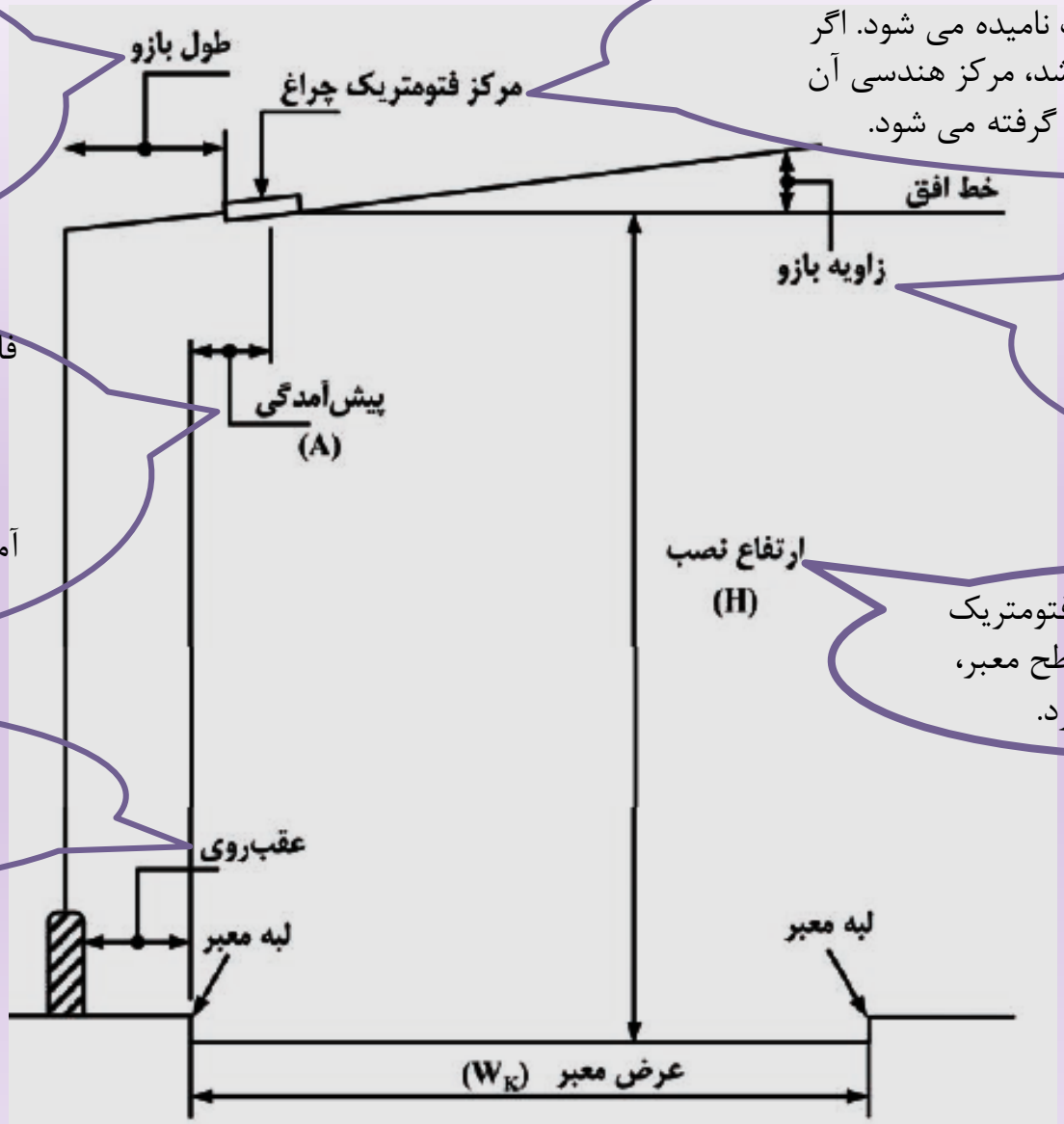
تصویر بازوی پایه بر روی سطح افق و یا به عبارت دیگر فاصله افقی بین ابتدای چراغ و خط عمودی که از مرکز مقطع پایه در سطح زمین می گذرد طول بازو نام دارد.

زاویه ای است که بین امتداد بازو در راستای محور لوله گیر چراغ نسبت به سطح افق تشکیل می شود. با تغییر این زاویه، شدت روشنایی روی قسمت های مختلف معبر تغییر می کند

فاصله افقی بین مرکز فتومتریک چراغ و لبه جاده، پیش آمدگی نام دارد. اگر تصویر مرکز فتومتریک چراغ بر سطح جاده جلوتر از لبه جاده باشد، پیش آمدگی مثبت و در غیر این صورت منفی است.

فاصله عمودی بین مرکز فتومتریک چراغ روشنایی معبر و سطح معبر، ارتفاع نصب نام دارد.

فاصله افقی بین لبه جلویی پایه با لبه سواره روی معبر، عقب روی پایه نام دارد.



اهداف روشنایی معابر

ایجاد ایمنی در جابجایی وسایط نقلیه

کاهش جرائم و احساس امنیت شهروندان

رونق اجتماعی و بازرگانی مراکز شهرها در شب و افزایش گردشگری

ظاهر پایه های روشنایی و چراغ

متناسب بودن شکل و ابعاد تجهیزات روشنایی با ساختار آن ناحیه

دمای رنگ و همچنین ضریب برگردان رنگ منبع نور

طول عمر متوسط

کاهش شار نور خروجی از منبع نور و یا خاموش شدن(از کار افتادن) آن است.

بهرهٔ نوری لامپ

بهره نوری لامپ کمیتی است که بازدهی لامپ را نشان می دهد و در واقع ضریب تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی نورانی است.

درجه حرارت رنگ نور

یک جسم سیاه بر اثر دریافت حرارت، از خود نور منتشر می کند. هرچه میزان حرارت بیشتر باشد ، طول موج های کوتاه تر (به سمت رنگ آبی) در طیف خروجی بیشتر خواهد بود.

ضریب برگردان رنگ

رنگی که از اجسام به چشم بیننده می رسد، یا از رنگی بودن نور منبع و یا از انعکاس طیف های خاصی از نور منبع توسط جسم ناشی می شود. بنابراین برای اینکه یک جسم به رنگ واقعی خود دیده شود باید منبع نوری که به آن می تابد، کلیه طول موجهای رنگی را داشته باشد.

تأثیر بر محیط زیست

از مسائل مهمی که در خصوص منابع نوری مطرح می شود، تأثیر این منابع بر محیط زیست است زیرا در اکثر موارد، مواد اولیه به کار گرفته شده در آنها کاملاً بازیافت نشده و بعد از پایان عمر منبع در طبیعت رها می شوند.

توانایی تضعیف نور

یکی از قابلیت های مهم منابع نوری که به کاهش مصرف انرژی الکتریکی کمک می کند، داشتن قابلیت تضعیف نور در لامپها است. لامپهای گازی تخلیه ای تا حدود ٪ ۵۰ این قابلیت را دارا هستند اما بازدهی و کیفیت رنگ آنها به شدت از تضعیف نور تاثیر می پذیرد. به همین دلیل در این لامپ ها استفاده از این قابلیت زیاد مناسب نیست اما لامپ های فلورسنت با این مشکل مواجه نیستند.

جدول۱.پارامترهای مهم لامپهای معمول در روشنایی معابر

پارامتر	بخار سدیم پرفشار	بخار سدیم کم فشار	بخار جیوه پرفشار	متال هالید	فلورسنت
طول عمر متوسط (ساعت)	۲۴۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۲۰۰۰	۸۰۰۰
بهرهٔ نوری (lm/w)	۱۳۰	۲۰۰	۷۰	۱۱۵	۷۰
درجه حرارت رنگ نور(کلوین)	۲۷۰۰-۲۰۰۰	-	۴۲۰۰-۳۲۰۰	۷۰۰۰-۳۰۰۰	۶۵۰۰-۳۲۰۰
قیمت	خوب	خوب	خیلی خوب	متوسط	خوب
ضریب برگردان رنگ (R_a)	ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	خیلی خوب	خوب
حفاظت از محیط زیست	متوسط	متوسط	بد	متوسط	ضعیف
تنوع در انتخاب	>۳۵W	>۸W	>۵۰W	>۵۰W	>۱W
امکان تضعیف نور	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب
عدم وابستگی به درجه حرارت محیط	خیلی خوب	متوسط	خیلی خوب	خیلی خوب	متوسط
کاربرد اصلی	روشنایی خیابان‌ها	روشنایی تقاطع‌ها	روشنایی خیابان‌ها	روشنایی نمایشگاه‌ها و خیابان‌های مجاور مراکز خرید	روشنایی دفاتر و داخل ساختمان‌ها

کلاس های روشنایی

تعیین کلاس روشنایی با استفاده از مشخصات معبر

کلاس روشنایی هر معبر اعم از درون شهری و برون شهری، با استفاده از مشخصات معبر و به طور مستقیم تعیین می شود. این مشخصات دربرگیرنده کاربری معبر اعم از نوع و حجم ترافیک، هندسه ناحیه اعم از نوع، تعداد و چگونگی عوارض و همچنین تاثیر محیط و عوامل خارجی تاثیرگذار بر روشنایی معبر می باشد.

تعیین کلاس روشنایی با استفاده از طبقه بندی معابر درون شهری و برو نشهری

ابتدا برای معابر طبقه بندی انجام می گیرد. با انجام این طبقه بندی ، هر یک از معابر درون شهری بر اساس مشخصاتشان در یک گروه خاص قرار می گیرند و سپس کلاس روشنایی مناسب برای هر گروه از معبر تعیین می گردد. برای را ه های برون شهری نیز کلاس روشنایی مناسب از بین کلاس های راه های شریانی درجه ۱ و راه های شریانی درج ه ۲ فرعی روستایی انتخاب شده و طراحی روشنایی مطابق با ضوابط و معیارهای حاکم بر این نوع از را ههها صورت می پذیرد.

جدول۲.گروه بندی شرایط کاربری روشنایی

دسته شرایط کاربری روشنایی	انواع کاربران در یک ناحیه مورد مطالعه			سرعت متداول کاربر اصلی (km/h)
	کاربر غیر مجاز	دیگر کاربران مجاز	کاربر اصلی	
A1	وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران عابران پیاده		ترافیک موتوری	> ۶۰
A2	دوچرخه‌سواران عابران پیاده	وسایل نقلیه با سرعت کند		
A3		وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران عابران پیاده		
B1		دوچرخه‌سواران عابران پیاده	ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند	≤ ۶۰ و > ۳۰
B2		عابران پیاده	ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران	
C1	ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند	عابران پیاده	دوچرخه‌سواران	
D1	وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران		ترافیک موتوری عابران پیاده	≤ ۳۰ و > ۵
D2		وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران		
D3		وسایل نقلیه با سرعت کند عابران پیاده	ترافیک موتوری دوچرخه‌سواران	
D4			ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران عابران پیاده	
E1	ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران		عابران پیاده	سرعت پیاده‌روی
E2		ترافیک موتوری وسایل نقلیه با سرعت کند دوچرخه‌سواران		

جدول۳.کلاس های روشنایی معابر برای راه های شریانی

طبقه‌بندی معبر	مشخصه عمومی معبر	نوع راه	مشخصه اختصاصی معبر	میانگین ترافیک روزانه (ADT)	کلاس روشنایی
شریانی درجه ۱	– دسترسی محدود – معابری برای حرکت ترافیک با سرعت بالا و در مسافت‌های طولانی، با تقاطع‌های غیر همسطح محدود شده برای کاربران	آزادراه	قسمت ماشین‌رو معبر که تقاطع‌های آن غیر هم‌سطح می‌باشد	≤۴۰۰۰۰	ME1
				>۴۰۰۰۰	ME1
		بزرگراه	فاصله بین تقاطع‌های هم‌سطح بزرگتر یا مساوی ۳km	≤۴۰۰۰۰	ME2
				>۴۰۰۰۰	ME2
		بزرگراه/ راه عبوری	فاصله بین تقاطع‌های هم‌سطح بین ۲/۵ تا ۳ کیلومتر برای بزرگراه، کمتر از ۲/۵ کیلومتر برای راه عبوری	≤۴۰۰۰۰	ME2
				>۴۰۰۰۰	ME1
		باند اضطراری/ شانه‌راه	باندهای اضطراری یا شانه‌راه واقع در کنار باندهای ماشین‌رو اصلی معبر	-	ME4a
شریانی درجه ۲	– راه‌های اصلی موجود در شبکه راه‌های شهری – معابری با مسیرهای ترافیکی طولانی، سرعت مجاز ۳۵ تا ۷۰km/h، تعداد تقاطع‌های کم، پارکینگ حاشیه‌ای ممنوع و یا محدود، عبور پیاده از عرض راه به صورت غیر هم‌سطح و یا کنترل‌شده	اصلی	راه‌های یکطرفه	≤۱۵۰۰۰	ME3a
				>۱۵۰۰۰	ME2
			راه‌های دو طرفه	≤۱۵۰۰۰	ME3a
				>۱۵۰۰۰	ME2
	– راه‌های ارتباط دهنده ما بین راه‌های اصلی شهری و یا بین روستا و راه‌های شهری، دارای ترافیک عبوری محلی، امکان دسترسی به محیط اطراف و دارای تقاطع‌های زیاد	قرعی شهری	– سرعت مجاز ۳۰ تا ۳۵km/h، با رفت و آمد زیاد اشخاص پیاده، بدون محدودیت پارکینگ حاشیه‌ای	≤۷۰۰۰	ME3c
				۷۰۰۰< و ≤۱۵۰۰۰	ME3b
				>۱۵۰۰۰	ME2
			– راه‌های ارتباط دهنده مناطق مسکونی یا صنعتی با سرعت مجاز ۳۰ تا ۳۵km/h، رفت و آمد بسیار کم اشخاص پیاده و پارکینگ‌های حاشیه‌ای بدون کنترل	با هر میزان ترافیک	S2 یا ME4b
				با هر میزان ترافیک ولی با حجم زیاد رفت و آمد اشخاص پیاده و دوچرخه‌سوار	S1
		قرعی روستایی	– راه‌های ارتباط دهنده روستاهای بزرگ به راه‌های شهری	≤۷۰۰۰	ME4a
				۷۰۰۰< و ≤۱۵۰۰۰	ME3b
				>۱۵۰۰۰	ME3a
			– راه‌های ارتباط دهنده روستاهای کوچک به راه‌های شهری، این راه‌ها معمولاً کم‌عرض و قابلیت عبور دو خودرو از کنار هم را ندارند	با هر میزان ترافیک	ME5

جدول۴. محدوده کلاس های روشنایی پیشنهادی برای هر ناحیه مورد مطالعه (A1)

نوع آب و هوای غالب	جدا بودن بخش ماشین‌روی معبر	انواع تقاطع‌ها		حجم تردد روزانه وسایل نقلیه								
		تقاطع‌های غیرهم‌سطح	تقاطع‌های هم‌سطح	< ۱۵۰۰۰			۱۵۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰			> ۲۵۰۰۰		
		فواصل، فاصله بین پل‌ها (کیلومتر)	تعداد تقاطع‌های هم‌سطح در هر کیلومتر	→	0	←	→	0	←	→	0	←
خشک	بلی	> ۳		ME3a	ME4a	ME5	ME2	ME3a	ME4a	ME3a	ME2	ME4a
		≤ ۳		ME2	ME3a	ME4a	ME2	ME3a	ME4a	ME1	ME2	ME3a
			< ۳	ME3a	ME4a	ME5	ME3a	ME4a	ME5	ME2	ME3a	ME4a
			≥ ۳	ME3a	ME4a	ME4a	ME2	ME3a	ME4a	ME1	ME2	ME3a
	خیر	> ۳		ME2	ME3a	ME4a	ME1	ME2	ME3a	ME1	ME2	ME3a
		≤ ۳		ME1	ME2	ME3a	ME1	ME2	ME3a	ME1	ME2	ME2
			< ۳	ME3a	ME3a	ME4a	ME2	ME3a	ME4a	ME1	ME2	ME3a
			≥ ۳	ME2	ME3a	ME4a	ME1	ME2	ME3a	ME1	ME2	ME2
مرطوب	گزینه‌های بالا در نظر گرفته شده ولی کلاس‌ها، MEW انتخاب شوند.											

جدول۵. محدوده کلاس های روشنایی پیشنهادی برای هر ناحیه مورد مطالعه (B1)

نوع آب و هوای غالب	وجود تدابیر کنترل ترافیک فیزیکی در معبر	تعداد تقاطع‌های هم‌سطح در هر کیلومتر	سختی هدایت	حجم ترافیک وسایل نقلیه					
				<۷۰۰۰			≥۷۰۰۰		
				→	0	←	→	0	←
خشک	خیر	<۳	نرمال	ME4b	ME5	ME6	ME3c	ME4b	ME5
			بیشتر از نرمال	ME3c	ME4b	ME5	ME3c	ME4b	ME5
		≥۳	نرمال	ME3c	ME4b	ME5	ME3c	ME4b	ME4b
			بیشتر از نرمال	ME2	ME3c	ME4b	ME2	ME3c	ME3c
	بلی	گزینه‌های بالا عیناً در نظر گرفته شوند فقط در نواحی با مجوز تدابیر کاهش ترافیکی•، کلاسی از همان نوع ولی با شماره ۱ انتخاب گردد.							
مرطوب	گزینه‌های بالا در نظر گرفته شده ولی کلاس‌ها، MEW انتخاب شوند.								

جدول۶. محدوده کلاس های روشنایی پیشنهادی برای هر ناحیه مورد مطالعه (C1)

وجود تدابیر کنترل ترافیک فیزیکی در معبر	احتمال وقوع جرم	تشخیص چهره	حجم ترافیک دوچرخه‌سوار					
			نرمال			زیاد		
			→	•	←	→	•	←
خیر	نرمال	غیرضروری	S4	S5	S6	S3	S4	S5
		ضروری	S3	S4	S5	S2	S3	S4
	بیشتر از نرمال		S2	S3	S4	S1	S2	S3
بلی			S1	S2	S3	S1	S2	S3

سطح درخشندگی محیط اطراف		
زیاد	متوسط	کم
→	0	←

جدول۷. محدوده کلاس های روشنایی پیشنهادی برای هر ناحیه مورد مطالعه (D1)

وجود تدابیر کنترل ترافیک فیزیکی در معبر	احتمال وقوع جرم	تشخیص چهره	سختی هدایت	حجم تردد عابرین پیاده‌رو					
				نرمال			زیاد		
				→	0	←	→	0	←
خیر	نرمال	غیرضروری	نرمال	CE4	CE5	CE5	CE3	CE4	CE5
			بیشتر از نرمال	CE3	CE4	CE5	CE2	CE3	CE4
		ضروری	نرمال	CE4	CE4	CE4	CE3	CE4	CE4
			بیشتر از نرمال	CE3	CE4	CE4	CE2	CE3	CE4
	بیشتر از نرمال		نرمال	CE3	CE4	CE4	CE3	CE3	CE4
			بیشتر از نرمال	CE2	CE4	CE3	CE2	CE2	CE3
بلی	گزینه‌های بالا عیناً در نظر گرفته شوند فقط در نواحی با مجوز تـدابیر کاهش ترافیکی، کلاسی با شماره ۴ ≤ انتخاب گردد.								

سطح درخشندگی محیط اطراف		
زیاد	متوسط	کم
→	0	←

جدول۸. محدوده کلاس های روشنایی پیشنهادی برای هر ناحیه مورد مطالعه (E1)

احتمال وقوع جرم	تشخیص چهره	حجم تردد عابرین پیاده					
		نرمال			زیاد		
		→	0	←	→	0	←
نرمال	غیرضروری	S4	S5	S6	S3	S4	S5
	ضروری	S3	S4	S5	S2	S3	S4
بیشتر از نرمال		S1	S2	S3	CE2	S1	S2

سطح درخشندگی محیط اطراف		
زیاد	متوسط	کم
→	0	←

جدول۹. کلاس های روشنایی راه های محلی

نرخ جرائم	مقدار R_a	کلاس روشنایی					
		حجم ترافیک کم*		حجم ترافیک نرمال**		حجم ترافیک زیاد***	
		E1یا E2	E3یا E4	E1یا E2	E3یا E4	E1یا E2	E3یا E4
کم	$R_a<۶۰$	S5	S4	S4	S3	S3	S2
	$R_a\geq۶۰$	S6	S5	S5	S4	S4	S3
متوسط	$R_a<۶۰$	S4	S3	S3	S2	-	S1
	$R_a\geq۶۰$	S5	S4	S4	S3	-	S2
زیاد	$R_a<۶۰$	S2	S2	S2	S1	-	S1
	$R_a\geq۶۰$	S3	S3	S3	S2	-	S2

حوزه	بافت اطراف	محیط روشنایی	مثال‌ها
E1	طبیعی	به طور طبیعی تاریک	پارک‌های جنگلی و مناطق حفاظت شده
E2	روستایی	منطقه دارای روشنایی پایین	نواحی صنعتی و مسکونی روستایی
E3	حومه شهری	منطقه دارای روشنایی متوسط	نواحی صنعتی و مسکونی حومه شهری
E4	شهری	منطقه دارای روشنایی بالا	مراکز شهری و نواحی تجاری

توصیه های عمومی ایمنی و نگهداری سیستم روشنایی معابر

اهمیت و لزوم نگهداری تجهیزات روشنایی معابر

کاهش تصاعدی نور چراغ

- شرایط محیطی
- نحوه عملکرد
- عمر تجهیز

برنامه های تعمیر و نگهداری

- حفظ درخشندگی/شدت روشنایی نور مورد نظر
- کاهش هزینه سرمایه گذاری و هزینه های عملکردی
- عملکرد ایمن سیستم
- امنیت و ایمنی رضایت بخش برای مصرف کننده

تعاریف

تعویض گروهی لامپ ها

تعویض تعداد زیادی از لامپها در یک زمان مشخص در تأسیسات روشنایی.

شدت روشنایی اولیه

شدت روشنایی متوسط اولیه لامپ بر روی یک سطح مرجع، هنگامیکه سیستم تازه نصب شده و سطوح تمیز می باشند.

شار نوری اولیه

شار نوری که بعد از ۱۰۰ ساعت کارکرد لامپ در شرایط مرجع اندازه گیری می شود.

کد IP

درجه حفاظت محفظه داخلی چراغ در مقابل ورود گرد و غبار و رطوبت.

حداقل مقدار مجاز درخشندگی/شدت روشنایی

شدت روشنایی/درخشندگی متوسط بر روی سطح مرجع که مقدار پایین تر از آن مجاز نیست و باید عملیات نگهداری در این شرایط انجام شود.

دوره تناوب نگهداری

فاصله زمانی تعویض لامپ ها و/ یا تمیز کردن لامپها و چراغها

متوسط عمر نامی لامپ

متوسط دوره زمانی که بعد از آن، ضریب بقای لامپ در شرایط مرجع به پایینتر از ٪۵۰ می رسد.

تعاریف

تعویض نقطه ای (لامپ ها)

تعویض تکی لامپ هایی که سوخته اند.

ضریب نگهداری لومن لامپ (LLMF)

نسبت شار نوری خروجی لامپ پس از زمان مشخص در طول عمر لامپ به شار نوری اولیه آن. برای لامپ های تخلیه ای، شار نوری اولیه آنها معمولاً پس از ۱۰۰ ساعت تعیین می شود.

ضریب بقاء لامپ(LSF)

کسری از تعداد کل لامپ ها که در طی یک زمان مشخص و تحت شرایط و فرکانس کلیدزنی مشخص به کار خود ادامه می دهند.

ضریب نگهداری چراغ(LMF)

نسبت مقدار نور خروجی از چراغ پس از زمان مشخص به مقدار نور خروجی اولیه آن.

ضریب نگهداری (MF)

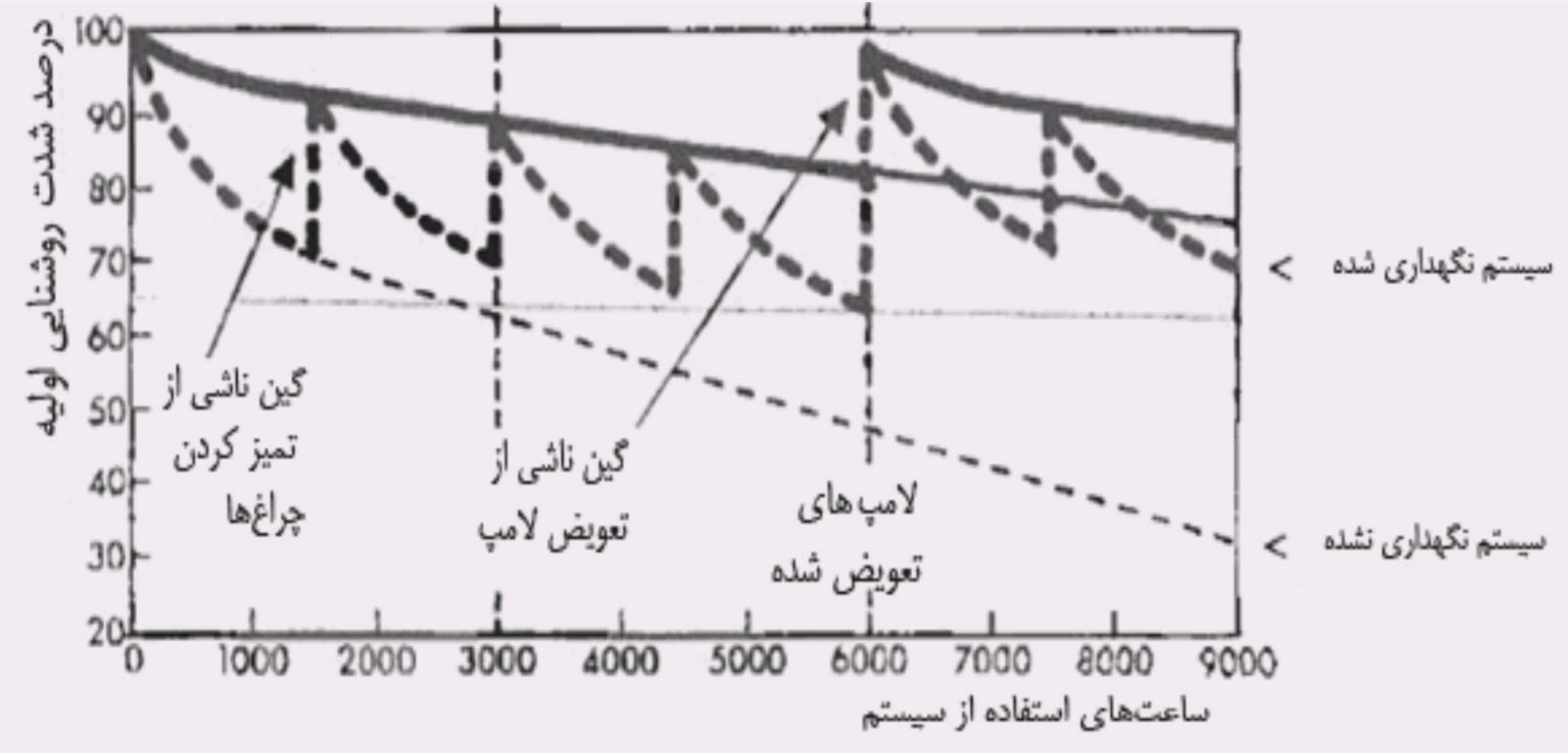
نسبت بین مقدار درخشندگی/شدت روشنایی منبع نور پس از زمان مشخص به درخشندگی/شدت روشنایی اولیه آن.

ضریب نگهداری سطح(SMF)

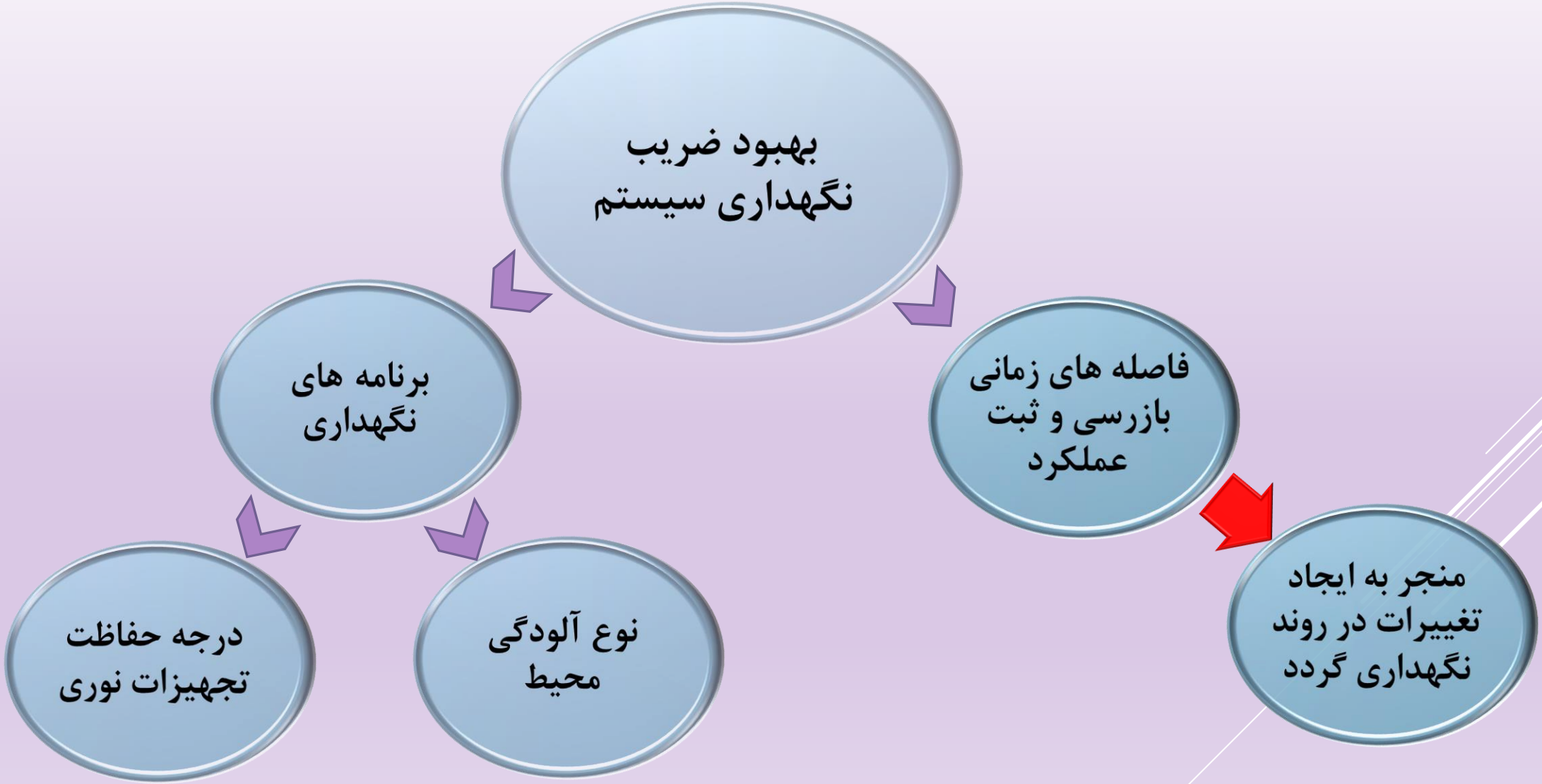
نسبت قابلیت بازتاب نور از سطح در یک زمان مشخص به قابلیت بازتاب اولیه آن.

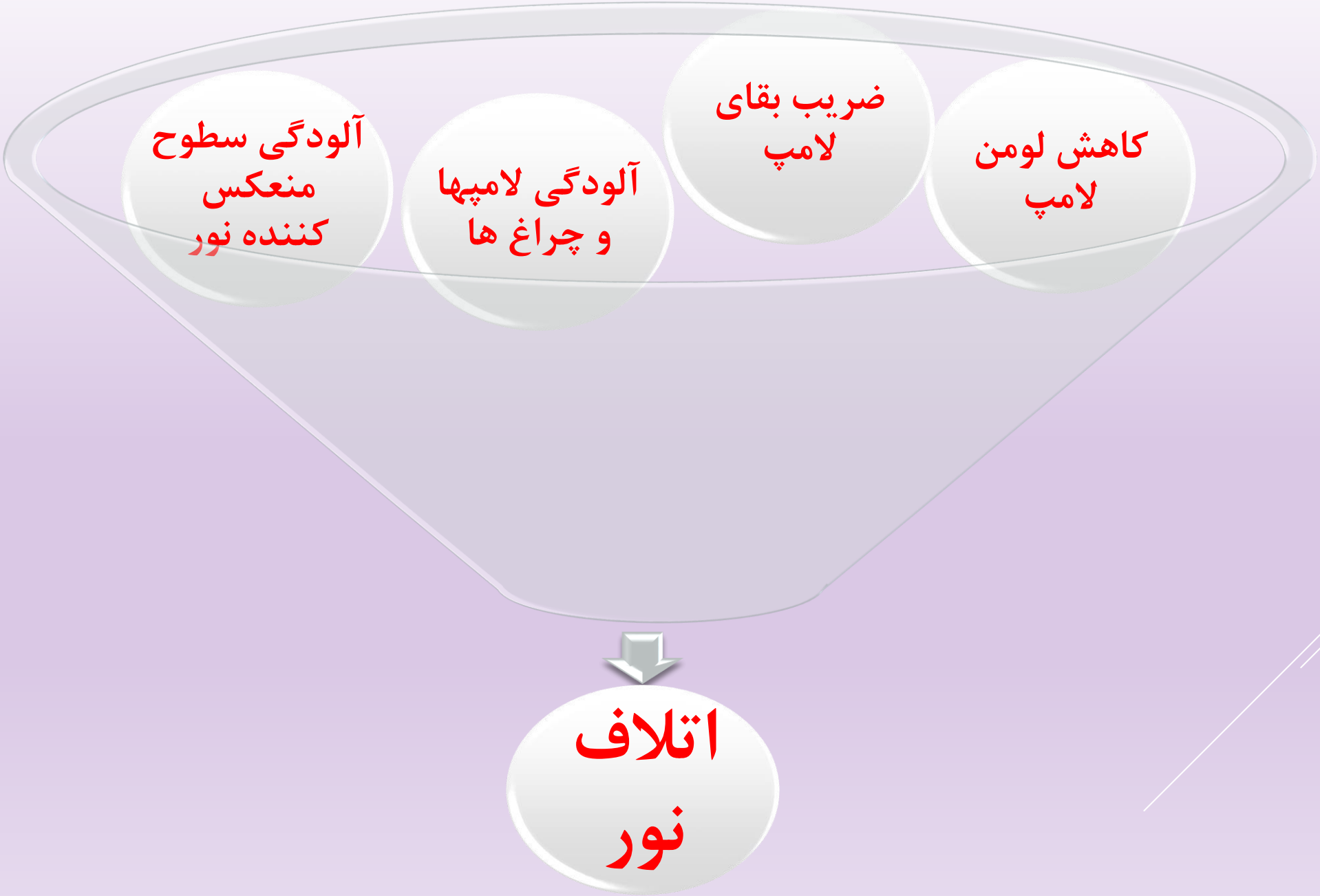
ضریب نگهداری

استهلاک غیر قابل بازیابی	استهلاک قابل بازیابی
ویژگی ذاتی سیستم روشنایی و محیط آن می باشد	ویژگی ذاتی سیستم روشنایی و محیط آن نمی باشد
این استهلاک با نگهداری معمولی قابل بهبود نیست	این استهلاک با نگهداری معمولی قابل بهبود است
ترمیم آن اقتصادی نمی باشد	



شکل۱.اثر برنامه نگهداری


بهبود ضریب
نگهداری سیستم
برنامه های
نگهداری
فاصله های زمانی
بازرسی و ثبت
عملکرد
درجه حفاظت
تجهیزات نوری
نوع آلودگی
محیط
منجر به ایجاد
تغییرات در روند
نگهداری گردد


کاهش لومن لامپ
ضریب بقای لامپ
آلودگی لامپها و چراغ ها
آلودگی سطوح منعکس کننده نور
اتلاف نور

جدول۱۰. نام کامل لامپ ها به همراه علائم اختصاری آن ها

FD	فلورسنت لوله‌ای	S	بخار سدیم پر فشار
FS	فلورسنت فشرده	M	متال هالید
L	بخار سدیم کم فشار	Q	بخار جیوه پرفشار
Hph	هالوفسفات	Tph	تری فسفر

جدول۱۱. ضرایب نگهداری لومن لامپ (LLMF)

زمان کارکرد (هزار ساعت)	نوع لامپ						
	FS*	FD		L	Q	M	S
		(Hph)	(Tph)				
۴	۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۹۸
۶	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۸۳	۰/۷۸	۰/۹۷
۸	۰/۸۶	۰/۷۴	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۹۴
۱۰	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۹۱
۱۲	۰/۸۴	۰/۷۱	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۹۰

* این مقادیر مربوط به دمای ۲۵ °C می‌باشند.

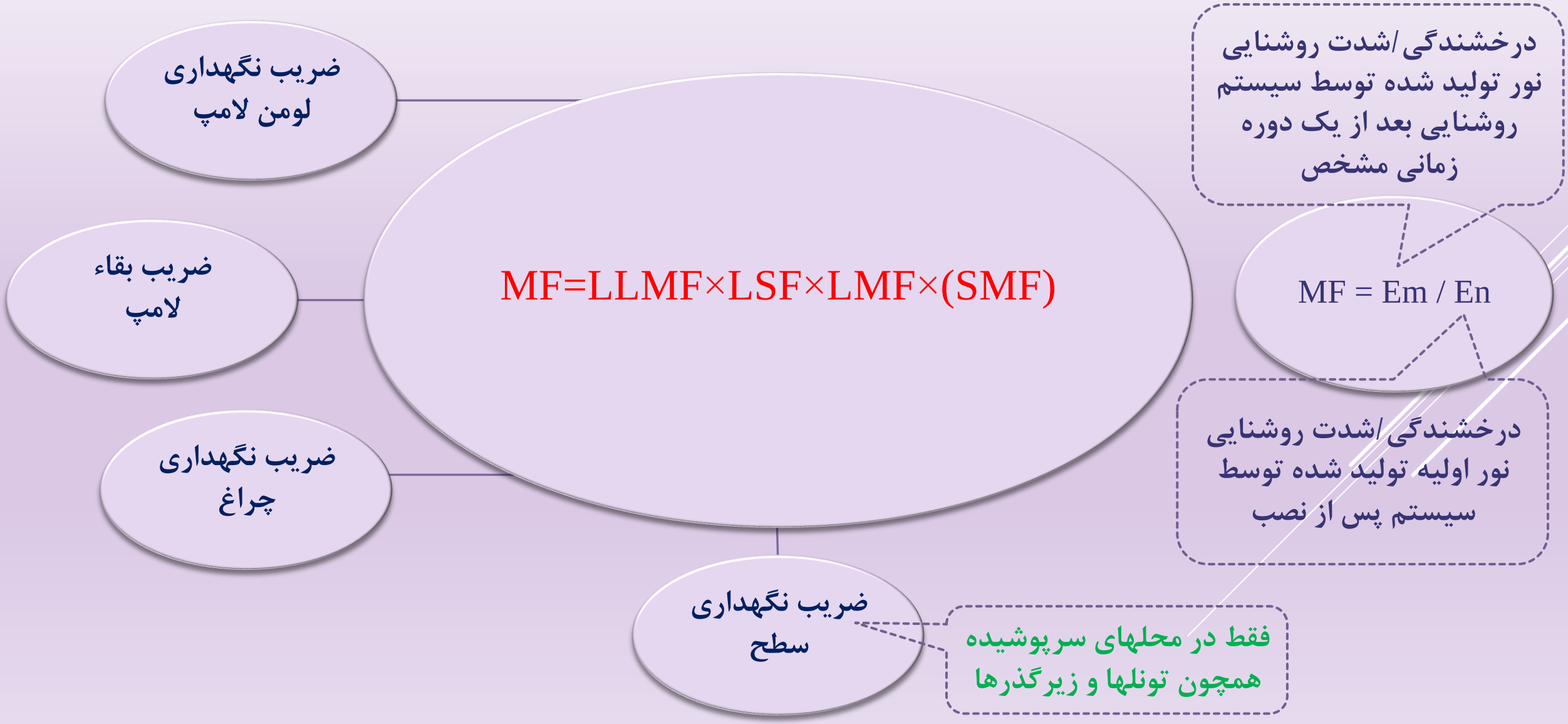
جدول۱۲. ضرایب بقای لامپ(LSF)

زمان کارکرد (هزار ساعت)	نوع لامپ						
	FS	FD		L	Q	M	S
		(Hph)	(Tph)				
۴	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۸
۶	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۹۶
۸	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۹	۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۴
۱۰	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۹۸	۰/۷۴	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۹۲
۱۲	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۹۶	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۸۸	۰/۸۹

جدول ۱۳. ضرایب نگهداری چراغ (LMF)

زمان نوردهی (سال)	درجه حفاظت (IP) قسمت نوری چراغ								
	IP 2X			IP 5X			IP 6X		
	میزان آلودگی محیط			میزان آلودگی محیط			میزان آلودگی محیط		
	زیاد	متوسط	کم	زیاد	متوسط	کم	زیاد	متوسط	کم
۱	۰/۵۳	۰/۶۲	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۳
۱/۵	۰/۴۸	۰/۵۸	۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۹۲
۲	۰/۴۵	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۹۱
۲/۵	۰/۴۳	۰/۵۴	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹۰
۳	۰/۴۲	۰/۵۳	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۹۰

محاسبه ضریب نگهداری



تعیین ضریب نگهداری

گام ۱- لامپ و چراغ برای طرح انتخاب می شود.

گام ۲- بازه زمانی تعویض گروهی لامپها تعیین می گردد.

گام ۳-LLMF از جدول ۱۱ و یا از اطلاعات سازنده لامپ با توجه به بازه زمانی تعیین شده در گام ۲ بدست می آید.

گام ۴-LSF از جدول ۱۲ و یا از اطلاعات سازنده لامپ بدست می آید.

گام ۵- فاصله زمانی نظافت چراغها و مشخصات محیط اطراف آن تعیین می گردد.

گام ۶- پس از تعیین درجه IP چراغ، دسته بندی آلودگی محیطی و فاصله زمانی شستشو از گام ۵، LMF با توجه به جدول ۱۳ بدست می آید.

گام ۷- برای معابر سربسته، SMF با توجه به جدول مربوطه برای بازه زمانی مشخص شده در گام ۵ بدست می آید.

گام ۸- با استفاده از رابطه اسلاید قبل ضریب نگهداری تعیین می گردد.

گام ۹- توصیه می شود که با تغییر اجزای مختلف، گام های ۱ تا ۷ تکرار گردد. در این صورت محدوده ای از گزینه های مختلف برای برنامه نگهداری جهت استفاده در طراحی روشنایی در اختیار خواهد بود.

توصیه های کلی برای کاهش هزینه های نگهداری

داشتن ارتباط تنگاتنگ با مهندسین تعمیرات و نگهداری برای اطمینان از درک نیازها و مراحل آن

استفاده از فونداسیون مناسب برای پایه ها به منظور حفظ سازه های فولادی از اثرات خورنده زمین

فراهم کردن یک برنامه تعمیرات و نگهداری جامع با دستورالعملهای مربوطه

برنامه ریزی برای سهولت نگهداری و دسترسی، نوع ابزار مورد نیاز برای انجام خدمات، داشتن اطمینان از موجود بودن لامپها و سایر قسمتهای نوری و حتی چراغ های یدکی هنگام بهره برداری از سیستم

انتخاب چراغ ها باید به گونه ای باشد که تمیز کردن قسمت اپتیک آنها آسان باشد و یا درجه حفاظت (IP) بالا و اجزای کمی داشته باشند.

انتخاب اجزا، تجهیزات و روکش آنها به گونه ای باشد که نیاز به دوره های تعمیر و نگهداری کاهش پیدا کند.

جمع بندی اطلاعات از اشتباهات احتمالی، خرابی و یا مشکلات تعمیرات و نگهداری سیستم روشنایی و استفاده از آنها برای جلوگیری از تکرار در پروژه های آتی

پایش و گشت زنی به منظور شناسایی عیوب سیستم روشنایی

الف- شماره مشخصه (که بر روی دکل یا پایه ثبت شده است)

ب- مکان؛

ج- ارتفاع نصب و طول بازو؛

د- نوع نصب (پایه، دکل، دیواری) ؛

ه- نوع چراغ؛

و- نوع و توان منبع روشنایی؛

ز- دستگاه کنترل، تجهیزات کلیدزنی، وضعیت فیوز و غیره؛

ح- وضعیت منبع تغذیه؛

ط- تاریخ نگهداری دوره ای و تعویض گروهی لامپها (در جاهاییکه قابل کاربرد است).

مواد مورد استفاده برای نظافت

نظافت عمومی:
اولین و معمولترین ماده مورد استفاده، انواع شوینده شیمیایی می باشد که شامل افزودنی هایی با غلظت مختلف است. در این نوع نظافت استفاده از ترکیب هایی که بعد از نظافت نیازی به شستشو با آب ندارند، سودمند است.

نظافت سنگین برای سطوح با غلظت روغنی:
در این نوع شستشو از نوع دوم پاک کننده های مایع که مخصوص شستشوهای سنگین است، استفاده می شود. چنین پاک کننده ای برای پاک کردن آلودگی های روغنی مفید است. اینگونه پاک کننده ها باید قبل از استفاده آزمایش شوند تا اطمینان حاصل گردد که باعث صدمه به مواد و یا به جای گذاشتن رسوب بر روی آنها نمی شوند.

نظافت در شرایط صنعتی با غلظت روغنی بسیار بالا-
این نوع نظافت برای سطوح شدیدا روغنی، نظیر تونل ها استفاده می شود. در این نوع شستشو از دستگاه های پاک کننده با بخار فشار بالا، به شرط آنکه به تجهیزات شسته شده با این روش صدمه ای وارد نکند، استفاده می شود.

نظافت با امواج ماوراء صوت- اجزایی که باید تمیز شوند، از محل نصب خود جدا شده و در داخل مخزن مخصوص که حاوی یک مایع پاک کننده و چند مبدل است قرار داده می شود. این مبدلها امواج صوتی تولید می کنند که سبب تولید حباب های میکروسکوپیکی می شود که عمل شستشوی شدیدی را بر روی یک سطح کوچک پدید می آورند.

تعویض لامپ

تعویض نقطه ای لامپ ها

این روش در ابتدا گزینه مناسبی به نظر می رسد، ولی می تواند گزینه پرهزینه تری باشد، به ویژه اگر هزینه های نیروی انسانی بالا باشد. همچنین این عیب را نیز دارد که در آن بسیاری از لامپ ها در تأسیسات روشنایی می توانند به مرز سوختن نزدیک شده و نور بسیار کمتری را نسبت به مقادیری که در طراحی تأسیسات روشنایی اولیه فرض شده است، بدهند.

تعویض گروهی لامپ ها در دوره مشخص

این روش معمولاً کاراترین روش از لحاظ هزینه می باشد، ولی باید به گونه ای اصلاح شود تا لامپ هایی را که اخیراً به صورت اتفاقی سوخته اند و تعویض شده اند، از سایر لامپها مستثنی کند. متناوباً، چنین لامپ هایی(که با دقت از لحاظ تاریخ کدگذاری شده اند) می توانند بازیابی شده و برای تعویض های نقطه ای آینده استفاده شوند.

تعویض ترکیبی نقطه ای/گروهی

پس از طی ۷۰٪ اول بازه زمانی بین دو تعویض گروهی تنها لامپ های سوخته برای تعویض «نقطه ای» و جایگزینی با لامپ نو انتخاب می شوند. سپس در اولین تعویض گروهی سایر لامپها با لامپ نو جایگزین شده و لامپهای تعویض شدهٔ نقطه ای قبلی که سالم بوده و کمتر کار کرده اند باقی مانده و می توانند برای تعویض نقطه ای در بازه زمانی بعدی استفاده شده و یا در تعویض گروهی بعدی تعویض شوند.

تذکر:

❖ در روش ترکیبی و به علت امکان بیشتر سوختن قبل از موعد لامپ های جدید، توصیه می گردد که تأسیسات روشنایی پس از تعویض گروهی و بعد از تقریباً ۱۰۰ ساعت کارکرد هم در هنگام شب بازرسی و فقط لامپ های جدید که سوخته اند تعویض نقطه ای شوند.

هزینه تعویض لامپ

هزینه تعویض نقطه ای به ازای هر لامپ

Cs=L+S+E+D

Cs : هزینه تعویض نقطه ای هر لامپ

L : هزینه لامپ

S : هزینه شخص برای تعویض نقطه ای همراه با هزینه های بازرسی اولیه

E : هزینه تجهیزات مورد استفاده برای دسترسی به چراغ ها

D : هزینه دفع لامپ خراب

هزینه تعویض گروهی به ازای هر لامپ

Cg=L+B+E+D

Cg : هزینه تعویض گروهی به ازای هر لامپ

B : هزینه شخص برای تعویض گروهی به ازای هر لامپ

هزینه تعویض ترکیبی نقطه ای و گروهی به ازای هر لامپ

Ct= Cg +F*Cs

Cg : هزینه تعویض گروهی به ازای هر لامپ

Ct: هزینه تعویض ترکیبی نقط های و گروهی به ازای هر لامپ

F: کسری از لامپها که قبل از دوره تعویض آنها سوخته و تعویض می شوند

نکات قابل توجه و بررسی اقتصادی سیستمهای روشنایی معابر

الف- لامپها می توانند به صورت عمده خریداری شوند و برای تعویض نقطه ای در انبار نگهداری گردند. لامپ های یدکی نیز می توانند به عنوان بخشی از خریدهای اولیه طرح در نظر گرفته شوند.

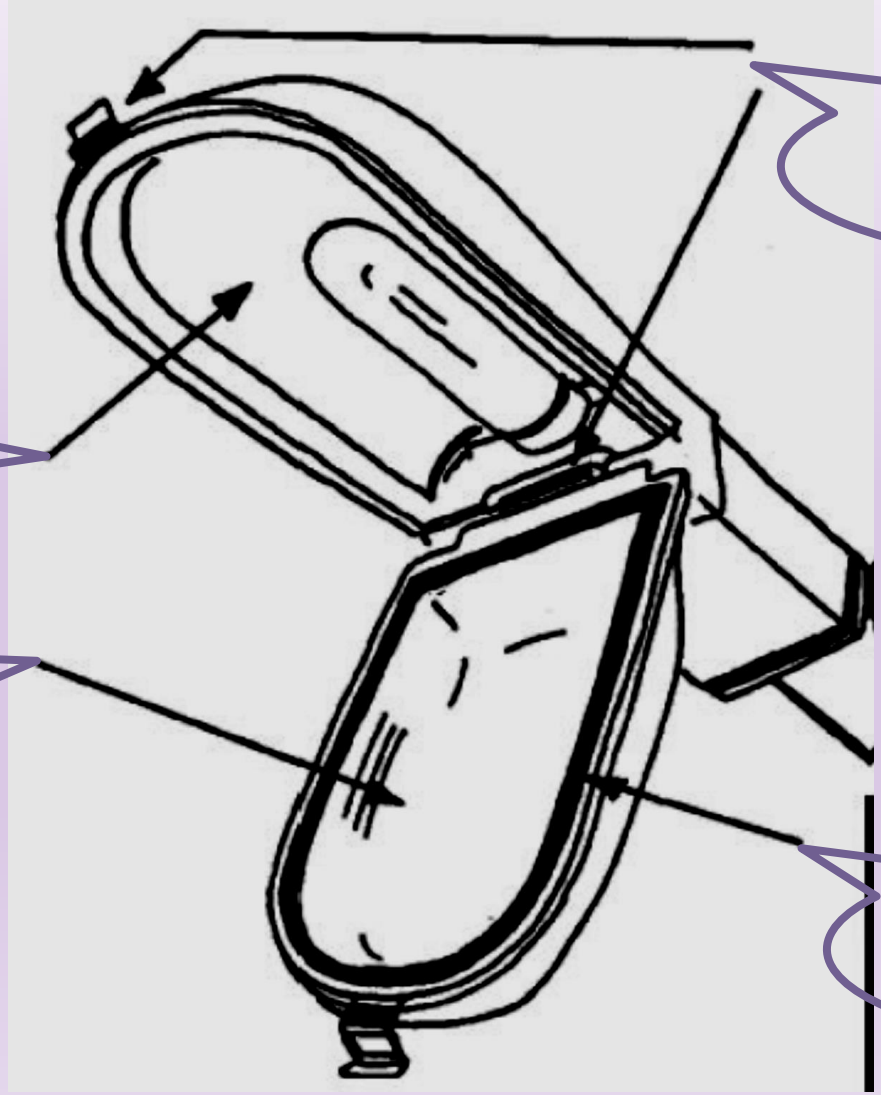
ب- هزینه تعویض گروهی لامپها به استهلاک شار لامپ، به خصوص به نرخ بقا بستگی دارد. هر چه در فاصله زمانی تعویض لامپ ها، لامپ های بیشتری سالم مانده باشند، تعویض نقطه ای هزینه کمتری را در برخواهد داشت.

ج- از آنجا که فاصله های زمانی تعویض لامپ به ساعات کارکرد آن بستگی دارد، به همین دلیل در بررسی اقتصادی، ساعات کار سالانه لامپ مطابق با جدول ۱۴ منظور می گردد.

جدول۱۴. ساعات کار سالانه لامپ

نوع بهره‌برداری	ساعات کارکرد سالیانه
پیوسته	۸۷۶۰
کل شب (از غروب تا طلوع آفتاب)	۴۲۰۰

نکات فنی در مورد نظافت چرا غ



گیره ها و لولاها با یک روغن خشک روغنکاری شوند.

بازتابنده ها و پوشش چراغ با یک دستمال نرم و مرطوب تمیز شوند.

پرزها با یک قلم موی نرم تمیز شوند. مراقبت شود که سطح آنها خراش برندارد.

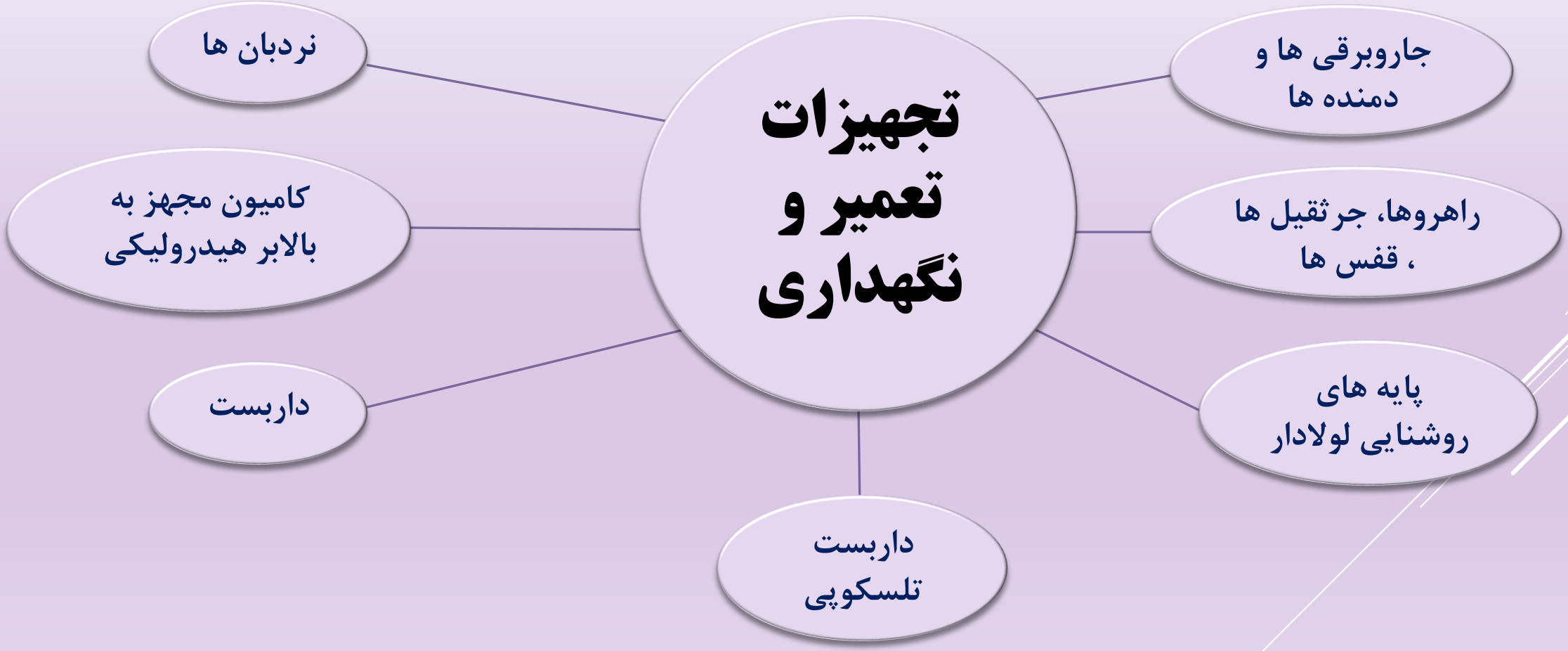
درزبند بررسی شده و در صورت فرسوده بودن یا آسیب دیدگی تعویض شود.

دستورالعمل نظافت چراغ

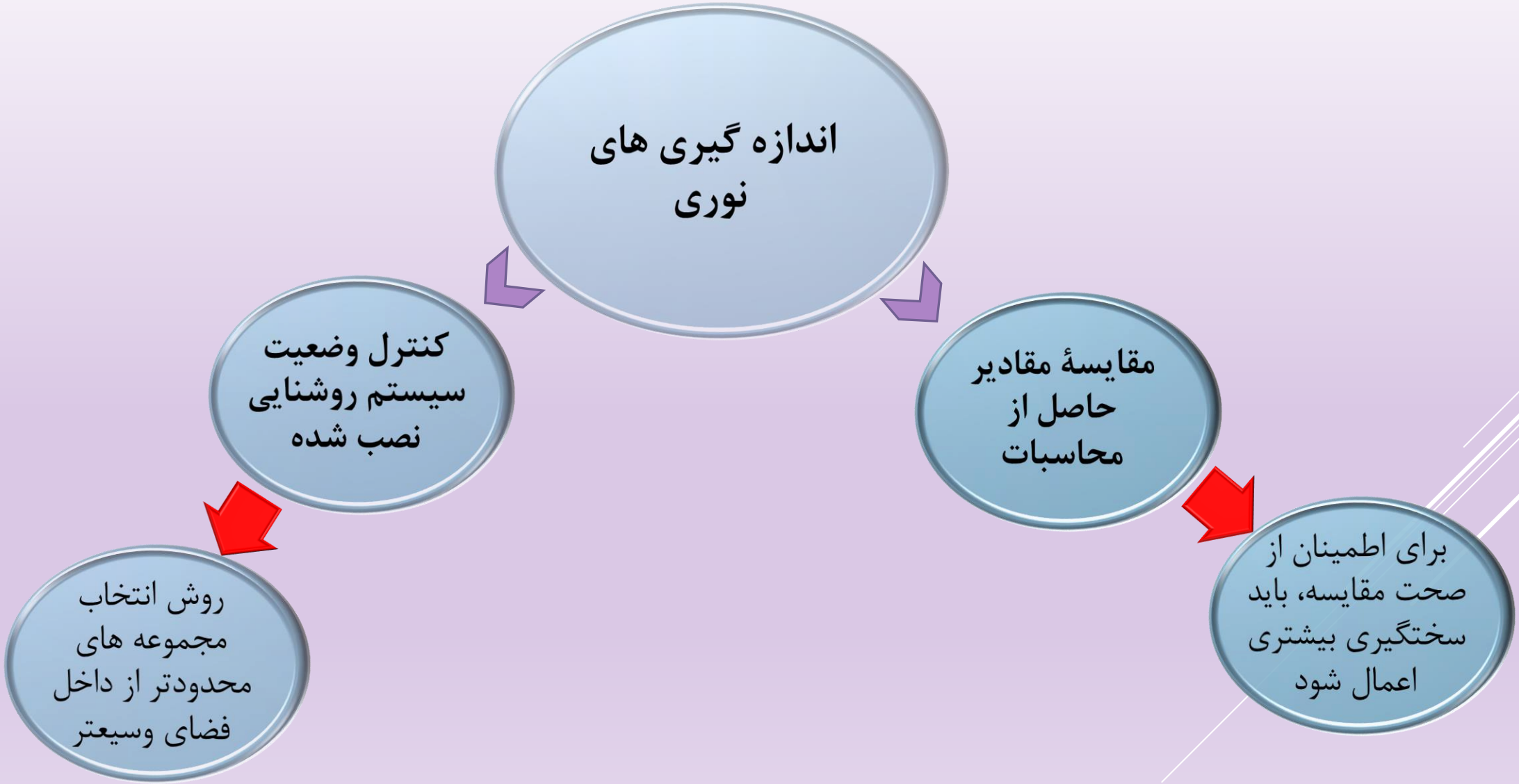
- در هنگام نظافت چراغ باید تمامی سطوح آن با دقت کافی تمیز شوند. بعضی از سطوح به سایيدگی بسیار حساسند. برای مثال،آلومینیوم براق استفاه شده در رفلکتور بسیار به سائیده شدن حساس است. بعضی از پلاستیک ها، آکرلیک و به ویژه پلی کربنات ها نیز اینگونه اند. در این خصوص باید آموزش لازم به پرسنل تعمیرات و نگهداری داده شود.
- این پرسنل هنگام کار با پلاستیکها باید کاملا مراقب باشند زیرا آنها با گذر زمان خاصیت شکنندگی پیدا می کنند. همچنین پلاستیک ها بسته به ماده اصلی به کار رفته در آنها، محیط و ارتفاع نصب، منبع نور و دمایی که جسم در آن کار می کند، ممکن است به شدت زرد شوند به طوری که نیاز به تعویض داشته باشند.
- رفلکتور های آلومینیومی نیز باید با یک محلول گرم محتوی صابون شسته شده و قبل از اینکه توسط هوا خشک شوند به خوبی با آب شستشو گردند. لنزهای منشوری و یا غیر شفاف پلاستیکی باید با یک دستمال مرطوب (آغشته به یک شوینده غیر یونی و آب) تمیز و با اسپری یا واکس غیر استاتیک پوشش داده شده و سپس خشک شوند. لعاب شیشه، لعاب کوره ای و اپتیک های شیشه ای باید با یک دستمال مرطوب آغشته به یک محلول رقیق ماده شوینده و آب پاک شوند. همچنین باید توجه شود تا زمانی که اجزای چراغ به کلی خشک نشده اند، چراغ درزبندی نشود.
- پس از نظافت چراغ باید دقت گردد که لامپها موقعیت خود را نسبت به رفلکتورها و پوشش محافظ آنها حفظ کنند به ویژه اگر پوشش محافظ رفلکتورها عناصر پخش کننده ای را بر روی سطح داخلی خود داشته باشند. درزبندی ها نیز باید کارایی بالایی در ممانعت از ورود گرد و غبار، آلودگی، حشرات و رطوبت داشته باشند. هنگامی که لامپ تعویض می شود، درزبندی ها به شکل غیر قابل اجتنابی به هم می ریزد لذا در این حالت، به خصوص اگر پرسنل نگهداری به خوبی تعلیم داده نشده باشند این خطر وجود دارد که چراغ به اندازه کافی در مقابل نفوذ هوا محافظت نشود. این مسأله سبب می شود که سطوح نوری چراغ به تدریج فرسوده شوند.

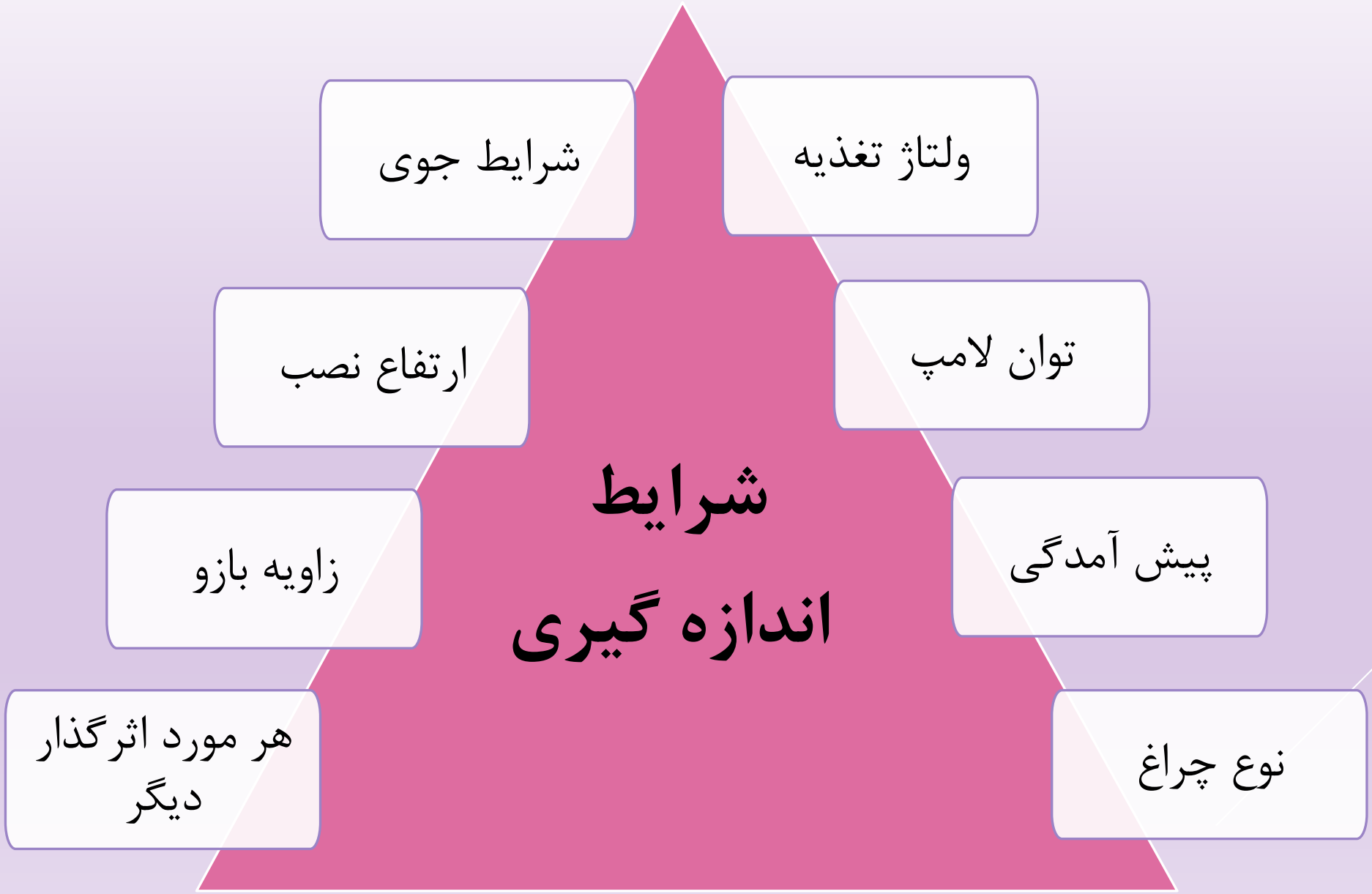
نگهداری از پایه های چراغ

- در تأسیسات روشنایی معابر، مراقبت و نگهداری از پایه ها بخش مهمی از وظایف نگهداری کل سیستم است. این امر می بایست در پایه های روشنایی ثابت، برجها یا بازوهای متصل شده به دیوار، با انجام بازرسی های مکرر و رنگ کردن آنها به همراه پایش مکرر شرایط زمین صورت پذیرد. برای سازه های با عمر بیش از ۲۰ سال هم باید فکری در مورد پایداری کل سازه و در نهایت برنامه ای برای جایگزینی آن ها ارائه شود.
- سیستم روشنایی با پایه های بلند و یا سیستم هایی که در آنها از سایر روش های نصب مشتمل بر تجهیزات پیچیده تر مکانیکی، هیدرولیکی و الکتریکی استفاده می شود، نیاز به نگهداری بیشتری دارند. این سیستم ها باید طبق توصیه های سازنده به طور مرتب و بسته به شرایط محلی بازرسی شوند و تمهیدات لازم برای نگهداری آنها انجام شود. همچنین در مکان هایی که پایه های روشنایی لولادار یا وینچ دار و یا دکل های یکپارچه نصب شده است، بازدید مرتب از طنابها و قرقره ها باید توسط شخص متخصص صورت گیرد. نظافت و روغن کاری کل بخش های متحرک نیز باید به عنوان بخشی از برنامه نگهداری معمول قرار گیرد.
- مسائل تخریب محیطی و صدمات تصادفی می تواند به شکل قابل توجهی بر عمر و در نتیجه استحکام ساختمانی آنها تاثیر بگذارد. به همین دلیل در برنامه های مداوم بازرسی باید نتایج مطالعات بصری و احتمالاً الکترونیکی ثبت شود تا اطمینان حاصل گردد که در صورت پیشرفت هرگونه خرابی سازه اقدامات ترمیمی لازم صورت گیرد. در این زمینه باید توجه خاصی به سطوح داخلی سازه های فولادی جوشکاری شده گردد که در زمین کاشته شده اند و فرسودگی آنها ممکن است شناسایی نشود.


تجهیزات تعمیر و نگهداری
نردبان ها
کامیون مجهز به بالابر هیدرولیکی
داربست
داربست تلسکوپی
جاروبرقی ها و دمنده ها
راهروها، جرثقیل ها ، قفس ها
پایه های روشنایی لولادار

دستورالعمل اندازه گیری روشنایی در معابر


اندازه گیری های نوری
کنترل وضعیت سیستم روشنایی نصب شده
روش انتخاب مجموعه های محدودتر از داخل فضای وسیعتر
مقایسهٔ مقادیر حاصل از محاسبات
برای اطمینان از صحت مقایسه، باید سختگیری بیشتری اعمال شود


شرایط
اندازه گیری
ولتاژ تغذیه
توان لامپ
پیش آمدگی
نوع چراغ
شرایط جوی
ارتفاع نصب
زاویه بازو
هر مورد اثرگذار دیگر

موارد تاثیرگذار بر اندازه گیری

سیستم روشنایی جدید

به سیستمی اطلاق می گردد که چراغهای آن تمیز بوده و لامپهای نصب شده در آن نیز نو باشند. میزان روشنایی ایجاد شده توسط این سیستم حداکثر روشنایی تولیدی آن را مشخص نموده و نباید از حداکثر مجاز روشنایی معبر بیشتر باشد.

سیستم روشنایی قدیمی

وضعیت لامپ و چراغ از نظر طول عمر و میزان کثیفی در زمان اندازه گیری روشنایی باید ثبت گردند. جهت تعیین ضریب نگهداری چراغ در این سیستم باید میزان روشنایی معبر قبل و بعد از تمیز کردن چراغها و بدون آنکه لامپی تعویض شده باشد، اندازه گیری گردد.

مشخصه های الکتریکی مدار تغذیه

مشخصه های الکتریکی مدار تغذیه سیستم روشنایی بر میزان شار نوری خارج شده از لامپ اثر می گذارند، بنابراین مقادیر این مشخصه ها در زمان اندازه گیری روشنایی معبر مهم بوده و باید مقادیر نامی خود را داشته باشند.

شرایط آب و هوایی

- پایین یا بالا بودن دما
- جمع شدن رطوبت بر روی سطوح انتقال نور تجهیزات اندازه گیری یا قطعات الکتریکی آنها
- سرعت باد
- مقدار ناچیزی از رطوبت بر روی سطح معبر
- چگونگی انتقال نور از هوا

نور خارجی و ممانعت از نور

وقتی قرار است میزان نور سیستم روشنایی نصب شده در معبری ثبت شود، باید از تابش نور مستقیم محیط اطراف یا نور منعکس شده از اطراف جلوگیری کرد.

اندازه گیری غیرنوری

داده های هندسی	هنگام اندازه گیری روشنایی در محل، باید هندسهٔ نصب سیستم روشنایی را هم اندازه گیری کرد . این اندازه گیری باید شامل ارتفاع پایه ها و فاصله نصب آن ها باشد . همچنین در این اندازه گیری باید زاویه بازو، جهت قرارگیری چراغ ها و یا زاویه چرخش آن ها که ممکن است طی زمان بهره برداری تغییر کرده و نتیجتاً بر میزان اندازه گیری ها تأثیر بگذارند، تعیین گردند.
ولتاژ منبع تغذیه	در آغاز اندازه گیری باید ولتاژ منبع تغذیه در هر پایه روشنایی اندازه گیری شود . در مدت زمان اندازه گیری نیز باید ولتاژ به طور پیوسته در یک نقطه اصلی در تأسیسات الکتریکی اندازه گیری و مشاهده شود. به این منظور بهتر است از یک ثبات ولتاژ استفاده گردد.
دما	دما باید در ارتفاع یک متری از سطح زمین اندازه گیری شده و در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه ای ثبت شود.
تجهیزات اندازه گیری	کلیه تجهیزات اندازه گیری باید کالیبره باشند . نمایشگر هر دستگاه اندازه گیری باید طوری باشد تا قرائت مقادیر اندازه گیری شده در روشنایی کم معابر نیز به راحتی صورت پذیرد . در تجهیزات اندازه گیری آنالوگ لازم است نمایشگرهای دیجیتال یا نوری طوری تعبیه شده باشد تا کار قرائت در روشنایی های کم نیز امکان پذیر باشد. کلیه دستگاه های اندازه گیری باید قابلیت اندازه گیری مکرر را داشته باشند.

دستورالعمل اندازه گیری نوری

تعیین محدوده اندازه گیری روشنایی معبر

برای اندازه گیری روشنایی باید "محدوده اندازه گیری" بر روی سطح معبر مشخص شود. این محدوده، عبارت از سطح مستطیلی است که ابعاد آن همانند ابعاد مستطیل محاسباتی بوده و توسط عرض معبر و فاصله بین دو پایه متوالی تعیین می شود.

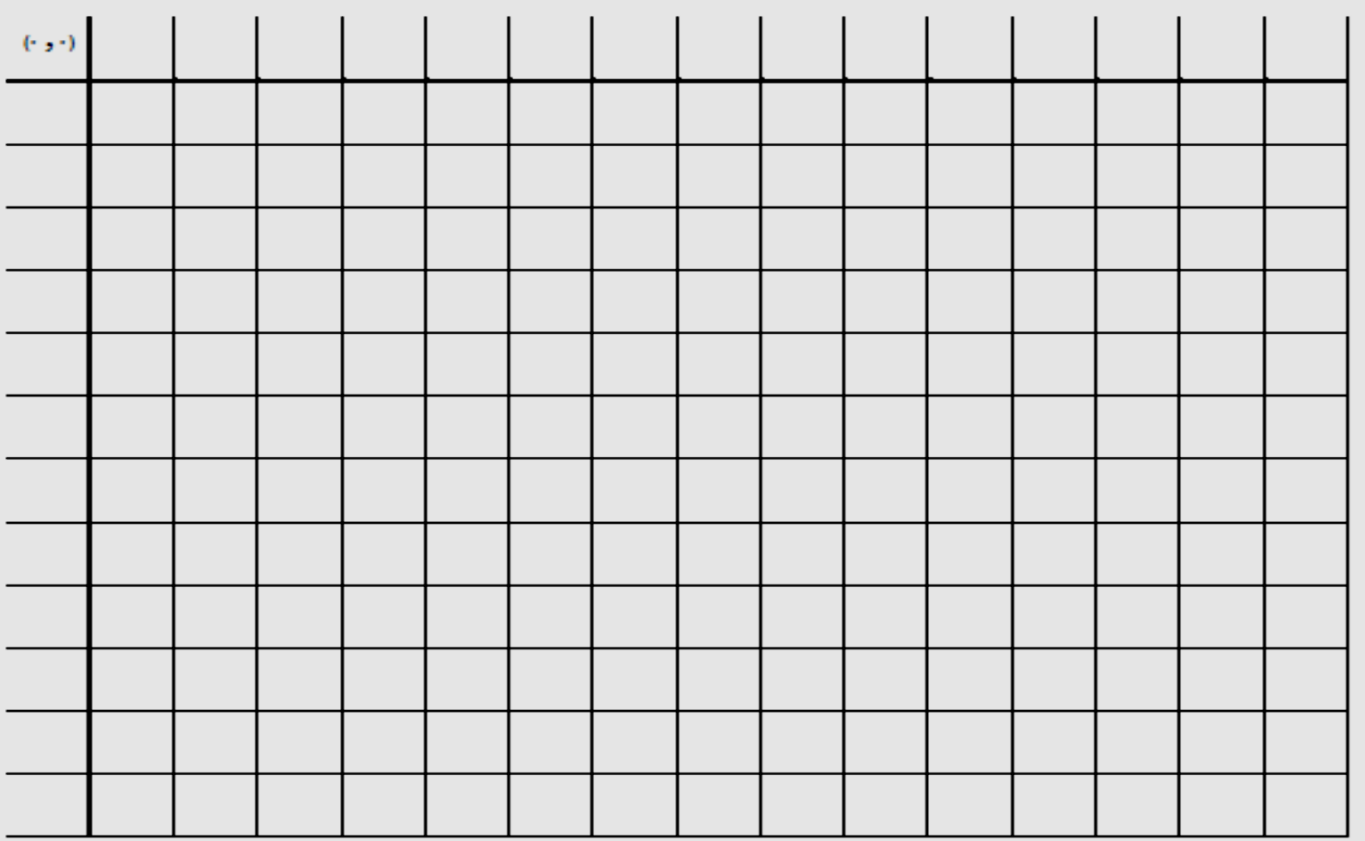
تقلیل نقاط اندازه گیری در راه های شریانی درجه ۲ با دو باند حرکتی و یا بیشتر

الف- در صورتی که فاصله نصب(S) کوچکتر یا مساوی ۳۰ متر باشد در ازای هر چهار نقطه محاسباتی یک نقطه اندازه گیری در مرکز مستطیلی که چهار نقطه مذکور چهار گوشه آن هستند انتخاب گردد.
ب- در صورتی که فاصله نصب(S) بزرگتر از ۳۰ متر باشد طبق دستورالعمل تعیین نقاط محاسبه باید به ازای هر افزایش حداکثر ۳ متر به فاصله نصب، یک ردیف نقطه در طول مستطیل محاسباتی اضافه گردد.

تقلیل نقاط اندازه گیری در راه های شریانی درجه ۱

الف- در صورتی که فاصله نصب(S) کوچکتر یا مساوی ۳۰ متر باشد در ازای هر شش نقطه محاسباتی غیرتکراری واقع شده در یک باند ترافیکی، یک نقطه اندازه گیری در نظر گرفته می شود که این نقطه در خط وسط هر باند ترافیکی و محدود به دو ردیف نقطه محاسباتی متوالی در طول مستطیل محاسباتی است.
ب- در صورتی که فاصله نصب(S) بزرگتر از ۳۰ متر باشد طبق دستورالعمل تعیین نقاط محاسبه بایستی در ازای هر افزایش حداکثر ۳ متر به فاصله نصب، یک ردیف نقطه در طول مستطیل محاسباتی اضافه گردد.

مستطیل اندازه گیری



نوع اندازه‌گیری	
ارتفاع سنسور اندازه‌گیر (m)	
شماره شناسایی اندازه‌گیر	
محدوده(های) استفاده شده	
توجه – بر روی جدول، محل چراغ‌ها، فواصل نقاط اندازه‌گیری در طول و عرض معبر، مقادیر نوری هر نقطه، محل قرارگیری درخشندگی‌سنج نسبت به مستطیل اندازه‌گیری و همچنین جهت یا جهت‌های قابل استفاده برای شدت روشنایی نیم‌استوانه‌ای و عمودی مشخص گردد.	

تجهیزات اندازه گیری شدت روشنایی

کلیات

- شدت روشنایی که با ابزاری بنام لوکس متر اندازه گیری می شود، باید مناسب این هدف بوده به طوری که ضمن قابل حمل بودن، امکان جابجایی و تکرار اندازه گیری در نقاط مختلف معبر را داشته باشد .
- لوکس متر باید کالیبره باشد ؛ ولی زمانی که اندازه گیری شدت روشنایی به منظور کنترل صورت می گیرد، کالیبراسیون کامل لوکس متر لازم نیست.
- برای اندازه گیری شدت روشنایی افقی و عمودی، سنسور مخصوص اندازه گیری شدت روشنایی سطح مورد نیاز بوده و باید دقیقاً روی نقاط مشخص شده قرار گیرد.
- باید دقت کرد که فرد اندازه گیر جلوی نوری که از جهات دیگر به سنسور لوکس متر می رسد قرار نگیرد. به همین دلیل بهتر است سنسور با یک کابل به لوکس متر متصل شود و یا از لوکس متر با یک کابل نگهدارنده از راه دور استفاده کرد .
- استفاده از ابزار ترازکننده، کار نگه داشتن لوکس متر را در شیب صحیح نسبت به جهت عمودی تسهیل می کند.

ارتفاع و زاویه سنسور لوکس متر

- شدت روشنایی افقی (نیم کروی): سطح سنسور لوکس متر باید افقی باشد . این صفحه باید در سطح زمین قرار بگیرد ؛ اما در جایی که این کار ممکن نباشد، صفحه سنسور می تواند حداکثر در ۱۵ سانتیمتری سطح زمین مستقر گردد.
- شدت روشنایی عمودی (استوانه ای): مرکز صفحه سنسور لوکس متر باید در ارتفاع ۱.۵ متری از سطح زمین، بصورت عمودی و در جهت صحیح قرار بگیرد.

دستورالعمل اندازه گیری شدت روشنایی

تعیین مستطیل اندازه گیری و محدوده آن

تعیین نقاط اندازه گیری در اولین خط طولی یا عرضی از مستطیل اندازه گیری

استقرار سنسور دستگاه اندازه گیری روی سطح معبر در هر یک از نقاط تعیین شده و انجام اندازه گیری در هر یک از آنها و سپس ادامه کار بر روی نقاط خط بعدی و تداوم کار تا پایان اندازه گیری کلیه نقاط واقع بر مستطیل اندازه گیری

تذکر: در موقع استقرار سنسور بر روی سطح معبر لازم است دقت شود که به صورت افقی نصب گردیده و ارتفاع قرارگیری آن نسبت به سطح معبر از ۱۵ سانتیمتر تجاوز ننماید.

تجهیزات اندازه گیری درخشندگی

کلیات

- درخشندگی سطح معبر باید با درخشندگی متر کالیبره شده ای که مناسب این کار ساخته شده، اندازه گیری شود .
- بیشتر مواردی که در خصوص تجهیزات اندازه گیری شدت روشنایی به آنها اشاره شده، همانند قابلیت جابجایی، باید درخصوص درخشندگی متر نیز مراعات شده باشد . فقط در مقایسه بین این دو اندازه گیری باید دقت گردد که شدت روشنایی متوسط از میانگین شدت روشنایی نقاطی با فواصل مساوی در سطح بدست می آید؛ در حالی که درخشندگی متوسط اندازه گیری شده با یک بار قرائت ، تصویر وزنی از درخشندگی هر نقطه خواهد بود. این امر نباید باعث اختلاف چشمگیری در نتایج بدست آمده شود.
- بررسی های چشمی در این خصوص نشان داده که ساییدگی و رسوبات روغنی در سطح معبر در هر بخش آن با بخش دیگر متفاوت بوده و این اختلاف ها می تواند به راحتی در سطح معبر مخصوصاً با رویه دارای رنگ روشن تر قابل رؤیت بوده و در میزان درخشندگی اندازه گیری شده تأثیرگذار باشد . همچنین رطوبت یا خیسی معبر نیز به طور قابل توجهی درخشندگی معبر را دستخوش تغییر می کند.

اندازه مستطیل و زاویه سنسور درخشندگی متر

- به منظور اندازه گیری درخشندگی در سطح معابر، میدان دید درخشندگی متر باید به حد کافی کوچک باشد تا امکان تعیین بدون خطای "یکنواختی" نیز در سطح معبر فراهم گردد. بدین ترتیب مستطیل اندازه گیری بر روی سطح معبر نباید عرض بیشتر از ۰.۵ متر و طول بیشتر از ۲.۵ متر داشته باشد.
- زاویه دید درخشندگی متر نسبت به بردار عمود بر سطح معبر در نقاط انداز ه گیری نیز ، باید (۸۹±۰.۵) درجه باشد.

دستورالعمل اندازه گیری درخشندگی

تعیین مستطیل و نقاط محاسباتی و اندازه گیری بر روی آن

استقرار دستگاه اندازه گیری درخشندگی در محل ناظر بر روی پایه ای در ارتفاع ۱.۵ متر

تعیین نقاط اندازه گیری در اولین خط طولی یا عرضی از مستطیل اندازه گیری و ثبت مقادیر درخشندگی اندازه گیری شده در همه نقاط واقع بر آن خط و سپس ادامه کار اندازه گیری بر روی نقاط خط بعدی و تداوم کار تا پایان اندازه گیری کلیه نقاط واقع بر مستطیل اندازه گیری

استقرار دستگاه اندازه گیری درخشندگی در امتداد خط وسط هر یک از باندهای ترافیکی و همچنین شانه راه در فاصله ۶۰ متری از مستطیل اندازه گیری و در ارتفاع ۱.۵ متری و سپس ثبت مقادیر درخشندگی هر یک از "نقاط اندازه گیری" واقع شده بر روی خطوط مزبور. این اندازه گیری اضافی جهت استفاده در محاسبه UL بوده و مقادیر حاصل باید بطور جداگانه ثبت گردند.

تذکر: در موقع تعیین نقاط اندازه گیری لازم است دقت شود که نحوه علامتگذاری نقاط، خللی در میزان درخشندگی آن نقاط ایجاد ننماید. در این خصوص استفاده از نوار علامت گذاری این امکان را فراهم می سازد که پس از تنظیم دستگاه اندازه گیری بر روی نقطه مورد نظر، با برداشتن نوار نسبت به اندازه گیری درخشندگی آن نقطه از رویه سطح معبر اقدام شود.

معیارهای مهم انتخاب دستگاه اندازه گیری شدت روشنایی (لوکس متر)

- دقت اندازه گیری دستگاه
- محدوده اندازه گیری دستگاه
  - بین ۰.۱ تا ۲۰۰۰۰ لوکس
- قابلیت کاربرد بیرونی
- قابلیت کاربرد دستگاه در محدوده مناسب تغییرات درجه حرارت
  - بین ۰ تا ۵۰ درجه سانتی گراد
- قابلیت کاربرد در محیط رطوبتی
  - حداقل تا رطوبت ۸۰ ٪

معیارهای مهم انتخاب دستگاه
اندازه گیری درخشندگی متر
زاویه میدان
دید دستگاه
حداقل ۲ دقیقه
در ۲۰ دقیقه
دقت
اندازه گیری
دستگاه
حداقل تا رطوبت
۸۰ ٪
قابلیت کاربرد
در محیط
رطوبتی
محدوه
اندازه گیری
دستگاه
بین ۰.۱ تا ۱۰۰۰
cd/m2
قابلیت
کاربرد
بیرونی
حداقل دقت
مقادیر
اندازه گیری
۰.۱cd/m2
قابلیت کاربرد دستگاه
در محدوده مناسب
تغییرات درجه حرارت
بین ۰ تا ۵۰ درجه
سانتی گراد

نمونه گزارش آزمون

- اطلاعات کلی آزمون
- اطلاعات هندسی
- داده های سطح معبر
- داده های مربوط به لامپ و چراغ
- منبع تغذیه
- شرایط محیطی
- شرایط نصب
- تجهیزات اندازه گیری
- مستطیل اندازه گیری

اطلاعات کلی آزمون

نام محل		
تاریخ آزمون		
زمان آزمون		
اسامی پرسنل حاضر در آزمون		

اطلاعات هندسی

نقشه معبر و مرزهای آن با ابعاد و محل چراغ‌ها و در صورت امکان ضمیمه کردن عکس؛

محل تجهیزات معبر، وسایل نقلیه پارک شده و سایر موانع؛

داده های سطح معبر

نوع سطح معبر	
عمر سطح معبر	
مشاهدات شرایط سطح معبر	

داده های مربوط به لامپ و چراغ

چراغ نوع ۱	مشخصات	
	شماره جدول پخش نور	
	زاویه بازو (درجه)	
	ارتفاع نصب (m)	
	عمر	
	آخرین تاریخ نظافت چراغ	
	روش نصب	
	سایر اطلاعات	
لامپ‌های داخل چراغ نوع ۱	نوع	
	توان (W)	
	عمر	
	تعداد	
	بالاست	
	روش مورد استفاده جهت کاهش نور	

منبع تغذیه

متوسط ولتاژ در زمان اندازه‌گیری (V)	
کمترین ولتاژ در زمان اندازه‌گیری (V)	

شرایط محیطی

شرایط محیطی	شروع	پایان
آب و هوا (رطوبت)		
دما (°C)		
وضوح (قابلیت دید)		
سطح معبر (خیس، خشک یا مرطوب)		

شرایط نصب

هندسه تأسیسات	
زاویه بازوی چراغ	
چگونگی تعمیر و نگهداری چراغ	
نور خارجی	
موانع نور	
سایر جنبه‌های نصب	

تجهیزات اندازه گیری

نوع وسیله اندازه‌گیری	سازنده	مدل	تعداد وسیله	تاریخ کالیبراسیون[1]	نام مرجع تایید کننده[1]
شدت روشنایی مسطح					
شدت روشنایی نیم‌کروی					
شدت روشنایی استوانه‌ای					
زاویه دید درخشندگی‌متر عمودی: عرضی:					
ولتمتر					

۱) در صورت درخواست

محدوده های خطای تعریف شده برای معیارهای خطای دستگاه اندازه گیری شدت روشنایی (لوکس متر) در کلاس های C و B ،A ،L

معیـــار خطـــا	علامت اختصاری	حداکثر خطای دستگاه اندازه‌گیری در کلاس دقت			
		L	A	B	C
منحنی حساسیت روشنایی چشم در روز- $V(\lambda)$	f_1	٪۱/۵	٪۳	٪۶	٪۹
حساسیت به ماوراء بنفش- UV	u	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۴
حساسیت به مادون قرمز- IR	r	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۴
خطای ارزیابی جهتی یا کسینوسی	f_2	(۱)	٪۱/۵	٪۳	٪۶
خطای ارزیابی شدت روشنایی کروی E_o	$f_{2,0}$	(۱)	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
خطای ارزیابی شدت روشنایی استوانه‌ای E_z	$f_{2,z}$	(۱)	٪۵	٪۱۰	٪۱۵
خطای ارزیابی شدت روشنایی نیمه استوانه‌ای E_{zh}	$f_{2,zh}$	(۱)	٪۵	٪۱۰	٪۱۵
خطای خطی	f_3	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۵
خطای نمایشگر	f_4	٪۰/۲	٪۳	٪۴/۵	٪۷/۵
خطای خستگی و پیری	f_5	٪۰/۱	٪۰/۵	٪۱	٪۲
خطای ضرایب حرارتی	α_0, α_{25}	٪۰/۱/K	٪۰/۲/K	٪۱/K	٪۲/K
خطای مدولاسیون نور	f_7	٪۰/۱	٪۰/۲	٪۰/۵	٪۱
خطای تنظیم	f_{11}	٪۰/۱	٪۰/۵	٪۱	٪۲
خطای کلی (۲)	f_{ges}	٪۳ (۳)	٪۵ (۴)	٪۱۰ (۴)	٪۲۰ (۴)
حد پایین فرکانس	f_u	۴۰ Hz	۴۰ Hz	۴۰ Hz	۴۰ Hz
حد بالای فرکانس	f_o	10^5 Hz	10^5 Hz	10^4 Hz	10^3 Hz

۱) در صورتی که اندازه‌گیری برای حالت تابش مستقیم پرتوهای نورانی نباشد، خطای کلاس دقت A عیناً در نظر گرفته می‌شود.

۲) خطای کلی به معنای میزان عدم قطعیت و اطمینان در هنگان کالیبره کردن می‌باشد.

۳) عبارت از مجموع مقادیر f_1، u، r، f_3، f_4، f_5، $\alpha.2K$، f_7 و f_{11} می‌باشد.

۴) عبارت از مجموع مقادیر f_1، u، r، f_2، f_3، f_4، $\alpha.10K$، f_5، f_7 و f_{11} می‌باشد.

محدوده های خطای تعریف شده برای معیارهای خطای دستگاه اندازه گیری درخشندگی متر در کلاس های C و B ،A ،L

معیـــار خطـــا	علامت اختصاری	حداکثر خطای دستگاه اندازه‌گیری در کلاس دقت			
		L	A	B	C
منحنی حساسیت روشنایی چشم در روز- $V(\lambda)$	f_1	٪۲	٪۳	٪۶	٪۹
حساسیت به ماوراء بنفش-UV	u	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۴
حساسیت به مادون قرمز-IR	r	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۴
خطای ارزیابی جهتی مستقیم	$f_2(g)$	٪۲	٪۳	٪۶	٪۹
خطای ارزیابی جهتی غیر مستقیم	$f_2(u)$	٪۱	٪۱/۵	٪۲	٪۴
خطای خطی	f_3	٪۰/۲	٪۱	٪۲	٪۵
خطای نمایشگر	f_4	٪۰/۲	٪۳	٪۴/۵	٪۷/۵
خطای خستگی و پیری	f_5	٪۰/۱	٪۰/۵	٪۱	٪۲
خطای ضرایب حرارتی	α_0, α_{25}	٪۰/۱/K	٪۰/۲/K	٪۱/K	٪۲/K
خطای مدولاسیون نور	f_7	٪۰/۱	٪۰/۲	٪۰/۵	٪۱
خطای پلاریزاسیون نور	f_8	٪۰/۲	٪۰/۱	٪۲	٪۴
خطای تنظیم	f_{11}	٪۰/۱	٪۰/۵	٪۱	٪۲
خطای فوکوس	f_{12}	٪۰/۴	٪۱	٪۱	٪۱
خطای کلی [۱]	f_{ges}	٪۵ [۲]	٪۷/۵ [۳]	٪۱۰ [۳]	٪۲۰ [۳]
حد پایین فرکانس	f_u	۴۰ Hz	۴۰ Hz	۴۰ Hz	۴۰ Hz
حد بالای فرکانس	f_o	10^5 Hz	10^5 Hz	10^4 Hz	10^3 Hz

۱) خطای کلی به معنای میزان عدم قطعیت و اطمینان در هنگان کالیبره کردن می‌باشد.

۲) عبارت از مجموع مقادیر f_1، u، r، $f_2(g)$، $f_2(u)$، f_3، f_4، $\alpha.2K$ ، f_5، f_7، f_8، f_{11} و f_{12} می‌باشد.

۳) عبارت از مجموع مقادیر f_1، u، r، $f_2(g)$، $f_2(u)$، f_3 f_4، $\alpha.10K$ ، f_5، f_7، f_8، f_{11} و f_{12} می‌باشد.