

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

مقررات روشنایی در معادن

نشریه شماره ۴۸۹

وزارت صنایع و معادن

معاونت امور معادن و صنایع معدنی

دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن

<http://www.mim.gov.ir>

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام

فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir

web: <http://tec.mporg.ir/>

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است.

در قسمت‌های مختلف یک معدن زیرزمینی، نورطبیعی قادر به نفوذ نیست و بنابراین علاوه بر شب، در طول روز نیز باید با استفاده از نور مصنوعی، سطح روشنایی لازم را در این قسمت‌ها تأمین کرد. در مورد معادن سطحی و نیز تأسیسات بیرونی معدن نیز باید روشنایی کافی در شب وجود داشته باشد. بدیهی است دستیابی به سطح روشنایی مورد نظر مستلزم وجود استاندارد روشنایی برای بخشهای مختلف معدن است.

در این نشریه، علاوه بر پیشنهاد میزان روشنایی لازم برای قسمت‌های مختلف، چگونگی طراحی سیستم روشنایی در مورد معادن جدید، استاندارد روشنایی برای معادن ایران، دستورالعمل طراحی روشنایی و نیز نحوه بررسی وضعیت روشنایی درمعادن موجود، تشریح شده است.

مشخصات فنی و تجهیزات لازم برای تأمین روشنایی فردی و عمومی و همچنین مقررات ایمنی روشنایی در معادن از دیگر مواردی است که در این نشریه به آن پرداخته شده است.

با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان دفتر نظام فنی اجرایی همچنین جناب آقای مهندس وجیه‌ا... جعفری مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۹۰

مجری طرح

آقای مهندس وجیهه... جعفری وزارت صنایع و معادن

اعضای کارگروه استخراج

آقای مصطفی شریفزاده	دکترای مهندسی مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای کورش شهریار	دکترای مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای علی مرتضوی	دکترای مهندسی انفجار، مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین

آقای مهدی ایران‌نژاد	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای عبدالرسول زارعی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی - وزارت صنایع و معادن
آقای مصطفی شریفزاده	دکترای مهندسی مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه تربیت معلم

گروه مدیریت و راهبری پروژه

فرزانه آقارمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - دفتر نظام فنی اجرایی
علیرضا فلسفی	کارشناس مهندسی عمران - دفتر نظام فنی اجرایی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول- جمع آوری اطلاعات

۳.....	۱-۱- آشنایی.....
۳.....	۱-۲- زاویه فضایی.....
۴.....	۱-۳- جریان نور.....
۴.....	۱-۴- مقدار نور.....
۴.....	۱-۵- شدت نور.....
۵.....	۱-۶- شدت نور متوسط.....
۵.....	۱-۷- منحنی توزیع نور.....
۶.....	۱-۸- شدت روشنایی.....
۸.....	۱-۹- تراکم نور یا درخشندگی.....
۹.....	۱-۱۰- ضریب جذب.....
۹.....	۱-۱۱- ضریب انعکاس.....
۱۰.....	۱-۱۲- ضریب بهره منبع نو.....

فصل دوم- تعاریف و مفاهیم اساسی روشنایی

۱۱.....	۲-۱- آشنایی.....
۱۳.....	۲-۲- زاویه فضایی.....
۱۳.....	۲-۳- جریان نور.....
۱۳.....	۲-۴- مقدار نور.....
۱۴.....	۲-۵- شدت نور.....
۱۴.....	۲-۶- شدت نور متوسط.....

فصل سوم- معیارها و استانداردهای طراحی روشنایی معادن

۱۹.....	۳-۱- آشنایی.....
۱۹.....	۳-۲- ضوابط کلی در مورد روشنایی معادن زیرزمینی.....
۲۰.....	۳-۳- استانداردهای روشنایی برای ایران.....

فصل چهارم- دستورالعمل طراحی روشنایی معادن

۲۳.....	۴-۱- آشنایی.....
۲۳.....	۴-۲- طراحی روشنایی به روش لومن.....
۲۳.....	۴-۳- طراحی روشنایی به روش نقطه به نقطه.....

فصل پنجم- مشخصات فنی و تجهیزات لازم برای تامین روشنایی فردی در معادن

۳۱.....	۵-۱- آشنایی.....
۳۱.....	۵-۲- انواع چراغهای انفرادی.....
۳۱.....	۵-۳- نحوه شارژ چراغهای انفرادی.....
۳۲.....	۵-۴- چراغخانه.....
۳۲.....	۵-۷- نحوه انتخاب چراغ مناسب.....

فصل ششم - مشخصات فنی و تجهیزات لازم برای تامین روشنایی عمومی در معادن

۳۷	۱-۶- آشنایی.....
۳۷	۲-۶- لامپهای رشته ای.....
۳۷	۳-۶- لامپهای فلورسنت.....
۳۸	۴-۶- چراغهای توربینی.....
۳۸	۵-۶- تجهیزات روشنایی در راهروها.....
۳۹	۶-۶- روشنایی در کارگاههای استخراج زغال.....

فصل هفتم - مقررات ایمنی روشنایی

۴۳	۱-۷- آشنایی.....
۴۳	۲-۷- مقررات قانونی موجود.....
۴۴	۳-۷- مقررات مربوط به چراغهای الکتریکی.....
۴۵	۴-۷- مقررات ایمنی روشنایی عمومی در معادن.....
۴۷	۵-۷- مقررات مربوط به روشنایی اضطراری.....
۴۷	۶-۷- مقررات مربوط به روشنایی ماشین آلات.....
۴۹	فهرست منابع به ترتیب استفاده در متن.....

فصل ۱

تعاریف و مفاهیم

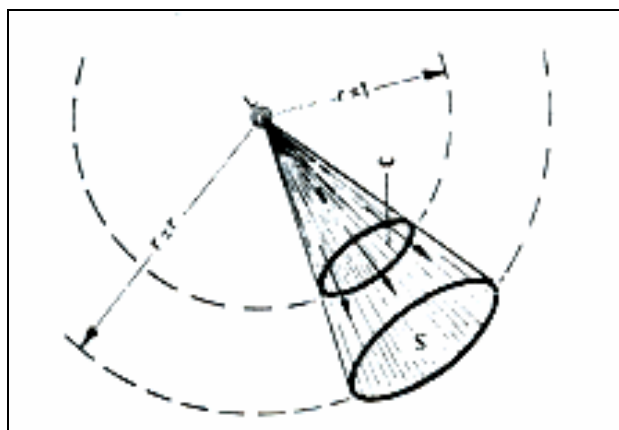
۱-۱- آشنایی

از آنجا که اولین قدم در راه تدوین مقررات، یکسان سازی و استاندارد کردن تعاریف و مفاهیم آن فعالیت است لذا در این فصل، تعاریف و مفاهیم اصلی مربوط به روشنایی معادن آمده است.

۱-۲- زاویه فضایی

قسمتی از فضا را که به وسیله یک مخروط محدود شده باشد زاویه فضایی می گویند (شکل ۱-۱). برای اندازه گیری زاویه فضایی، کره‌ای به مرکز راس مخروط و شعاع r رسم می کنند. اگر سطح عرقچینی که مخروط از کره جدا می کند A باشد، اندازه زاویه فضایی (ω) به شرح زیر تعریف می شود:

$$\omega = \frac{A}{r^2} \quad (1-2)$$



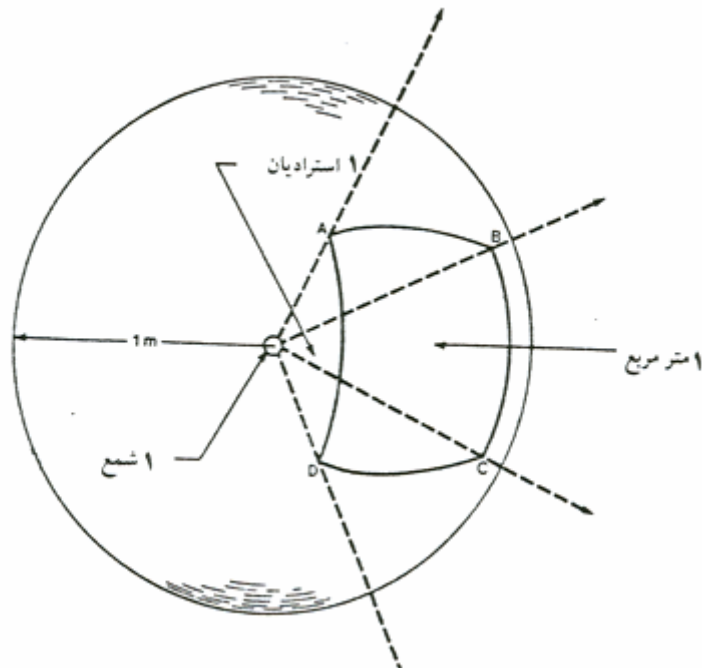
شکل ۱-۱ تعریف زاویه فضایی

زاویه فضایی را به گونه دیگری نیز می توان تعریف کرد. بدین معنی که اگر شعاع کره یاد شده واحد باشد، سطح عرقچین مربوط به آن برابر زاویه فضایی خواهد شد (شکل ۱-۱).
واحد زاویه فضایی استرادی یا استرادیان است و آن زاویه‌ای است که سطح عرقچین مقابل به آن در کره به شعاع واحد، برابر واحد سطح شود (شکل ۲-۱).

حدود تغییرات زاویه فضایی از صفر تا تمامی سطح کره به شعاع واحد یعنی 4π است.

برای بیان اندازه زاویه فضایی از رابطه بین اندازه زاویه مسطح مخروط نظیر و اندازه زاویه فضایی استفاده می شود. اگر زاویه راس مخروط نظیر زاویه فضایی α باشد، اندازه زاویه فضایی مقابل به آن خواهد شد:

$$\omega = 4\pi \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (2-1)$$



شکل ۱-۲- تعریف استرادیان

۱-۳- جریان نور^۱

جریان نور عبارت از توان نوری و یا میزان انرژی تشعشع شده در واحد زمان است که جسم نورانی تشعشع می‌کند و به وسیله چشم به صورت نور احساس می‌شود.

مجموع جریان نور یک منبع عبارت از کل توان نوری آن است که در فضا منتشر می‌شود و به کمک وسایل مخصوص (مثل حباب) می‌توان آنرا در جهت خاص متمرکز کرد.

واحد جریان نور لومن^۲ است که با lm نشان داده می‌شود و آن عبارت از جریان نوری است که طی آن در داخل زاویه فضایی واحد (یک استرادیان) واحد شدت نور (یک شمع) وجود داشته باشد.

۱-۴- مقدار نور

حاصلضرب جریان نور در زمان تأثیر آن به نام مقدار نور خوانده می‌شود:

$$Q = \phi \cdot t \quad (3-1)$$

که در آن ϕ جریان نور و t زمان و Q مقدار نور است.

1- illuminous flux

2- lumen

واحد مقدار نور لومن ساعت ($lm.h$) و معادل مقدار نوری است که جریان آن یک لومن است و در زمان یک ساعت تشعشع می‌کند.

۱-۵- شدت نور^۱

شدت نور به عنوان جریان نور موجود در واحد زاویه فضایی تعریف می‌شود. بدین ترتیب اگر $d\phi$ جریان نوری باشد که تحت زاویه فضایی $d\omega$ تشعشع می‌کند، شدت نور آن (I) خواهد شد:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (۴-۱)$$

شدت نور تنها به منبع نور بستگی دارد و تابع فاصله نیست. شدت نور منابع نقطه‌ای معمولاً در تمام جهات یکسان است، در صورتی که شدت نور یک منبع صفحه‌ای، در نقاط مختلف تفاوت می‌کند و امتداد ماکزیمم آن به نوع منبع بستگی دارد. واحد شدت نور را شمع جدید^۲ (کاندلا) است که با cd نمایش داده می‌شود و می‌توان آنرا بر اساس رابطه ۱-۴ به عنوان جریان نور یک لومن در داخل زاویه فضایی یک استرادیان تعریف کرد.

در عمل، واحد شدت نور به نحو دیگری تعریف می‌کنند و آن عبارت از $\frac{1}{683}$ شدت نوری است که از یک جسم سیاه (اکسید توریم) به مساحت یک سانتیمتر مربع در دمای معادل نقطه ذوب پلاتین ($1753^\circ C$ درجه سانتیگراد) در امتداد عمود بر سطح ساطع می‌شود. در قدیم شمع دیگری به عنوان واحد شدت نور تعریف می‌شد که چندان تفاوتی با واحد جدید نداشت و رابطه آنها به شکل زیر است:

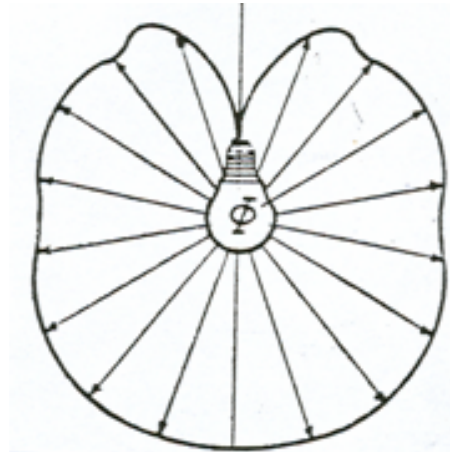
$$\text{شمع قدیم} = 0.98 / \text{شمع جدید یا کاندلا} \quad (۵-۱)$$

۱-۶- شدت نور متوسط

در بسیاری موارد شدت نور یک منبع نور در امتدادهای مختلف متفاوت است، لذا برای آن یک شدت نور متوسط تعریف می‌کنند. شدت نور متوسط عبارت از شدت فرضی است که اگر آن را به طور یکنواخت و در تمام جهات به منبع نسبت دهیم، جریان نور کلی منبع، تغییری نکند. شدت نور متوسط را می‌توان برای تمام فضا، افقی و قائم تعریف کرد. از سوی دیگر شدت نور متوسط را می‌توان برای نیمه بالایی و پایینی چراغ نیز تعریف کرد.

۱-۷- منحنی توزیع نور

اگر یک دستگاه مختصات قطبی به گونه‌ای توجیه شود که در سطح قائمی که از منبع نور عبور می‌کند، قرار گیرد، سپس شدت نور در امتدادهای مختلف در دستگاه مختصات نقل شده و انتهای شعاع‌های قطبی به هم وصل شود، منحنی حاصل را به نام منحنی توزیع نور می‌خوانند (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- منحنی توزیع جریان نور یک لامپ رشته‌ای

۱-۸- شدت روشنایی^۱

شدت روشنایی و یا به بیان ساده‌تر روشنایی، به صورت خارج قسمت جریان نوری که بر یک سطح می‌تابد (بر حسب لومن) بر مساحت سطحی که روشن شده است (بر حسب متر مربع) تعریف می‌شود:

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (۶-۱)$$

که در آن ϕ جریان نور و A مساحت و E شدت روشنایی است.

اگر جریان نور به طور یکنواخت در سطح پخش شود، رابطه ۶-۱ روشنایی واقعی سطح را به دست می‌دهد. اما اگر این توزیع یکنواخت نباشد، آنچه که از رابطه ۶-۱ به دست می‌آید، شدت روشنایی متوسط سطح خواهد بود.

واحد شدت روشنایی لوکس^۲ است که با lx نشان داده می‌شود و عبارت از شدت روشنایی‌ای است که در هر متر مربع از سطح، جریان نور یک لومن تشعشع کند.

اگر منبع نوری با شدت نور متوسط (I) در فاصله r از سطحی قرار گیرد، شدت روشنایی ناشی از آن منبع در نقطه‌ای درست زیر منبع از رابطه زیر به دست می‌آید (شکل ۱-۴).

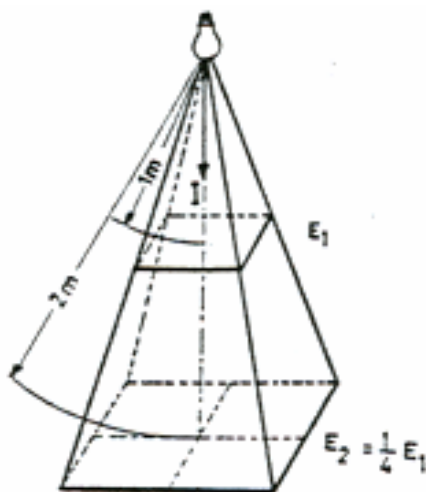
$$E = \frac{I}{r^2} \quad (۷-۱)$$

مطابق این رابطه، شدت روشنایی با شدت نور نسبت مستقیم و با مجذور فاصله نسبت معکوس دارد و این قانون به نام قانون مجذور فاصله خوانده می‌شود. این رابطه وقتی صادق است که نور به طور عمودی بر سطح بتابد و اگر جهت تابش مایل باشد، رابطه به شکل دیگری در می‌آید که به نام قانون کسینوس خوانده می‌شود.

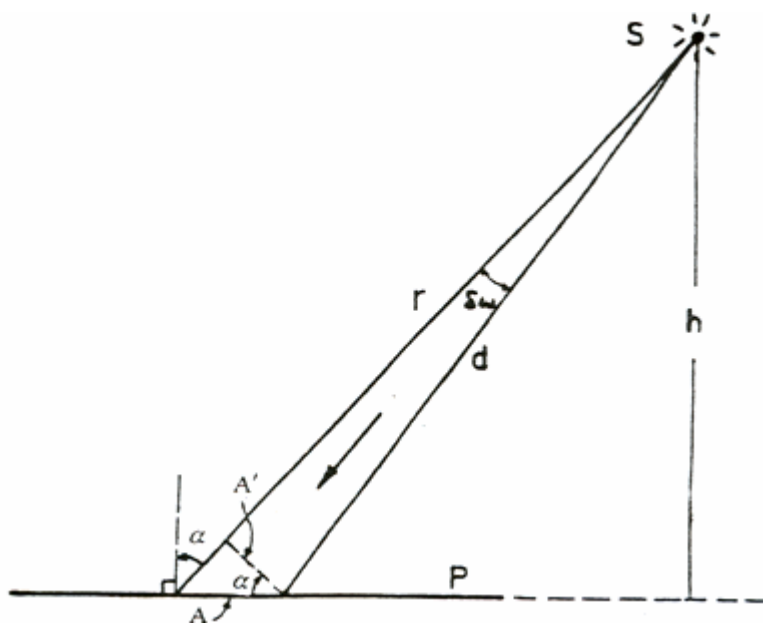
در حالت کلی مطابق شکل ۱-۵ امتداد تابش نور، عمود بر سطح مورد نظر نیست و امتداد چراغ - نقطه با امتداد عمود بر سطح زاویه α تشکیل می‌دهد. در چنین حالتی روشنایی حاصل از منبع S در نقطه‌ای مانند A از سطح مورد نظر از رابطه زیر حاصل می‌شود:

1- illumination

2-lux



شکل ۱-۴- تغییرات روشنایی به نسبت فاصله



شکل ۱-۵- روشنایی حاصل از منبع نور S در حالتی که امتداد تابش نور عمود بر سطح نباشد

$$E = \frac{I}{r^2} \times \cos \alpha \quad (۱-۸)$$

با توجه به رابطه $h = r \cos \alpha$ رابطه ۱-۸ را به شکل زیر نیز می‌توان نوشت که فرمول ساده تری است:

$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \alpha \quad (۱-۹)$$

اجزای فرمول‌های ۱-۸ و ۱-۹ در شکل ۱-۵ نشان داده شده است.

با توجه به رابطه ۷-۱ لوکس را به گونه دیگری نیز می‌توان تعریف کرد یعنی آنرا عبارت از شدت روشنایی منبع نوری به شدت یک شمع در فاصله یک متری دانست.

در بعضی موارد واحد شدت روشنایی را به صورت شمع - متر بیان می‌کنند که هم ارز لوکس است. در کشورهای انگلیسی زبان از واحد شمع - فوت استفاده می‌کنند. رابطه بین شمع - فوت و شمع - متر به شرح زیر است:

$$(۱۰-۱) \quad (\text{لوکس}) \text{ شمع} - \text{متر} = ۱۰/۷۶۰۸ \text{ شمع} - \text{فوت}$$

$$(۱۱-۱) \quad \text{شمع} - \text{فوت} = ۰/۰۹۲۹۳ \text{ شمع} - \text{متر} \quad (\text{لوکس})$$

۹-۱- تراکم نور یا درخشندگی^۱

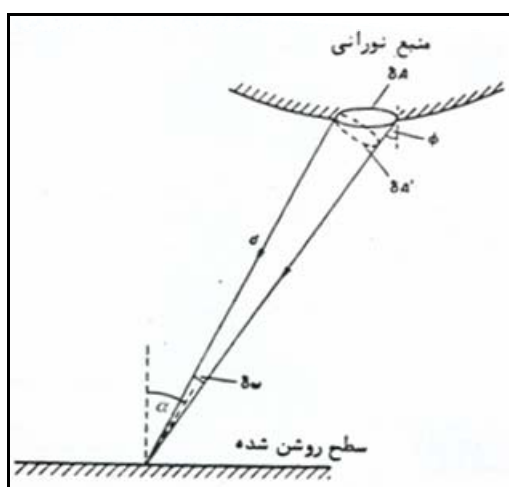
اجسام وقتی مرئی می‌شوند که تشعشع کنند و برای این منظور ممکن است خود نورانی باشند و یا اینکه نوری را که روی آنها می‌تابد، منعکس کنند.

اگر دو منبع نورانی که شدت نور برابر ولی ابعاد مختلف دارند، به حالت پشت سر هم دیده شوند، منبعی که کوچکتر است، درخشنده تر به نظر می‌رسد.

طبق تعریف، درخشندگی یک سطح یا منبع نورانی در جهت معین، عبارت از خارج قسمت شدت نور آن به مساحت در همان جهت است. بدین ترتیب اگر δA سطح جسم روشن، $\delta A'$ سطح آن در امتداد معین و I_a شدت نور آن در جهت مورد نظر و a زاویه بین امتداد مورد نظر و امتداد عمود بر سطح روشن باشد، درخشندگی آن در جهت یاد شده (L) خواهد شد (شکل ۶-۱):

$$(۱۲-۱) \quad L = \frac{I_a}{\delta A'} = \frac{I_a}{\delta A \cos a}$$

در منابع گسترده، درخشندگی همه سطح یک منبع نور لزوماً یکسان نیست و بنابراین در مورد این منابع باید اصطلاح درخشندگی متوسط منبع نور را به کار برد و یا درخشندگی هر یک از اجزای منبع را جداگانه تعریف کرد.



شکل ۶-۱- درخشندگی یک منبع نور

1- luminance (photometric brightness)

درخشندگی سطوح را به گونه دیگری نیز تعریف می‌کنند و آن عبارت از حاصلضرب روشنایی سطح در ضریب انعکاس آن است. واحد درخشندگی استیلِب ۱ است که با Sb نشان داده می‌شود و معادل یک شمع بر سانتیمتر مربع است. علاوه بر این واحد، از واحد دیگری که به نام آپوستیلِب ۲ موسوم است و با نماد asb نموده می‌شود نیز استفاده می‌کنند:

$$1\text{ asb} = \frac{1}{\pi} \times 10^{-8} \text{ sb} \quad (13-1)$$

واحد لامبرت ۳ (L) از جمله واحدهای دیگر درخشندگی است و عبارت از درخشندگی سطحی است که نور با شدت یک لومن بر متر مربع از آن صادر یا منعکس شود. رابطه لامبرت و استیلِب به صورت زیر است:

$$\text{استیلِب } 1 = \frac{1}{\pi} \text{ لامبرت} \quad (14-1)$$

واحد متداول دیگری که برای بیان درخشندگی کاربرد دارد، واحد نیت ۴ است که به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$1 \text{ nit} = 1 \text{ cd} / \text{m}^2 \quad (15-1)$$

رابطه بین شدت روشنایی E و درخشندگی L به صورت زیر است:

$$E = \frac{L\pi}{\rho} \quad (16-1)$$

که در آن ρ ضریب انعکاس سطح است.

درخشندگی جسم سیاه در دمای انجماد پلاتین به عنوان مبنای محاسبات روشنایی در نظر گرفته شده که برابر ۶۰ استیلِب است. کمترین درخشندگی که بر چشم اثر می‌گذارد ۹-۱۰ استیلِب و درخشندگی مناسب برای چشم ۶۴/۰ تا ۰۰۶۴/۰ استیلِب است.

۱-۱۰- ضریب جذب

نسبت جریان نور جذب شده به وسیله یک سطح به جریان نوری که به آن می‌تابد، به نام ضریب جذب آن سطح نامیده می‌شود.

۱-۱۱- ضریب انعکاس^۵

نسبت جریان نور منعکس شده از یک سطح به جریان نوری که به آن می‌تابد، به نام ضریب جذب آن سطح نامیده می‌شود.

1- stilb
4- nit

2 - apostilb
5- reflectance

3- lambert

۱-۱۲- ضریب بهره منبع نور

برای هر منبع نور دو ضریب بهره نوری و الکتریکی به شرح زیر تعریف می‌شود:

۱-۱۲-۱- ضریب بهره نوری

خارج قسمت جریان نور چراغ به توان ورودی آنرا به نام ضریب بهره نوری می‌نامند:

$$\eta_t = \frac{\varphi}{W} \quad (۱۷-۱)$$

که در آن η_t ضریب بهره نوری، φ جریان نور چراغ بر حسب لومن، W توان الکتریکی چراغ بر حسب وات است.

۱-۱۲-۲- ضریب بهره الکتریکی

خارج قسمت توان نوری چراغ (بر حسب وات) بر توان الکتریکی آن (بر حسب وات) به نام ضریب بهره الکتریکی خوانده

می‌شود:

$$\eta_e = \frac{\varphi}{W} \times 100 \quad (۱۸-۱)$$

که در آن φ جریان نور چراغ بر حسب لومن، W توان الکتریکی چراغ بر حسب وات است.

فصل ۲

دستورالعمل بررسی روشنائی در معادن

۲-۱- آشنایی

برای بررسی وضعیت موجود روشنایی در قسمت‌های مختلف معدن، می‌بایست مشخصه های روشنایی را در این قسمت‌ها اندازه گرفت و نتایج را با مقادیر استاندارد، مقایسه کرد. اگر چه چشم انسان قادر به تخمین دقیق شدت نور و شدت روشنایی نیست ولی با دقت کافی می‌تواند روشنایی دو سطح را با یکدیگر مقایسه کند که همین امر اساس اندازه گیری مشخصات روشنایی را در بسیاری موارد تشکیل می‌دهد.

۲-۲- دستگاه‌های اندازه گیری مشخصه های روشنایی

۲-۲-۱- وسایل اندازه گیری شدت نور

دستگاه‌هایی که برای اندازه گیری شدت نور به کار می‌روند، به نام نورسنج یا فتومتر^۱ خوانده می‌شوند و به کمک آنها می‌توان با استفاده از یک منبع نور که شدت آن مشخص است، شدت نور هر منبع دیگر را به دست آورد.

۲-۲-۲- وسایل اندازه گیری شدت روشنایی

برای اندازه گیری شدت روشنایی از دستگاه‌هایی موسوم به لوکس متر^۲ استفاده می‌کنند که مبنای آن استفاده از سلول‌های فتوالکتریک است.

۲-۲-۳- وسایل اندازه گیری درخشندگی

اساس کار دستگاه‌های اندازه گیری درخشندگی همانند سایر دستگاه‌های نوری، بر مبنای مقایسه دو سطح که یکی از آن‌ها تحت شرایط استاندارد روشن شده، استوار است. این دستگاه‌ها را می‌توان هم برای اندازه گیری شدت روشنایی و به عنوان لوکس متر و هم برای تعیین درخشندگی به کار برد.

۲-۳- ویژگی‌های نورسنجی در معدن

در داخل معدن نور کمتر از جاهای دیگر است و بنابراین دستگاه‌ها بایستی حساس تر باشند. از سوی دیگر، محدودیت فضا و احتمال تصادم دستگاه با دیواره‌های حفریات معدنی و وسایل مختلف را (ضمن حمل و نقل آن) نیز بایستی به عنوان ویژگی‌های دیگر محیط معدن، در نظر گرفت.

یکی از نکات مهمی که در انتخاب نورسنج‌ها برای بررسی‌های نورسنجی وجود دارد، مسئله حساسیت آنها در برابر طول موج‌های مختلف نورمرئی است. بهترین نورسنج‌ها، آنهایی هستند که حساسیت آنها با حساسیت چشم معمولی تقریباً یکسان باشد.

1-photometer

2-luxmeter

مطالعات نشان داده که در شدت مساوی، چشم انسان نسبت به نور زرد مایل به سبز به طول موج ۵۵۵/۰ میکرون، بیشترین حساسیت را دارد. اگر حساسیت این طول موج واحد فرض شود، حساسیت سایر طول موج های طیف مرئی کمتر از واحد خواهد بود.

۲-۴- روشهای نورسنجی در داخل معدن

برای نورسنجی در داخل معدن، استفاده از روش نورسنجی فیزیکی^۱ توصیه می شود. با استفاده از نورسنج های فیزیکی حساسی که منحنی حساسیت آنها نسبت به طول موجهای مختلف شبیه منحنی حساسیت چشم انسان است، می توان مشخصه های روشنایی را به طور مستقیم در داخل معدن اندازه گرفت. امروزه نورسنجهایی ساخته شده است که حساسیت آنها در حد قابل قبولی با حساسیت چشم تطابق دارد. هریک از نورسنج ها امتیازات و معایبی دارند اما در همه آنها بخش حساسی وجود دارد که نور را به جریان الکتریکی تبدیل می کند. این جریان الکتریکی را می توان چندین بار تقویت کرد و آنرا مستقیماً بر حسب نورتابشی، مدرج ساخت. انواع مهم نورسنج های قابل حمل و نقل در داخل معدن می توان نورسنج های سلنیومی / سیلیسیومی و خلاء را نام برد.

۲-۵- خطاهای نورسنجی

به هنگام نورسنجی، خطاهای مختلفی ممکن است اتفاق افتد که آنها را به چهار دسته خطاهای اتفاقی، نظامدار (سیستماتیک)، کوتاه مدت و ثابت تقسیم بندی می کنند. یکی از مسایل مهم در کاربرد نورسنجها مسئله تصحیح زاویه ورودی نور به دستگاه است. دستگاههای نورسنج جدید به گونه ای ساخته شده اند که به طور خودکار نتایج را از بابت زاویه تابش تصحیح می کنند در صورت استفاده از دستگاه های قدیمی، باید نتایج را از این بابت تصحیح کرد.

۲-۶- نحوه اندازه گیری شدت روشنایی در قسمتهای مختلف معدن

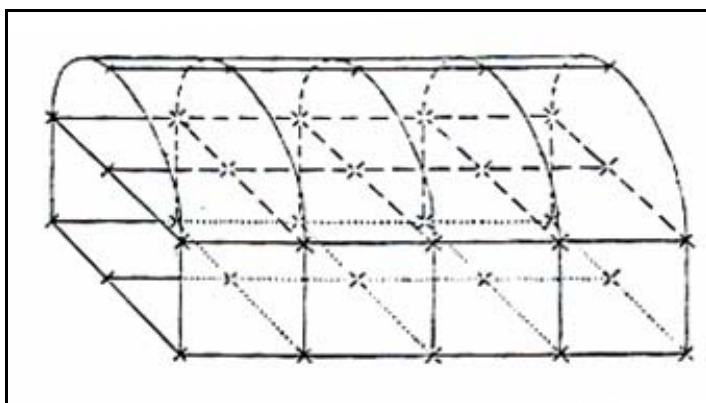
از آنجا که در سقف حفاریات معدنی به فواصل معینی چراغهایی نصب می شود از چندین منبع مختلف، نور به نورسنج می رسد. لذا باید به نوبت، نورسنج را به سوی منابع نور مختلف گرفت و هر بار به وسیله پارچه ای از تابش نور سایر منابع بر روی نورسنج جلوگیری کرد. پس از آن که این عمل در مورد تمام منابع نور انجام شد، از جمع کردن آنها با هم، روشنایی کلی به دست می آید. در مورد تونلهایی که نسبت فاصله دو چراغ به ارتفاع چراغها زیاد باشد، باید اندازه گیری را بدین ترتیب انجام داد که نورسنج را در دو نوبت در امتداد عمود بر خطی که نقطه اندازه گیری را به نزدیکترین چراغ هر طرف وصل می کند، قرار داد و نورسنج را قرائت کرد. در این اندازه گیری ها، نورسنج نه تنها نور را از نزدیکترین چراغ بلکه از چراغهای دیگر نیز دریافت می دارد. در صورتی که قدرت انعکاس سقف و دیواره حفاریات معدنی زیاد باشد، کمیت اندازه گیری شده، شدت روشنایی حاصله از نورهای مستقیم چراغها و نور غیر مستقیم سقف و دیواره ها را نشان می دهد.

در مناطق کم نور بین دو چراغ، مولفه غیر مستقیم نور نیز اهمیت پیدا می‌کند و ممکن است به حد مولفه مستقیم برسد و حتی در پاره‌ای نقاط از آن نیز بیشتر شود. به طور کلی در نقاط کم نور معدن، روش عمود قرار دادن نورسنگ بر امتداد خط واصل نقطه اندازه گیری و چراغ، نتیجه قابل قبولی به دست نمی‌دهد و در این موارد باید نورسنگ را در کف حفیه معدنی قرار داد و آنرا قرائت کرد.

برای بررسی وضعیت روشنایی در معدن، یکی از دو وسیله درخشندگی سنج و نورسنگ فتوالکتریک را به کار می‌برند. طرز عمل به یکی از روشهایی است که در زیر تشریح شده است.

۲-۶-۱- اندازه گیری در سطح

در این روش، باید طول معینی از حفیه معدنی مثلاً تونل یا کارگاه را انتخاب کرد و در طول آن تعدادی مقاطع فرضی به فاصله حدود ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفت. در هر یک از این مقاطع فرضی نیز تعدادی نقاط اندازه گیری انتخاب می‌شود که تعداد این نقاط به ابعاد مقطع حفیه معدنی و دقت اندازه گیری بستگی دارد (شکل ۱-۲). پس از اندازه گیری شدت روشنایی در این نقاط، به کمک اطلاعات حاصله منحنی‌های هم روشنایی رسم می‌شود. برای نمایش داده‌های حاصله از این بررسی‌ها، رسم منحنی‌های سه بعدی توصیه می‌شود که طی آنها می‌توان مناطق هم روشنایی را به وسیله رنگ یا علایمی از قبیل هاشورهای مختلف نشان داد.



شکل ۱-۲- نقاط اندازه گیری روشنایی در طول یک قطعه از کار معدنی

۲-۶-۲- اندازه گیری جداگانه نورهای مستقیم و غیر مستقیم

در این روش نورهایی که به طور مستقیم و از طریق لامپ‌ها به نورسنگ می‌رسند، و نورهای غیر مستقیمی که پس از انعکاس در قسمتهای مختلف به دستگاه برخورد می‌کنند، به طور جداگانه و طی مراحل مختلف، به شرح زیر اندازه گیری می‌شود. برای اندازه گیری روشنایی مستقیم، باید سطح نورسنگ را به حالت عمود بر امتداد خطی که نقطه اندازه گیری را به چراغ وصل می‌کند، قرار داد. برای جلوگیری از تاثیر نور سایر چراغ‌ها، باید دستگاه را به غیر از سطح رو به چراغ به وسیله پارچه سیاهی پوشاند. بدین ترتیب برای لامپ‌های مختلف نزدیک به نقطه اندازه گیری، قرائت‌های مختلف انجام می‌شود. از آنجا که این قرائت‌ها مربوط به امتداد عمود بر سطح نورسنگ است، لذا بایستی مولفه تمامی آن‌ها را در امتداد عمود بر سطح مورد مطالعه (مثلاً کف تونل یا

سطح قائم زغال در کارگاه استخراج محاسبه کرد و از جمع آنها، روشنایی مستقیم نقطه اندازه گیری را به دست آورد. اندازه گیری نورهای غیرمستقیم نیز باید به همین روش انجام گیرد.

۲-۶-۳- روش قرائت ماکزیمم

در این روش، باید سطح نورسنج را به سوی منبع نور قرار و به آهستگی آنرا دوران داد تا دستگاه بیشترین مقدار نور را نشان دهد. سپس مولفه این قرائت در امتداد عمود بر سطح اندازه گیری، محاسبه شود و آن را به عنوان روشنایی سطح مورد نظر گرفت. پس از اینکه در نقاط مختلف حفریه معدنی، روشنایی به روش های یاد شده به دست آمد، برای نمایش توزیع روشنایی باید منحنی های هم روشنایی را رسم کرد.

فصل ۳

معیارها و استانداردهای طراحی

روشنایی معادن

۳-۱- آشنایی

از جمله مواردی که باید به هنگام طراحی معدن در نظر گرفته شود، تامین روشنایی لازم برای قسمت های مختلف معدن است. با توجه به شرایط معادن باید در قسمت های مختلف استاندارد روشنایی را مطابق این دستورالعمل رعایت کرد.

۳-۲- ضوابط کلی در مورد روشنایی معادن زیرزمینی

۳-۲-۱- درخشندگی

برای تعیین درخشندگی، چهار رده درخشندگی به شرح جدول ۳-۱ تعریف شده است:

جدول ۳-۱- درخشندگی مناسب برای عملیات مختلف معادن

ردیف	شرح	درخشندگی cd/m^2
۱	ترافیک سبک، درجه مکانیزه بودن معدن کم، ولی روشنایی عمومی برای رعایت ایمنی ضروری است	۰/۰۵
۲	وسایل مکانیزه در معدن به کار گرفته شود	۰/۲
۳	فضاهای زیرزمینی که در آنجا کارهای کم دقت انجام گیرد	۱۰
۴	فضای زیرزمینی که در آنجا کارهای دقیق انجام گیرد	۲۰

۳-۲-۲- خیرگی^۱

درخشندگی وسایل شبکه روشنایی معدن باید کمتر از $3000 cd/m^2$ باشد، تا از نظر خیرگی مشکلاتی به وجود نیاید. در جبهه کار و سایر جاهایی که مستقیماً در معرض دید افراد نیست، می توان از چراغهای با درخشندگی بیشتر نیز استفاده کرد.

۳-۲-۳- روشنایی عمومی

از نقطه نظر اقتصادی، برای تامین روشنایی عمومی، استفاده از چراغهای تخلیه الکتریکی توصیه می شود. در راهروهای کوتاه، به کارگیری چراغهای فلورسنت مناسب است و اگر ارتفاع نصب حداقل $2/5$ متر باشد، می توان از چراغهای جیوه و سدیم با فشار بالا استفاده کرد. از لامپهای رشته ای فقط هنگامی باید استفاده کرد که به دلایلی نتوان لامپهای تخلیه الکتریکی را به کار برد (مثل علایم نوری و روشنایی نقطه ای).

وسایل روشنایی باید روشنایی یکنواخت را برای تمام محوطه کار و قسمت های مختلف ماشین آلات معدنی تامین کنند. به هنگام خاموش بودن ماشین آلات نیز باید چراغها همچنان روشن بمانند.

۳-۲-۴- چراغهای انفرادی

در مواردی که روشنایی عمومی معدن هم کافی باشد، همراه بودن چراغ انفرادی برای کلیه کسانی که در معادن زیرزمینی کار می‌کنند، الزامی است. این چراغها برای روشنایی راهروهای فرعی معدن، روشن کردن قسمتهای خاص و تامین روشنایی در موارد اضطراری، ضرورت دارد.

چراغهای انفرادی باید برای حداقل ۱۰ ساعت کار توان لازم را داشته باشند و جریان نور آنها پس از ۸ ساعت کار حداقل ۲۰ لومن باشد.

۳-۳- استانداردهای روشنایی برای ایران

استاندارد روشنایی برای ایران به شرح جدول ۳-۲ پیشنهاد می‌شود که باید در کلیه معادن رعایت شود.

جدول ۳-۲- استاندارد روشنایی برای معادن ایران

حدافل روشنایی - لوکس	محل
۶۰	محدوده کف چاه
۳۰	نقاط مهم اطراف چاه
۵۰	تعمیرگاه زیرزمینی
۱۰	راهروهای حمل و نقل
۱۵	کارگاه استخراج
۲۰	نقاط بارگیری
۲۵	محدوده ماشین آلات
۳۰	راهروهای عبور افراد
۲۰	پیشروی ها

فصل ۴

دستورالعمل طراحی روشنایی معادن

۴-۱- آشنایی

برای آنکه میزان روشنایی لازم در نقاط مختلف معدن تامین شود، بایستی نوع و آرایش چراغها را به نحو مناسبی انتخاب کرد. ساده ترین روش طراحی سیستم روشنایی معادن، روش موسوم به لومن است که ابتدا با استفاده از این شیوه، می توان روشنایی متوسط را به دست آورد و سپس با استفاده از روش نقطه به نقطه طراحی دقیق را انجام داد.

۴-۲- طراحی روشنایی به روش لومن

این روش، به نام روش ضریب بهره دهی نیز نامیده می شود و برای طراحی کلی روشنایی به کار می رود. با این روش، روشنایی متوسط سطح مورد نظر در حد مجاز خواهد بود و ممکن است روشنایی بعضی از قسمتهای آن کمتر و بعضی نقاط آن بیشتر از حد لزوم باشد. بنابراین ابتدا باید با استفاده از این روش، فاصله چراغها را به دست آورد و سپس به کمک روش نقطه به نقطه این فواصل را تعدیل کرد.

ابتدا باید نوع چراغ را با توجه به شرایط ایمنی و اقتصادی انتخاب کرد. سپس با توجه به استاندارد روشنایی برای محل مورد نظر، شدت روشنایی متوسط در سطح آن محل انتخاب شده و با توجه به ضرایب تصحیحی فاصله چراغها از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = \frac{\phi C_1 C_2 C_3}{xB} \quad (4-1)$$

که در آن:

E = روشنایی متوسط در سطح مورد نظر بر حسب لوکس

B = عرض سطح مورد نظر بر حسب متر

x = فاصله چراغها بر حسب متر

ϕ = جریان نور هر چراغ بر حسب لومن

C_1 = ضریب بهره دهی^۱

C_2 = ضریب نگهداری^۲

C_3 = ضریب جذب^۳

۴-۲-۱- ضریب بهره دهی

جریان نور یک چراغ معمولی زیاد و در حد چند هزار لومن است اما تمام این جریان نور به سطح مورد نظر نمی رسد و بخش مهمی از آن در فضا پخش می شود. طبق تعریف نسبت جریان نور مفید چراغ بر جریان کلی آن به نام ضریب بهره دهی نامیده می شود.

1-utilization factor
3-absorption factor

2- maintenance factor

ضریب بهره‌دهی چراغهای مختلف را باید از کاتالوگ کارخانه سازنده به دست آورد. ضریب بهره‌دهی تابعی از شاخص فضا^۱ است که آنرا با رابطه زیر تعریف می‌کنند:

$$RI = \frac{xy}{(x+y)h} \quad (۲-۴)$$

که در آن:

RI = شاخص فضا

x = عرض سطح مورد بررسی

y = طول سطح مورد بررسی

h = ارتفاع چراغ نسبت به سطح مورد بررسی

در جدول ۴-۱، ضریب بهره‌دهی چراغهای مختلف نسبت به شاخص فضا در حالت‌های متفاوت درج شده است.

جدول ۴-۱- ضریب بهره‌دهی چراغها نسبت به شاخص فضا در شرایط مختلف

شاخص فضا	حباب با قدرت انعکاس بالا	حباب واگرا	لامپ فلورسنت
۰/۶	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۲۳
۰/۸	۰/۴۰	۰/۲۲	۰/۲۸
۱	۰/۴۵	۰/۲۶	۰/۳۲
۱/۲۵	۰/۴۹	۰/۲۹	۰/۳۵
۱/۵	۰/۵۳	۰/۳۲	۰/۳۸
۲	۰/۵۷	۰/۳۶	۰/۴۱
۲/۵	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۴۳
۳	۰/۶۲	۰/۴۳	۰/۴۴
۴	۰/۶۴	۰/۴۶	۰/۴۶
۵	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۴۷

۴-۲-۲- ضریب نگهداری

نوردهی یک چراغ در تمام مدت کار آن یکسان نیست. نوردهی چراغ نیز نظیر هر دستگاه دیگر، به مرور کاهش می‌یابد و باید با نگهداری مداوم و دقیق این آهنگ را کند کرد. رسوب گرد و غبار بر روی شیشه چراغ سبب کاهش نوردهی آن می‌شود و نیز با نشستن این ذرات بر سطح حفريات معدنی، قابلیت انعکاس آنها کاهش می‌یابد.

در کارهای صنعتی و تحت شرایط معمولی جوی، که حباب چراغها هر ۶ هفته یکبار به خوبی تمیز می‌شود، ضریب نگهداری را حدود ۰/۸ منظور می‌کنند. به عبارت دیگر، شدت نور حاصله از چراغ را به طور متوسط ۸۰ درصد شدت نور اولیه آن در نظر می‌گیرند.

1- room index

۴-۲-۳- ضریب جذب

از آنجا که هوای معدن دارای مقداری گاز، دود و گرد و غبار است و این امر سبب می‌شود که مقداری از نور در فاصله بین منبع نور و سطح مورد نظر جذب شده و یا پراکنده شود، بنابراین بسته، به فاصله چراغ تا سطح مورد روشنایی و میزان آلودگی های موجود در هوای معدن، بایستی ضریب تصحیحی از این بابت در نظر گرفت. ضریب جذب $0/5$ برای شرایط پرگرد و دود معدن توصیه می‌شود.

با تعیین ضرایب یاد شده و جایگذاری آنها در رابطه ۴-۱، فاصله چراغها (χ) به دست می‌آید. در مواردی که به جای چراغ های با لامپ منفرد از چراغهایی که چندین لامپ دارند استفاده می‌شود، در رابطه ۴-۱ باید به جای ϕ ، مجموع جریان نور لامپها را منظور کرد.

جدول ۴-۲- ضریب نگهداری چراغها در حالت های مختلف

شرایط محیط	زمان تناوب پا کردن چراغ	ضریب نگهداری
خیلی گردوغبار دار	هرماه	$0/8$
	شش ماه یکبار	$0/6$
	سالانه	$0/4$
	فقط هنگام تعویض	$0/3$
گردوغبار معمولی	هرماه	$0/9$
	شش ماه یکبار	$0/8$
	سالانه	$0/7$
	فقط هنگام تعویض	$0/6$

۴-۳- طراحی روشنایی به روش نقطه به نقطه

در روش لومن فاصله چراغها به گونه ای تعیین می‌شود که روشنایی متوسط در سطح مورد نظر را تامین کند لذا در زیر چراغ و محدوده اطراف آن، روشنایی بیش از حد مندرج در جدول ۳-۲ و در کناره ها و گوشه کمتر از آن است. برای رفع این مشکل، باید از روش موسوم به روش نقطه به نقطه استفاده کرد. دیواره حفریات معدنی معمولاً تیره رنگاند و ضریب انعکاس پائینی دارند، بنابراین توصیه می‌شود که نور منعکسه از سقف و دیواره ها (که مقدار آن ناچیز است) در نظر گرفته نشود. مراحل کار در روش نقطه به نقطه به شرح زیر است:

۴-۳-۱- انتخاب چراغ مناسب

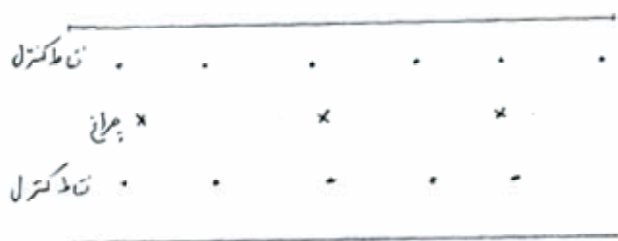
در این روش نیز مشابه روش لومن، ابتدا چراغ مناسب از نقطه نظر ایمنی، فنی و اقتصادی انتخاب می‌شود. در انتخاب این چراغها، باید تمام ضوابطی را که در قسمت مقررات فنی و ایمنی آمده است، مد نظر قرار داد.

۴-۳-۲- تعیین فاصله اولیه

با توجه به نوع چراغ انتخابی و با استفاده از روش لومن، فاصله اولیه چراغها از رابطه ۴-۱ محاسبه می‌شود.

۴-۳-۳- انتخاب نقاط کنترل در سطح مورد بررسی

در سطح مورد بررسی (مثلاً کف تونل یا دیواره کارگاه استخراج) یک شبکه منظم از نقاط انتخاب می‌شود (شکل ۴-۱).

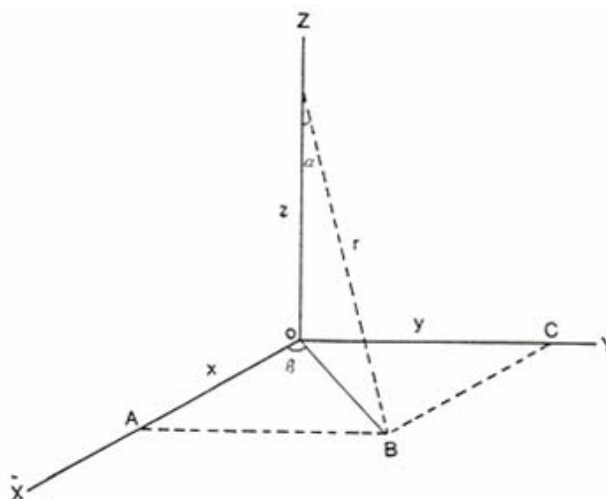


شکل ۴-۱- موقعیت نقاط انتخابی در سطح مورد بررسی

هر چقدر تعداد این نقاط بیشتر باشد، نتایج حاصل از بررسی دقیق تر خواهد بود. توصیه می‌شود که فاصله این نقاط معادل $\frac{1}{5}$ فاصله چراغها انتخاب شود.

۴-۳-۴- تعیین میزان روشنایی در نقاط کنترل

در هر یک از نقاط کنترل، روشنایی حاصل از سه ردیف چراغهای دو طرف نقطه محاسبه می‌شود. برای این کار ابتدا باید شدت نور چراغ در امتداد چراغ - نقطه را به دست آورد. بدین منظور با رسم یک دستگاه مختصات سه بعدی (شکل ۴-۲)، زوایای α و β محاسبه می‌شود.



شکل ۴-۲- تعیین زوایای α و β

$$\beta = \tan^{-1} \frac{AB}{BC} = \tan^{-1} \frac{y}{x} \quad (۳-۴)$$

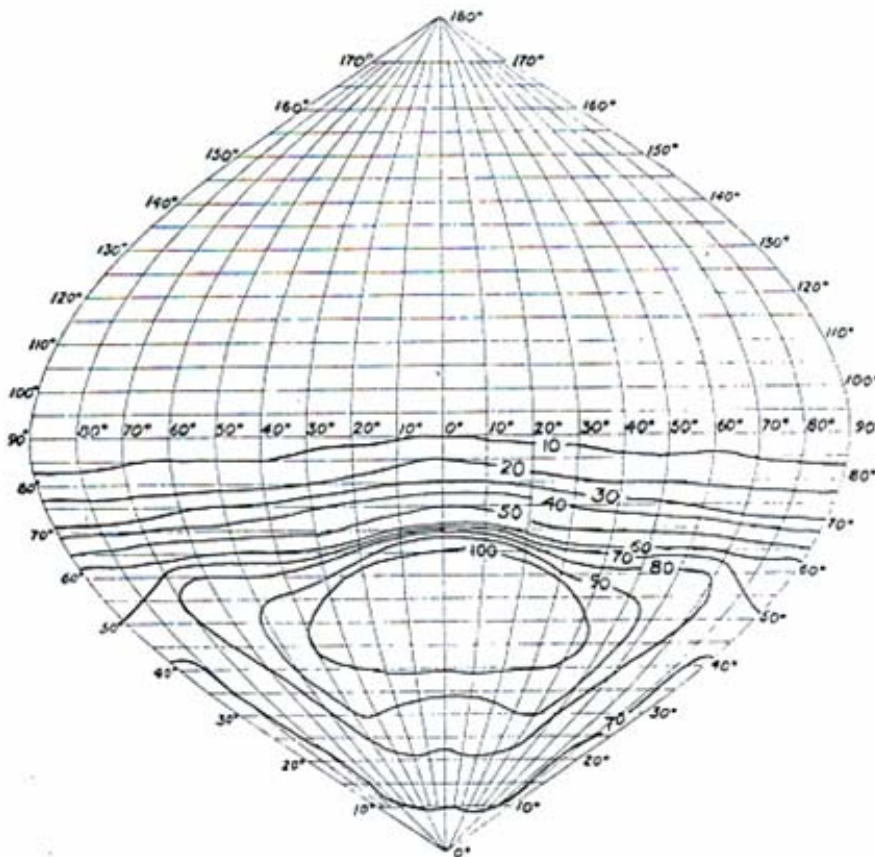
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{OB}{OZ} = \tan^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z} \quad (۴-۴)$$

منحنی توزیع شدت نور هر چراغ را باید از کاتالوگ کارخانه سازنده به دست آورد که نمونه‌ای از آن در شکل ۳-۴ نشان داده شده است.

با نقل زوایای α و β در منحنی توزیع نور چراغ، شدت نور چراغ در امتداد چراغ - نقطه به دست می‌آید. یادآوری می‌شود که β زاویه بین نصف النهار امتداد مورد نظر و نصف النهار مبدا و α زاویه بین مدار مربوط به امتداد مورد نظر و مدار صفر را نشان می‌دهد.

پس از تعیین شدت نور چراغ در امتداد مورد نظر، روشنایی چراغ اول در نقطه کنترل از رابطه ۹-۱ محاسبه می‌شود:

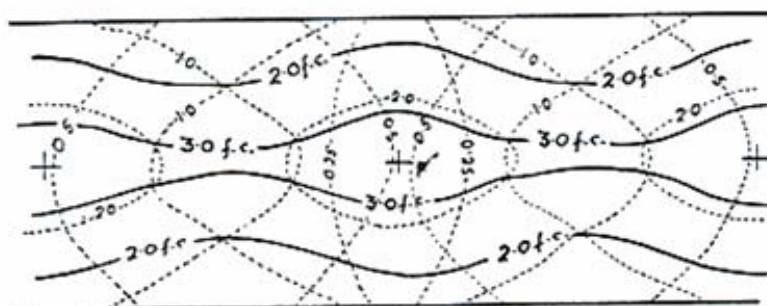
$$E = \frac{I}{h^2} \cos^2 \alpha$$



شکل ۴-۳- منحنی های شدت یک چراغ معدنی معلق

پس از محاسبه روشنایی ناشی از چراغ اول در اولین نقطه کنترل، روشنایی چراغهای دیگر نیز که در طرفین نقطه قرار دارند محاسبه می‌شود و از جمع آنها روشنایی کلی اولین نقطه به دست می‌آید و در سایر نقاط کنترل نیز میزان روشنایی باید به همین ترتیب محاسبه شود.

پس از آنکه در تمام نقاط کنترل انتخابی، روشنایی محاسبه شد، آنگاه باید منحنی های هم روشنایی را رسم کرد که نمونه‌ای از آنها در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.



شکل ۴-۴- منحنی های هم روشنایی در کف تونلی به ارتفاع ۲/۲ متر و فاصله چراغ‌ها ۵ متر

پس از رسم منحنی های هم روشنایی، در صورتی که روشنایی در تاریکترین نقاط از حد مورد نظر بیشتر یا مساوی نبود (که در اولین مرحله این چنین است)، آنگاه باید یا فاصله چراغها را کمتر در نظر گرفت و یا لامپ های با شدت نور بیشتر را به کار گرفت و محاسبات را تکرار کرد و این مراحل را آنقدر انجام داد تا سرانجام، روشنایی حداقل لازم در تمام نقاط سطح مورد نظر تامین شود و منحنی‌های هم روشنایی به صورت خطوط تقریباً موازی در آیند. طراحی را می‌توان با استفاده از نرم افزارهایی که در این مورد وجود دارد نظیر نرم افزارهای زیر نیز انجام داد.

الف- AGI32

ب- CAP

ج- روشنایی*

*- این نرم افزار را می‌توان از طریق سایت دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت دانشگاه صنعتی امیرکبیر باز گرفت (دانلود) کرد www.aut.ac.ir/dmpe

فصل ۵

مشخصات فنی و تجهیزات لازم برای

تامین روشنایی فردی در معادن

۱-۵- آشنایی

اگر چه در بسیاری از نقاط معدن به وسیله سیستم روشنایی عمومی، روشنایی لازم تامین می شود اما برای تامین شرایط ایمن در مواردی که به هر دلیل روشنایی عمومی معدن قطع شود و نیز تامین روشنایی در قسمت هایی از معدن که فاقد روشنایی عمومی است، تمام افرادی که وارد معدن می شوند، باید به چراغ فردی مجهز باشند.

از سوی دیگر در بسیاری از قسمت های معدن نمی توان از روشنایی عمومی استفاده کرد. به عنوان مثال قسمت های در حال کار که تاسیسات مربوط به روشنایی عمومی هنوز آماده نشده است و نیز قسمت های موقت معدن را نمی توان بدین طریق روشن کرد. علاوه بر این، در بسیاری از قسمت ها لازم است که در حین کار، محل مورد نظر را به طور موضعی روشن کرد و تامین این خواسته، به کمک چراغ های عمومی میسر نیست.

۲-۵- انواع چراغ های انفرادی

چراغ های انفرادی الکتریکی معادن را به دو گروه چراغ های دستی و چراغ های کلاهی تقسیم می کنند.

۱-۲-۵- چراغ های دستی

این چراغ ها از دو قسمت باطری و لامپ تشکیل شده است که به وسیله پیچ به یکدیگر متصل می شوند. در قسمت بالای چراغ، دستگیره ای وجود دارد که به وسیله آن می توان چراغ را حمل و نقل کرد.

۲-۲-۵- چراغ های کلاهی

این چراغ ها نیز از دو قسمت باطری و نورافکن تشکیل شده که به وسیله یک رشته کابل نرم به یکدیگر ارتباط دارند. باطری درون محفظه ای قرار گرفته است که حلقه مخصوصی به منظور عبور کمر بند دارد و بدین ترتیب به سهولت می توان باطری را به کمر و چراغ را به کلاه وصل کرد.

۳-۵- نحوه شارژ چراغ های انفرادی

هر چراغ انفرادی الکتریکی معمولاً برای مدت ۸ ساعت قادر به کار است و پس از آن بایستی به منظور آماده شدن چراغ برای نوبت کار بعدی، آن را شارژ کرد. حداقل لازم برای شارژ کامل معمولاً ۸ ساعت است

شارژ صحیح چراغ از عوامل مهم افزایش عمر مفید آن است و اگر به خوبی انجام شود، تا زمان طولانی می توان از آن استفاده کرد. نکاتی که در حین شارژ چراغ باید مورد توجه قرار گیرد، در کاتالوگ کارخانه سازنده درج شده است و بنابراین قبل از استفاده از چراغ، باید این کاتالوگ را به دقت مطالعه کرد. بازدید الکترولیت از جمله نکات مهمی است که بایستی انجام شود و به طور کلی هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار باید چراغ ها را از این بابت کنترل کرد.

یکی دیگر از عوامل خوب کار کردن چراغ، سالم بودن صفحات آن است. عمر صفحات در باطری های اسیدی، در حد قابل توجهی کمتر از باطری های قلیایی است. معمولاً باطری هایی که مدتی کار کرده اند، خیلی زود شارژ می شوند ولی البته ظرفیت آنها

به مراتب کمتر از ظرفیت واقعی آنها است. اگر در پایان شیفت، ولتاژ چراغ به طور سریع پایین افتد، نشانه آن است که صفحات آن فاسد شده است و بایستی آن را تعویض کرد.

یکی از موارد مهم، شارژ دوباره چراغهایی است که در اثر استفاده طولانی، به طور کامل تخلیه شده اند. این چراغها را نمی توان با روش معمولی ولتاژ ثابت شارژ کرد بلکه بایستی آنها را به مدت طولانی تحت جریان ثابت زیر شارژ قرار داد. بدین ترتیب هر چراغخانه، بایستی قفسه شارژ ویژه ای برای این گونه چراغها داشته باشد. معمولاً شارژ این چراغها تحت شدت جریان $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ آمپر در حدود ۳۰ ساعت انجام می گیرد. خاتمه شارژ هنگامی است که اگر چراغ برای مدت نیم ساعت روشن باشد، ولتاژ آن تغییر محسوسی نکند. اگر چراغ چنین رفتاری را نشان ندهد، یعنی پس از یک شارژ طولانی، باز هم ولتاژ آن در فاصله نیم ساعت سقوط کند، نشانه آن است که باطری معیوب شده است و باید صفحات آنرا تعویض کرد. تمیز نگه داشتن چراغ و به ویژه اتصالات آن از جمله مسایلی است که شارژ آن را آسان می سازد و سبب افزایش بهره وری چراغ می شود.

۵-۴- چراغخانه

چراغخانه محلی است که در آنجا چراغها را شارژ و تعمیر می کنند. محیط چراغخانه باید تمیز و عاری از گرد و غبار و دارای فضای کافی باشد. از جمله ویژگی های مهم دیگر چراغخانه، داشتن نور کافی و هوای تمیز است. دیواره های چراغخانه باید لاقط تا ارتفاع ۲ متری به وسیله کاشی های روشن پوشش شود. دمای چراغخانه نیز بایستی کنترل شده و در حد معتدلی نگهداشته شود و این امر نه تنها برای کارکنان چراغخانه بلکه برای داشتن شرایط شارژ مناسب، لازم است و در هر حال نبایستی از حدود معینی که کارخانه سازنده چراغ توصیه کرده است، تجاوز کند.

محل تعمیر چراغها بایستی از قسمت شارژ آنها جدا باشد و به انواع وسایل و تجهیزات لازم از قبیل لوله کشی آب سرد و گرم و هوای فشرده مجهز شود. علاوه بر این، چراغخانه بایستی محل مناسبی برای دفتر کار مسئول چراغخانه و نیز فضای ویژه ای برای انبار داشته باشد. از نقطه نظر نحوه مراجعه کارکنان معدن به چراغخانه و گرفتن چراغ ویژه خود، چراغخانه را به دو گروه باجه ای و سلف سرویس تقسیم می کنند.

هر چراغ باید شماره مشخصی که متعلق به فرد معینی است داشته باشد. برای این که کارکنان به آسانی بتوانند محل چراغ خود را پیدا کنند، باید شماره چراغهای موجود و اسامی صاحبان آن در هر قفسه با خط درشت در قفسه نوشته شود. یکی از مهمترین تاسیسات چراغخانه، تجهیزات مربوط به شارژ چراغها است. به طور کلی جریان مورد نیاز برای شارژ چراغها از نوع جریان دایم است که ممکن است در خود چراغ و به وسیله یکسو کننده ای که در نورافکن آن تعبیه شده است تامین شود و یا اینکه با استفاده از یکسو کننده های قوی، جریان یکسو شده و به قفسه شارژ چراغ ها هدایت شود.

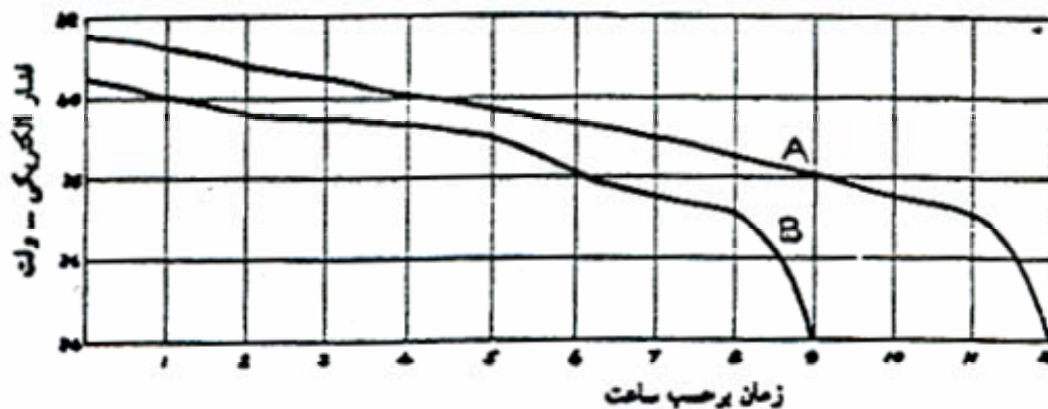
۵-۵- نحوه انتخاب چراغ مناسب

از نقطه نظر روشنایی حاصله، چراغی برای کار در معدن مناسب است که ولتاژ آن در پایان شیفت (یعنی تقریباً ۹ ساعت پس از شروع کار) از حد مجاز پایین تر نیاید.

بدین ترتیب باید از این نظر چراغها را آزمایش کرد. طرز کار بدین ترتیب است که پس از شارژ چراغ، آن را روشن می‌کنند و ولتاژ آن را در زمانهای مختلف اندازه می‌گیرند. تغییرات ولتاژ نسبت به زمان، معمولاً به صورت منحنی ملایم نزولی است ولی اگر استفاده از چراغ ادامه یابد، زمانی می‌رسد که ولتاژ با سرعت زیادی افت پیدا کرده و منحنی ملایم شکستگی پیدا می‌کند.

شکل ۵-۱ منحنی تغییرات فشار الکتریکی نسبت به زمان را در مورد دو نوع چراغ مختلف نشان می‌دهد. البته این منحنی‌ها مربوط به باتری‌هایی است که ولتاژ آنها بیشتر از ولتاژ معمول چراغهای معدنی است زیرا ولتاژ چراغهای معدنی در شروع کار ۲/۱ ولت است و در انتهای کار به حدود ۱/۸ ولت می‌رسد. به هر حال، در مقایسه دو چراغ الف و ب، بدیهی است که چراغ الف مناسب تر است زیرا نقطه شکستگی آن، در فاصله زمانی قابل توجهی نسبت به زمان یک شیفت (حدود ۹ ساعت) قرار دارد و بدین ترتیب، اگر استفاده از چراغ از زمان یک شیفت هم تا حدی تجاوز کند، چراغ صدمه ای نخواهد دید. در صورتی که نقطه شکستگی چراغ ب، که در واقع یک چراغ فرسوده است، تقریباً در خاتمه شیفت اتفاق می‌افتد. بدین ترتیب، چراغی را که منحنی آن به حالت منحنی ب درآمده است بایستی از مدار خارج ساخت.

فاصله زمانی‌ای که منحنی چراغ از حالت الف به ب تبدیل می‌شود، در واقع عمر مفید است که با نگهداری صحیح، می‌توان این زمان را طولانی تر ساخت. برای جلوگیری از کاهش عمر مفید چراغ، هیچگاه نبایستی از آن بیش از ۸ ساعت استفاده کرد. به عبارت دیگر، در عمل هیچگاه نبایستی شرایط کار چراغ به نقطه شکستگی آن برسد.



شکل ۵-۱- تغییرات ولتاژ چراغ نسبت به زمان

فصل ۶

**مشخصات فنی و تجهیزات لازم برای
تامین روشنایی عمومی در معادن**

۶-۱- آشنایی

در قسمت‌های اصلی معدن، باید با نصب چراغهای ثابت، روشنایی عمومی آن قسمت را تامین کرد. توصیه می‌شود که دیواره‌ها و سقف حفریه معدنی به گونه‌ای باشد که از جذب اشعه نورانی جلوگیری شود (سفید کردن سطح داخلی تونل‌های باربری با آهک) و بدین وسیله ضریب انعکاس دیواره‌های آن افزایش یابد.

چراغهای ثابت را معمولاً در سقف حفریات معدنی یا نقاط مناسب دیگر نصب می‌کنند و فاصله آنها را طوری در نظر می‌گیرند که روشنایی کافی در محوطه تامین شود.

مهمترین چراغهایی که برای روشنایی عمومی معدن به کار می‌روند لامپ‌های رشته‌ای، لامپ‌های تخلیه در گاز، لامپ‌های فلورسنت و چراغهای توربینی هستند. در معادن زغال گازدار باید انواع ویژه این لامپها را به کار برد.

۶-۲- لامپ‌های رشته‌ای

لامپ‌های رشته‌ای که در معادن به کار می‌روند، برای محافظت در برابر ضربات، باید یک حباب شیشه‌ای ضخیم و یک پنجره محافظ فلزی داشته باشند.

لامپهایی که برای روشنایی در معادن زغال گازدار به کار می‌روند بایستی ضد جرقه باشند و نیز گرمای زیاد تولید نکنند.

فاصله چراغهای رشته‌ای در قسمت‌های مختلف معدن بایستی به گونه‌ای باشد که روشنایی مناسب را برای تمام نقاط تامین کند.

نحوه محاسبه فواصل لازم بین چراغهای متوالی در قسمت‌های مختلف معدن را در فصل چهارم ارایه شد ولی به عنوان یک قاعده سرانگشتی، می‌توان فاصله آنها را مطابق جدول ۶-۱ انتخاب کرد.

جدول ۶-۱- فاصله مناسب چراغهای رشته‌ای در قسمت‌های مختلف معدن

محل	فاصله بین دو چراغ بر حسب متر
کارگاههای استخراج	۴-۶
نقاط بارگیری	۲-۳
تونلهای اصلی باربری (با نوار نقاله)	۶-۱۰
تونلهای اصلی باربری (سایر وسایل حمل و نقل)	۱۲-۲۰
پذیرشگاه چاه	۲-۳

از جمله دیگر خصوصیات لامپ‌های معادن زغال کم بودن فشار الکتریکی آنهاست و به طور کلی ولتاژ آنها نبایستی از ۱۲۷ ولت بیشتر باشد. بدین منظور در داخل معدن بایستی به کمک ترانسفورماتورها، ولتاژ شبکه اصلی را تا حد لازم پایین آورد.

از آنجا که معمولاً چراغهای رشته‌ای در سقف حفریه معدنی نصب می‌شوند، باید سعی شود که با استفاده از حباب‌ها، قسمت اعظم جریان نور لامپ را به سوی پایین هدایت شود.

۶-۳- لامپ‌های فلورسنت

لامپ‌های فلورسنتی که در داخل معدن به کار می‌روند، باید یک پوشش محافظ داشته باشند و در مواردی که از این لامپها در معادن زغال گازدار استفاده می‌شود، حتماً بایستی ضد جرقه باشند و به نحوی ساخته شوند که در صورت بروز عیب، جریان برق در آنها قطع شود.

یکی از اشکالات لامپ‌های فلورسنت در معادن زغال آنست که هرگاه شیشه لامپ بشکند، ممکن است جرقه داخل آن منجر به ایجاد انفجار شود. برای جلوگیری از این خطر، لامپ‌های فلورسنت مخصوصی ساخته شده است که به محض شکسته شدن شیشه، مدار برق داخل آن قطع می‌شود و از بروز جرقه جلوگیری می‌کند. در مواردی که از چندین لامپ فلورسنت برای روشنایی عمومی معدن استفاده می‌شود باید برای هر گروه از آنها یک سیستم تغذیه و کلید ضد جرقه جداگانه در نظر گرفت.

۶-۴- چراغهای توربینی

این چراغها یک توربین کوچک دارند که به وسیله هوای فشرده کار می‌کند. گردش توربین باعث گردش یک ژنراتور کوچک در داخل چراغ می‌شود و جریان برق ناشی از آن یک لامپ جیوه ای یا فلورسنت را روشن می‌سازد. از آنجا که جریان برق در داخل خود چراغ تولید می‌شود لذا این چراغ ایمنی کامل دارد و به هیچ وجه جرقه ای تولید نمی‌کند. از چراغ توربینی در قسمت‌های در حال کار معدن که نیاز به روشنایی عمومی دارند استفاده می‌شود زیرا این چراغها احتیاج به کابل کشی ندارند و به سهولت می‌توان آنها را به شیلنگ هوای فشرده وصل کرد و روشنایی مناسبی را برقرار ساخت. در مواردی که لامپ دستگاه از نوع جیوه ای باشد، جریان نور آن ۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰ لومن است و در مورد لامپ‌های رشته‌ای میزان آن به حدود ۷۲۰ لومن می‌رسد. مصرف هوای فشرده چراغها ۰/۱۷ تا ۰/۲ متر مکعب در دقیقه در فشار ۵/۵ اتمسفر است.

۶-۵- تجهیزات روشنایی در راهروها

از آنجا که راهروهای معدنی طویل‌اند و فاصله مراکز تغذیه برقی تا لامپها زیاد است، معمولاً کابل انتقال برق داخل راهروهای معدن از نوع فشار قوی تا متوسط است و در محل استفاده، ولتاژ خط به کمک ترانسفورماتور کاهنده^۱، تا حد لزوم کاهش می‌یابد.

۶-۵-۱- تقسیم بندی راهروها از نظر تامین روشنایی

راهروهای معدن را از نظر تامین روشنایی به سه گروه زیر تقسیم می‌کنند.

الف- راهروهایی که برای رفت و آمد به کارگاه استخراج به کار می‌روند و در آنها ماشین آلات حمل و نقل مواد حرکت نمی‌کنند و فقط افراد پیاده در حرکت‌اند.

ب- راهروهایی که در آنها علاوه بر افراد پیاده، ماشین آلات حمل و نقل نیز حرکت می‌کنند.

ج- راهروهای اصلی حمل و نقل

۶-۵-۲- تامین روشنایی در راهروهای رفت و آمد

در این راهروها، چراغ انفرادی، تنها وسیله تامین روشنایی است. در حالتی که نورافکن چراغ به کلاه وصل است، روشنایی حاصل در کف راهرو چندان زیاد نیست و برای تامین روشنایی کافی در این قسمت، باید نورافکن را به دست گرفت.

۶-۵-۳- تامین روشنایی در راهروهای که از آنها هم برای رفت و آمد و هم برای حمل و نقل استفاده می شود

در چنین راهروهایی، علاوه بر روشنایی لازم برای رفت و آمد افراد، سیستم روشنایی بایستی به گونه‌ای باشد که وسایل و تجهیزات حمل و نقل نیز به خوبی قابل رویت باشند در این راهروها، بجز در حوالی چاه، برای تامین روشنایی عمدتاً از چراغهای انفرادی استفاده می‌شود. بنابراین چراغهای انفرادی باید از نوعی باشند که در تمام طول شیفت، روشنایی مورد نظر را تامین کنند.

۶-۵-۴- راهروهای اصلی حمل و نقل

طبق مقررات، در این راهروها روشنایی لازم باید بدون در نظر گرفتن چراغهای انفرادی، به وسیله سیستم روشنایی عمومی تامین شود. همین مقررات تاکید دارد که هر کس که در این راهروها کار می کند، باید به چراغ انفرادی نیز مجهز شود.

۶-۶- روشنایی در کارگاه‌های استخراج زغال

کارگاه‌های استخراج معادن زغال سنگ، جزو مشکلترین قسمتهای معدن از نظر تامین روشنایی هستند. در یک کارگاه استخراج با جبهه کار بلند، ارتفاع کم و نیز وجود سیستمهای نگهداری سبب می‌شود که فضای کافی برای نصب وسایل روشنایی موجود نباشد. از سوی دیگر، ناو زنجیری و دستگاه زغال‌بر، مداوماً باید جابه‌جا شوند. نور چراغ کلاهی معدنچی‌ها نیز علاوه بر آنکه برای تامین روشنایی کافی نیست، مشکل خیرگی را هم در بر دارد. در معادن زغال‌گازدار، ضرورت اجتناب از بروز جرقه نیز به این مشکلات اضافه می‌شود.

ابعاد لامپ از جمله مسایل بسیار مهم کارگاه استخراج است زیرا برای نصب چراغهای فلورسنت ضد جرقه در سقف کارگاه، فضای بسیار کمی وجود دارد. این فضا باید به گونه‌ای باشد که در عین نصب چراغ، فضای کافی برای کار وجود داشته باشد و در عین حال توزیع روشنایی نیز به خوبی انجام گیرد. برای روشنایی کارگاه‌های استخراج زغال باید از چراغ‌های ضد جرقه یا ذاتاً ایمن^۱ استفاده شود.

1- intrinsically safe

فصل ۷

مقررات ایمنی روشنایی

۷-۱- آشنایی

در این فصل، مقررات ایمنی مختلف مربوط به سیستمهای تامین روشنایی در معادن آمده است. در ابتدای فصل، مقررات قانونی موجود درج شده و در ادامه آن مقررات تکمیلی ذکر شده است.

۷-۲- مقررات قانونی موجود

مقصود از مقررات قانونی موجود مواردی است که در فصل نهم آیین نامه ایمنی معادن طی مواد ۳۳۷ تا ۳۵۶ آمده است و به عنوان تنها موارد قانونی موجود، رعایت آنها الزامی است.

- ۱- در معادن زغال سنگ باید منحصرأ از چراغ ایمنی باطری دار استفاده شود.
- ۲- هر کارگر باید دارای پلاکی با شماره اختصاصی و چراغی به همان شماره برای تحویل و تحول چراغ باشد.
- ۳- چراغهای انفرادی باید دائماً در وضع سالم و بدون نقص نگهداری شده و هنگام تحویل به کارگران، آماده به کار باشند.
- ۴- مسئول معدن باید شخصی را که واجد صلاحیت باشد به تصدی چراغ خانه بگمارد.
- ۵- هر شخصی که چراغ دریافت می کند موظف است از سالم بودن چراغ، اطمینان حاصل کند.
- ۶- ساختمان چراغ باید طوری باشد که فقط در چراغ خانه بتوان با وسایل مخصوص آن را باز و بسته کرد.
- ۷- چراغهای شعله دار را نباید جلوی لوله های تهویه قرار داد.
- ۸- کارکنان باید پس از خروج از معدن، چراغ خود را بلافاصله تحویل چراغ خانه دهند و بردن چراغ به منازل و یا محل دیگر ممنوع است.
- ۹- شخصی که چراغ را تحویل گرفته است اگر مجدداً آن را به چراغ خانه برنگرداند و یا چراغ دیگری به جای آن تحویل دهد، باید علت آن را به چراغدار گزارش کند. چراغدار باید علت عدم تحویل و یا تعویض را رسیدگی و در صورت لزوم به مسوول معدن گزارش دهد.
- ۱۰- چراغ خانه باید از مصالح غیر قابل اشتعال ساخته شده و خوب تهویه شود.
- ۱۱- ساختمان چراغ خانه باید به گونه ای باشد که در مواقع خطر، کارکنان آن بتوانند محل کار را فوراً ترک کنند.
- ۱۲- محل نگهداری سوخت چراغهای کاربردی باید کاملاً خشک و محفوظ از نفوذ آب باشد.
- ۱۳- چراغ خانه باید به وسایل آتش نشانی از قبیل کپسولهای آتش نشانی و جعبه های مخصوص ماسه و غیره مجهز باشد.
- ۱۴- ورود افراد به تونلها و انجام کار، بدون چراغ تونلی انفرادی ممنوع است.
- ۱۵- تعداد چراغهای سالم انفرادی در هر چراغ خانه باید ده درصد بیشتر از کارگران زیرزمینی باشد.
- ۱۶- از لحظه ای که چراغ انفرادی در چراغ خانه به کارگر تحویل می شود، در صورتی که بدون وقفه و به طور متمادی مورد استفاده قرار گیرد، باید به مدت ده ساعت کار کند.
- ۱۷- چراغ خانه باید مجهز به وسایل تهویه با قدرت کافی باشد و پیوسته تمیز نگهداری شود.
- ۱۸- مسوول ایمنی معدن موظف است حداقل یک بار در ماه تمام چراغ های انفرادی را بازدید و دقیقاً کنترل کند.
- ۱۹- برای درست کردن آب اسید همیشه باید اسید به آب اضافه شود.

۲۰- کارهای اکتشافی و کار در معادن روباز در هوای تاریک و مه آلود بدون تامین روشنایی مناسب ممنوع است.

۷-۳- مقررات مربوط به چراغهای الکتریکی

۱- لامپ های روشنایی فردی باید حداقل شدت روشنایی ۱۵۰ لوکس را در فاصله ۱/۲ متری در مدت زمان شیفت کاری تامین کنند.

۲- لامپ های انفرادی کارگران باید طبق مقررات و استانداردهای مربوطه ساخته شوند.

۳- استفاده از لامپهای ایمنی در صورتی مجاز است که توسط شخص ذیصلاح تایید و توسط سازنده مجاز تولید شده باشند.

۴- در کلیه معادن ، شماره گذاری همه چراغها الزامی است.

۵- در کلیه معادن سرویس و نگهداری چراغها باید در مکان مناسب و با اجازه مسئول مربوطه انجام گیرد.

۶- هر شخصی که چراغی دریافت می کند باید:

الف- حتی الامکان از سالم بودن چراغ مطمئن شود.

ب- از دریافت چراغی که این شرایط را ندارد خودداری کند.

ج- چراغ دریافتی را با دقت حمل کند.

د- هرگونه آسیب و خرابی چراغ را به مسئول نگهداری چراغها که صدمات وارده به چراغها را لیست می کند، گزارش دهد.

۷- هیچ کس مجاز به باز کردن چراغهای ایمنی در زیرزمین نیست.

۸- سرویس کلیه چراغها باید فقط در چراغخانه انجام شود.

۹- تمیز کردن ، تعمیر و شارژ دوباره چراغها باید در اتاقی مجزا از محلی که در آنجا سوخت نگهداری می شود، انجام گیرد.

۱۰- ورود افراد غیر مسوول به چراغخانه ممنوع است.

۱۱- از جمله وظایف مسوول شارژ چراغها، گرفتن لیست موارد زیر است:

الف- اسامی پرسنلی که به داخل معدن رفته اند.

ب- تعداد چراغهای دریافتی هر یک از پرسنل.

۱۲- در معادن دارای گرد و یا گاز زغال باید چراغها قبل از ورود به داخل معدن از لحاظ سالم بودن به وسیله شخص مسوول

بازدید و بررسی شوند.

۱۳- به کار بردن قطعات یدکی غیر از آنچه که کارخانه سازنده مربوطه تعیین کرده ممنوع است.

۱۴- استفاده از بخاری و شعله آزاد و همچنین استعمال دخانیات در چراغخانه ممنوع است.

۱۵- در صورتی که یک چراغخانه برای معدن کافی نباشد، در مقابل هر تونل و یا هرچند تونل نزدیک به هم باید یک

چراغخانه احداث و به وسایل و تاسیسات مورد نیاز تجهیز شود.

۱۶- چراغ خانه باید دارای خصوصیات زیر باشد:

الف- تمیز و عاری از گرد و غبار باشد.

ب- دارای هوای تمیز و روشنایی کافی باشد.

ج- دمای داخل آن در حد نرمال باشد.

د- محل قسمت شارژ باید جدا از قسمت تعمیرات باشد.

ه- مجهز به آب گرم و سرد و لوله کشی هوا باشد.

و- محلی مناسب جهت نصب تاسیسات شارژ چراغها داشته باشد.

۱۷- برای شارژ چراغها جریان دایم مورد نیاز است، که جریان دایم ممکن است درخود چراغ به وسیله یکسو کننده‌ای که در نورافکن آن تعبیه شده است تامین شود و یا اینکه با استفاده از یکسو کننده‌های قوی، جریان یکسو شده و به قفسه شارژ چراغ هدایت شود.

۱۸- چراغخانه بایستی محل مناسبی برای دفتر کار مسوول چراغ خانه و نیز فضای ویژه ای جهت انبار داشته باشد.

۱۹- برای جلوگیری از کاهش عمر مفید چراغ ، هیچ گاه نبایستی از آن بیش از ۸ ساعت استفاده کرد.

۲۰- در مورد سرویس فنی چراغ نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- دو قلاب قاب چراغ باید کاملاً سالم باشد.

ب- در روی درپوش چراغ معدنی باید پلاک علامت گذاری برای قرار گرفتن شماره کارگر موجود باشد.

ج- وضعیت ظاهری چراغ باید هر روز مورد کنترل و بازرسی قرار گیرد و در صورت صدمه دیدگی و یا شکستگی باید آنرا تعویض کرد.

د- کابل چراغ باید فاقد هرگونه پارگی باشد در صورت مشاهده، کابل باید تعویض شود.

ه- چراغ باید در محل مشخص شده روی دستگاه شارژ قرار گیرد.

و- لامپ چراغ باید در وضعیت خاموش روی دستگاه شارژ نصب شود و در صورت لزوم، کنتاکتها ترمیم شوند.

ز- نحوه اتصال صحیح و شارژ چراغ باید به وسیله آمپر متر دستگاه شارژ که برای هر نوع چراغ در نظر گرفته شده است کنترل شود. اگر آمپر متر سالم نباشد، حتماً باید رفع عیب یا تعویض شود.

ح- بدنه چراغ و نور افکن باید هر روز تمیز شود.

ط- در هر سه ماه حداقل یک بار باید نورافکن چراغ باز و قطعات آن کنترل شود.

ی- با برداشتن گیره نورافکن باید حلقه کنتاکتی و محل آن را کاملاً تمیز کرد و از سالم بودن آنها مطمئن شد.

ک- فیوز چراغ باید کنترل شده و در صورت معیوب بودن با همان نوع فیوز تعویض شود.

ل- به هنگام جداساختن چراغ از دستگاه شارژ باید با روشن و خاموش کردن ، از سالم بودن مدار الکتریکی چراغ مطمئن شد و در صورت اشکال و قطع و وصل شدن ، باید لامپ چراغ را تعویض کرد.

۷-۴- مقررات ایمنی روشنایی عمومی در معادن

۱- روشنایی عمومی معدن باید در محل‌های زیر تامین شود.

الف- معادن روباز: در محل های کاری و عملیاتی، در لبه های کاواک معدن و محل های پرشیب مانند مسیر جاده ها

ب- معادن زیرزمینی: در کلیه ایستگاه های زیرزمینی، در کلیه مسیرهای تردد، در گریزلی ها، سیلوهای مواد معدنی و ایستگاه های بارگیری و سایر مکانهایی که پرسنل در آن محل مشغول به کاراند، ورودی و خروجی چاهها و دو راهی های مربوطه، دوراهی ها، تقاطع ها و محل هایی که ماشین آلات به صورت پیوسته یا متناوب در آن تردد دارند، در کلیه ایستگاه های کمک های اولیه، در کلیه مکان ها و اتاق هایی که موتور یا سایر تجهیزات که به طور مستمر مورد استفاده قرار می گیرند، وجود دارند.

ج- کارخانه فرآوری: در کلیه محل های کاری روباز، راه پله ها، مسیرهای تردد و داخل کارخانه فرآوری.

۲- روشنایی عمومی حتی المقدور نباید ایجاد خیره گی کند.

۳- جاده های باربری در معادن روباز باید به وسیله لامپ و سایر نشانه های راهنما به منظور کار در شب کاملاً مشخص شوند.

۴- برای محل هایی که در مورد آنها استانداردهای روشنایی تدوین نشده است، مدیر معدن باید حداقل روشنایی درج شده در مقررات را برای تامین ایمنی پرسنل فراهم کند.

۵- در طول ساعات کاری، کلیه لامپ های تامین کننده روشنایی معدن باید در ایستگاه های چاه روشن باشند.

۶- استفاده از چراغ هایی که شعله باز دارند در محل های دارای پتانسیل تجمع گاز، ممنوع است.

۷- کلیه لامپ های الکتریکی مورد استفاده در محیط های گازدار باید از نوع ضد جرقه باشند.

۸- استفاده از لامپ های رشته ای در محیط های گازدار ممنوع است.

۹- مدیر معدن موظف است دستورالعمل هایی در مواد زیر تهیه کند.

- ارزیابی لامپ ها با توجه به مشخصات کارخانه سازنده

- راه اندازی، بازرسی و تعمیر لامپ های روشنایی با توجه به مشخصات کارخانه سازنده.

۱۰- در معادن زغال سنگ باید از لامپ های مخصوص معادن زغال سنگ استفاده کرد.

۱۱- در معادن زیرزمینی تامین روشنایی عمومی در محل های زیر ضروری است:

- محل های اجتماع کارگران

- ایستگاه های اصلی، پاگردهای چاه و یا سایر پاگردهای موجود

- سایر محل هایی که مورد توافق مدیرمعدن و کمیته ایمنی و بهداشت باشد.

۱۲- در معادن روباز در محل های زیر باید روشنایی مناسبی فراهم شود:

- جایی که کامیون ها بارگیری می کنند.

- محل دمپ ها

- محل ها و مسیرهایی که مواد منفجره حمل می شوند.

۱۳- در مواقع قطع روشنایی عمومی معدن، پرسنلی که فاقد تجهیزات روشنایی فردی مناسبی هستند، باید تا وصل سیستم

روشنایی اضطراری و یا بازگشت شرایط به حالت عادی، در ایستگاههای مربوطه باقی بمانند.

۱۴- در زمان های طلوع و غروب آفتاب در نواحی فعال معدن در سطح زمین و یا در زیرزمین، کلیه پرسنل باید لباسهای دارای

نوارهای منعکس کننده نور در طرفین و پشت برتن کنند.

۷-۵- مقررات مربوط به روشنایی اضطراری

- ۱- در معادن باید سیستم روشنایی اضطراری که در مواقع قطع روشنایی بتواند ایمنی پرسنل عمومی را تامین کند، نصب شود.
- ۲- ایجاد یک منبع اضطراری مستقل جداگانه برای روشنایی در هر محلی که احتمال خطر وجود دارد، ضروری است.
- ۳- قبل از نصب سیستم روشنایی اضطراری کارگران معدن نباید شروع به کار کنند.
- ۴- سیستم روشنایی اضطراری، باید به منظور استفاده در شرایط خرابی سیستم اصلی در مکانهای زیر پیش بینی شده باشد:
 - اتاق پزشکی یا کمکهای اولیه و در محل ایستگاه نجات
 - اتاقهای تعویض لباس و ساختمان شستشو (حمام و رختکن)
 - در ساختمان سنگ شکن و کارخانه های فرآوری و در مسیرهای پلکانی، رفت و آمد و نردبانها
 - در کلیه مسیرهای فرار اضطراری
 - در کلیه مکانهایی که در اثر قطع سیستم روشنایی، خطر و ریسک صدمه به پرسنل افزایش می یابد.
- ۵- سیستم روشنایی اضطراری باید دارای مشخصات زیر باشد:
 - در صورت خرابی سیستم روشنایی عمومی، به صورت خودکار روشن شود.
 - قادر به تامین روشنایی به میزان حداقل مقرر باشد تا کلیه پرسنل بتوانند محل کار خود را به صورت ایمن ترک کنند.
 - سیستم روشنایی اضطراری را باید به طور مداوم و به منظور اطمینان از عملکرد آن در مواقع اضطراری کنترل کرد.
- ۶- سیستم روشنایی اضطراری باید با ژنراتور اضطراری تغذیه شود.

۶-۷- مقررات مربوط به روشنایی ماشین آلات

- ۱- کلیه ماشین آلاتی که در نزدیکی محل های کاری پرسنل مشغول به کاراند، باید به سیستم های روشنایی مجهز باشند، به طوری که قسمت های متحرک بیرونی آنها را به آسانی بتوان تشخیص داد.
- ۲- کلیه ماشین آلاتی که در معادن حرکت می کنند باید دارای سیستم روشنایی مناسب باشند که مسیر تردد را روشن سازد.
- ۳- در کلیه محل هایی که در آنجا ماشین آلاتی نظیر پمپها، بالابرها و نظایر آنها نصب شده اند، باید روشنایی کافی تامین شود.
- ۴- کلیه لامپ های روشنایی ماشین آلات متحرک باید با توجه به استاندارد روشنایی ماشین آلات زیرزمینی انتخاب شوند.
- ۵- لوکوموتیوهای معادن زیرزمینی باید چراغی داشته باشند که محدوده رفت و آمد آنها را روشن کند.
- ۶- انتهای کامیون یا دستگاه حمل مواد باید علاوه بر چراغ با نصب پارچه قرمز یا رنگ آمیزی قرمز رنگ مشخص شود (به استثنای دستگاه های دو طرفه).
- ۷- شدت روشنایی در مسیر تردد ماشین آلاتی که در معادن به کار می روند باید حداقل ۱۰ لوکس در فاصله ۲۰ متری باشد.
- ۸- کلیه تجهیزات باربری بدون تایلر زیرزمینی باید دارای چراغهای عقب و حداقل ۲ چراغ اصل در جلو باشند.
- ۹- اراهه های چالزنی و دستگاه های نصب پیچ سنگ در زمانی که پرسنل آنها بیش از ۳ متر با جبهه کار فاصله دارند، باید به نور افکن مجهز شوند.

- ۱۰- چراغ مخصوص بالا بر چاه باید لامپ دو طرفه داشته باشد.
- ۱۱- به منظور جلوگیری از پدیده سوسوزدن لامپها، سیستم روشنایی باید حداقل دارای فرکانس ۵۰ سیکل در ثانیه باشد.
- ۱۲- به منظور جلوگیری از خیرگی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرد:
 - نصب چراغهای سقفی و سایر تجهیزات روشنایی مستقیم در پشت سر جایگاه اپراتور ماشین آلات تحت شرایطی که مجبور باشد به پشت سر نگاه کند، ممنوع است.
 - نصب کلیه چراغهای روشنایی در مسیر دید پرسنل یا اپراتورهایی که دایم مسیر مذکور را نگاه می کنند، ممنوع است. در صورتی که این تجهیزات نصب شوند، باید دارای سایه بان باشند.
- ۱۳- رنگ مورد استفاده در نقاشی سطوح خارجی ماشین آلات معدنی باید حداقل ۳۰ درصد قدرت انعکاس نور را داشته باشد.
- ۱۴- در محدوده‌ای که ماشین آلات معدنی مشغول به کاراند، به منظور افزایش وضوح تجهیزات باید از منعکس کننده‌ای با حداقل مساحت ۴۰۰ سانتیمترمربع استفاده کرد.

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Technical Regulations for Mine Lighting

No. 489

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution System

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Industries and Mines

Deputy of Mine Affairs and Mineral Industries

Office for Mining Supervision and Exploitation

<http://www.mim.gov.ir>

2011

این نشریه:

دربگیرنده معیارها و مقررات فنی برای
بررسی وضعیت روشنایی، مشخصات فنی
تجهیزات روشنایی و همچنین دستورالعمل
طراحی روشنایی بر اساس استاندارد روشنایی
ارایه شده برای معادن ایران است.