

## ایمنی در معادن روباز

راشد پورعباسی- بازرس کار اداره کل تعاون، کار و رفاه اجتماعی گیلان- تالش

rashed.talesh@yahoo.com

## ۱- چکیده

تامین ایمنی برای معدنکاران از الزامات مهم معدنکاری است. برای کنترل مخاطرات و کاهش حوادث در معادن بایستی نسبت به حذف و کنترل خطر در مبدأ، کاهش و به حداقل رساندن آنها و نهایتاً تجهیز معدنکاران به وسایل حفاظت فردی مناسب اقدام نمود. تحصیل، آموزش، تجربه و نظارت پارامترهای کلیدی برای توسعه ایمنی در معادن محسوب می شوند. برای افزایش ایمنی و کاهش حوادث لازم است صاحبان معدن، سرپرستان و کارگران با هم همکاری تنگاتنگی داشته باشند. عوامل زیان آور در عملیات معدنکاری شامل عوامل زیان آور فیزیکی (صدا، ارتعاش، استرس گرمایی و غیره)، عوامل زیان آور شیمیایی (گردوغبار، گازها و بخارات مواد ناریه)، ارگونومیکی می باشند. در هنگام استخراج و عملیات معدنکاری کارگران و کارکنان معدن با مخاطرات فراوانی مواجه می باشند که طراحی بهینه معدن و تعیین پارامترهای اصلی پله استخراجی متناسب با اندازه و حجم ماشین آلات و پیش بینی مولفه های ایمنی نظیر پله ایمنی و دیواره اطمینان می تواند در پیشگیری و کاهش حوادث کمک شایانی بنماید. در این مقاله سعی شده است عوامل زیان آور و خطرات موجود در معادن روباز شناسایی و برای کنترل و حذف آنها راهکارهایی ارائه شود.

کلمات کلیدی: ایمنی در معادن، ایمنی در معادن روباز، عوامل زیان آور فیزیکی و شیمیایی، پله ایمنی، دیواره اطمینان

## ۲- مقدمه

بر اساس بانک اطلاعات معادن ایران، ۶۲۰۸ معدن روباز در سطح کشور وجود دارد و بسیاری از افراد در معادن و صنایع وابسته به آنها مشغول بکار هستند. کار در معادن، سختی و مشقت زیادی دارد و معدنکاران با بسیاری از حوادث و بیماری های ناشی از کار روبرو می باشند. بر خلاف آنچه به نظر می رسد، میزان حوادث ناشی از کار در معادن در مقایسه با بخشهای دیگر صنعت بیشتر نیست. طبق آمار منتشر شده از سوی سازمان تامین اجتماعی، تعداد حوادث ناشی از کار کارگران بیمه شده در سال ۹۱ به میزان ۲۰۵۳۲ حادثه بوده است که از این تعداد، ۷۳۵ حادثه مربوط به بخش معدن می باشد. به موازات تحقیقات در مورد روش های کار و استفاده از ابزار آلات و تکنولوژی های پیشرفته، مطالعه در مورد پیشگیری از حوادث در معادن نیز بطور جدی دنبال می شود. بروز حوادث و بیماری های ناشی از کار در معادن، ایجاب می کند تا با درک بهتری به ارزیابی ریسک و خطرات موجود در معادن پرداخته و با بهره گیری از تجارب گذشته نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث مجدد اقدام شود.

## ۳- مبانی کلی

در خصوص حفاظت و ایمنی در معدنکاری اصولاً دو جهت کلی را می توان مشخص ساخت، یکی ضرورت رعایت حفظ ایمنی و پیشگیری از حوادث برای معدنکاران خصوصاً در مورد نگهداری و حفاظت معابر و کارگاههای استخراج و همچنین تامین حفاظت فردی که «ایمنی کار» می نامیم و دیگری جلوگیری از اتلاف ذخائر معدنی با بکارگیری روش های مناسب علمی و فنی برای استخراج با کمترین ضایعات و حفظ و مراقبت از لوازم و ابزار کار و کاربرد صحیح آنها که مجموعاً «ایمنی معدن» گفته می شود. در این مبحث سعی شده است اصول اساسی ایمنی در معادن سطحی بررسی شود. بازرسی معدن می توانند نقش بسیار مهمی در نظارت بر رعایت موارد ایمنی در معادن داشته باشند و در این زمینه توصیه ها و پیشنهادهای اصلاحی مفید را ارائه دهند. آموزش، تجربه و پژوهش عوامل کلیدی برای افزایش ایمنی و کاهش حوادث می باشند

اصول اساسی برای کنترل مخاطرات، افزایش ایمنی و کاهش حوادث در معادن به ترتیب اولویت عبارتند از:

۱. حذف ریسک و خطر
۲. کنترل خطر در منبع
۳. کاهش و به حداقل رساندن ریسک
۴. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

بازرسی های ایمنی از معادن، بایستی در فواصل زمانی منظم انجام گیرد.

#### ۴- مقررات کلی

الف- وظایف بهره برداران و مدیران معدن:

- شروع بکار، تعطیلی و ترک کار در هر گونه فعالیت معدنی بایستی با آگاهی و نظارت مسئول معدن انجام گیرد
- کلیه تجهیزات، لوازم، امکانات و سرمایه بکار گرفته شوند تا عملیات اجرایی معدن در حد قابل قبول انجام گیرد و کلیه قوانین و مقررات حفاظتی در عملیات معدنکاری رعایت گردد.
- اطمینان حاصل شود که تمامی کارکنان به وظیفه ایمنی خود آگاه بوده و آن را درک کرده اند.
- با توجه به تعداد کارگران، شرایط و وسعت عملیات معدنکاری، یک یا چند نفر از کارکنان واجد صلاحیت به عنوان سرپرست تعیین شوند تا بر نحوه اجرای کار نظارت و کنترل داشته باشند.
- برای اینکه کارها در شرایط ایمنی و بهداشتی مناسبی انجام گیرد از روش تنبیه و تشویق کارکنان استفاده شود.

ب- شرایط لازم برای کار در معادن

محیط کار در معادن اغلب سخت و خشن است، این شرایط می تواند با تلاش و کوشش افراد ایمن و سودمند شود. برای نیل به این اهداف بایستی تمامی کارگران مهارت و دانش خوبی در زمینه شناخت ریسک ها و خطرات داشته باشند. بنابراین لازم است افراد صاحب صلاحیت و با تجربه برای نظارت دائم و کنترل و بازرسی عملیات بکار گرفته شوند.

سرپرستان و ناظران معدن، در اسرع وقت مسائل قانونی را برای کلیه کسانی که در محدوده معدن فعالیت دارند تشریح نموده و مسئولیت ایمنی و بهداشتی آنها را گوشزد نمایند.

قبل از شروع بکار، سرپرست معدن آموزش ها و راهنمایی های لازم شغلی را در اختیار کارگران جدید قرار دهند، آموزش ها شامل موارد ذیل باشد:

- ۱ - معرفی محیط و شرایط کار در معدن
- ۲ - تشریح جایگاه ایمنی و بهداشت شغلی
- ۳ - شناسایی خطرات و راههای پیشگیری از آنها
- ۴ - آموزش خطرات مربوط به مواد منفجره
- ۵ - کنترل زمین و جبهه کارهای معدنی در مناطقی که دارای پله های استخراجی با ارتفاع زیاد هستند
- ۶ - خطرات ماشین آلات و تجهیزات
- ۷ - مبانی کمک های اولیه

هیچ کارگری نباید در مکانی دور دست و محلی که در آن احتمال خطر وجود دارد، به تنهایی کار کند.

ج- وظایف کارگران و کارکنان معدن

کارگران از انجام دادن عملی که موجب بروز خطر برای سایر افراد، آسیب به تجهیزات معدنکاری و توقف تولید می شود خودداری کنند.

لازم است کارگران بطور کامل وظایف و آموزش هایی که توسط مدیر معدن در اختیار آنها قرار گرفته در حین کار بکار گیرند و نسبت به رعایت قوانین و مقررات حفاظتی کوشا باشند. ضمناً آنها بایستی از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی که در اختیار آنها قرار گرفته مراقبت نموده و در حین کار از آن استفاده کنند.

## ۵- عوامل زیان آور در عملیات معدنکاری روباز

ذرات معلق موجود در هوا (مانند گردوغبار سنگ ها و گازها و بخارت مواد شیمیایی)، صدای بسیار زیاد، ارتعاش، استرس گرمایی و مشکلات ارگونومیکی از عمده ترین عوامل زیان آور محیط کار در معادن سطحی است و برای کارگرانی که به مدت طولانی در تماس با آنها هستند، مشکلات بهداشتی و سلامتی را فراهم می کند.

### ۵-۱- عوامل زیان آور شیمیایی:

الف - گردوغبار:

ذرات معلق در هوا مثل گردوغبار سنگ ها عموماً در طول عملیات حفاری، استخراج مواد معدنی، بارگیری، سنگ شکنی و انفجار تولید می شوند. کارگرانی که برای مدت طولانی در تماس با گردوغبارهای معدنی قرار دارند از بیماری های ریه مانند سیلیکوزیس رنج می برند. در صورت امکان از تماس با گردوغبار جلوگیری شود، بخصوص در مناطقی که دارای هوای ساکن و ایستا هستند.

راههای کنترل و متوقف کردن گردوغبار در عملیات معدنکاری عبارتند از:

۱ - استفاده از تکنیک های حفاری مرطوب

۲ - استفاده از اسپرهای آب در هنگام عملیات استخراج، بارگیری و سنگ شکنی

بطور کلی برای کاهش گردوغبار، جبهه کارهای معدنی خیس و مرطوب نگه

داشته شوند (شکل ۱).

در مکان هایی که امکان کنترل میزان گردوغبار وجود نداشته باشد و کارگران در معرض تماس با گردوغبار بیش از حد مجاز قرار دارند، لازم است تجهیزات حفاظت فردی نظیر ماسک های گردوغبار در اختیار کارگران قرار گیرد.



شکل ۱- استفاده از اسپری آب برای مرطوب نگه داشتن جبهه کار معدنی

ب- گازها و بخارات مواد شیمیایی:

گازها در هنگام عملیات آتشیاری تشکیل می شوند و شامل گازهای سمی مثل دی اکسید سولفور، مونو اکسید نیتروژن، اکسید نیتروژن و غیره می باشند.

بلافاصله پس از پایان آتشیاری کارگران نایستی وارد جبهه کار معدنی شوند و باید تا زمان ته نشینی کامل گازها و گردوغبار تولید شده صبر نمایند.

گازهای خروجی از موتور ماشین های دیزلی نیز شامل فیوم های مضر است، این گازها شامل ذرات خیلی ریز قابل استنشاق می باشند. تماس دائم و مستمر با گازهای ناشی از سوخت های دیزلی برای سلامتی کارگران زیان بار است. در صورت امکان تجهیزات دیزلی ساکن در محیط های ایستا کار نکنند و یا اینکه آنها کاملاً محصور شوند.

ماسک های گردوغبار قادر به حفاظت کارگران در مقابل گازهای ناشی از انفجار مواد ناریه و یا گازهای حاصل از سوخت موتورهای دیزلی نیستند.

## ۵-۲- صدا

تماس مستمر و مداوم با صدای بیش از حد مجاز منجر به اختلال شنوایی و کوری شغلی می شود. عوامل تولید کننده صدا در معادن سطحی عبارتند از ماشین های حفاری، چکش های حفاری و سایر تجهیزات مکانیکی که در معدن استفاده می شوند. در هر صورت منابع تولید صدا بایستی توسط مواد اکوستیک جاذب صدا محصور شوند تا میزان صدا در حد قابل قبول کاهش یابد. افزایش فاصله بین منبع تولید صدا و دریافت کننده آن در اغلب موارد روش عملی مناسب برای کنترل صدا است.

در جاهائی که کنترل صدا با روش های معمولی امکان پذیر نباشد، استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی مانند ایرپلاگ ها و ایر ماف ها برای کسانی که در معرض تماس با صدای بیش از حد مجاز (۸۵ دسی بل) قرار دارند الزامی است (شکل ۲).



میزان صدای تولیدی توسط چکش ها و ماشین های حفاری معمولاً بیش از حد مجاز است، لذا کارگرانی که با این دستگاهها کار می کنند و یا در مجاورت آنها فعالیت دارند بایستی همیشه از تجهیزات حفاظت گوش استفاده کنند.

شکل ۲- استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی

## ۵-۳- ارتعاش

کارگرانی که با ماشین های با راه انداز دستی بویژه ماشین های پنوماتیکی حفاری سنگ و چکش حفاری - حتی برای یک ساعت در روز- کار می کنند در معرض اثرات زیانبار ناشی از ارتعاش در دست و بازوهای خویش هستند.

سفیدی انگشت (VWF) یکی از بارزترین اثرات ارتعاش می باشد و زمانی بروز می کند که انگشتان کارگر بی حس و کرخت می شوند. سفیدی انگشت می تواند منجر به بیماری قانقاریا (فساد عضو بر اثر نرسیدن خون) شود.

برای سفیدی انگشت ناشی از ارتعاش درمانی وجود ندارد.

پیشگیری و کنترل سفیدی انگشتان ناشی از ارتعاش:

از کارکردن برای مدت طولانی با تجهیزاتی که دارای ارتعاش زیاد هستند خودداری شود. کار در زمان های انفجاری کوتاه انجام گیرد.

از تجهیزات مدرن و کاهنده ارتعاش استفاده شود.

تجهیزات قدیمی تعمیر و با تجهیزات جدید جایگزین شوند. از دسته های ضد ارتعاش در آنها استفاده شود.

در هنگام کار با دستگاهها و ماشین ها دسته آنها را سفت و محکم نگیرد.

برای نگهداری تجهیزات سنگین از دکل استفاده شود.

ابزارهای تولید کننده ارتعاش بخوبی تعمیر و نگهداری شوند تا میزان ارتعاش آنها کاهش یابد.

تجهیزات حفاظت فردی قادر به حفاظت موثر دست و بازوی کارگران در مقابل اثرات مضر سندرم ارتعاش نمی باشند.

#### ۵-۴- استرس گرمایی

کارگران همچنان که در مورد تجهیزات حفاظت فردی آموزش می بینند باید از ماهیت استرس گرمایی و همچنین اثرات آن آگاهی داشته باشند. آنها بایستی علائم و نشانه های بی نظمی گرما را بشناسند (مانند سرگیجه، ضعف، تند نفس کشیدن، تشنگی مفرط) آب آشامیدنی مناسب و یا سایر نوشیدنی ها در دسترس کارگران قرار گیرد، نوشیدنیهای حاوی کربنات، کافئین، شکر و نمک زیاد پیشنهاد نمی شوند. آب آشامیدنی دمایی در حدود ۱۵-۲۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.

#### ۶- تجهیزات حفاظت فردی

زمانی که امکان حذف عوامل زیان آور وجود ندارد، کارفرمایان کارگاههای معدنی بایستی تجهیزات حفاظت فردی مناسب را تهیه کرده و آنها را رایگان در اختیار کارگران قرار دهند و مراقبت نمایند تا کارگران در حین کار از آنها استفاده نموده و در شرایط خوب نگهداری شوند.

تجهیزات حفاظت فردی اساسی و پایه عبارتند از:

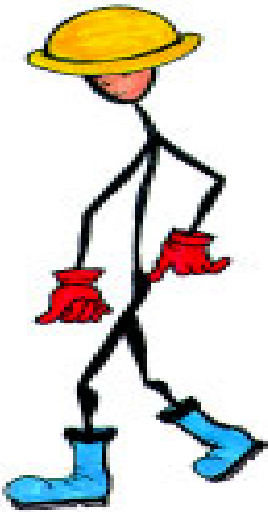
- کلاه ایمنی: زمانی که خطر سقوط اجسام وجود داشته باشد
- دستکش حفاظتی: برای حمل و جابجایی مواد و انجام کارهایی که امکان

آسیب رسیدن به دست وجود دارد

- کفش ایمنی: وقتی که خطر سقوط اجسام بر روی پا و آسیب رساندن

به پا وجود داشته باشد (شکل ۳).

شکل ۳- تجهیزات حفاظت فردی اصلی



کلاه، دستکش و کفش ایمنی حداقل تجهیزات حفاظت فردی هستند که بایستی همیشه در معدن از آنها استفاده شود.

تجهیزات حفاظت فردی اضافی که در صورت نیاز باید استفاده شوند:

- گوشی حفاظتی: زمانی که سطح صدا از حد مجاز بیشتر باشد

(مثل کار با کمپرسورها، ماشین های حفاری، چکش حفاری)-شکل ۴

- ماسک حفاظتی: زمانی که ذرات معلق در هوا

وجود دارد استفاده شود (در طول عملیات حفاری و آتشیاری)-شکل ۵

- عینک های حفاظتی: اگر خطر پرتاب ذرات به سوی

چشم و امکان آسیب رسیدن به آن وجود دارد

(هنگام شکستن سنگ با تیشه و چکش)-شکل ۶

شکل ۴- استفاده از گوشی حفاظتی





شکل ۵ - استفاده از ماسک تنفسی

سایر تجهیزات حفاظت فردی که ممکن است نیاز باشد:

- لباس های تنگ و چسبیده به بدن: هنگام کار کردن در اطراف تجهیزات و ماشین های در حال دوران
- کمربندهای اطمینان: وقتی که خطر سقوط وجود داشته باشد.

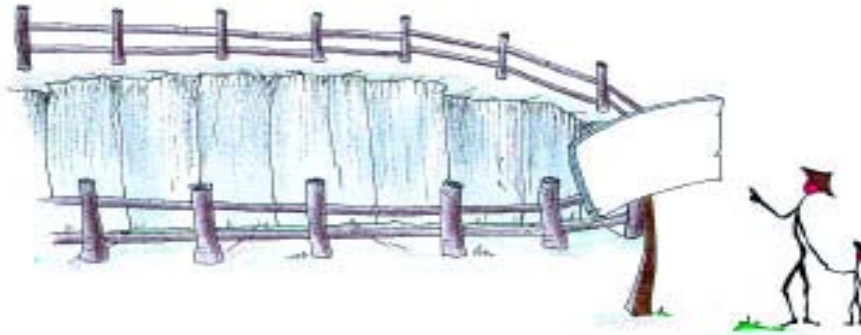


شکل ۶ - استفاده از عینک حفاظتی

## ۷ - ایمنی در هنگام استخراج مواد معدنی و عملیات معدنکاری:

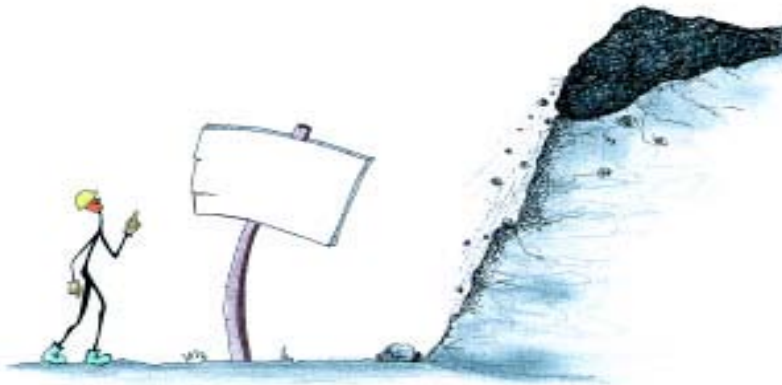
۷-۱ - تابلوها و علائم هشداردهنده - نرده های حفاظتی

در معدن سطحی اغلب ترانشه های عمیق و چاله های بزرگی وجود دارد. خطر سقوط کارگران معدن و یا رهگذران به داخل آنها همیشه وجود دارد. چنین مکانهایی باید توسط نرده های مناسب محصور شده و یا کاملاً مسدود شوند. علائم هشدار دهنده و تابلو نیز در محل های مناسب برای پیشگیری از ورود افراد غیر مجاز به داخل آنها، نصب گردد (شکل ۷).



شکل ۷- محصور کردن چاله ها و ترانشه ها

قبل از اجازه کار و یا ورود به مناطق ریزشی و خطرناک، لازم است آن مناطق از نظر شرایط زمین شناسی و احتمال ریزش و لغزش بررسی شده و نسبت به مرمت و بهسازی آنها اقدام شود. در هنگام عملیات بهسازی و ترمیم، علائم و تابلوهایی برای ممانعت از ورود افراد متفرقه به این مکانها نصب گردد. اگر در چنین جاهایی عملیات استخراج و بهره برداری انجام نمی گیرد برای ممانعت از ورود افراد، نرده های حفاظتی در این مکان ها نصب شوند (شکل ۸).



شکل ۸- نصب تابلوهای هشداردهنده

در مناطق ریزشی

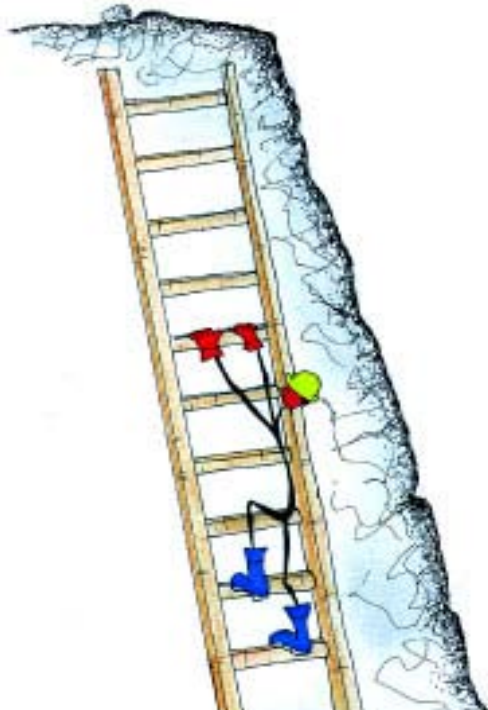
#### ۷-۲- مسیره های تردد و راههای دسترسی ایمن

کارگران معدن اغلب مجبورند از مسیره های ناهموار و سخت برای عبور مرور به داخل معدن و محل کار خود استفاده کنند (مانند بالا رفتن و پائین آمدن از شیب های تند دیواره پله ها و حفاری ها، محل هایی که خطر ریزش و سقوط مواد، سنگ و غیره وجود دارد).

برای کاهش خطرات، مسیر تردد کارگران بایستی از لحاظ وضعیت پایداری دیواره معدن، پله و سطح شیب دار بایستی بطور منظم بازرسی، تعمیر و نگهداری شود. شیب جاده ها در معادن بین ۸ تا ۱۰ درصد باشد. بر اساس یک قانون تجربی و سر انگشتی عرض جاده های معدنی در جاده های دو طرفه بزرگتر یا مساوی ۴ برابر عرض کامیون باشد.

جبهه کارهای معدنی باید دارای مسیر رفت و آمد اختصاصی باشند.

در مسیر های با شیب بیش از ۵۰ درجه با نصب پلکان ثابت و یا نردبان ثابت، مسیر دسترسی ایمن برای کارگران فراهم شود (شکل ۹).



شکل ۹- استفاده از نردبان ثابت در مسیرهای با شیب بیش از ۵۰ درجه

### ۷-۳- برداشت روباره

شروع عملیات استخراج معدن معمولاً با برداشت روباره آغاز می شود. روباره ها بطور تپیک از خاک نرم و یا سنگ های هوازده تشکیل شده اند. این مواد بالقوه ناپایدار بوده و مستعد ریزش و لغزش هستند. بخصوص زمانی که مرطوب و خیس باشند.

هر گونه حفاری در خاک های نرم نایبستی از طریق ایجاد زیربرش و یا شیب های تند انجام پذیرد.

شیب خاک های نرم و سنگ های هوازده و دگرگون شده باید در حدی باشد تا پایداری آنها بطور اطمینان بخشی تامین گردد (نباید بیش از ۴۵ درجه باشد). برای جلوگیری از سقوط درختان، پوشش های گیاهی منطقه مانند بوته های بزرگ و درختان قبل از عملیات برداشت روباره پاک سازی و برداشته شود (شکل ۱۰).

برای جلوگیری از ریزش خاک های نرم بداخل معدن لازم است:

- در صورتی که در محیط اطراف پیت (کاواک) و یا دیواره معدن خاک نرم و سنگ های هوازده وجود داشته باشد، برداشت روباره از بالای پیت و دیواره معدن به سمت عقب حداکثر به مقدار ۳ متر انجام گیرد.
- تمام موادی که به عنوان روباره از روی ماده معدنی برداشته می شوند، بایستی در فاصله ایمنی از لبه معدن در حال حفاری و استخراج، انباشته و ریخته شود و ضمناً دارای زاویه قرار پایدار نیز باشند (۳۰-۴۰ درجه).



شکل ۱۰- برداشت روباره



## ۴-۷- کار در پله ها و جبهه کارهای استخراجی معدن

سقوط سنگ، ریزش جبهه کار و ریزش زمین از عمده ترین مخاطرات موجود در جبهه کارهای استخراجی معدن سطحی هستند که در اغلب موارد باعث حوادث بسیار جدی در معدن می شوند. طراحی و جانمایی جبهه کارهای معدنی باید بگونه ای باشد تا خطر ریزش را به حداقل برساند.

برای پیشگیری از ریزش دیواره، از روش استخراج پلکانی در جبهه کارهای معدن روباز استفاده شود (شکل ۱۱).



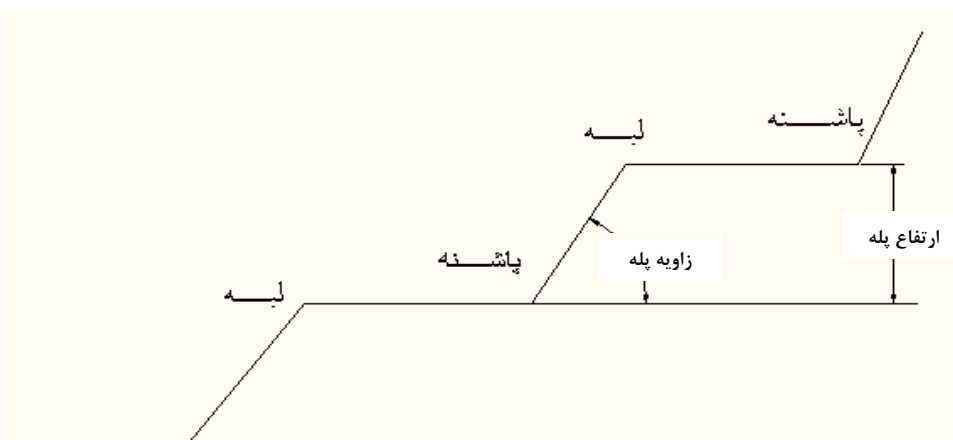
شکل ۱۱- استفاده از روش استخراج پلکانی

برای درک بهتر پله های معدنی، در ادامه مشخصات اصلی پله استخراجی توضیح داده می شود:

الف- هندسه اصلی پله استخراجی:

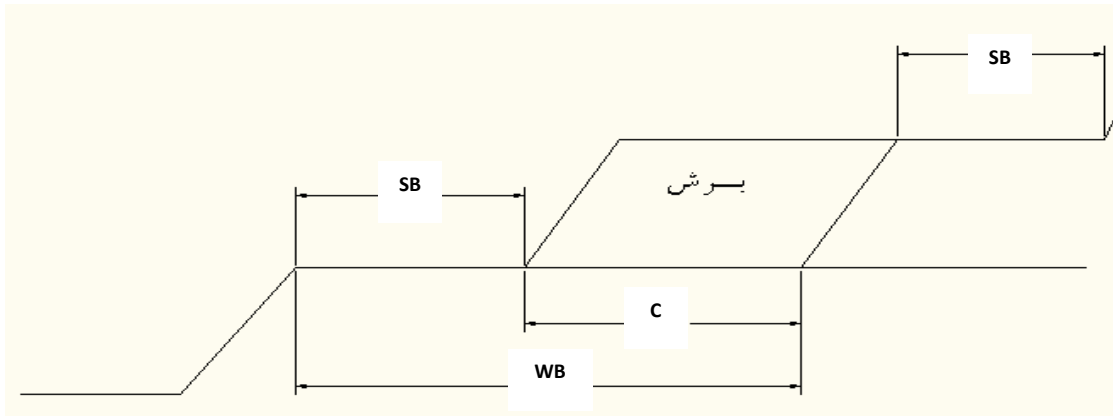
مولفه اصلی استخراجی در یک معدن روباز پله است. قسمت های مختلف پله شامل ارتفاع پله، پاشنه، لبه و زاویه شیب ( $\alpha$ ) می باشند (شکل ۱۲).

زاویه شیب پله با توجه به مشخصات سنگ و عملیات های آتشفشاری تعیین می شوند. ۵۵ تا ۸۰ درجه  $\alpha$ ، برای طراحی اولیه زاویه شیب پله ۶۵ درجه در نظر می گیرند.



شکل ۱۲- مولفه های اصلی پله استخراجی

ب- پله کاری: پله ای است که عملیات معدنکاری در آن انجام می گیرد. عرض پله کاری فاصله بین لبه کف پله تا موقعیت جدید پاشنه پس از استخراج برش است (WB) (شکل ۱۳)

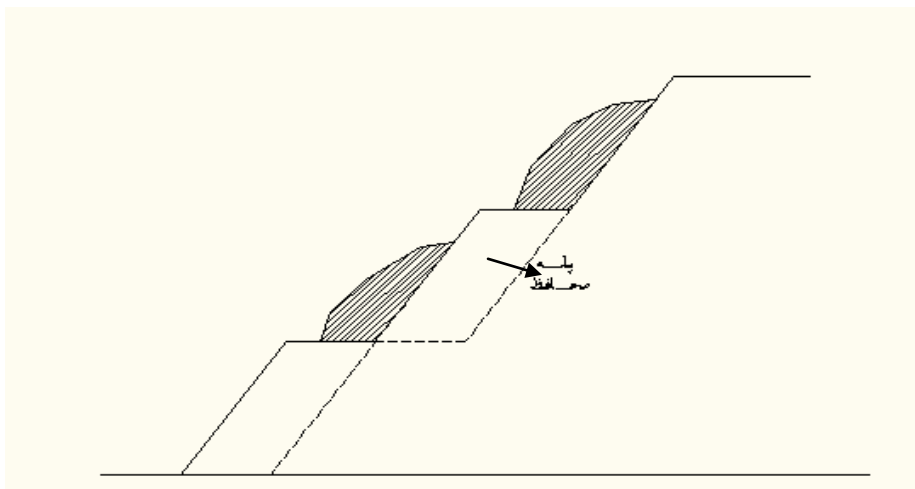


شکل ۱۳- عرض پله کاری

برای پایداری پله معدن و جلوگیری از ریزش مواد، پس از برداشتن برش یک پله ایمن یا پله محافظ (safety bench) به عرض SB در پله باقی گذاشته می شود. ج- نقش پله های محافظ در ایمنی معدن:

پله های محافظ نقش اساسی در ایمنی معدن و حفاظت کارگران در مقابل ریزش سنگ ها و دیواره های معدنی ایفا می کنند. بطور کلی نقش پله های محافظ را می توان در دودسته طبقه بندی نمود:

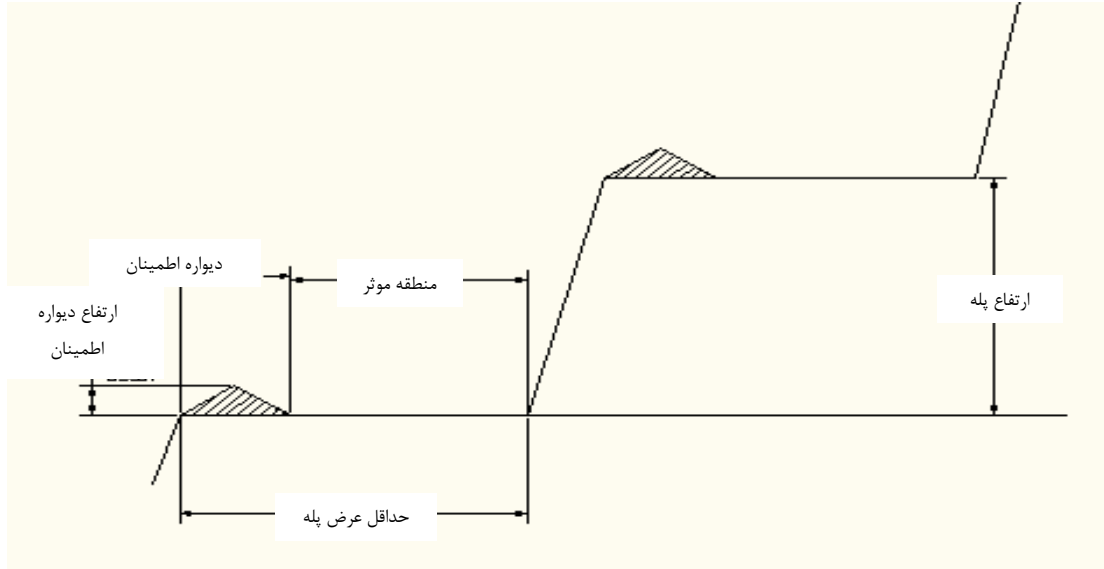
- ۱ - جمع آوری موادی که از پله های بالاتر به سمت پایین می لغزند.
- ۲ - متوقف کردن ادامه حرکت سنگ های پرتاب شده به طرف پائین (شکل ۱۴)



شکل ۱۵- پله محافظ و نقش آن در ایمنی معدن

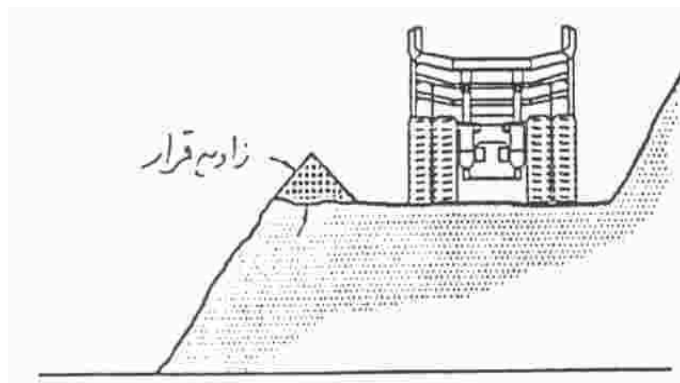
معمولاً عرض پله ایمنی  $\frac{2}{3}$  ارتفاع آن است.

علاوه بر باقی گذاشتن پله های ایمنی، دیواره اطمینانی (Berm) از مواد خرد شده اغلب در طول لبه پله ساخته می شود. این دیواره ها کار ایجاد کانالی بین دیواره اطمینان و پاشنه را برای جمع آوری سنگ های پرتاب شده نیز انجام می دهد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶-دیواره اطمینان

برای جلوگیری از سقوط کامیون ها و سایر ماشین آلات معدن دیواره ایمنی در طول لبه خارجی پله باقی گذاشته می شود. نقش این دیواره مشابه نقش نرده های محافظ در کنار پل ها و بزرگ راههای اصلی است. دیواره اطمینان معمولاً ارتفاعی بزرگ تر یا مساوی شعاع چرخ کامیون دارد. شیب آن حدود ۳۵ درجه یعنی زاویه قرار ماده تشکیل دهنده آن است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷-دیواره اطمینان و موقعیت آن نسبت به ماشین آلات حمل و نقل معدن

د- حداقل فضای عملیاتی لازم برای پله استخراجی معدن:

بسیاری از حوادث در معادن روباز بدلیل سقوط ماشین آلات استخراجی (بلدوزر)، بارگیری (شاول و لودر) و حمل (کامیونها) از روی سطح پله کاری به پایین بوقوع می پیوندند. پله کاری ای است که عملیات استخراج مواد معدنی در آن انجام می گیرد. لذا تعیین حداقل فضای عملیاتی مورد نیاز متناسب با ابعاد و اندازه ماشین آلات حمل و نقل و بارگیری برای رعایت شرایط ایمن کار بسیار حائز اهمیت است.

حداقل عرض پله کاری برابر است با مجموع عرض پله ایمنی و عرض برش در حال انجام می باشد.

دیواره معدن و پله استخراجی بایستی از نظر وجود درزه و شکاف و یا سایر علائم تنش و یا شکستگی بطور منظم و در دوره های زمانی ذیل بازرسی و کنترل شود:

- قبل از اینکه عملیات اجرایی آغاز شود
- بعد از انفجار
- پس از بارش شدید باران
- با توجه شرایط زمین شناسی معدن

تحت هیچ شرایطی روش استخراج و برداشت مواد در جبهه کار معدنی نباید به گونه ای انجام گیرد که باعث ناپایداری کمر بالا و ایجاد زیر برش گردد (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- روش نامناسب استخراج مواد معدنی و ایجاد زیر برش در حین کار

در جاهائی که ایجاد زیر برش برای استخراج ماده معدنی اجتناب ناپذیر باشد بایستی با نصب وسیله نگهدارنده مناسب (مانند نگهدارنده های چوبی) مانع ریزش کمر بالای جبهه کار شد.

- در صورتیکه ماده معدنی استخراجی از نوع رسوبی و موادی نظیر شن و ماسه و سنگ ریزه ها و یا سایر مواد سست و ناپایدار تشکیل شده باشد، ارتفاع پله برای استخراج دستی نباید بیش از ۲/۵ متر باشد، ضمناً شیب دیواره پله بایستی کمتر از ۴۵ درجه باشد.

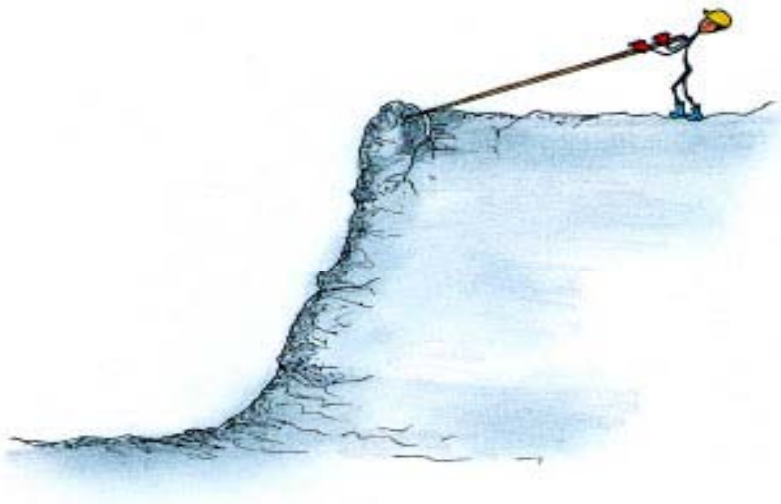
- در صورتیکه ماده معدنی استخراجی از مواد سفت و محکم و یا سنگ های سخت تشکیل شده باشد، ارتفاع پله برای استخراج دستی نباید بیش از ۶ متر و شیب پله نیز کمتر از ۶۰ درجه باشد.
- کف پله ها در روش استخراج پلکانی باید به اندازه کافی عریض باشد تا امکان کار و رفت و آمد راحت و ایمن فراهم گردد. حداقل پهنای پله برای استخراج دستی ۳ متر است. این عرض پله به عنوان محافظی در برابر ریزش و سقوط سنگ ها عمل می کند.

## ۷-۵- لق گیری

سنگ های لق و خاک های سست جبهه کار معدنی، می توانند عامل ایجاد خطر برای کارگران باشند. قبل از اینکه اجازه ورود کارگران و ادامه کار به آنها در جبهه کار داده شود بایستی سنگ های لق و سست لق گیری شده و به پائین انداخته شوند و یا با روش های مناسب نگهداری و تثبیت گردند.

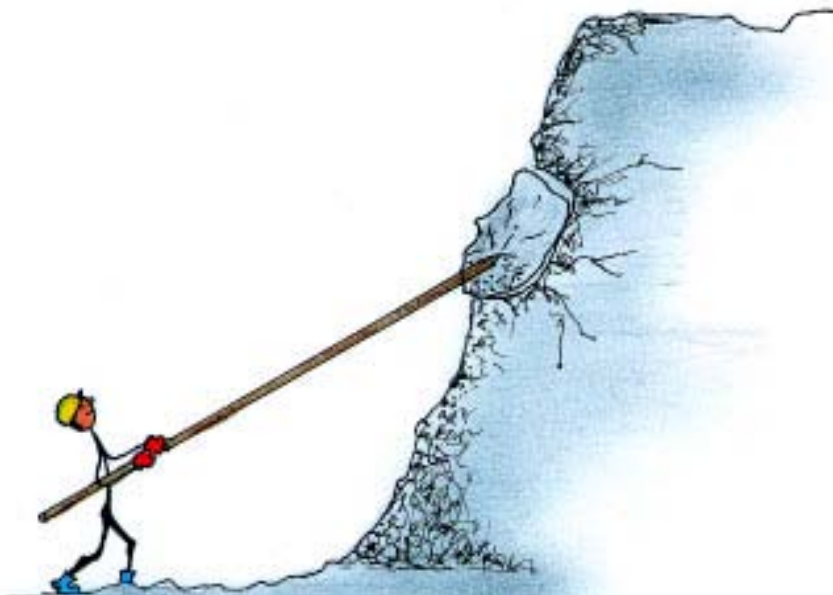
در صورت امکان لق گیری از بالا به سمت پائین جبهه کار انجام گیرد و در هنگام لق گیری افراد از زیر منطقه لق گیری دور شوند (شکل ۱۹).

لق گیری جبهه کار باید زمانی انجام گیرد که افراد در معرض آسیب ناشی از سقوط سنگ ها قرار نداشته باشند.



شکل ۱۹- لق گیری از بالای جبهه کار

در مواردی که لق گیری از پائین انجام می گیرد چوب لق گیری باید به اندازه کافی بلند باشد تا امکان آسیب دیدن کارگر در اثر ریزش مواد وجود نداشته باشد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- لق گیری از پایین جبهه کار

## ۶-۷- سایر فعالیت های اجرایی

زمانی که در درون پیت معدن، ترانشه ها و سایر فعالیت های حفاری انجام می گیرد، در صورتی که عمق حفاری ایجاد شده بیش از ۱/۵ متر باشد، لازم است با استفاده از روش های نگهداری (نصب شمع) دیواره کانال حفاری شده در مقابل ریزش محافظت شود. اگر از اسپری آب برای کندن و استخراج مواد معدنی استفاده می شود بایستی شلنگ و نازل محکم به هم متصل شده باشند.

در صورتی که محل فعالیت کارگر ۲/۵ متر نسبت به سطح مبنا ارتفاع داشته باشد، لازم است کارگر به تجهیزات حفاظتی کار در ارتفاع مانند هارنس تجهیز شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- تجهیز کارگر به تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع

- تونل های اکتشافی، استخراجی و زهکشی معدن، با توجه به شرایط زمین شناسی سنگ های آن نگهداری شوند (شکل ۲۲).
- در تونل های زیرزمینی که طول آنها بیش از ۶ متر است، هوای تازه با استفاده از تهویه طبیعی و یا مصنوعی به جبهه کار رسانده شود.



شکل ۲۲- نگهداری تونل ها و فضاهای زیرزمینی

- تهویه نامناسب در عملیات زیرزمینی می تواند موجب کاهش اکسیژن و افزایش دی اکسید کربن شود. بنابراین لازم است هوای داخل فضای زیرزمینی بطور پیوسته برای میزان اکسیژن و غلظت دی اکسید کربن کنترل شود. مقدار اکسیژن نباید کمتر از ۱۹/۵٪ و غلظت CO2 نباید بیش از ۰/۵٪ باشد.
- فضاهای زیرزمینی که متروکه بوده و عملیات اجرایی در آن انجام نمی گیرد بایستی مسدود شوند و تابلوهایی مبنی بر ممنوعیت ورود افراد در جلوی آنها نصب شود.

## ۸- تجهیزات و ماشین آلات معدنی

### ۸-۱- الزامات عمومی

تمامی ماشین آلات و تجهیزاتی که در معدن بکار گرفته می شوند، بایستی از قدرت مناسب برخوردار و با شرایط معدن سازگار باشند و همچنین در شرایط خوب نگهداری شوند. از آنجائی که موقعیت معدن به نحوی است که دسترسی به قطعات یدکی مشکل است، لذا سرویس و تعمیر و نگهداری منظم و دوره ای در بازدهی ماشین آلات بسیار مهم و تاثیر گذار است. سرویس و تعمیر و نگهداری ماشین آلات بایستی بر اساس برنامه زمانبندی مدیر معدن و یا کارخانه سازنده انجام گیرد. به منظور فراهم شدن شرایط ایمنی، ابزارهای راه انداز دستی دستگاهها باید بگونه ای طراحی شوند که جهت کار ماشین، نیاز به فشار دائمی دست و یا انگشت داشته باشند. اپراتور ماشین ها و تجهیزات، دارای صلاحیت لازم بوده و دانش و تجربه کافی برای کار با دستگاهها را داشته باشند.

### ۸-۲- چکش های حفاری پنوماتیکی

تمام اجزاء و قسمت های مختلف چکش حفاری نظیر شلنگ ها و پایه های نگهدارنده چکش باید به نحو مناسبی کار کنند. قبل از شروع کار وضعیت چکش از لحاظ وجود نقص و خرابی توسط اپراتور کنترل شود. این کار برای ماشین های حفاری پنوماتیکی نیز انجام شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- چکش حفاری و تجهیزات آن

کار با چکش حفاری باید به نحوی انجام گیرد تا اپراتور در معرض خطر ریزش مواد نباشد (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- روش مناسب کار با چکش حفاری

روغن کاری چکش های حفاری در فواصل زمانی معین و قبل از شروع بکار انجام گیرد.

موادی که بوسیله چکش حفاری و شکسته می شوند (شکستن ثانویه) به نحوی انباشت و ذخیره شوند تا امکان ریزش و لغزش آنها وجود نداشته باشد و خطری برای کارگران ایجاد نکنند.

قبل از جابجایی چکش از یک مکان به مکان دیگر، کمپرسور هوای فشرده خاموش شده و هوای داخل شلنگ نیز خالی شود.

ا برای شکستن سنگ هایی که حاوی مواد ناریه منفجر نشده و یا جاشنی های عمل نکرده هستند از چکش حفاری استفاده نشود.

#### ۳-۸- ماشین های حفاری

قبل از شروع بکار ماشین های حفاری، آنها از لحاظ وجود نقص و خرابی بازدید شوند. کارگران حفار و سایر کارگران معدن با فاصله مناسب و ایمن از مته و لوله حفاری در حال دوران قرار گیرند. کارگران از زیر مته های در حال حفاری و یا از روی لوله های دستگاه حفاری عبور نکنند. کارگران نایبستی مته حفاری در حال کار را با دست لمس کنند و از دست زدن به دکل حفاری در هنگام کار خودداری نمایند.

محل استقرار دستگاه حفاری و همچنین اپراتور دستگاه کاملاً پایدار و محکم باشد. قبل از جابجایی ماشین حفاری از یک نقطه به نقطه دیگر کمپرسور هوای فشرده خاموش شود و شلنگ آن نیز از هوا خالی گردد.

زمانی که خطر برخورد به چال های منجر نشده و یا چالی که حاوی مواد ناریه است وجود دارد، عملیات حفاری متوقف گردد.

۴-۸- کمپرسورها و تجهیزات مربوط به آن



مخزن کمپرسور هوای فشرده بایستی بر اساس قوانین و مقررات مربوط به مخازن تحت فشار تست شود و دارای گواهینامه ایمنی باشد. مخزن کمپرسورها بایستی قادر به تحمل ۵ برابر حداکثر فشار عملیاتی باشند.

تمامی شلنگ ها، لوله ها و اتصالات آنها تحمل فشار جریان هوا را داشته باشند. تجهیزات رابط مناسبی بین ماشین ها و شلنگ های تحت فشار نصب شوند. تجهیزات کمپرسور دارای ابزارهای زیر باشند:

- فشار سنج
- دماسنج
- شیر اطمینان برای آزاد کردن فشار اضافی

دمای درون کمپرسور هوای فشرده باید ۴۰ درجه کمتر از نقطه اشتعال روغن بکار رفته در موتور آن باشد (بیشتر از ۱۶۰ درجه سانتیگراد نباشد). زمانی که دمای کمپرسور از حد مجاز بیشتر شود و یا نواقص دیگری در سیستم خنک کننده آن ایجاد گردد، کمپرسور خاموش شود.

روغن بکار رفته در موتور کمپرسور دارای نقطه اشتعال بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد باشد. روغن های حیوانی و گیاهی برای این منظور مناسب نیستند. کمپرسور تمیز و خشک نگه داشته شود و دارای فیلتر هوا باشد تا هوای تمیز و پاک وارد کمپرسور شود. مسیر انتقال هوای فشرده از کمپرسور تا مصرف کننده باید خشک و خنک باشد.

هوای فشرده را هرگز مستقیماً به سوی افراد نگیرید، کلیه اقدامات احتیاطی را بکار گیرید تا کارگران از آسیب های احتمالی ناشی از ابزارها و تجهیزاتی که با هوای فشرده کار می کنند مصون باشند.

## ۹- نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به ماهیت معادن و خطرناک بودن ذاتی فعالیت های معدنی، در قوانین مربوط به بهره برداری معدن بر رعایت استانداردهای ایمنی تاکید شده است در حال حاضر، دریافت کنندگان و دارندگان پروانه های اکتشاف معدن تخصصی در این زمینه ندارند. لذا با توجه به علت وقوع بیشتر حوادث در معادن پیشنهادهایی برای کاهش حوادث ناشی از کار در معادن ارائه می گردد:

- ۱- با توجه به این که معادن در نقاط دورافتاده و خارج از شهر قرار دارند، سازمان نظام مهندسی معدن باید مهندسان ایمنی و فنی در معدن بصورت مقیم مستقر کند تا به طور مستمر بر عملیات بهره برداری و اکتشاف معدن و رعایت استانداردهای ایمنی، نظارت کنند.
- ۲- در زمان صدور مجوزهای معدنی طرح ایمنی معدن تهیه و از بهره بردارن و پیمانکاران معدن تضمین های لازم مبنی بر رعایت اصول و ضوابط ایمنی و همچنین اجرای آنها در مدت بهره برداری معدن اخذ گردد.
- ۳- بکارگیری افراد آموزش دیده و استفاده نکردن از کارگران فاقد تجربه و مهارت کافی
- ۴- الزام کارگران به استفاده کردن از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با نوع کار مخصوصاً کفش، کلاه و دستکش حفاظتی
- ۵- نظارت لازم و موثر کارفرما بر اجرای مقررات و آئیننامه های ایمنی و حفاظتی

## ۱۰- منابع و ماخذ:

1- William A. Hustrulid, Mark Kuchta, 2004, open pit mining, design and planinig, Second Edition

2- Manfred Walle and Norman Jennings, 2001, safety and health in small scale surface mines,

۳- گزارش آماری سازمان تامین اجتماعی

۴- بانک اطلاعات معادن ایران