

ج - چال‌ها به دقت و به طور کامل مسدود شوند و مواد پرکننده از مواد غیرقابل سوختن، خردشونده یا پلاستیک مانند سنگ، گرد و خاک، ماسه یا خاک رس تهیه شود. هیچ فشنگی در خارج از چال‌های مسدود شده نباید منفجر شود و هیچ چالی از ۶۵ سانتی‌متر نباید کوتاه‌تر باشد و همواره مواد پرکننده ۵۰ سانتی‌متر طول چال را مسدود کند. آتش‌کاری هنگامی مجاز است که عیار گاز متان تا ۲۰ متری سینه کار استخراجی کمتر از یک درصد بوده و چنانچه گردزغال نیز در فاصله مذکور موجود باشد، بایستی به خاک پاشی آن نیز اقدام کرد.

د - در هنگام استفاده از برق، رعایت کلیه نکات ایمنی ضرورت کامل دارد و کاربرد وسایل الکتریکی ضد انفجاری ضروری است. هرگاه مقدار زیادی گاز متان منتشر شود، لوازم و دستگاه‌های هوای فشرده جانشین ابزارها و آلات برقی می‌شوند و در صورت لزوم با انجام عملیات گاززدایی و انتقال متان به خارج معدن، شرایط ایمنی بهتری فراهم می‌شود.

مقدار مجاز گاز متان در قسمت‌های مختلف معدن: هنگامی که مقدار گاز متان در هوای معدن به حدود ۶-۵ درصد برسد، مخلوط بسیار انفجارآمیزی به وجود خواهد آمد طبق مقررات ایمنی، معادن غلظت گاز متان در آتمسفر گالری‌ها و کارگاه‌های زیرزمینی، از حدود معینی نباید تجاوز کند. هرگاه درصد گاز از حدود مقرر بالاتر رود، لازم است، اقدامات احتیاطی سریعی برای قطع برق محل، خارج کردن کارگران از منطقه خطر و سد کردن راه‌های ورودی انجام شود. در این صورت، به محض آن که، غلظت گاز متان از یک درصد تجاوز کند، جریان برق را قطع کرده و با رسیدن غلظت به ۲ درصد، دستور تعطیل کار و خروج از کارگاه‌ها را صادر می‌کنند. مقدار مجاز گاز متان در هوایی که به سینه کارهای استخراجی می‌رسد، ۵/۰ درصد و در جریان عمومی خروجی از تونل ۷۵/۰ درصد است. برای مراقبت و نظارت بر کیفیت مطلوب و توزیع منظم هوا در گالری‌ها و کارگاه‌های معدن، نمونه‌برداری از هوا امری ضروری است؛ این عمل در تونل‌های معادنی که از هر تن زغال‌سنگ استخراجی آن‌ها در شبانه‌روز بیش از ۱۵ متر مکعب متان متصاعد می‌شود، حداقل سه بار در ماه در تونل‌های معادنی که نسبت فوق بین ۱۵-۱۰ متر مکعب است، حداقل ۲ بار در ماه در تونل‌هایی که از هر تن زغال‌سنگ استخراجی در ۲۴ ساعت تا ۱۰ متر مکعب گاز متان نیستند، حداقل یک بار در ماه به‌مورد اجرا گذاشته می‌شود. چگونگی نمونه‌برداری و محل‌هایی که از آن‌ها نمونه‌برداری می‌شود و وسیله‌های آن متعاقباً بررسی می‌شود.

اقدامات لازم در هنگام تراکم گاز متان: به محض آن که دستگاه‌ها و وسایل اندازه‌گیری مقدار گاز متان، هوای معدن را بالاتر از مقدار مجاز نشان دادند، بایستی کلیه فعالیت‌های کارگران و رفت و آمدهای غیرضروری در آن قسمت از معدن، متوقف شود و با اقداماتی از قبیل دیوارکشی و

امثال آن از ورود کارگران به آن محل ممانعت کرد. البته در موارد اضطراری، مثل نجات دادن افراد و مواقعی که مسئول تهویه معدن صلاح بداند و به طور کتبی اجازه دهد، می‌توان در موارد استثنایی در چنین محل‌هایی وارد شد. آتش کردن چال‌ها نیز تا قبل از رسیدن مقدار گاز به حد اطمینان به تعویق می‌افتد؛ بنابراین شخص آتش‌کار وظیفه دارد، قبل از اقدام به خراج‌گذاری هوای اطراف چال‌ها را از نظر وجود گاز متان تا شعاع ۳۰ متری آزمایش کند و چنانچه مقدار گاز از یک درصد بالاتر باشد، ضمن خودداری از عمل خراج‌گذاری، مراتب را به مسئول ایمنی معدن اطلاع دهد. در مواقعی که احتمال سرایت خطر انفجار به محل‌های متروکه و حفاریات و شکستگی‌هایی که در آن‌ها گاز متان جمع شده وجود دارد، آتش کردن چال‌ها ممنوع است؛ هر چند که غلظت گاز متان در موقع عملیات انفجاری کمتر از یک درصد است، ولی پس از چند دقیقه مقدار زیادی گاز در زیر سقف و قسمت‌های بالای کارگاه جمع می‌شود که باید برای بی‌خطر کردن آن‌ها نیز اقداماتی به عمل آید. مهم‌ترین اقدامی که هنگام بالا رفتن غلظت گاز متان در هوای معدن صورت می‌گیرد، پاک و رقیق کردن آن با هوای تازه است که مراحل تهویه و هوارسانی بایستی زیر نظر مسئولین و با رعایت کلیه نکات حفاظتی انجام گیرد و تا تقلیل غلظت گاز با اطمینان کامل ادامه یابد. در این باره مقررات ایمنی حکم می‌کند که برای رقیق کردن گاز متان بایستی منحصراً از هوای فشرده استفاده شود و در صورتی که عیار گاز متان در هوا از ۲ درصد تجاوز کند، بایستی فعالیت لکوموتیوهای هوای فشرده متوقف شود. همچنین؛ یادآوری می‌شود که قطع جریان برق در هنگام بالا رفتن مقدار گاز متان، در حد یک درصد از نظر ایمنی اهمیت فراوانی دارد.

حریق در معادن

آتش یک فعل و انفعال شیمیایی است که در آن کلیه مواد سوختنی با اکسیژن هوا ترکیب شده و گرما تولید می‌کنند. به محض شروع فعل و انفعال، حرارت فراوانی ایجاد می‌شود که مقدار آن تقریباً به ۱۲۰۰ - ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. آتش تا زمانی که مواد سوختنی و گاز اکسیژن در آن وجود داشته باشند، به سوزانیدن و از بین بردن ادامه می‌دهد؛ مگر این‌که خاموش شود. آتش‌سوزی یکی از حوادث خطرناکی است که نه تنها در معادن بلکه در هر جای دیگر می‌تواند سبب ایجاد خسارت‌های فراوان مالی و تلفات جانی شود. معمولاً در هنگام وقوع حریق کسانی که در صحنه حضور دارند، با مشاهده شعله‌های آتش و حرارت زیاد آن دچار هراس و آشفتگی می‌شوند و به همین خاطر امکان انجام عکس‌العمل مناسب از آن‌ها سلب می‌شود که این موضوع در گسترش دامنه آتش و بالا رفتن میزان ضایعات تأثیر می‌گذارد.

مواد سوختنی و قابل احتراقی مانند داربست‌های چوبی، مواد روغنی، نوار باربری و غیره در

معادن موجب می‌شود که چنانچه حرارت و شعله‌ها با آنها تماس یابد، مشتعل شده و به آتش‌سوزی و انفجار منجر شود. بنابراین؛ ملاحظه می‌شود که آتش‌سوزی‌های معدنی، جریان کار عادی و روزانه را در معادن برهم زده و خسارت‌های سنگین، خطرات بزرگ و حوادث ناگواری را به وجود می‌آورند. در معدنی که دارای گاز متان و گرد زغال هستند، آتش‌سوزی ممکن است موجب انفجار آنها شود. خطر بزرگی که آتش‌سوزی‌های معدنی در بر دارند، مسمومیت افراد در اثر تنفس گاز منواکسیدکربن ناشی از سوختن زغال، داربست‌های چوبی و سایر مواد سوختنی موجود در معدن است. اگر یک دست قاب چوبی با سطح مقطع ۴ تا ۵ متر مربع آتش بگیرد، به طول ۲ کیلومتر فضای کارگاه‌ها و گالری‌های زیرزمینی را مسموم و خفه‌کننده می‌سازد. به همین علت آتش‌سوزی در معدن عموماً با مسمومیت و مرگ کارگرانی که در محل مشغول کار هستند، همراه است. تجربه‌هایی که در اثر عوامل و خسارت‌های اقتصادی ناشی از بروز آتش‌سوزی به دست آمده است، نشان می‌دهد که هزینه و وسایل معدنی پیش‌گیرنده آتش، بسیار کمتر از خسارت‌هایی است که در اثر آتش‌سوزی به وجود می‌آید.

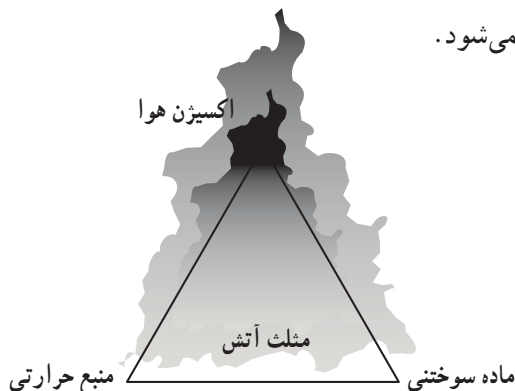
به علت اهمیت موضوع، حریق در معادن و تأثیری که در ایمنی معدن و سلامت افراد در کارگاه‌های زیرزمینی برجا می‌گذارد، لازم است، شناخت دقیقی از مسائل مربوط به حریق کسب نماییم که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مثلث آتش

به طور کلی، آتش از ترکیب سه عامل اکسیژن هوا، ماده سوختنی و حرارت پدید می‌آید که در اصطلاح به آنها مثلث آتش می‌گویند؛ زیرا فقدان هر کدام از عوامل مذکور، سبب می‌شود که آتش به وجود نیاید.

- ۱- بدون اکسیژن، عمل سوختن انجام نمی‌گیرد.
- ۲- بدون وجود ماده سوختنی، اصولاً چیزی برای سوختن وجود ندارد.
- ۳- بدون وجود حرارت، تجزیه مواد قابل اشتعال غیر ممکن است و آمادگی برای فعل و

انفعال‌های لازم حاصل نمی‌شود.



خطرات ناشی از حریق : هنگام وقوع آتش سوزی، مقدار زیادی گازهای زیان آور، بخارهای سمی و دود تولید می شود و به همراه شعله و حرارت، خطراتی را برای انسان ایجاد می کند که مسمومیت و خفگی جزء مهم ترین آنهاست. از آن جایی که بیشتر مواد سوختنی دارای کربن هستند، هنگام احتراق همواره مقداری گاز منواکسید کربن یا دی اکسید کربن ایجاد می شود که اگر جهت جریان هوا مخالف بشود، کارگرانی را که در محل ورود هوا مشغول کار هستند، غافلگیر می کند. در جریان حریق، با توجه به نوع مواد سوختنی و مقدار اکسیژن محیط و دمای اشتعال، گازهای سمی مختلفی مثل H_2S ، SO_2 و NH_3 و غیره تولید می شود. بنابراین، باید گفت که یکی از عوامل اصلی در تلفات جانی حاصل از آتش سوزی ها، تنفس گازها و بخارهای سمی و خفگی ناشی از فقدان اکسیژن بوده است که البته تعداد تلفات ناشی از سوختگی را نیز باید در نظر داشت. دود نیز یکی دیگر از مواردی است که از آتش سوزی حاصل می شود. در اثر فقدان اکسیژن کافی برای سوختن، مقادیری از ذرات سوختنی به صورت دود، همراه با سایر گازها از جسم مشتعل متصاعد می شود. در اثر سوختن و تجزیه مواد نفتی و تصاعد گازهای حاصله نیز، مقداری ذرات کربن به شکل دود نمایان می شوند، و هرچه مواد نفتی سنگین تر باشد، میزان دود آن بیشتر خواهد بود. دود در محیط آتش سوزی، مزاحمت و مشکلاتی برای دید افراد و مشاهده علائم هشداردهنده و اضطرابی ایجاد می کند. در نتیجه، مانع دستیابی به راه های خروجی می گردد و از طرفی تنفس را مشکل می کند و سبب آبریزش چشم، عطسه و سرفه می شود و قدرت تحرک افراد را در موقع فرار از محل آتش سوزی کاهش می دهد.

انواع حریق در معادن: به طور کلی، حریق هایی که در معادن صورت می گیرد، برحسب منشأ پیدایش آنها بر دو نوع است :

اول : حریق های ناشی از خودسوزی مواد معدنی ؛
دوم : حریق های معمولی .

حریق های ناشی از خودسوزی مواد معدنی

حریق های ناشی از خودسوزی مواد معدنی که به آتش معدنی نیز معروف است، عبارت اند از آتش گرفتن ماده معدنی مثل زغال سنگ، گوگرد، پیریت و غیره که خود به خود تولید شده و به آرامی گسترش می یابد و ممکن است به آتش سوزی منجر شود. حریق های ناشی از خودسوزی در نتیجه اکسیداسیون کند ماده معدنی به وجود می آید و جریان آن به این صورت است که بر اثر فعل و انفعال اکسیداسیون، مقداری گرما تولید می شود که خود عامل تشدید فعل و انفعال می شود. در نتیجه ؛ کار تا آن جا پیش می رود که مقدار حرارت لازم برای اشتعال ماده معدنی، خود به خود فراهم شده و سبب

آتش گرفتن آن می‌شود. هرچه وسعت سطح ماده معدنی که در تماس مستقیم با هوای اطراف است بیشتر باشد، عمل سوختن آسان‌تر و سریع‌تر صورت می‌گیرد. بنابراین، در زغال‌هایی که به‌طور طبیعی خاکه بوده و کلوخه‌ای نیستند، چون مقدار بیشتری هوا از فضای بین دانه‌های زغال عبور می‌کند، مقدار بیشتری اکسیژن با زغال ترکیب می‌شود و اکسیداسیون سریع‌تر صورت می‌گیرد.

محل وقوع حریق: هنگامی حریق ناشی از خودسوزی ماده معدنی رخ می‌دهد که در لایه‌ها، شکاف‌های کوچکی موجود باشد و هوا با سرعت و مقدار کافی با لایه تماس گیرد. بنابراین؛ حریق نمی‌تواند در هر محلی اتفاق بیفتد و اصولاً قسمت‌هایی از معدن که از این نظر آمادگی بیشتری دارند، عبارت‌اند از:

- نزدیکی محل گسل‌ها و حوالی شکستگی‌ها؛
 - محل‌های ریزش کرده در کارگاه‌ها؛
 - پایه‌های باقی‌مانده ماده معدنی؛
 - دویل‌هایی که برای احداث کارگاه حفر می‌شود.
 - سقف راهروهایی که زیر لایه زغال حفر شده‌اند یا در راهروهایی که سه‌طرف آن‌ها زغال باشد.
 - مجاورت دربهای تهویه
 - محل‌هایی از معدن که از شبکه اصلی تهویه جدا شده و خوب تهویه نمی‌شوند.
- علائم حریق معدنی:** با مشاهده و احساس نشانه‌های زیر، می‌توان احتمال وقوع آتش معدنی را مورد توجه قرار داد.

- کاهش مقدار اکسیژن موجود در هوای معدن و زیاد شدن اندازه گازهای دی‌اکسید و منواکسید کربن.

- افزایش رطوبت هوا در نزدیکی محل حریق که توأم با پیدایش مه غلیظ است.
- بالا رفتن درجه حرارت هوا و آب‌ها در معدن
- گرم شدن مواد معدنی و سطح زغال
- به مشام رسیدن بوی مخصوص مواد محتوی زغال‌سنگ

هنگام بروز آتش‌سوزی، در نتیجه فعالیت مواد سوختنی، حالت عادی انسان تغییر می‌کند. در ضمن، افرادی که در گالری‌ها مشغول به کار هستند و جریان هوا پس از عبور از محل حریق به آن‌جا می‌رسد، دچار سردرد، تهوع، تحریک مخاط بینی، خنجره و چشم‌ها می‌شوند.

پیش‌گیری از حریق معدنی: بررسی علل پیدایش و محل وقوع آتش معدنی در معادن، دست‌یابی به روش‌های پیش‌گیری از این نوع حریق را میسر می‌سازد؛ به‌طوری‌که با خنثی کردن عوامل تولید آتش معدنی و یافتن راه‌حل‌های مناسب برای استخراج قسمت‌هایی که آسیب‌پذیرتر هستند، می‌توان

امیدوار بود که خطر بروز آتش معدنی تا حدود زیادی کاهش یابد. مثلاً چون سیستم صحیح استخراج در لایه‌های مستعد به مقدار قابل توجهی مؤثر است، بنابراین؛ روشی مانند اتاق و پایه برای استخراج انتخاب نمی‌شود، همچنین با استخراج کامل مواد معدنی در نزدیکی گسل‌ها و شکستگی‌ها و سرعت دادن به پیش‌روی در کارگاه استخراج برای جلوگیری از تماس طولانی ماده معدنی با هوا، خطر بروز حریق به میزان زیادی تقلیل می‌یابد. قسمت‌هایی از لایه هم که در اطراف دربه‌های تهویه واقع است، مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد و هرگاه در وضع تهویه معدن و مدارهای آن تغییراتی داده شود، تا مدت زیادی لایه‌ها از نظر درجه حرارت و مقدار گاز دی‌اکسید کربن، مراقبت و کنترل می‌شود که اگر مقدار آن‌ها از حد معینی تجاوز کند، با ایجاد دیواره‌هایی در اطراف محل، آن را از شبکه تهویه جدا می‌سازند. در هنگام ریزش سقف کارگاه محل خالی شده را با خاک پر کرده یا سطح آن را گل پاشی می‌کنند.

پیش‌بینی‌های حفاظتی: در معادنی که احتمال بروز حریق در آن‌ها وجود دارد، لازم است که امکانات اطفاء حریق قوی باشد. بنابراین با نصب وسایل آتش‌نشانی خاموش‌کننده در محل‌های مناسب و انتخاب مسیرهای وسیع برای حمل لوازم مذکور، توانایی‌های معدن را در این زمینه بالا می‌برند. همچنین؛ ضروری است که در فاصله زمانی معین از آتسفر محل‌های مشکوک نمونه‌برداری به عمل آید و نسبت گاز منواکسید کربن بر مقدار اکسیژن مصرف شده تعیین شود.

نحوه عملکرد در هنگام بروز حریق: به محض آن که علائم و نشانه‌هایی از وقوع حریق مشاهده شد باید موضوع با کارگران و کارکنان درون معدن با جدیت دنبال شود و به سرعت نسبت به محدود کردن و اطفاء آتش اقدام شود. در این قبیل موارد، بهتر است که از طریق گل‌پاشی استفاده شود، زیرا مصرف آب سبب تولید مقدار زیادی گاز هیدروژن و منواکسید کربن خواهد شد که ممکن است به مسمومیت افراد منجر شود. هم‌چنین؛ ضمن اقدام به گل‌پاشی روی سینه کار برافروخته بایستی از ورود هوای تازه به محل جلوگیری به عمل آید، لیکن در آن صورت راهی را برای خروج دود و گازهای موجود باید باز بگذارند.

حریق‌های معمولی

حریق معمولی اصولاً عبارت است از سوختن اشیاء و لوازم مختلف که می‌تواند در معدن یا هر جای دیگر صورت گیرد. این نوع حریق در معادن عمدتاً به یکی از دلایل زیر ممکن است، رخ دهد:

- آتش معدنی

- ایجاد جرقه الکتریکی در اثر وضعیت نادرست تجهیزات برقی

- اتصال کوتاه در داخل کابل‌های حامل جریان یا ریزش روی کابل و ایجاد اتصال

- آتش روباز مانند رسیدن شعله چراغ‌های معدنی به اجسام سوختنی مانند چوب‌ها

- هدایت آتش از طریق دوپل‌ها از بیرون به داخل معدن
- عایق کاری نادرست کابل‌های حامل جریان
- انفجار مواد منفجره نامناسب، مثل استفاده از باروت در معادن زغال‌سنگ
- مالش یا اصطکاک مثلاً در اثر اصطکاک سطوح متحرک در موقع بهره‌برداری از نوار باربری
- یا اصطکاک و داغ شدن سیم‌های کابل فولادی در راهروهای شیب‌دار بر روی قرقره‌های ریل که گیر کرده و یا یخ زده باشند و حرکت نکنند یا تماس با داربست فلزی گالری‌ها و همچنین، مالش نوار باربری با چوب بست‌ها.
- جرقه زدن و گرم شدن دندان‌های دستگاه‌های زغال‌بر و کمباین‌های کوه‌بری
- انبار کردن زغال در کارگاه‌ها بیش از اندازه مجاز و نیز انبار کردن مواد قابل سوخت مانند چوب، روغن و غیره در محل استخراج.
- علائم حریق: در این نوع آتش‌سوزی‌ها، حریق دارای علائم و نشانه‌هایی است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از دود، بوی مخصوص مواد سوختنی، زیاد شدن ناگهانی درجه حرارت و مشاهده آتش و دود.
- پیش‌گیری از حریق: با اجرای روش‌های صحیح پیش‌گیری، تا حدود زیادی می‌توان احتمال آتش‌سوزی در معدن را پایین آورد. بررسی علل پیدایش حریق‌های معمولی، راه‌های جلوگیری از وقوع آن را ممکن می‌سازد و روش‌های زیر را ارائه می‌دهد.
- ممانعت از پیدایش آتش معدنی
- جلوگیری از تراکم گاز متان در یک محل
- عدم نگهداری وسایل قابل سوختن مثل چوب، کاغذ، روغن و غیره در داخل معدن
- استفاده از روغن‌هایی با دمای اشتعال بالا در موتورها
- احداث صحیح تأسیسات برقی و بهره‌برداری درست از آن‌ها به صورت خودداری از دادن بار اضافی به کابل‌ها و جلوگیری از اتصال کوتاه در شبکه الکتریکی و همچنین؛ قراردادن مخزن ماسه زیر ترانسفورماتورهای روغنی و پرکردن ترانسفورماتورها و کلیدهای قطع‌کننده با مواد پرکننده خشک به جای روغن‌های سوختنی.
- استفاده از مواد نسوز در نوار باربری، لنت ترمزها، ساختمان دکل‌ها، اتاقک و تیلانورهای اصلی داخل یا سطح معدن، کانال‌های گرم‌کننده دهانه چاه‌های قائم و اکتشافی، محفظه‌ها و یا اتاقک‌های ترانسفورماتور و ایستگاه‌های الکتریکی، گاراژهای لکوموتیوها، محفظه‌های مخصوص شارژ باتری‌ها، انبارهای مواد منفجره و داربست‌های گالری‌های مجاور آن‌ها و غشای لاستیکی کابل‌های قابل انعطاف.

علاوه بر موارد فوق، مصالح جنگلی از قبیل چوب، الوار و غیره که برای داربست کاری سینه کارهای استخراج و مقدماتی، مورد استفاده قرار می گیرند، باید آغشته به مواد نسوز باشند و پیش نهاد می شود که اقدامات دیگری همچون پاشیدن گرد نسوز، تمیز کردن و مرطوب ساختن هوای دارای گرد و غبار و غیره انجام شود. برای آن که در مواقع بروز حریق بتوان آن ها را به موقع کنترل کرد، در جاهای لازم درب های ضد آتش تعبیه گردد تا با بستن به موقع آن ها در هنگام آتش سوزی، مانع از توسعه آتش به سایر قسمت ها شود. **پیش بینی های حفاظتی:** هر چه کارگران معدن نسبت به خطرات ناشی از حریق و آتش سوزی، آگاهی و دانش بیشتری داشته باشند، احتمال ایجاد خطر کمتر خواهد شد. از همین رو، لازم است، در فرصت های مناسب برنامه آموزشی خاصی در این زمینه انجام شود و از طریق نمایش فیلم و برپایی سخن رانی و غیره، خطرات ناشی از حریق را به آنان یادآور شد و حساسیت لازم را در این زمینه ایجاد کرد. این اقدامات روانی، در کارگران اثرات بسیار مطلوبی برجای می گذارد و چنانچه حریقی صورت گیرد، معدن دچار هرج و مرج و بی نظمی نخواهد شد. تجهیز معدن به یک شبکه لوله کشی آب و وسایل آتش نشانی لازم و یک سیستم مخابراتی مطمئن از جمله پیش بینی های ضروری است که نایستی نادیده گرفته شود و از نظر دور بماند.

خطرات ناشی از حمل و نقل و ترافیک معدنی

همه روزه در معادن زیرزمینی میلیون ها تن مواد معدنی و سنگ و خاک حفر می شوند که با وسایل باربری موجود مانند راه آهن، نوارهای نقاله، بالابرها و غیره به بیرون معدن انتقال می یابند. از طرفی حجم قابل توجهی مواد مصرفی و مورد نیاز از قبیل چوب، سوخت و مواد منفجره به محل های کار منتقل می شوند و تعداد بسیار زیادی از کارگران در مسیرهای منتهی به کارگاه ها و بالعکس رفت و آمد می کنند. بنابراین، ملاحظه می شود که تردد افراد و وسایل حمل و نقل در فضای محدود و بسته معدن که مواجه با تاریکی نیز هست، چنانچه با برنامه ریزی دقیق و سازماندهی منظمی همراه نباشد و در کنار آن مقررات ویژه و حفاظتی به اجرا گذارده نشود، وقوع خطرات و پيشامدهای غیر منتظره و ناگواری در معدن اجتناب ناپذیر است. با توجه به بعضی از آمارهای موجود، ۴/۵ درصد حوادث معدنی، به راه آهن و ۲/۱ درصد متعلق به سایر انواع باربری است و بیان این مطلب نشان می دهد که تا چه اندازه باید نسبت به خطرات و صدماتی که ممکن است از این ناحیه متوجه جان افراد و نیز وسایل و ماشین آلات شود، توجه شود و برای جلوگیری از حوادث و سوانح ناشی از آن ها چاره اندیشی کرد. **عبور و مرور افراد در معدن:** عملیات معدنی روز به روز متمرکزتر می شود و محصول روزانه یک واحد معدنی رو به افزایش است و در نتیجه تعداد بیشتری کارگر مشغول به کار در داخل معدن

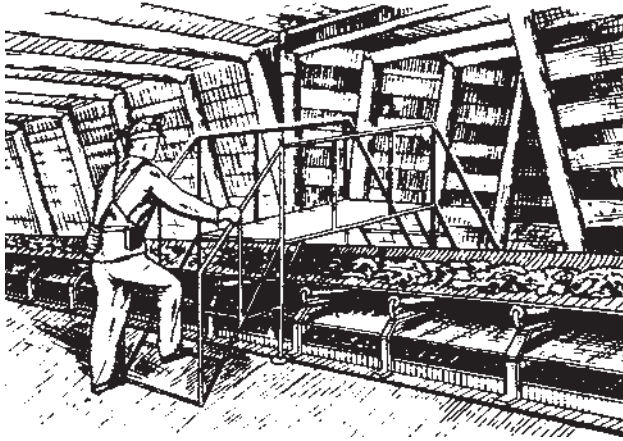
خواهند بود که در ابتدای نوبت کار، بایستی وارد کارگاه‌ها شده و به فعالیت بپردازند و در پایان نوبت کار از معدن خارج شوند. بنابراین؛ مدتی از وقت یک نوبت کار صرف رفت و آمد می‌شود و در این مدت از راهروها و چاه‌های زیرزمینی برای حمل مواد معدنی نمی‌توان استفاده کرد. برای آن‌که مدت رفت و آمد به حداقل ممکن برسد، از وسایل مکانیکی استفاده می‌کنند و در هر حال رفت و آمد کارگران باید برحسب آئین‌نامه و مقررات خاص حفاظتی صورت گیرد. همچنین، لازم است، تمام کسانی که در معدن زیرزمینی کار می‌کنند هنگام رفت و آمد در راهروها و تونل‌ها، مراقب اطراف و مسیر خود باشند تا به‌طور ناگهانی با مانعی برخورد نکنند و یا در چاله یا گودالی سقوط نکنند. هرچند امروزه، با استفاده از وسایل روشنایی عمومی و انفرادی، مسئله تاریکی در زیرزمین تا حد زیادی حل شده ولی مع‌ذالک، به علت این‌که دیواره‌ها و ماده معدنی، نور را به خود جذب کرده و از انعکاس آن جلوگیری می‌کنند، باز هم روشنایی مطلوب نیست و محدود بودن ابعاد تونل‌ها و کارگاه‌ها نیز امکان وقوع سانحه و تصادف را افزایش می‌دهند؛ به‌خصوص آن‌که تونل‌ها و کارگاه‌ها منحصر به رفت و آمد افراد نیست و ماشین‌آلات معدنی نیز در آن‌جا در حرکت هستند. برای آن‌که عبور لکوموتیو و واگن‌های دنبال آن، منجر به برخورد و تصادف با افراد نشود، در یک طرف کناره تونل‌ها و گالری‌ها، گذرگاهی را برای عبور افراد در نظر می‌گیرند و معبری درست می‌کنند که فاصله دیواره تالبه و واگن در آن حداقل از ۶۰ سانتیمتر کمتر نباشد یا آن‌که لکوموتیوها را با چراغ‌های پرنوری در جلو و عقب مجهز می‌کنند که وجود هرگونه مانعی را قابل تشخیص سازد و افراد را از تردد قطار آگاه کند.



شکل ۶-۱۱- گذرگاه مخصوص کارگران

برای آن‌که در تونل‌ها و راهروهای شیب‌دار رفت و آمد افراد به‌آسانی انجام شود و لغزیدن و زمین افتادن رخ ندهد، معمولاً در کف تونل و نزدیک به دیواره، یک سری تخته که در فاصله‌های معینی روی آن چوب‌های عرضی متصل شده، قرار می‌دهند و در کنار دیوار یک زرده چوبی برای دست‌گرفتن نصب می‌کنند تا افراد به راحتی عبور و مرور کنند.

محل‌هایی را که در آن‌ها احتمال سقوط افراد وجود دارد، با نرده‌کشی و نصب علائم خبری و چراغ راهنما مشخص می‌کنند و کارگران نیز همواره باید به نشانه‌ها و علامت‌های مخصوص توجه کافی داشته باشند. در محل تلاقی تونل‌ها هم یک پل ایمنی نظیر آنچه که در شکل زیر ملاحظه می‌شود، نصب می‌گردد تا افراد به راحتی از روی آن عبور کنند برای عبور و مرور کارگران در مسیرهای



شکل ۷-۱۱- پل ایمنی روی نوار باربری

طولانی، از واگن‌های مخصوص حمل و نقل افراد استفاده می‌شود. این کار در چاه‌ها با آسانسور انجام می‌گیرد و یادآوری می‌شود که به موجب دستورات حفاظتی، تعداد افرادی که در یک زمان در هر طبقه آسانسور معدنی قرار می‌گیرند، حداکثر ۵ نفر در هر متر مربع است. آسانسور را به سرپوشی مجهز می‌کنند تا کارگران از سقوط اشیا و اجسام پیش‌بینی نشده محفوظ باشند. در آئین‌نامه‌های ایمنی نسبت به مسئله رفت و آمد افراد در قسمت‌های مختلف معدن به طور مفصل بحث و بررسی شده است که برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توان به آن‌ها مراجعه نمود. بنابراین، از بیان آن‌ها در اینجا خودداری می‌شود و تنها به ذکر چند نکته مهم حفاظتی اکتفا می‌گردد.

۱- همواره از گذرگاه ویژه عبور افراد رفت و آمد کرده و به‌خصوص از عبور و مرور بین ریل‌ها و فاصله میان قطارهای باربری خودداری کنید.

۲- اگر لازم باشد از یک طرف گالری به طرف دیگر آن بروید و بایستی مطمئن شوید که قطاری در نزدیکی محل عبور شما نیست.

۳- راه خود را با چراغ الکتریکی روشن کنید و علائم خبری را زیر نظر داشته باشید.

۴- متوجه داریست‌ها و نیز اشیا و برآمدگی‌های کف گالری‌ها باشید.

۵- از ورود به گالری‌هایی که دارای علامت خطر هستند، به شدت خودداری کنید.

۶- به کابل‌ها، سیم‌های برق موتورها و دستگاه‌های الکتریکی و ترانسفورماتورها، نزدیک نشوید.

۷- در گالری‌هایی که در آن‌ها سیم‌برق وجود دارد، وسیله یا شیئی را روی دوش حمل نکنید و یا چیزی را به حالت عمودی نگه ندارید.

۸- اگر لازم است، کارگرانی را به محل‌های دور از کار یا به گالری‌های زیرزمینی که در آن‌ها فعالیتی انجام نمی‌شود، بفرستید، تأکید می‌شود از چند کارگر مجرب و مجهز به دستگاه‌های مشخص‌کننده گاز، استفاده کنید.

۹- عبور از روی تسمه نقاله‌ها فقط در صورتی مجاز است که متوقف باشند و رفت و آمد کردن از طریق آن‌ها به کارگاه استخراج اکیداً ممنوع است.

۱۰- حمل و نقل افراد در گالری‌های مایل بدون راهنما و ناظر فنی به هیچ وجه مجاز نیست.

تردد قطارها: راه‌آهن وسیله مهمی برای حمل و نقل و رفت و آمد کارگران در معدن است و با افزایش میزان بهره‌برداری از معادن، اهمیت آن در حمل و نقل معدن بیشتر آشکار می‌شود. بی‌خطر بودن کار باربری معدن بستگی زیادی به وضعیت شبکه خطوط راه‌آهن و استفاده صحیح از آن دارد. وضعیت نادرست ریل‌ها سبب بروز حوادث ناگواری از جمله لغزیدن و واژگون شدن واگن‌ها است. برای تقلیل حوادث و سوانح راه‌آهن، بایستی مشخصه‌های فنی ریل و زیرسازی و وسایل باربری و تناسب بین این خصوصیات با بار و اصول صحیح ریل‌گذاری به دقت رعایت شود و آگاهی‌های حفاظتی لازم را در اختیار کلیه کسانی که با این وسایل سرو کار پیدا می‌کنند به خصوص رانندگان لکوموتیوها، قرار داد.

برای آن که رفت و آمد قطارهای حامل مواد معدنی در گالری‌های زیرزمینی با اطمینان بیشتری انجام شود، لازم است در زمان انجام عملیات راه‌سازی، علائم خبری موردنیاز را در اطراف خط آهن نصب کرد. در ضمن، بایستی توجه داشت که ریل‌های راه‌آهن پس از گذشت مدت زمان معینی فرسوده می‌شوند و کلاهیک آن‌ها در نتیجه فرسایش کوتاه می‌گردد که در این صورت باید نسبت به تعویض این قبیل ریل‌ها اقدام کرد. وجود شکاف‌های طولی و عرضی در ریل نیز ممکن است، باعث خارج شدن واگن‌ها از روی خط ریل گردد. بنابراین؛ تعویض آن‌ها ضروری است.

حمل و نقل با نقاله: برای حمل بار و مواد معدنی حفر شده در معادن، از نوارهای باربری استفاده می‌شود که ساختمان و طرز کار آن‌ها در درس‌های قبلی مورد بررسی قرار گرفته است و آنچه که در این جا بایستی به آن اشاره شود، موضوع ایمنی و حفاظت کار در هنگام بهره‌برداری از آن‌ها

است. نوارهای مذکور در دو نوع ناو زنجیری و نوار تسمه‌ای هستند که موارد حفاظتی آن‌ها به شرح زیر است.

الف - ناو زنجیری: گاهی اوقات در نتیجه در رفتن بیلچه یا پارو از زنجیر کششی که ناشی از موتاژ نادرست آن و شل بودن قسمت‌های در حال حرکت است، به کسانی که در نزدیکی آن‌ها به کار مشغول هستند، آسیب وارد می‌شود که در این مورد باید دقت لازم به عمل آید. برای جلوگیری از خسارت‌های وارده به کارگران، بایستی اطراف چرخ زنجیر را حصارکشی کرد و هنگام حمل مصالح سنگین و چوب‌های جنگلی با نقاله، آگاهی دادن به کارگران کارگاه استخراج، ضروری است. مصالح مذکور باید طوری روی نقاله قرار گیرند که در زمان حمل و نقل با داربست گالری تماس حاصل نکنند. به موجب مقررات حفاظتی، تمیز کردن نوار نقاله زنجیری در زمان حرکت اکیداً ممنوع است و در ضمن، تمام طول نقاله باید با سیستم علامت دهی مجهز گردد. رفت و آمد در طول نوار نقاله و جابه‌جا کردن آن بدون توجه به پاسپورت نیز ممنوع است.

ب - نوار نقاله تسمه‌ای: در حدود ۶۰ درصد سوانح ناشی از کار نوارهای تسمه‌ای از درگیر شدن طبلک‌های نوار نقاله با نوار حادث می‌شود. نوارهای مذکور در نتیجه اصطکاک و معایب الکتریکی نیز ممکن است، دچار حریق شود. همچنین؛ بهره‌برداری از نوارهای فرسوده و بی‌نظمی در برنامه‌ها نیز به حوادثی منجر شده است؛ به طوری که قبلاً نیز اشاره شد، برای عبور از بالای نوار نقاله تسمه‌ای باید راهروهای مخصوصی ساخته شود و مشابه راه‌آهن باید در کنار گالری فاصله‌ای بیش از ۷۰ سانتیمتر را برای عبور و مرور افراد اختصاص داد. گالری‌هایی که در آن‌ها نوار نقاله تسمه‌ای نصب شده، بایستی مستقیم بوده و در تمام طول آن داربست‌های نسوز، به کار رفته باشد. برای آن‌که کلیه کارگرانی که در طول نوار ممکن است حضور داشته باشند، از شروع به کار نوار تسمه‌ای مطلع شوند، باید چند ثانیه قبل از روشن کردن دستگاه، مراتب را با علائم اخباری به آگاهی آن‌ها رساند. از همین رو، به کار انداختن نوار مذکور بدون علامت قبلی اکیداً ممنوع است. همچنین، انجام هرگونه سرویس و تعمیرات دستگاه در هنگام کار آن خطرناک و مغایر با مقررات حفاظتی است.

حمل و نقل در راهروهای شیب‌دار: برای جابه‌جا کردن مواد معدنی و غیره در گالری‌های افقی و شیب‌دار، یک یا چند واگن موجود در روی خطوط ریل به کمک کابل و جرثقیل به حرکت درمی‌آید. فرسودگی سیم بکسل و کم شدن استحکام آن، فرسودگی لنت‌های ترمز و بوش‌ها و بعضی از قطعات موتور و خراب بودن خط ریل از جمله علل اصلی سوانح معدنی ناشی از این روش باربری است.

برای جلوگیری از حوادث و صدمات وارده در هنگام حمل و نقل در راهروهای شیب‌دار

بایستی توجه داشت که :

- ۱- بهره‌برداری از واگن‌های خراب، ممنوع است.
 - ۲- ساختمان ترمزها و کلیه وسایلی که مانع از برگشتن واگن‌ها در هنگام پاره شدن کابل به پائین می‌شود، بازدید قبلی شده باشند.
 - ۳- واگن‌ها در هنگام حرکت در سطوح شیب‌دار حتماً مجهز به ترمز باشند.
 - ۴- افراد نمی‌توانند از واگن‌های معمولی برای رفت و آمد در مسیرهای شیب‌دار استفاده کنند.
 - ۵- واگن‌ها را باید به وسایل مخصوص جلوگیری از سقوط مجهز کرد، یعنی، به انتهای آخرین واگن در هنگام حرکت به طرف بالا یک چنگال مخصوص متصل کرد تا از بازگشت واگن در هنگام رها شدن به عقب جلوگیری کند و اگر واگن به سمت پائین در حال حرکت باشد، چنگال را در عقب آخرین واگن، طوری قرار داد که هنگام پارگی کابل بر روی زمین بیفتد و درحین درگیر شدن با تراورس‌ها واگن‌ها را متوقف سازد.
 - ۶- از اتصالاتی‌های قوی و کابل سالم استفاده شود و اگر بیش از یک واگن در حال حرکت است، با یک زنجیر واگن اولی و آخرین را به هم متصل کنند تا اگر یکی از اتصالاتی‌ها باز شود، خطری تولید نشود.
- باربری در چاه: از عملیات مهم معادن زیرزمینی استخراج از چاه و باربری از طریق آن است که مسائل مختلف فنی و ایمنی در آن مطرح می‌شود. در معادن عمیق، محصول را از چاه‌های قائم خارج می‌کنند و سرعت حرکت وسایل باربری در چاه بسیار زیاد است که اغلب از ۱۰ کیلومتر در ساعت تجاوز می‌کند. معمولاً حمل زغال سنگ و مواد معدنی از پائین به بالا، حمل ماشین‌آلات و ابزار و افراد در دو جهت و حمل خاک برای خاکریزی، حمل چوب و آهن و وسایل نگه‌داری از بالا به پائین انجام می‌گیرد. حمل و نقل افراد و مواد معدنی در داخل چاه با وسایلی به نام قفس و اسکپ انجام می‌شود. برای رفت و آمد افراد در داخل چاه، هرچند قفس‌های مخصوصی وجود دارد ولی در بعضی موارد از قفس‌هایی که برای حمل واگن‌ها ساخته شده، برای رفت و آمد کارکنان نیز استفاده می‌شود. در چاه‌های قائمی که بالا بردن بار در طول آن‌ها با واگن صورت می‌گیرد تمام سکوها پذیرش فوقانی میانی و تحتانی، باید مجهز به دستگاه‌های ضامن بوده و یا به وسایلی مجهز باشند که از برگشتن واگن‌ها جلوگیری کند. کلیه قسمت‌ها و اجزای بالا برهای معدنی باید در هر شبانه‌روز با مکانیک و هر ماه توسط سر مکانیک یا دستیار وی حداقل یک بار کنترل و بازرسی شود. در تأسیسات استخراج از چاه یک نفر متصدی ماشین و در هر پذیرگاه یک نفر مسئول می‌گمارند و برای برقراری ارتباط بین مأمورین از علائم استفاده می‌کنند؛ به طوری که یک نفر متصدی ماشین می‌تواند

بدون اشتباه وظایف محوله را که عبارت‌اند از حمل ماده معدنی، وسایل و ابزار، افراد و مانور در پذیرگاه و بازدید چاه، به انجام رساند. علائم باید کاملاً مشخص و در تفسیر و مفهوم آن هیچ تردیدی حاصل نشود و معنی آن برای فرستنده و گیرنده یکسان باشد.

یکی از اقداماتی که می‌توان برای پائین آوردن صدمات وارده در حمل و نقل معدنی انجام داد و از آن نتایج مطلوبی به دست آورد، مکانیزه کردن عملیات مانوری در تأسیسات اطراف چاه قائم و مراکز بارگیری و سکوی پذیرش مواد معدنی است. قریب ۱۰ درصد حوادث ناگوار در حمل و نقل با واگن و به هنگام اجرای عملیات مانوری در تأسیسات اطراف چاه‌های قائم و در مراکز بارگیری کارگاه‌های استخراج رخ می‌دهد و علل اصلی آن‌ها عبارت‌اند از:

۱- تخلیه نادرست و خطرناک مواد در موقع کار؛

۲- جدا کردن و اتصال غلط واگن‌ها از طریق وضعیت نادرست قرارگیری کارگر در موقع

اتصال واگن‌ها؛

۳- خارج شدن واگن‌ها از روی ریل و هل دادن واگن‌ها با دست، هنگامی که کارگر در جلوی

واگن ایستاده است.

برای تأمین امنیت کاری در تأسیسات اطراف چاه قائم معادن بزرگ، اقدام به تأسیس مرکز کنترل می‌کنند که در کنار سیستم هدایت حرکت، کنترل اتوماتیک کار ماشین‌های بالابر، وسایل زهکشی، تهویه و سایر دستگاه‌ها را نیز انجام می‌دهد. کار علامت‌ها و تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها به عهده کنترلر یا ماشین محاسبه هدایت کننده است. از مرکز کنترل بایستی بتوان با تمام مراکز بارگیری و تخلیه واگن‌ها و متصدیان لکوموتیوها، ارتباط تلفنی و رادیویی برقرار کرد. هر مرکز کنترل بایستی با وسایل مراقبت از راه دور برای پرکردن بونکرها و کار دستگاه‌های ثابت و دستگاه‌های علامت‌دهی و غیره مجهز باشد.

ایمنی کابل: یکی از مهم‌ترین وسایل استخراج از معادن زیرزمینی کابل فولادی است و انتخاب صحیح آن تأثیر به‌سزایی در بهره‌برداری مطمئن معدن دارد؛ زیرا ایمنی در باربری و حمل افراد در چاه بستگی به استحکام آن دارد و قطر چرخ چاه و قرقره‌ها و مشخصه‌های ماشین استخراج و غیره به مقاومت و قطر کابل بستگی دارد. تمام کابل‌ها را قبل از شروع به کار، بایستی مورد آزمایش قرارداد. برای آزمایش کردن کابل، یک قطعه از آن را به طول بیش از ۱/۵ متر می‌بُرند و هر کدام از رشته‌های آن را از لحاظ خم شدن و قطع شدن مورد بررسی و مطالعه قرار می‌دهند. از روی نتایج این آزمایش‌ها ضریب اطمینان کابل را تعیین می‌کنند، در صورتی که سطح مقطع عرض رشته‌های کابل

تحمل آزمایش‌ها را نداشته باشد، استفاده از آن ممنوع است. کابل‌ها در اثر عوامل گوناگونی فرسوده می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها بار زیاد، خستگی و عوامل شیمیایی هستند. سیم‌های سطح کابل در اثر تماس با قرقه‌ها و چرخ‌چاه سائیده می‌شوند ولی رشته‌های درون کابل در اثر فشار و مالش داخلی سائیده و پاره می‌شوند. بار زیاد و به‌خصوص اگر به‌طور ناگهانی روی کابل اثر کند، کابل را قطع می‌کند. عوامل شیمیایی مانند رطوبت و آب‌های اسیدی نیز کابل را به‌تدریج فرسوده می‌کنند. به‌طور کلی هنگامی که درصد سائیدگی کابل‌ها به شرح زیر باشد، استفاده از آن‌ها اکیداً ممنوع است.

۱- کابل‌هایی که برای بالا و پائین آوردن افراد به کار می‌روند ۶ درصد

۲- کابل‌های مخصوص حمل بار ۱۰ درصد

کابل‌های مخصوص بالا و پائین آوردن افراد، هر شش ماه یک مرتبه و کابل‌های مخصوص حمل بار هر سال یک بار باید آزمایش شوند. برای هر نوع کابل با توجه به نوع کاربرد آن ضریب اطمینانی در نظر می‌گیرند و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۷ یا ۸، حداکثر بار وسیلهٔ باربری را تعیین می‌کنند.

حداکثر عمر کابل‌ها که به آزمایش‌ها بستگی ندارد، برای کابل‌های موازنه‌کننده دستگاه‌های بالابر با طبک‌های اصطکاکی، کمتر از ۲ سال و برای دستگاه‌های بالابر با طبک سیلندری، کمتر از ۴ سال و برای دستگاه‌های بالابر معدنی که عمق چاه‌های قائم بیش از ۵۰۰ متر باشد، ۲ سال در نظر گرفته شده است.

بازدید کابل‌ها در هر شبانه‌روز و هنگامی که سرعت حرکت آن ۳/۰ متر در ثانیه است، انجام می‌گیرد و اصولاً هفته‌ای یک بار بازدید کابل با کنترل تعداد رشته‌های پاره‌شده در تمام طول آن، صورت می‌گیرد. اگر هنگام بازدید در یک قسمت از کابل، تعداد رشته‌های پاره‌شده به ۵ درصد تعداد کل رشته‌ها برسد، باید سیم‌بکسل را تعویض کرد. هر ماه لااقل یک‌بار معاینهٔ سیم کابل همراه با نظافت کردن و روغن‌کاری آن و نیز اندازه‌گیری قطر محل‌های فرسوده انجام می‌شود. علاوه بر آن، دربارهٔ از بین رفتن مقطع کابل، کنترل منظمی با دستگاه‌های الکترومغناطیسی از تمام طول آن صورت می‌گیرد. چون روغن‌کاری اصطکاک کابل را کاهش داده و در دوام کابل مؤثر واقع می‌شود، آن را روغن‌کاری می‌کنند. روغنی که برای این منظور به کار می‌رود، باید از همان نوعی باشد که کارخانهٔ سازنده کابل سفارش داده است و روی هم‌رفته در برابر رطوبت نفوذناپذیر و در برابر پوسته‌پوسته شدن و ترک خوردن مقاوم باشد و با داشتن غلظت مناسب بتواند به لای رشته‌ها و مغز کابل نفوذ کند.

خودآزمایی

- ۱- علل ریزش در معادن زیرزمینی را نام ببرید و هر کدام را به اختصار شرح دهید.
- ۲- برای جلوگیری از ریزش سقف و دیواره‌ها در معدن چه اقداماتی صورت می‌گیرد؟
- ۳- کدام تجهیزات حفاظتی و به چه طریقی شخص را در مقابل خطرات ریزش مصون می‌دارد؟
- ۴- گاز متان در چه غلظت‌هایی برای معدن خطرات انفجار و آتش‌سوزی را به دنبال دارد؟
- ۵- عوامل مشتعل‌کننده گاز متان کدام‌ها هستند؟
- ۶- چگونه از اشتعال گاز متان در معدن پیشگیری می‌کنند؟
- ۷- چگونه تراکم گاز متان در قسمت‌های مختلف معدن و حداکثر غلظت مجاز آن‌ها را ذکر کنید.

- ۸- هنگام متراکم شدن گاز متان در معدن چه اقداماتی باید انجام شود؟
- ۹- انواع حریق در معادن کدام‌هاست؟ حریق ناشی از خودسوزی مواد معدنی چه منشأی دارد و چگونه صورت می‌گیرد؟

- ۱۰- حریق ناشی از خودسوزی مواد معدنی در چه نقاطی رخ می‌دهد؟
- ۱۱- علائم وقوع حریق معدنی چیست؟
- ۱۲- از وقوع حریق معدنی چگونه باید پیشگیری کرد؟
- ۱۳- حریق معمولی در معادن چگونه صورت می‌گیرد و عوامل آن کدام‌هاست؟
- ۱۴- چگونه می‌توان از وقوع حریق در معدن جلوگیری کرد؟
- ۱۵- خطرات ناشی از عبور و مرور افراد در معدن چگونه به وجود می‌آید؟
- ۱۶- در هنگام عبور و مرور در درون معدن به چه نکاتی باید توجه کرد؟
- ۱۷- احتیاط‌های لازم در مورد تردد با قطار معدن و نقاله‌ها چه مواردی را شامل می‌شود؟
- ۱۸- برای جلوگیری از خطرات و حوادث در هنگام حمل و نقل در راهروهای معدن باید چه

کار کرد؟

- ۱۹- علل اصلی خطرات حاصل از باربری در چاه چیست؟
- ۲۰- چگونه و از چه جنبه‌هایی باید کابل‌های فولادی حمل و نقل آسانسور چاه‌ها را ایمن‌سازی

کرد؟

فهرست منابع و مآخذ

الف: منابع فارسی

- ۱- ایمنی در معادن زیرزمینی و تونل‌سازی، مترجم: زادبوسفی، مهندس یوسف، انتشارات مؤسسه کار و تأمین اجتماعی، نشریه شماره ۲۱، بهمن ماه ۱۳۶۴.
- ۲- ایمنی در معادن، تألیف: محمدزاده، مهندس غلامرضا، آموزش فنی رشته معدن، سال چهارم هنرستان، کد ۸۲۰، انتشارات وزارت آموزش و پرورش، فروردین ۱۳۶۸.
- ۳- استخراج معادن (جلد دوم)، تألیف: محمودی، مهندس نصرالله، انتشارات دانشگاه تهران، کد ۹۶۷/۲، سال ۱۳۴۵.
- ۴- دوره جدید استخراج معادن (جلد دوم)، تألیف: محمودی، مهندس نصرالله، انتشارات دانشگاه تهران، سال ۱۳۵۷.
- ۵- اصول استخراج معادن (جلد دوم)، تألیف: مدنی، مهندس حسن، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، زمستان ۱۳۷۶.
- ۶- مبانی معدنکاری، تألیف: بصیر، دکتر سیدحسن، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، سال ۱۳۷۵.
- ۷- فنون معدنکاری (جلد اول)، ترجمه و تألیف: اورعی، مهندس عزت‌الله، حرفه‌چینی: مرکز بررسی‌های اسلامی قم (با همکاری مؤسسه انتشاراتی قدس)، چاپ نمونه قم، آذرماه ۱۳۶۳.
- ۸- ماشین‌آلات معدنی، ترجمه و تدوین: مهندسی نیروی زمینی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، واحد تبلیغات و انتشارات سپاه، بهار ۱۳۶۵.
- ۹- حفاری در معادن سطحی، مؤلف: شرکت تامراک، ترجمه و ویرایش: کارشناسان شرکت تولید و فرآورده‌های مواد معدنی ایران، ناشر: شرکت تولید و فرآورده‌های مواد معدنی ایران.
- ۱۰- مجموعه مقالات اولین سمینار بررسی معادن سنگ‌های ساختمانی (ترتیبی و نما)، وزارت معادن و فلزات، ناشر: شورای هماهنگی سنگ‌های ترتیبی با همکاری انتشارات آدینه.
- ۱۱- معادن و فلزات، نشریه داخلی وزارت معادن و فلزات، شماره چهارم، بهمن ماه ۱۳۶۳.
- ۱۲- روش‌های استخراج زیرزمینی، دوره کارشناسی معدن، تألیف: ناصریا، مهندس هرمز، جزوه درسی پلی‌کی، ۱۳۷۶.
- ۱۳- روش‌های استخراج روباز، تألیف: سعد محمدی، دکتر اردشیر، جزوه درسی، ۱۳۷۶.

۱۴- ماشین‌های راهسازی و روش‌های اجرایی، تألیف: بهبهانی، دکتر حمید و خاکی،
علی‌منصور، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه علم و صنعت ایران، آبان ماه ۱۳۶۴.

ب: منابع خارجی

۱- Tarasou, L

safety in Opencast mining

Mir publishers, moscow - 1973

۲- G. Popov

The working of mineral Deposits

Mir publisher moscow - 1971

۳- Hans Hamrin

guide to underground mining methods and applications

Atlas copco MCT AB. STOCKHOLM. SWEDEN - 1980

۴- Hans Hamrin

Mining Methods

Atlas copco MCT AB. stockholm. Sweden

۵- کاتالوگ‌های شرکت تامراک فنلاند

۶- کاتالوگ‌های شرکت اطلس کوپکو آ.ب. سوئد

۷- کاتالوگ‌های شرکت بوهرلر

۸- کاتالوگ‌های شرکت هیتاچی

۹- کاتالوگ‌ها و کتاب‌های آموزشی شرکت کاتریپیلار

۱۰- مجلات E&MJ 1988

