

ملاحظات اساسی در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی

امیر شاطری^۱

چکیده:

با توجه به شواهد موجود معدن کاری و استفاده از مواد معدنی قدمت هزاران ساله دارد یعنی از زمانی که بشر طلا را در معادن روباز و یا رودخانه ها کشف و با وسایل ابتدایی استخراج کرد به معدنکاری پرداخت. اما امروزه معدنکاری حرفه ای بسیار پیچیده و پر هزینه است چرا که اکنون معادن عمیق تر لایه های غنی کمی تر و عیار فلز کانه ها کمتر شده است. معدن کاری، صنعت پیچیده ای است که بر مبنای بسیاری از رشته های صنعتی دیگر بنا شده است و بنابراین مطالعه در مورد چنین صنعتی، مشکلات خاص خود را دارد. (قنبری و همکاران، ۱۳۹۳:۷)

ما در این پژوهش به این سوال می پردازیم که ملاحظات اساسی در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیر زمینی چیست؟ و مسئله این پژوهش بررسی نقش ملاحظات (پیش بینی، پیشگیری) در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی است. با توجه به بررسی این محقق که از روش تحقیق توصیفی و با ابزار گردآوری اسنادی و کتابخانه ای صورت گرفته عمده سناریوهایی که پتانسیل ایجاد بحران در معادن زیر زمینی را داشته شامل چهار موضوع ریزش، سقوط کیچ، خفگی و آتش سوزی و انفجار می باشد.

واژگان کلیدی: بحران - معدن زیرزمینی - کیچ - مدیریت بحران

مقدمه:

حوادث صنعتی و بحرانهای ناشی از حوادث طبیعی زندگی انسانها را بیش از پیش مورد تهدید قرار می دهند. تجربه نشان داده است صناعی که برای مقابله با این گونه حوادث برنامه ریزی کرده اند و رعایت اصول ایمنی قبل از بروز حادثه را به پرسنل آموزش داده اند، در هنگام مواجهه با حوادث غافلگیر نشده، میزان آسیب های جانی و خسارت های مالی را به طور محسوسی کاهش داده و امنیت بیشتری را برای حفظ جان و دارایی اعضای سازمان خود فراهم کرده است. (بیرویدیان، نادر، ۱۳۸۹، ۲۳)

اقدامات پیشگیرانه با تصمیم گیریهای مدیران ارشد آغاز شده و از سوی مدیران میانی حمایت و هدایت می شود. اما مقابله و اجرای عملیات بستگی به مهارت و آمادگی کلیه کارکنان دارد. عملیات معدنکاری، مرحله ای بین اکتشاف و فراوری است. عملیات معدنکاری، جداکردن کانسنگ خام از سنگ در برگرنده طبیعی و همچنین انتقال جهت آرایش و فراوری را شامل می شود. روشهای معدنکاری بطور ابتدایی با توجه به عمق، شکل و عیار کانسارهای آن در ارتباط با ترکیب مواد تشکیل دهنده، هیدروژئولوژی و نظرات ژئوتکنونیک سنگهای در برگرنده تعیین می شوند. در تحلیل نهایی تصمیم گیری در مورد استفاده از روش های مختلف به مسائل اقتصادی نیز بستگی دارد؛ چراکه در نهایت روشی انتخاب خواهد شد که هزینه های آماده سازی، استخراج و جابجایی مواد در تن کانسنگ آن، کمتر باشد. (کوه درئی و همکاران ۱۳۹۵:۲)

با افزایش عمق ماده، مزایای معدنکاری روباز کاهش یافته و از معدنکاری زیر زمینی استفاده میشود. روشهای استخراج زیرزمینی در این معادن در صورتی قابل کاربرد هستند که بتوانند ملاحظات سلامتی و زیست محیطی را همزمان با استخراج سنگ، تامین کنند. با توجه به تهدیدات خاص در معادن زیر زمینی، برنامه ریزی برای واکنش در شرایط اضطراری و تسهیل مدیریت بحران نیاز به گردآوری برنامههایی از قبیل سیاست گذاریها، الزامات و دستورالعملها در پاسخ به شرایط پیش بینی نشده و عملیات کمک رسانی دارد. این الزامات توسط ارگان هایی نظیر وزارت بهداشت و درمان و علوم پزشکی و وزارت صنعت و معدن و ... که به سازمان های دیگر نیز خدمات رسانی می کنند گسترش یافته است. (میرزایی و همکاران ۱۳۹۱:۱)

۱- بیان مسئله:

از وظایف اصلی مدیریت در هر سازمان کاهش هزینه ها برای بالا بردن بهره وری است و با توجه به شرایط خاص کشور و احتمال وقوع بحرانهای مختلف، ضروری است مدیران صنایع بیش از گذشته به این امر توجه نمایند، این موضوع با اتخاذ راهکارهایی کاربردی جهت شناسایی و پیشگیری بحرانهای ناشی از صنعت مورد نظر و بحرانهای ناشی از سیل، زلزله، طوفان، آتشفشان، بیماریهای واگیردار و همه گیر و ...،

همچنین پیامدهای ناشی از آن در کشور (امنیتی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی) قابل کنترل می باشد.

(طوسی، محمدرضا، ۱۳۸۴:۴۳)

اکثر شرایط اضطراری در معادن زیرزمینی از خطاهای انسانی نشأت می گیرد که می تواند منجر به اثرات زیانبار شدیدی شوند. لذا با داشتن برنامه ای برای آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری و مدیریت بحران می توان بر اثرات احتمالی ناشی از بحران فائق آمد. گرچه حوادث انسانی در معادن زیر زمینی را می توان به سقوط از ارتفاع، برق گرفتگی، سقوط بالابر، تصادفات نقلیه در محوطه، استنشاق گازهای سمی، سرخوردگی روی سطوح شیب دار و نیز حوادث تجهیزات نظیر سقوط بارهای سنگین، واژگون شدن تجهیزات، مخازن، و ماشین آلات نظیر جرثقیل، لیفتراک نسبت داد، اما حوادثی نظیر آتش سوزی و انفجار در محیط های باز و یا بسته عواقب سوء به همراه خواهد داشت. (قنبری و همکاران، ۱۳۹۳:۷)

باید توجه داشت به منظور اثر بخشی طرح مدیریت بر شرایط اضطراری و تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی ابتدا مخاطرات موجود شناسایی و آنگاه پس از بررسی و طبقه بندی آنها به منظور مقابله با هر یک، برنامه مناسب جهت واکنش را تدوین نمود. (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۱:۳)

مسئله این تحقیق، نقش ملاحظات اساسی در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی است. این پژوهش با استفاده از ارزیابی مخاطرات موجود در معادن زیرزمینی که منجر به وقوع شرایط بحرانی گردیده، اقدام به تدوین استراتژی و ارائه ملاحظات اساسی و اعلام نیازمندی های لازم جهت تسهیل در مدیریت بحران نموده است.

۲-هدف:

هدف از مقاله حاضر این است که نمود های عملی شرایط تسهیل مدیریت بحران در زمان وقوع بحران را در معادن زیرزمینی نشان بدهد.

۳-سوال تحقیق:

با توجه به موضوع تحقیق، محقق به دنبال این بوده که ملاحظات اساسی در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی کدام است؟

۴-فرضیه تحقیق:

در این پژوهش فرض بر این است که شناسایی سناریوهای محتمل بحران را و به دنبال آن داشتن برنامه جهت تامین نیازمندی ها در راستای رفع این سناریوها، بهترین راهبرد جهت پیشگیری و در صورت وقوع بحران، تسهیل در فرایند مدیریت بحران در معادن زیر زمینی می باشد.

۵ روش:

پژوهش انجام شده با روش تحقیق توصیفی و با ابزار گردآوری اسنادی و کتابخانه ای صورت گرفته و همینطور

بررسی گزارش های مربوط به معادن زیرزمینی در خارج و داخل کشور می باشد. بر همین اساس در پژوهش حاضر سعی شده است تا با توجه به ماهیت موضوع کار و نیز در راستای رسیدن به هدف اصلی تحقیق یعنی؛ روشن نمودن ملاحظات اساسی در تسهیل مدیریت بحران در معادن زیرزمینی با استفاده از روش اسنادی - کتابخانه ای و بهره گیری از منابع نگاشته شده پیشین ابعاد و اهمیت را روشن تر کنیم.

مبانی و مفاهیم نظری:

معادن و معادن زیرزمینی:

معادن کاری زیرزمینی و بالاخص معدن کاری زیرزمینی زغال سنگ، یکی از پرمخاطره ترین فعالیتهای صنعتی در هر کشور محسوب می شود، زیرا حوادث ناشی از آن همه ساله بالاترین نرخ مرگ و میر و صدمات ناشی از کار را به خود اختصاص می دهد. حوادث رخ داده در معادن زیرزمینی میتواند منجر به خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری شوند؛ لذا شناسایی، پیشگیری، کنترل، ارزیابی و مدیریت این گونه حوادث می تواند نقش قابل ملاحظه ای در بهداشت و ایمنی معادن داشته باشد. (قنبری و همکاران، ۱۳۹۳:۷)

انفجار سنگ در معدنکاری و عملیات عمرانی یک فعالیت ناگهانی است که در یک بازه زمانی کوتاه مقدار زیادی انرژی را

آزاد میکند. این عمل در کسری از ثانیه صورت می پذیرد و نتیجه فعالیتهای زیادی در قبل از آن مانند طراحی و برنامه ریزی، حفاری سنگ، قرار دادن مواد منفجره در محل و عملیات اتصال بین مواد منفجره میباشد. نکته قابل توجه آن است که با توجه به ماهیت سریع و رخداد آنی انفجار، هیچ زمانی برای اصلاح و بازنگری وجود ندارد و نهایتاً این عملیات میتواند در انتها موفقیت یا مشکل به بار آورد و باید دانست هیچ راه حلی در بین زمان انفجار وجود نخواهد داشت. این شرایط خاص موجب میشود که عملیات انفجار دارای ریسک باشد. این ریسک باید قبل از مرحله و برنامه ریزی عملیات انفجار شناسایی شوند چرا که هیچ درمان و آموزشی بعد از رخداد آن ممکن نیست. (کوه درئی و همکاران، ۱۳۹۵:۲)

معادن زیرزمینی به دلیل واقع شدن در زیر زمین و محیط کوچک، تاریک و سخت، با خطرات جبران ناپذیری از جمله ریزش سقف و دیواره ها، حریق، انفجار و گردوغبار برای کارگران آن روبرو بوده و ضمن احتمال صدمه دیدن یا کشته شدن آنها به تجهیزات و تاسیسات خسارات مالی سنگین وارد نموده و از طرفی ضمن از دست رفتن بخشی از ماده معدنی تا مدت ها فعالیت معدنی را متوقف و هزینه گزافی را جهت بازسازی صرف می کند. لذا آشنایی با عوامل موثر بر این دسته از حوادث و راه کارهای کنترل و پیشگیری از آنها می تواند مانع از خسارات جبران ناپذیر مالی و جانی شود. (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۱:۱)

تاریخچه معدنکاری:

معدنکاری یکی از قدیمی ترین فعالیت هایی است که توسط بشر اولیه انجام گرفته است از جمله کارهای

معدنی قدیمی میتوان جدا کردن طلا از شن های رودخانه، استخراج و ذوب کانی های مس و استفاده از قیر طبیعی را نام برد. اولین کارهای معدنی به صورت ترانشه و حفره های روباز بوده است. بعدها، بشر روش های زیرزمینی را برای استخراج کانسنگ های فلزی به کار برد و تا اعماق ۱۵ تا ۲۰ متری در داخل زمین فرو رفت. ابزاری که برای این حفاری ها مورد استفاده قرار می گرفت، کلنگ هایی بود که با استفاده از سنگ های آتشفزنی ساخته می شد بر اساس اطلاعات موجود، اولین فعالیت های معدنی توسط مصریان برای استخراج فیروزه در شبه جزیره سینا در حدود ۳۴۰۰ سال قبل میلاد انجام شده است. تحقیقات تاریخی نشان داده است که در حدود ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، نقره توسط بابری ها استخراج می شده و به عنوان واحد پول به کار میرفته است. در زمان های قلم قسمت عمده طلا از جنوب سودان استخراج می شده است. به طور کلی برای اینکه یک استعداد بالقوه موجود در طبیعت که به آن کانسار می گوئیم به یک معدن تبدیل شود، کانسار است نه معدن. پس از پی جویی و اکتشاف کانسار و آگاهی از اینکه که کانسار در شرایط فنی و اقتصادی موجود قابل بهره برداری است، بایستی معدن طراحی شود. یعنی اینکه ابتدا مشخص شود بهترین راه دست یابی به ماده معدنی چیست. پس از طراحی و انجام حفاریات آماده سازی و احداث شبکه معدن، که معمولاً چندین سال طول می کشد، آنگاه میتوان محل مورد نظر را معدن نامید. (امیدوار، مجتبی و همکاران، ۱۳۹۶:۲)

معدنکاران قدیمی برای کنترل زمین، تھویه، بالابری، روشنایی و کندن سنگ ها از روش های ابتدایی استفاده می کرده اند. در ابتدا بشر از فلزات به شکل طبیعی استفاده می کرد با شروع عصر برنز و آهن، بشر ذوب را کشف کرد و تبدیل مواد معدنی به فلزات را فرا گرفت. فن خرد کردن سنگ ها سابقه بسیار طولانی دارد و در زمان های مختلف روش های گوناگونی برای این منظور به کار میرفته است. (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۱:۶)

تاریخچه معدنکاری در ایران

علم معدنکاری و صنایع وابسته به آن در کشور ما سابقه بس طولانی دارد. وجود آثار فعالیت های معدنی و ذوب فلزات در نواحی مختلف نشان دهنده سابقه طولانی معدن کاری در ایران و شناخت ایرانیان از علوم مربوطه است. صدها نام به جا مانده از روزگاران گذشته مانند آهنگران، کوه زر، زرشوران، کوه سرمه، کوه نقره و طالمسی گواه این مدعاست. در بسیاری از معادن فعلی ایران آثار معدنکاری قدیمی وجود دارد از جمله این معادن میتوان معادن سرب و روی نخلک در حوالی انارک، معدن مس عباس آباد در حوالی شاهرود، معدن سرب آهنگران در حوالی ملایر، سرب و روی ایران کوه در نزدیکی اصفهان و معدن سرب و روی نمار در حوالی ده نمار از توابع بلده را نام برد. شواهد دیرین شناسی نشان میدهد که شمال و مرکز ایران قدیمی ترین مناطق متالورژی در دنیای قدیم بوده اند و ساکنان فلات ایران جزو اولین اقوامی بوده اند

که به کشف فلز دست یافته اند. (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۱:۲)

اهمیت صنایع معدنی:

اهمیت منابع معدنی چه در زمان صلح و چه در زمان جنگ بر کسی پوشیده نیست. در حقیقت میتوان گفت کشورهای از نظر صنعتی موفقیت یافته اند که یا خود دارای منابع معدنی مهم بوده اند و یا به آسانی از منابع معدنی سایر کشورها بهره برداری کرده اند. معادن تامین کننده مواد اولیه مورد نیاز بسیاری از صنایع می باشند و در خود کفایی صنعتی، ایجاد اشتغال مولد و افزایش تولید ناخالص ملی و درآمد سرانه یک کشور، نقش تعیین کننده ای دارند. اساسی ترین محور در بخش معدن، سرمایه گذاری و تامین زیرساخت های مورد نیاز تولید است که از ضرورت های افزایش تولید ملی نیز بشمار می رود. لذا توسعه فعالیت های اکتشافی در فعالیتهای معدنی بعنوان یک امر اجتناب ناپذیر است. در بین منابع معدنی، سوخت ها و آهن در درجه اول اهمیت قرار دارند و در مرحله بعد مس، سرب و روی قرار می گیرند. موادی نظیر فسفات ها، پتاس، نیترات و گوگرد نیز برای صنایع شیمیایی اهمیت بسیار دارد. طلا و نقره گرچه با ارزش هستند ولی از نظر پایه گذاری صنایع اصلی، نقش چندانی ندارند. (طوسی، محمدرضا، ۱۳۸۴:۵۸)

معادن به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

۱. معادن سطحی

۲. معادن زیرزمینی

هر کدام از دسته های بالا دارای زیر مجموعه های مختلفی هستند که با توجه به نوع ماده معدنی و شکل کانسار دسته بندی می شوند. یک نوع از دسته بندی معادن شامل نوع ماده معدنی می شود که به دو دسته زغالی و غیر زغالی تقسیم می شود.

۱- عمده مخاطراتی که در معادن زیرزمینی پتانسیل ایجاد بحران را دارد:

- ریزش (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳:۳۱)
- سقوط کبج (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳:۳۰)
- خفگی (گازگرفتگی) (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳:۴۳)
- انفجار و آتش سوزی (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳:۵۴)

۲- اقدامات مورد نیاز جهت پیشگیری و سپس تسهیل مدیریت بحران در سناریوهای محتمل

ریزش: از جمله حوادثی که احتمال رخداد آن در حفاریات زیرزمینی بسیار زیاد است حادثه ریزش تونل ها می باشد که با توجه به پیامدهایی که ممکن است داشته باشد، لازم است آمادگی لازم برای مواجهه با چنین حوادثی در بین نفرات ایجاد گردد. (میرزایی، مهدی، ایرانش، مهدی، ۱۳۹۱:۲)

دلایل ریزش:

- فشار طبقات فوقانی
 - جنس چینه‌ها و سنگ‌ها
 - نوع عوارض زمین شناسی و تکتونیک منطقه
 - روش استخراج
 - رطوبت هوا و وجود لایه گلی و رسی
 - نحوه نگهداشت
 - سهل انگاری در کار و عدم رعایت الزامات ایمنی (میرزایی، مهدی، ایرانش، مهدی، ۱۳۹۱، ۲)
- اقدامات مورد نیاز جهت پیشگیری از ریزش و سپس تسهیل مدیریت بحران:
- بررسی و ممیزی پیشروی‌ها بر اساس نقشه‌های طراحی (پیشگیری)
 - بررسی گسل و میزان آب خروجی (پیشگیری)
 - درست حفر شدن ستون‌ها (پیشگیری)
 - تشکیل تیم واکنش در شرایط اضطراری (تسهیل)
 - تامین تجهیزات پشتیبانی جهت واکنش در زمان ریزش، شامل: تدارک ست‌های آوار برداری، تجهیزات ارتباطی سیار، دوربین‌های مدار بسته، نقشه‌ها و مسیرهای حفاریات، نصب علائمی همچون مسیرهای خروج اضطراری، تجهیزات حفاظت فردی تخصصی و ... (تسهیل)
 - هماهنگی و انعقاد تفاهتنامه با صنایع مجاور و مراکز استانی جهت کمک رسانی در زمان بحران (تسهیل)
 - برگزاری دوره‌های آموزشی و مانور با سناریوی ریزش و قرار گرفتن پرسنل تیم مدیریت بحران در فضای مشابه جهت آمادگی در زمان وقوع حادثه (تسهیل)
 - تهیه دستورالعمل‌های ایمنی جهت آمادگی و واکنش (تسهیل)
 - ثبت لیست اسامی افراد وارد شده به معدن (تسهیل) (آیین‌نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳، ۱۲)
- اقدامات مورد نیاز جهت پیشگیری از سقوط کیچ و سپس تسهیل مدیریت بحران:
- از جمله حوادثی که احتمال رخداد آن در حفاریات زیرزمینی با پیامد شدید وجود داشته موضوع سقوط کیچ می باشد که این موضوع می تواند به دلایل زیر رخ دهد:
 - پاره شدن سیم بکسل
 - خطای انسانی و عدم کنترل صحیح توسط اپراتور
 - نقص فنی تجهیزات

اقدامات:

- اجرای برنامه تعمیر و نگهداری جهت کلیه تجهیزات کیچ (پیشگیری)
 - کنترل روزانه و در ابتدای کار سیستم حیاتی وینچ (پیشگیری)
 - تعبیه سیستم های ایمنی پیشگیرانه همچون سکسیونر (قطع کننده جریان اصلی برق زمانی که ولتاژ مصرفی بیش از حد باشد) (پیشگیری)
 - تعبیه چتر نجات بر روی سقف کیچ به منظور پیشگیری از سقوط آزاد کیچ هنگام پاره شدن سیم بکسل (پیشگیری)
 - نصب دوربین مدار بسته در اتاقک اپراتوری وینچ (پیشگیری)
 - به روز رسانی دانش فنی اپراتوران و انجام آموزش های ضمن کار برای ایشان (تسهیل)
 - برگزاری دوره های آموزشی و مانور با سناریوی سقوط کیچ و قرار گرفتن پرسنل تیم مدیریت بحران در فضای مشابه جهت آمادگی در زمان وقوع حادثه (تسهیل)
 - پیش بینی راه پله اضطراری جهت ارائه خدمات و جابجایی پرسنل در زمان وقوع حادثه و از کار افتادن کیچ (تسهیل)
 - ثبت لیست اسامی افراد وارد شده به معدن (تسهیل)
- اقدامات مورد نیاز جهت پیشگیری از خفگی و سپس تسهیل مدیریت بحران:
- گازهای سمی اصلی که ممکن است در معدن وجود داشته باشند، دی اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت و مونواکسیدکربن هستند. هوایی که غلظت اکسیژن آن کمتر از حد مجاز است نیز، به عنوان یک منبع خطر در معادن به حساب می آید.
 - این گازها، از منابع مختلفی تأمین می شوند. دی اکسید گوگرد، حاصل سوخت موتورهای دیزلی است و غلظت آن، تابع نوع سوختی است که موتور مصرف می کند. اکسیدهای ازت و مونواکسیدکربن، در اثر آتش سوزیهای معدنی، خودسوزی و انفجار مواد ناریه به وجود می آیند. (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳، ۴۳)
- مهمترین گازهای موجود در معادن به شرح زیراند:
- الف) مونو اکسیدکربن: گازی است بی رنگ و بی بو که به مقدار کم، در اثر اکسایش عادی زغال در دمای اطاق تولید می شود اما با تبدیل اکسایش به خودسوزی، آهنگ تولید آن نیز به طور ناگهانی افزایش می یابد. تأثیر فیزیولوژیکی آن به صورت تجمع می است و چند ساعت کار در هوایی که محتوی مونواکسیدکربن آن 200ppm است، به سلامتی انسان صدمه میزند. حد مجاز مونواکسیدکربن در ایران 35ppm است. (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳، ۴۷)

● (ب) سولفید هیدروژن: سولفید هیدروژن، حتی در عیارهای پائین تر از حد مجاز مونواکسید کربن نیز، مضر است. هرچند امکان تجمع آن در غلظت‌های بالا، چندان متحمل نیست. این گاز در نتیجه تأثیر آب‌های اسیدی معدن بر پیریت و سایر سولفیدها، به وجود می‌آید و می‌توان آنرا به کمک بو (تخم مرغ گندیده)، شناسایی کرد. حداکثر عیار مجاز آن 10 ppm است. (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳، ۴۳)

● (ج) اکسیدهای ازت: اکسیدهای ازت به میزان قابل توجه و در حجم زیاد، در اثر آتشباری تولید می‌شوند و بسیار خطرناک اند و عیار 1 ppm آن کشنده است. (آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳، ۴۳)

دلایل گاز گرفتگی:

- گاز متان بیشتر از حد ایمنی و استاندارد غلظت داشته باشد.
 - با توجه به بالا بودن غلظت گاز از روش انفجاری برای استخراج استفاده شده باشد.
 - بعد از توقف هواکش و تهویه، غلظت گاز اندازه‌گیری نشده و سپس پرسنل شروع به کار نمایند.
 - دستگاه‌های به کار گرفته شده دارای شرایط ضدجرقه نباشند.
 - در معادن زیرزمینی قبل از استخراج گاز تخلیه نشده باشد.
 - دستگاه‌های سیستم اتوماتیک گازسنجی و ثبت ورودی هوا در معدن نصب نشده باشد.
 - گرد زغال که می‌تواند باعث انفجار شود در این معدن جمع‌آوری نشده باشد.
 - هواکش‌ها در محل نامناسبی نصب شده‌اند که هوای آلوده را دوباره به معدن برمی‌گردانند.
- اقدامات جهت جلوگیری از گاز گرفتگی:

- نصب سیستم تهویه متناسب با شرایط جوی در معدن و پیش بینی فن رزو (پیشگیری)
- بازرسی‌های روتین و روزانه توسط پرسنل واحد ایمنی (پایش مستمر شرایط جوی معدن و گازسنجی بصورت آنلاین) (پیشگیری)
- اجرای برنامه مجوز کار (پرمیت) جهت کار پرسنل در معدن توسط پرسنل ایمنی در هر شیفت کاری (پیشگیری)
- پیش بینی دیزل ژنراتور جهت جلوگیری از کار افتادن سیستم تهویه در زمان قطع برق (پیشگیری)
- پیش بینی جان پناه در بخش‌های مختلف معدن جهت استقرار پرسنل درگیر و تامین هوای آن تا انجام اقدامات کنترلی (تسهیل)
- تامین تجهیزات حفاظت تنفسی جهت کلیه پرسنل (انواع رسیپراتورها) (تسهیل)
- برگزاری دوره‌های آموزشی و مانور با سناریوی مواجهه با گازهای سمی و یاکاهش اکسیژن و قرار

گرفتن پرسنل تیم مدیریت بحران در فضای مشابه جهت آمادگی در زمان وقوع حادثه (تسهیل)

- تهیه دستورالعمل های ایمنی جهت آمادگی و واکنش (تسهیل)

اقدامات مورد نیاز جهت پیشگیری از آتش سوزی و انفجار و سپس تسهیل مدیریت بحران:

- به طور کلی حریق های ایجاد شده در معادن زیرزمینی بر حسب منشأ به دودسته تقسیم می شوند:

- ۱- آتش سوزی باز یا آتش سوزی با منابع خارجی

- ۲- آتش سوزی داخلی یا خودسوزی

آتش سوزی باز:

- عبارت است از سوختن اشیاء و لوازم مختلف موجود در معدن، این نوع حریق در معادن عمدتاً از منابع زیر ایجاد می شوند:
- ایجاد جرقه های الکتریکی در اثر وضعیت نادرست تجهیزات برقی و عایق کاری نادرست کابل های برق.
- اتصال کوتاه در داخل کابل های حامل برق و یا ریزش سنگ روی کابل و ایجاد اتصال.
- جرقه زدن و گرم شدن تیغه های کمباین کوهبری یا زغالبری.
- استفاده از مواد منفجره غیر مجاز.
- جوشکاری، تخلیه الکتریسته ساکن.
- انفجار گرد زغال و یا گاز متان.
- اصطکاک سطوح متحرک در موقع بهره برداری از نوار باربری.

خودسوزی زغال:

زغال در اثر جذب سطحی اکسیژن باعث افزایش دما و در نتیجه افزایش واکنش های شیمیایی و تولید مونوکسیدکربن، دی اکسیدکربن، گاز متان، هیدروژن و هیدروکربن های مختلف می شود، که با افزایش دما و وجود اکسیژن کافی و فقدان یک سیستم تهویه کارا جهت انتقال گرمای حاصله، باعث خودسوزی و حریق در معدن می گردد. (کوه درئی و همکاران، ۱۳۹۵:۱۱)

عوامل بروز حوادث ناشی از آتشکاری در معادن:

- حفاری مجدد در ته چال باقی مانده
- عدم دقت در روش خراج گذاری و در نتیجه عدم عملکرد کامل چال ها و باقی ماندن
- مواد نارپه در ته چال
- عدم رعایت مقررات ایمنی

- عدم پاکسازی کامل محوطه انفجار قبلی
 - استفاده از آتشکار آموزش ندیده
 - عدم بازدید عینی در آخرین مرحله قبل از انفجار
 - نامناسب بودن روش کار
 - استفاده از لباس الیاف مصنوعی که تولید و تجمع الکتریسته ساکن می نماید
 - فقدان سیستم اعلام آتش و هشدار دهنده
 - تعجیل و فشار روحی و جسمی
 - وجود گاز متان
 - سپری شدن عمر مفید دینامیت ها پس از یک سال
 - انجام آتشکاری در شرایط جوی نامناسب
 - نداشتن آموزش لازم در کار با مواد منفجره
 - تداخل مسئولیت ها
 - احتمال دستکاری چاشنی
 - مسلح کردن کل دینامیت ها
 - عدم اشراف به محل انفجار به دلیل اختلاف ارتفاع پناهگاه
 - کاهش دقت بدلیل روشنایی نامناسب یا پایان یافتن روز
 - عدم رعایت اصول انبارداری دینامیت
- اقدامات مربوط به جلوگیری بروز حوادث ناشی از آتشکاری در معادن:
- چاشنی های انفجاری بایستی در جعبه های مخصوص نگهداری شوند تا از خطرات ناشی از سقوط در امان باشند و حمل و نقل، نگهداری و استفاده از آنها با احتیاط کامل صورت گیرد. (پیشگیری)
 - محل چاشنی را در دینامیت بایستی بوسیله یک سنبه چوبی یا برنجی سوراخ کرد. (پیشگیری)
 - درست حفر شدن چال ها (پیشگیری)
 - تا زمانیکه از خرجگذاری صحیح چال اطمینان حاصل نشود نباید چالها انفجار گردد. (پیشگیری)
 - هرگونه چالزنی در ته چال باقی مانده از انفجار قبلی ممنوع است. (پیشگیری)
 - بازرسی های روتین و روزانه توسط پرسنل واحد ایمنی (پایش مستمر شرایط جوی معدن و گازسنجی بصورت آنلاین) (پیشگیری)

- نصب دوربین های مدار بسته و گازسنجی های آن لاین (تسهیل)
- تشکیل تیم واکنش در شرایط اضطراری (تسهیل)
- تامین تجهیزات پشتیبانی جهت واکنش در زمان ریزش، شامل: تدارک ست های آوار برداری، تجهیزات ارتباطی سیار، دوربین های مدار بسته، نقشه ها و مسیرهای حفاریات، نصب علائمی همچون مسیرهای خروج اضطراری، تجهیزات حفاظت فردی تخصصی و ...
- هماهنگی و انعقاد تفاهمنامه با صنایع مجاور و مراکز استانی جهت کمک رسانی در زمان بحران (تسهیل)
- برگزاری دوره های آموزشی و مانور با سناریوی حریق و انفجار و قرار گرفتن پرسنل تیم مدیریت بحران در فضای مشابه جهت آمادگی در زمان وقوع حادثه (تسهیل)
- تهیه دستورالعمل های ایمنی جهت آمادگی و واکنش (تسهیل)
- ثبت لیست اسامی افراد وارد شده به معدن (تسهیل)

نتیجه گیری:

در معادن زیرزمینی علاوه بر خطرات عمومی از قبیل برق گرفتگی، برخورد با تجهیزات، گیر افتادن مابین ماشین آلات و آسیب رسانی ماشین آلات، سقوط، پاشش مواد و دیگر موارد که در تمامی صنایع مشترک است، خطرات و حوادث دیگری که خاص معادن زیر زمینی می باشد نیز وجود دارد. لذا برنامه ریزی و آمادگی در برابر شرایط اضطراری در معادن زیرزمینی باید با برنامه ریزی و واکنش، به انواع مختلف مخاطرات از قبیل عمومی و تخصصی صنعت مورد نظر، یکپارچه و در یک راستا باشند. (میزایی، مهدی و همکاران، ۱۳۹۱:۱). به جهت آمادگی درخصوص وضعیت های بحرانی و تسهیل مدیریت بحران یکی از نیازمندی های اساسی در معادن بخصوص از نوع زیر زمینی وجود کمیته بحران و تیم واکنش در شرایط اضطراری ضروری بوده لذا پیشنهاد می گردد، حتماً این موضوع در دستورکار معادن قرار گیرد. در ضمن موارد زیر به جهت کاهش انواع حوادث در معادن پیشنهاد می گردد:

- قرار دادن واحد ایمنی و بهداشت و محیط زیست در چارت سازمانی معدن
- ارتباط مستقیم واحد ایمنی و بهداشت و محیط زیست با مدیریت معدن
- برگزاری دوره های ایمنی جهت کلیه پرسنل جهت آشنایی با مخاطرات موجود در معدن
- انجام ارزیابی ریسک و مدیریت ریسک ها و آشنایی پرسنل با ریسک ها موجود
- تشکیل تیم های واکنش در شرایط اضطراری در معدن
- برگزاری مانور با توجه به سناریوهای محتمل جهت آمادگی تیم های واکنش
- انعقاد تفاهمنامه با صنایع مجاور جهت خدمت رسانی در شرایط اضطراری

منابع:

- یوسفی، مریم، قصاب، سینا، مروری بر بیماریهای شایع در کارگران معدن و قوانین حاکم جهت پیشگیری از آنها، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، ۱۳۹۶
- کوه درئی، محمد، عطائی، محمد، سرشکی، فرهنگ، محمدی، سجاد، ارائه یک رویکرد مبتنی بر ارزشیابی ریسک جهت بررسی عملیات انفجار در معادن، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن ایران، دانشگاه کاشان، ۱۳۹۵
- میرزایی، مهدی، ایرانش، مهدی، ریزش در معادن زیرزمینی، عوامل ایجاد و راه کارهای پیشگیری (معدن زغال سنگ دارپید خون، اولین کنگره ملی زغالسنگ ایران، ۱۳۹۱)
- قنبری، کرامت، عطائی، محمد، صفاری، امیر، مدیریت ریسک شغل کارکنان استخراج معدن زغال البرز شرقی با استفاده از تکنیک FMEA، دومین کنگره ملی زغالسنگ ایران، ۱۳۹۳
- امیدوار، مجتبی، شمس کیا، ناصر، قاسمیان، جابر، تحلیل و ارزیابی مدیریت ریسک معادن شن و ماسه بر اساس شاخصهای توسعه پایدار با رویکرد AHP فازی (مورد مطالعه: معدن شن و ماسه استان قزوین)، دومین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۶
- میرزایی، مهدی، کرم پوری، فاطمه، ایرانش، مهدی، بررسی پارامترهای زمین شناسی موثر بر ریزش های معدنی، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ۱۳۹۲
- بیرویدیان، نادر، "مدیریت بحران اصول ایمنی در حوادث غیر منتظره" انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ دوم، ۱۳۸۹
- محمد فام، ایرج، "مهندسی ایمنی (تکنیکهای شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات در محیط های صنعتی)" انتشارات فن آوران، چاپ هفتم، ۱۳۹۱
- طوسی، محمدرضا، "مدیریت بحران و ایمن سازی صنایع و معادن"، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ دوم، ۱۳۸۴
- وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، آیین نامه ایمنی در معادن، ۱۳۹۳
- 11- NFPA 1600, **Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs** 2015 Edition 1600–1
- 12- Ebrahemzadih, M., et al. **The Analysis of Process Accidents Due to Risks in the Petrochemical Industries—The Case Study of Radiation Intensity Determination Proportional to Distance from Tank Level**. Open Journal of Safety Science and Technology. 2015; 5: 21-26.

- 13- Jafari M, Kouhi F, Movahedi M, Allah-Yari T. **The effect of job safety analysis on risk perception of workers at high risk jobs in a refinery.** Iran Occupational Health Journal. 2010; 6 (4):15-28.
- 14- Barkhordari A, Shirazi J, Halvani G. **Identification of Hazardous and Risk Assessment of Tunneling Process Using JSA Method in the Dam & Power plant site.** TB. 2013; 11 (3):103-112.