بررسی پارامترهای زمین شناسی موثر بر ریزش های معدنی
(مطالعه موردی ریزش کارگاهی در معدن ذغالسنگ داربیدخون)

مهدي ميرزايي[۱] فاطمه کرم پوری[۲] مهدي ايرانمنش[۳]

۱- دانشجوي کارشناسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان mahdi.mirzaei123@gmail.com
۲- دانشجوی کارشناسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳- استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان، iranmaneshm@yahoo.com

چکیده:

ذغالسنگ و انرژی سوختی حاصل ازآن موتور محرکه صنایع و کارخانجات و ازعوامل مهم در شکل گیری انقلاب صنعتی بود که اساس جامعه توأم با فناوری امروزی را شکل داد. ذخایر و منابع معدني از جمله زغالسنگ در کشور ما از پتانسیل خوبي برخوردار است و از طرف دیگر نیاز صنایع مختلف ، استخراج از آن ها را الزامي میسازد. اما ریزش در معادن زیرزمینی از جمله معادن زغال یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی و ایمنی است که بایستی کنترل شود تا میزان خسارات ناشی از آن به حداقل ممکن برسد. ریزش سقف و دیواره ها در تونل های اصلی و دسترسی و اشترک های سنگی و زغالی در معادن زیرزمینی زغالسنگ و ریزش و شکستن سقف زغالی ، کمربالا و پایین کارگاه های استخراج زغالسنگ همگی به عنوان یک خطر زیست محیطی محسوب می شوند که در صورت وقوع خسارات مالی و جانی را درپی خواهند داشت.
از آنجا که عوامل متعددی در وقوع چنین پدیده ای دخیل هستند، در این مقاله با بررسي عوامل زمین شناسی موثر بر ریزش های کارگاهی، یک مورد ریزش در کارگاه استخراج معدن زغالسنگ داربیدخون را بحث کرده و به را هکارهاي رفع آن اشاره شده است. بدیهي است که میتوان از این مثال به عنوان الگویي عملي جهت پیشگیري و رفع موارد مشابه در سایر معادن زیرزميني زغالسنگ بهره گرفت.

کلمات کلیدي: ریزش کارگاهی، معدن ذغالسنگ، پارامترهای زمین شناسی، منطقه تکتونیزه ، سیستم نگهداری

مقدمه :

روند توسعه روزا فزون صنعتي کنوني ، نیاز به منابع زمین را گسترش داده و به تبع آن فعالیت هاي معدني شتاب وسیع تري بخود گرفته اند. ازجمله این فعالیت ها معادن زیرزميني را میتوان نام برد که بدلیل واقع شدن در زیرزمین و محیط کوچك، تاریك وسخت ، با خطرات جبران ناپذیري از جمله ریزش سقف و دیواره هاٍ ،حریق، ا نفجارو گرد وغباربراي کارگران آن روبرو بوده و ضمن احتمال صدمه دیدن یا کشته شدن آنها به تاسیسات و تجهیزات خسارات مالي سنگین وارد نموده و از طرفي ضمن از دست رفتن بخشي از ماده معدني تا مدتها فعالیت معدن را متوقف و هزینه گزافي را جهت بازسازي صرف میکند..لذا آشنایي با عوامل موثر بر این دسته حوادث و راهکارهاي کنترل و پیشگیري از آنها میتواند مانع از خسارات جبران ناپذیر مالي و جاني شود.

براساس بعضی آمارموجود حدود ۳۳.۸ درصد کل حوادث در معادن دنیا از ریزش های بزرگ و سقوط سنگ ها به وجود می آید.(۲) آمار حوادث ناشی از ریزش در معادن زغالسنگ کشورمان حدود ۶۰ % کل حوادث

را شامل می شود(۲).ذخایر معدني از جمله زغالسنگ در کشور ما از پتانسیل خوبي برخوردار است و از طرف دیگر نیاز صنایع مختلف ، استخراج از آن ها را الزامي میسازد. اما ریزش در معادن زیرزمینی از جمله معادن زغال یکی از مهمترین مسائلیست که بایستی از لحاظ ایمنی کنترل شود تا میزان خسارات ناشی از آن به حداقل ممکن برسد. در معادن زیرزميني ریزش سقف و سقوط سنگ یکي از حادثه سازترین عوامل محسوب مي شود.
بر اساس آمار موجود تقریبا یك سوم كل حوادث در معادن زغال سنگ دنیا را كه ازنظر صنعت معدنكاري پیشرفته اند ریزشهاي بزرگ و سقوط سنگ تشكیل مي دهد كه در مقایسه با معادن كشورهاي توسعه نیافته كه فاقد وسایل و تجهیزات مدرنند ، از وضعیت بسیار مناسبتري برخوردارمیباشند.(۲)

فاکتور هاي موثر بر ریزش ها و راهکار هاي کنترل آنها:

ریزش سقف ودیواره کارگاههاي معادن زیرزميني به دلایل مختلفي صورت مي گیرد که بنابه وضعیت هاي مختلف ممکن است یك یاچندعامل دروقوع آنهادخالت داشته باشد.مهمترین علل ریزش به شرح زیراست:

- فشارطبقات فوقاني:

موادمعدني وکلیه طبقات موجوددراعماق زمین درحالت طبیعي دروضعیت فشار متعادل قراردارند ولي دراثرحفر تونل ها و کارگاه هاي زیرزميني تعادل مذکور برهم میخورد و درنتیجه تا قبل ازبرقراري مجدد تعادل سنگهاي اطراف متحمل نیروهاي اضافي گردیده که درآنهابصورت تغییر شکل ظاهرمیشود وباعث ریزش سقف ودیواره کارمعدني خواهد شد. مثلاً هنگامي که رگه زغال سنگي استخراج مي شود سقف کارگاه تحت تاثیر وزن طبقات بالایي شکم مي کند وسبب ایجاد شکافهایي درخود مي شودکه این امر ممکن است سبب ریزش قسمتهایي ازسقف بشود.

- جنس چینه هاوسنگها:

یکي ازعوامل مهمي که درچگونگي وسرعت نشست وریزش کمربالاي کارگاه های زیرزمینی تاثیرفرواني دارد جنس چینه هاو سنگ هاي پیرامون آن است.

- نوع عوارض زمین شناسی و تکتونیک منطقه :

عوارض زمین شناسی شامل گسل ها و لایه بندی ها و درزه شکاف ها سهم بسزایی در وقوع ریزش ها دارند. این عوارض به عنوان نقطه ضعف در معادن پورفیری و همچنین معادن توده ای و علی الخصوص در معادن رگه ای مانند معادن ذغالسنگ حوزه ذغالی کرمان به حساب می آیند. پدیده های تکتونیکی و وقوع شکست های ریز و درشت در رگه و کمرهای حائل نیز بایستی مورد توجه قرار بگیرند.

- روش استخراج :

عدم تناسب روش شبکه بندي تونلها و كارگاهاي معدن واندازه وابعادآنها با شرايط طبيعي كانسار و بطوركلي انتخاب سيستم نادرست استخراج مي تواند عامل پيدايش خطر ريزش وسقوط كمربالا باشد.

- رطوبت هوا و وجود لايه گلی و رسی :

وجود مقداري رطوبت درهواي معدن نيز يكي ازعوامل پديد آورنده ريزش و سقوط سنگ هااز سقف وديواره كارمعدني است.

همچنین لایه های رسی و گلی در بین رگه های ذغالی و توده های معدنی یا در سنگ های در برگیرنده باعث کاهش مقاومت و در نتیجه وقوع ریزش می شوند.

اما بديهي است كه براي كنترل هريك از عوامل فشارو جنس طبقات ، روشهاي استخراج،رطوبت و فشار گاز و اب اقداماتي بايست صورت پذيرد كه امكان ريزش را به حداقل برساند. از مهمترين اين اقدامات شناسايي نقاط ريسك پذير و انتخاب روش و وسيله مناسب نگهداري مي باشد.

شکل ۱ - ریزش و فشار سقف تونلی وتخریب سیستم نگهداری

معدن زغالسنگ داربیدخون

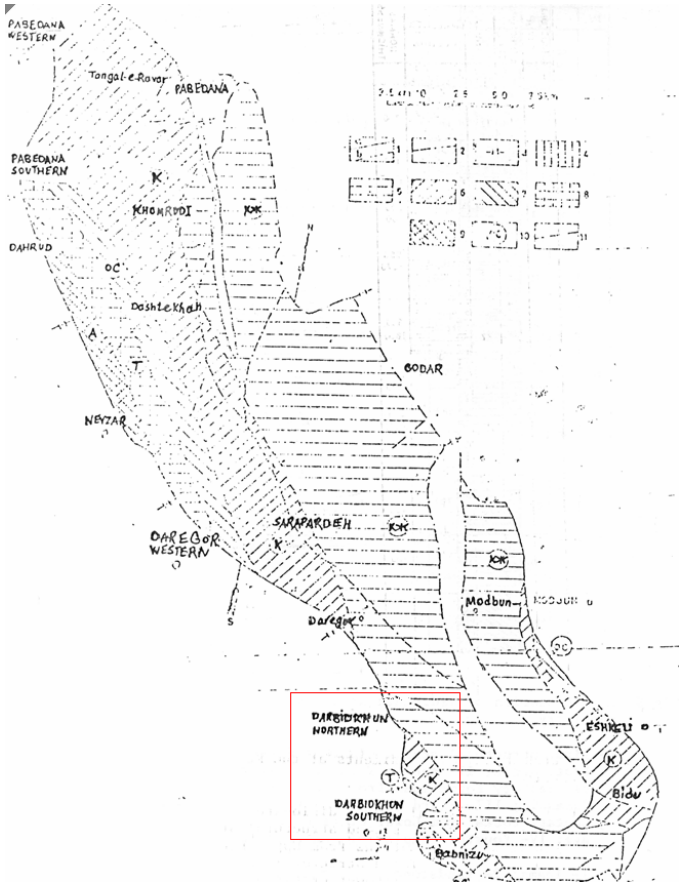
رسوبات زغالدار ایران با نام گروه زغالدار شمشك و ناي بند شناخته می شوند که از دیدگاه زماني از تریاس بالائي آغاز و تا ژوراسیك مياني ادامه دارند. محدوده گسترش این رسوبات شمال، مرکز و شرق ایران را در بر مي گیرد (یزدی، ۱۳۸۲).

حوضه هاي زغالي ایران در دو بخش بزرگ زمین شناسي ایران (البرز و ایران مرکزي) گسترش دارند. این حوضه هاي زغالي اغلب در محیط هاي زمین ساختي فعال و عموماً ناودیسي تشکیل شده اند. حوضه ایران مرکزي به عنوان یکي از حوضه هاي زغالدار اصلي ایران مطرح بوده و از چهار پهنه اصفهان- کاشان، لوت، کرمان و طبس تشکیل شده است. از این بین دو پهنه کرمان و طبس داراي معادن فعال و قابل توجهي هستند و دو پهنه دیگر از نظر معدني اهمیت چنداني ندارند (یزدی، ۱۳۸۲).

پهنه زغالدار کرمان در ناودیس بزرگ زغالدار کرمان و در سازند ناي بند با سن تریاس فوقاني تا ژوراسیك زیرین قرار دارد که زغالسنگهاي آن اغلب منشاء هوموسي دارند و در یك محیط مردابي راکد تشکیل شده اند. ذخایر زغالسنگ کرمان را مي‌توان به طور کلي به دو بخش عمده تقسیم کرد:

الف: مناطق دروني ناودیس کرمان: مناطقي مانند باب نیزو، پابدانا، اشکلي، خمرود، هجدك و دره‌گر و بخشي از داربید خون‌شمالي و جنوبي با مارك کك‌شو و مناطقي مانند دهرود، نیزار، دره‌گر غربي و بخشي از داربید خون شمالي و جنوبي و پابداناي جنوبي داراي زغال انرژي‌زا مي‌باشند.

ب: مناطق خارج از ناودیس کرمان :در خارج از ناودیس کرمان نواحي زغالي باداموئیه، هشوني و همکار را مي‌توان نام برد که مناطق هشوني و همکار داراي ذخایر قابل ملاحظه از نوع زغال‌کك‌شو و مناطق دیگر مانند باداموئیه (آبنیل) داراي ذخایر بزرگي از نوع گرمازا مي‌باشند



شکل ۲ - محدوده پراکندگي معادن زغال کرمان و معدن داربیدخون (۱)

زرند یکی از شهرستانهای استان کرمان است که در ۸۰ کیلومتری شمال غربي کرمان واقع شده گسل معکوس و راستگرد کوهبنان با روند شمال غرب- جنوب شرق در منطقه وجود دارد که جداکننده رشته کوههای مهم زرند از دشت زرند می باشد. منطقه زرند جزئی از زون ساختاری ایران مرکزی محسوب می گردد. با توجه به قرارگیری منطقه مورد مطالعه در محل تلاقی چندین روند ساختمانی اصلی، کوچکترین جنبشهای زمین ساختی در طول زمان باعث ایجاد حرکات متناوب بلوکها نسبت به یکدیگر و به دفعات متعدد شده است. همچنین گسل خوردگی و شکستگیهای پیچیده ای در این منطقه مشاهده می گردد. علاوه بر گسل اصلی کوهبنان، یکسری گسلهای فرعی دیگری با روند عمدتاً شمال شرق- جنوب غرب که اکثراً معکوس با شیب ۸۰-۷۰ درجه هستند نیز در منطقه وجود دارد (وحدتی دانشمند، ۱۹۹۵).
این منطقه شامل بخشهاي زغالدار دهرود، نیزار، دره گز، داربید خون، خمرود، اشکلي، پاپدانا، هجدك و باب نیزو است. سه معدن اخیر جزء مهمترین معادن منطقه محسوب می گردند. مجموعه معادن ذغالسنگ داربیدخون ناحیه زرند- کرمان در منطقه ای قرار گرفته که به لحاظ تکتونیکی بسیار تکتونیزه بوده و سنگ های منطقه کاملا خرد وشکسته شده هستند. معادن ذغال داربید خون ،اسدآبادواشکلی در محدوده گسل داهوئیه - داربید خون با روند تقریبا"شرقی -

غربی واقع گردیده اند. سنگ های منطقه از نوع رسوبی و جنس کمرهای در برگیرنده ذغال شیل و ماسه سنگ سخت می باشد. رگه های ذغالسنگ شیب عمودی دارند با زاویه بین ۷۸ الی ۸۵ درجه. روش استخراج cut & fill یا کند و آکند بوده که در اصطلاح محلی گزنگی نامیده می شود.
نگهداری کارگاه استخراج با ریختن خاک بجای ذغالسنگ استخراج شده و همچنین چوبستکاری کارگاه به صورت ستون و کلاهک و لارده کاری سقف حاصل می شود. ارتفاع هر برش استخراج ذغال ۲/۲۰ متر در هرسیکل استخراجی و عرض کارگاه تابع عرض ذغال است که بین ۵۰ سانتی متر الی ۴ متر در لایه های c5 تا c8 متغیر است. فاصله دست چوب ها، قطر و جنس چوبهای مورد استفاده و میزان لارده کاری سقف اهمیت ویژه ای در جلوگیری از ریزش کارگاه ها دارند.

ریزش فروردین ۱۳۹۱ در معدن ذغالسنگ زیرزمینی داربیدخون :

بدلیل توپوگرافی کوهستانی منطقه برخی از کارگاه های استخراج دویلشان از داخل تونل حفر شده و روی سطح کوه سوراخ شده اند.کارگاه شماره ۱۰-۷۵۹ در مجموعه غربی معدن دارای چنین وضعیتی است.بدلیل بارش نزولات جوی در منطقه در فصل زمستان آب های نفوذی داخل زمین پشت کمرهای این کارگاه جمع شدند و به داخل دویل این کارگاه وارد شدند. از طرفی کارگاه به محلی رسید که در زمان حفر دویل آن بدلیل وجود سنگ؛ حفاری و آتشباری شده بود. بنابراین کمرهای نگهدارنده ذغالسنگ دچار شکستگی شده و آب های نفوذی وارد رگه ذغال شدند. ذغالسنگ در این ناحیه مقاومت خود را ازدست داده و شروع به ریزش کرد. با توجه به تعطیلی معدن در ایام نوروز کارگاه به حال خود باقی گذاشته شد و شروع کار مجدد در کارگاه با مشکل آبدار بودن دویل و شکستگی ذغالسنگ و خرابه کردن مواجهه شد.

چگونگي پيشگيري و كنترل ريزش:

ابتدا برای چند سیکل جلوی ریزش ذغالسنگ سقف در ابتدای برش را بالارده کاری گرفتند لیکن ذغال بسیار سست شده بود و دائما ریزش می نمود. بنابراین زیر محل ریزشی ذغالسنگ که از ابتدای برش حدودا ۲.۵ متر و به ارتفاع ۶ الی ۷ متر بود چوب منقلی چیده شد. بعد از یک سیکل کار با این وضع کمرها در این محل درهم شکست و حجم چوب های به کاررفته در چوب منقلی و لارده کاری ها به انضمام آب و ذغال های شکسته شده کارگاه را مسدود کرد. برای نگهداری کمرها و زیر ذغال در بالاترین قسمت زیر ذغال ریزشی ۲ عدد ستون با استفاده از کمری محکم شد و با فیکس نمودن یک کلاهک روی ستون ها و لارده کردن زیر ذغال جلوی خرابه کردن کمرها و ذغالسنگ گرفته شد. علاوه بر این ذغالسنگ در ناحیه بالای این منطقه نیز تاحدی خشک شده بود و کمرها از محدوده شکستگی عبور کرده بودند.

نحوه باز كردن مسير و عادي سازي روند استخراج زغال:

برای باز کردن راه مسدود شده تعدادی از چوب های خرابه از داخل دویل بالا کشیده شد و تعدادی از داخل گزنگ پایین برده شد و از تونل زیریزن خارج شد لیکن بدلیل زمانبر بودن این کار و به صرفه نبودن از لحاظ اقتصادی این کار ادامه پیدا نکرد. برای باز کردن راه از سمت کمر پایین که حدود نیم متر ذغالسنگ و لیچه برجای گذاشته بود با پیکور گرفته شد و به اندازه ای که بتوان برای کار چوب و وسایل مورد نیاز را عبورداد راه باز شد. سپس از حدود ۶ متر جلوتر از محل خرابه چهارپایه ای سوارشد و دویل فرعی داخل ذغال بالا آورده شد و توسط گزنگ به دویل مرکزی متصل شد که از محل خرابه عبور کرد و بدین ترتیب کارگاه به صورت پلکانی درآمد که بعد از چند برش این پله نیز برطرف شد و کارگاه به حالت عادی بازگشت.

دلایل اصلي در ریزش کارگاه استخراج داربیدخون:

از علل اصلی بوجود آمدن این ریزش به دو سری علل می توان اشاره کرد:

علل قابل کنترل و علل غیرقابل کنترل

عواملی که قابل کنترل هستند از جمله فاصله دست چوب ها از همدیگر، به کار بردن چوب های مقاوم، برنامه ریزی برای عدم تعطیلی کارگاه و کار مداوم در کارگاه نقش تعیین کننده ای در جلوگیری از وقوع چنین خرابه هایی دارد و با اندکی توجه می توان با اقدام صحیح تاثیرعوامل غیرقابل کنترل از قبیل آب های نفوذی و کمرهای شکسته شده را خنثی نمود.

کلا در چنین مواردی در معادن ذغالسنگ بایستی دقت خاصی به شرایط کارگاه و کمرها و نوع و خصوصیات ذغال کارگاه و به دنبال آن اختصاص نگهداری مناسب و توجه به نقاط ضعف کارگاه داشت. بعضی ذغال ها خود بخود سفت هستند و کمرهای حایل آن ها نیز شرایط خوبی دارد بنابراین به لحاظ خرابه کردن ایمن ترند. در بعضی کارگاه ها ذغالسنگ نرم بوده همراه با لیچه است و کمرها نیز مقاومت بالایی ندارند در چنین کارگاه هایی بایستی دقت زیادی را مبذول داشت زیرا به دلیل آسان کنده شدن ذغال و ظرفیت بالای استخراج، در نگهداری کارگاه سهل انگاری های هرچند کوچک حادثه آفرین خواهد بود.

عرض کارگاه نیز تاثیر بسزایی در شرایط و نوع نگهداری دارد. هرچه عرض کارگاه بیشتر شود به تبع نگهداری کمرها و زیر ذغال بایستی محکم تر بوده و توجه زیادی به خاکریزی کامل کارگاه نمود. عرض زیاد یعنی فاصله کمربالا و کمرپایین از هم زیاد بوده و در چنین وضعی اصطلاحا گویند کارگاه فشار دارد یعنی بدلیل فاصله زیاد کمرها باعث کاهش مقاومت زیر ذغال شده و قطعا بایستی برای نگهداری کمرها و بخصوص زیر ذغال تدابیر ایمن و مطمئنی اتخاذ کرد.

شیب کارگاه نیز حائز اهمیت است. شیب استاندارد ۳۰ درجه است بعد از چند برش از کارگاه ممکن است شیب کارگاه کم یا زیاد شود شیب کم هزینه استخراج را بالا می برد زیرا ذغالسنگ کنده شده داخل ناوها گیر کرده و بایستی برای آزاد نمودن آن نیرو به کار برد و از طرف دیگر هنگام خاکریزی تاثیر مثبت نیروی ثقل در جایابی خاک ها از بین می رود.

اگر شیب زیاد باشد فشار وارد بر چوبستکاری از طرف سقف و کمرها زیاد شده و کارگاه حالت ناپایدار پیدا می کند. همچنین در شیب زیاد ناوها آسان تر از محل خود کنده می شوند و این دردسر ساز خواهد بود.
وجود یا عدم وجود لایه های گلی و رسی از جمله علل غیرقابل کنترل است اگرچه می توان با کارهایی تاثیر منفیشان را خنثی نمود. ریزش دربعضي معادن از جمله معدن ذغالسنگ طبس (بهار ۹۱) براثر وجود همین لایه گلی رخ داده (۴)و ریزش این لایه گلی در سقف تونل بوده که هنگام آماده کردن نگهداری به یکباره ریزش کرده است. با توجه به اینکه منطقه معدن داربیدخون از سنگ های رسوبی با لایه بندی های پیچ خورده و متقاطع تشکیل شده اند و سنگ های رسوبی حاوی لایه های رسی آرژلیتی و ...می باشند و بدلیل نزولات جوی نسبتا خوب در منطقه این لایه های رسی توسط آب های فرورو شسته شده و در مناطقی که امکان نفوذ داشته باشد داخل دویل ها و حفریات زیرزمینی نفوذ کرده و سنگ های در برگیرنده ذغالسنگ و خود ذغالسنگ را سست می نماید. این یکی از دلایلی می تواند باشد که ریزش در تونل ها و کارگاه ها را افزایش دهد. این عامل که در معدن داربیدخون توجه چندانی به آن نشده است را می توان با زهکشی به موقع و مناسب آب های زیرزمینی و محل تجمع آبهای سطحی لایه های رسی را از شسته شدن دور نگه داشت .
از نظر وضعیت زمین شناسی منطقه بدلیل اینکه معدن و توپوگرافی کوهستانی آن و همچنین نزدیک سطح بودن لایه های ذغالی در حال بهره برداری و اینکه تونل های دسترسی به ماده معدنی در نزدیکی سطح هستند فشار طبقات فوقانی تاثیر چندانی در ریزش ها ندارند و البته تنها زمانی که عرض رگه ذغالسنگ داخل کارگاه استخراج زیاد شود و حفره باقی مانده در اثر استخراج اگر مورد نگهداری مناسب واقع نشود صدالبته فشار جانبی از سمت کمرها و فشار لایه های زغالسنگ بالاسر خسارت برجای خواهد گذاشت.
یکی دیگر از عواملی که باعث ریزش سقف می شود ، این است که در معادن زغالسنگ با شیب حدود ۸۵ درجه از جمله باب نیزو، هجدک و داربیدخون؛ پرکردن فضای خالی استخراج شده با خاک بایستی با دقت خاصی صورت گیرد به طوریکه خاک بایستی حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد دارای مواد دانه ریز و رس باشد تا فضاهای خالی بین سنگ های دانه درشت را پرکند و از نشست خاک جلوگیری کند تا اینکه نگهداری چوبی که برای محافظت سقف و کمرها تعبیه شده است و روی خاکریزی سیکل قبلی جایگیری شده است ثابت بماند، درغیر اینصورت همراه با نشست خاک سیستم نگهداری چوبی نیز نشست کرده، سست شده و منجر به سقوط سنگ، ریزش سقف و فشار واردآوردن کمرها به داخل کارگاه می شود. این موضوع در معدن داربیدخون بدلیل اینکه خاک های منطقه و محدوده معدن که برای خاکریزی مورد استفاده قرار می گیرند از ترکیب عناصر دانه ریز و دانه درشت با نسبت خوب تشکیل شده و هم چنین هنگام خاکریزی کارگاه ها نظارت و کنترل ویژه ای روی آن می شود عامل خطرساز مهم و قابل توجهی محسوب نمی شود.

نتیجه گیري:

با توجه به اینکه بخش اعظم حوادث معدني ناشي از ریزش میباشد، رعایت ایمنی و پیشگیری از ریزش ها در معادن زیرزمینی بخصوص زغالسنگ بایستی مورد توجه بیشتری واقع شوند. توجه ویژه به عوارض

زمین شناسی و تکتونیکی قبل از حفر و احداث فضاهای زیرزمینی و در نظر گرفتن جنس سنگ ها و چینه ها جهت ارزیابی و پیش بینی ریزش ها نیز مهم می باشد. تعمیرات به موقع راسته تونل ها، پرکردن مناسب پشت آرک ها، و نگهداری مناسب کارگاه های استخراج با در نظر گیری ملاحظات فنی اقتصادی و ایمنی از جمله مسائل کلیدی در حل و پیشگیري اين معضل مي باشد. هزینه تهیه، حمل و برش چوب برای نگهداری ها بسیار بالاست و استفاده نابجا برای بالا بردن ضریب ایمنی مقرون به صرفه نیست. فاصله بین آرک های فولادی در تونل ها نیز حائز اهمیت است.در معدن داربیدخون بدلیل شرایط خاص سنگ های منطقه و اینکه در فواصل مختلف پیشروی تونل سینه کار ، سختی سنگ ها، میزان درزه و فاصله داری درزه ها و وجود آب و لایه های سست و مقاوم متفاوت است، بایستی میزان نگهداری و فاصله نگهداری ها از همدیگر را به لحاظ فنی و اقتصادی و ایمنی در هر سیکل پیشروی بررسی و کنترل نمود.
داخل کارگاه های استخراج نیز ریختن خاک به موقع چه به لحاظ فنی و چه به لحاظ اقتصادی از نظر ایمنی ضریب بالاتری دارد بنابراین با نگهداری چوبی خوب می توان با خاکریزی به موقع و مناسب به حدی که بین ۰.۷ تا ۰.۸ ذغالسنگ استخراج شده خاک ریخته شود؛ از حرکت و ریزش کمرهای زغالی جلوگیری کرد و علاوه بر آن با لارده کاری مناسب در سقف و لق گیری تکه های زغالسنگ یا لیچه شکسته شده بالای سر احتمال ریزش سقف زغالی را به حداقل رساند.

منابع

۱- شجايي ,س.و ,.آفتابي ,ع ,.كازراني نژاد ,ر.(۱۳۸۶)، بررسي ژئوشيميايي عناصر اصلي , فرعي و كمياب در منطقه زغالدار كرمان .يازدهمين همايش انجمن زمين شناسي ايران.
۲- منتصری، بیژن؛ مقاله ایمن سازی معادن زیرزمینی ذغالسنگ در برابر ریزش.
۳- جزوه کانسارهای ذغالسنگ؛ انتشارات آموزشکده فنی شرکت ذغالسنگ کرمان
۴- ماهنامه گسترش معدن؛ شماره ۷۹۴، چهارشنبه ۱۳اردیبهشت
۵- یزدی، م.، ۱۳۸۲. زغالسنگ (از منشاء تا اثرات زیست محیطی)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، ۲۶۳ صفحه.
۶- صدیقه خدابنده ، حوادث معادن ذغال استان کرمان ، فصلنامه سلامت کار ایران ، زمستان ۹۰
7- Vahdati Daneshmand, F., 1995. Geological map of Iran, 1:100000 series, Sheet Zarand: 7351.

8- Abd El-Hady, M., 2006. Measurement of individual radon progeny in Egyptian under ground coal mine and related lung doses. Egypt. J. Solids, 29(2): 383-391

9 - Yazdi, M. (2003). Coal: from origin to environmental impacts
Polytechniques Jahad Daneshgahi , Publishing Co.

10- ZHANG Xin et al;Influences of Coal Mining Subsidence on Soil Water Loss and Its Mechanisms[J];Journal of Anhui Agricultural Sciences;2009-11

11 - www. Ngdir.ir