

خبرنامه توسعه مدیریت

مهرماه ۱۴۰۱ - شماره ۷۵

شرکت گسترش و توسعه مهندسی و پیمانکاری خاورمیانه

✉ info@memradco.com



MIDHCO



MEMRADCO



آنچه توانسته ایم لطف خدا بوده است آنچه نتوانسته ایم لطف خدا بوده است

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه

زمینه فعالیت و اهداف این شرکت عبارتند از:

- با هدف تامین مواد اولیه معدنی
- کارخانجات هلدینگ میدکو (توسعه
- معادن و صنایع معدنی خاورمیانه) و سایر
- کارخانجات داخلی با تمرکز بر معادن سنگ
- آهن، سنگ مس و زغال سنگ در آبان ماه ۹۱
- تاسیس گردید.
- خرید، فروش و سرمایه گذاری در معادن و
- صنایع معدنی داخلی و
- خارج از کشور
- تهیه و تامین اقلام معدنی مورد نیاز مجتمع های زیر مجموعه
- هلدینگ میدکو و سایر واحدهای تولیدی:
- خدمات بازرگانی داخلی و خارجی در خصوص واردات و
- صادرات اقلام مورد نیاز:
- تولید انواع مواد معدنی اولیه و محصولات
- وابسته
- مشاوره تخصصی در امور معادن و صنایع
- تولیدی مربوطه
- اخذ نمایندگی از شرکت های معتبر



* تهران - شهرک قدس - بلوار خوردین
ساختمان های دوبرال - برج آرمینه - پلاک ۸
طبقه اول - واحد - ۱۰۳ - کدپستی: ۱۴۶۵۹۵۳۱۱۱

+۹۸ (۰۲۱) ۸۸۳۳۳۸۲۵

+۹۸ (۰۲۱) ۸۸۵۷۳۸۷۴ - ۹

info@memradco.com

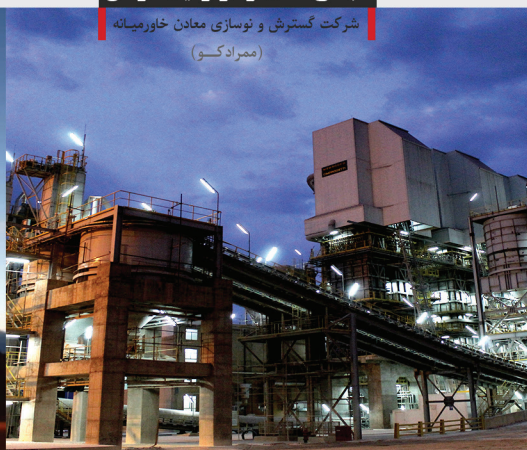
مجتمع مس چاه موسی

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)



مجتمع آهک و دولومیت کرمان

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)



مجتمع معدنی و فرآوری زغالسنگ طبیس

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)





امام علی علیه السلام:

إِذَا وَصَلَتْ إِلَيْكُمْ أَطْرَافُ النِّعَمِ، فَلَا تُنْفَرُوا أَقْصَاهَا بِقَلَّةِ الشُّكْرِ

زمانی که مقدمات نعمت‌ها به شما رسید، در نهایت آن را با کم‌شکری از خود مرانید.

فهرست مطالب

۴۳	خلاصه کتاب «انقلاب در ثروت آفرینی»
۶۵	راه اندازی خط دوم خردایش معدن سنگ آهک سرآسیاب
۸۷	پروژه احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه
۱۰۹	آئین کلنگ زنی پروژه تولید PCC، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری
۱۱	تغییر مارک زغالسنگ معدن ۵
۱۲	کابرد پودر سنگ در معادن زغالسنگ
۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶	بهبود سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی ...
۱۷ و ۱۸	استخراج کننده مس
۱۹	تحلیل انفجاری یا غیر انفجاری بودن محیط معادن زیرزمینی زغالسنگ
۲۰ و ۲۱	تعیین قابلیت انفجار گازهای موجود در هوای معادن زیرزمینی زغالسنگ
۲۲ و ۲۳	آشنایی با خطرات گاز متان و گرد زغالسنگ سنگ در معادن زیرزمینی
۲۴	هوشمند سازی ایمنی در معادن
۲۵	عناصر نادر خاکی و کاربرد آن
۲۶ و ۲۷	جایگاه مهندسی نت در صنعت معدنکاری جهان
۲۸	عملیات نقشه برداری معادن زیرزمینی
۲۹ و ۳۰	اخبار میدکو
۳۱	اخبار ممرادکو



خبرنامه توسعه مدیریت

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو)

سال سوم - آبان ماه ۱۴۰۱ - شماره ۷۵

مدیر مسئول: آقای مهندس الیاس ایران نژاد

مدیر اجرایی: معصومه قطب الدینی

همکاران این شماره:

ستاد تهران - مجتمع آهک و دولومیت کرمان - مجتمع زغالسنگ طبس، مجتمع مس چاه موسی

خلاصه ای از کتاب «انقلاب در ثروت آفرینی»

به بهانه چهل و هفتمین گردهمایی مدیران با موضوع ثروت آفرینی



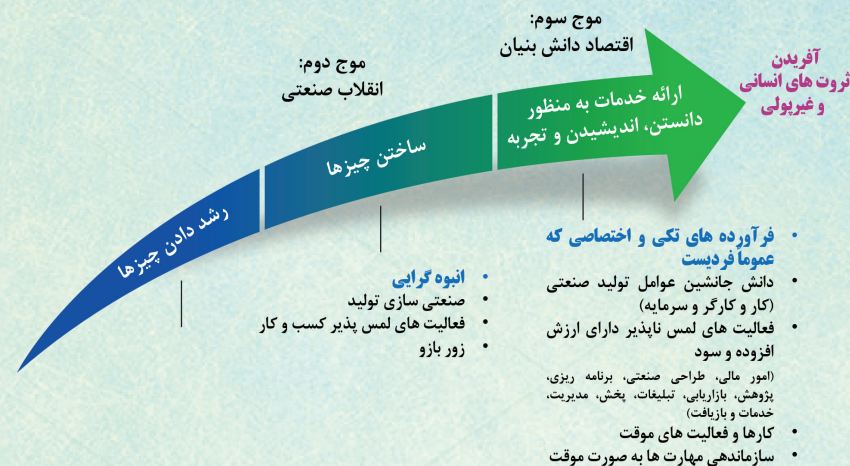
الیاس ایران نژاد
مدیرعامل شرکت گسترش و نوسازی معادن
خاورمیانه (ممرادکو)

با توجه به چهل و هفتمین گردهمایی مدیران با موضوع ثروت آفرینی برآن شدیم تا خلاصه‌ای از کتاب انقلاب در ثروت آفرینی را به این گردهمایی ارائه دهیم.

برای شروع بحث به مفاهیم جدید ثروت می‌پردازیم که عبارتند از:

- ثروت هر چیزی است که نیازی را از ما برآورده می‌سازد.
- ثروت لزوماً هم ردیف پول نیست.
- ثروت انباشت فرصت‌ها است.
- ثروت هرگونه داشتن (فردی یا مشترک) است.
- ثروت منفعت است.
- ثروت فرزند آرزو است.

در ادامه به بررسی ادوار ثروت و اثرات آن‌ها به شرح ذیل می‌پردازیم:



ارتباط انسان‌ها با زمان نیز شده است. به این ترتیب افراد از انضباط ثابت و زندان‌گونه و مقررات دوران صنعتی رهایی می‌یابند. ولی از سوی دیگر، وضعیت غیرقابل پیش‌بینی می‌شود. لذا تنظیم روابط میان انسان‌ها، ایجاد هماهنگی میان فعالیت‌های کسب و کار و ثروت آفرینی نیازمند دگرگونی‌های بنیادین است.

دیوان‌سالاری‌های دوران صنعتی، عامل اصلی کندی حرکت و شکل‌گیری نظام ثروت آفرینی دانش بنیان است. لازمه حل مشکل دیوان‌سالاری، رشد متوازن (رشد یکسان و هم‌زمان همه بخش‌های اقتصادی) و رشد پایدار (هم زمان سازی پیوسته و دقیق امور) با پرهیز از ایجاد هم زمانی مطلق است. زیرا از سوی دیگر هم‌زمانی مطلق باعث انعطاف ناپذیری و سستی سیستم / مانع نوآوری خواهد شد. همچنین حرکت دو صنعت مرتبط با شتاب متفاوت منجر به افزایش گستره ناهم‌زمانی می‌گردد.

اصل بنیادین مکان:

از دیدگاه مکانی جایجایی عظیم ثروت و ثروت آفرینی درون جغرافیای جهان در حال وقوع است. به عنوان مثال اینترنت (بی مکانی) و یا بسیاری از بخش‌های «چین» که دارای مناطق آزاد با خودمختاری اقتصادی است.

نقشه‌های نو، عموماً پایدار نبوده و پیوسته آماده تغییر و تحول هستند. از مزایای بی مکانی به جایجایی کارخانه‌ها به جاهایی دیگر که پرداخت کمترین دستمزد را در پی داشته باشد، می‌توان

اشاره کرد. اما در بخش‌های اقتصادی دانش پایه، جانشینی نیروی کار بسیار دشوار بوده و کارکنان هرچه از نردبان دانش و تجربه بالا روند، کمیاب‌تر می‌شوند. لذا در جوامع دارای اقتصاد دانش پایه تعویض نیروی کار دشوارتر خواهد بود.

اصل بنیادین دانش:

دانش در اقتصاد آینده نقش نفت کنونی را ایفا خواهد کرد، با این تفاوت که هرچه از نفت برداریم، از موجودی آن می‌کاهیم ولی دانش را هرچه بیشتر به کار ببریم، بدان افزوده شده و دانش‌های تازه‌ای می‌آفرینیم. این ویژگی به تنهایی، بزرگترین مانع کنونی بر سر راه، رشد اقتصادی را از بین خواهد برد. چون دیگر نمی‌توان مانند گذشته، اقتصاد را علم بهره‌برداری درست از منابع کمیاب تعریف کرد. دانش منبع نامحدود و تمام ناشدنی است.

ویژگی‌های دانش

• فاقد جنبه هم‌اوردی است (هرچه افراد بیشتری دانش را به کار ببرند، امکان افزایش و گسترش آن بیشتر فراهم می‌آید).

• لمس ناپذیر است.

• غیرخطی است.

• حالت ربطی دارد (هر تکه از دانش تنها در ارتباط با دیگر تکه‌ها معنا پیدا می‌کند).

• قابل حمل‌ترین فرآورده‌هاست.

• قابل نگهداری به صورت آشکار یا نهان، عرضه شده یا عرضه نشده و مشارکتی یا فردی است.

• در بکارگیری دانش، توجه به ارزش زمانی دانش (دانش‌های کهنه) بسیار مهم است. باید توجه داشته باشیم که:

• برخی از دانش‌ها پس از مدتی از رده خارج می‌شوند. لذا در بکارگیری دانش‌ها می‌بایست محدودیت عمر آن‌ها را در نظر بگیریم.

• استفاده از دانش‌های فرسوده و کهنه بسیار زیان بار است.

• با شتاب گرفتن نرخ دگرگونی‌ها، میزان انباشتگی دانش‌های فرسوده بیشتر می‌شود.

وضعیت حال حاضر

در حال حاضر که در مرحله گذر از اقتصاد صنعتی به اقتصاد دانش بنیان هستیم، اتفاقات ذیل در حال وقوع است:

• اضافه شدن دانش به تکنولوژی، بازار سهام و بورس، تورم و ضد تورم + بنیان‌های اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و جغرافیایی.

• تا هم زمانی بخش‌های دولتی و خصوصی که سبب

اقتصاد مصرف کنندگان خود ساخته‌ها چیست؟



اصول بنیادین انقلاب در ثروت آفرینی

در خصوص تأثیر ناهم زمانی چنانچه جامعه‌ای به پیشرفت اقتصادی خود شتاب بخشیده ولی نهادهای کلیدی (دولت، سیاست و جامعه) را در وضعیت موجود رها کند، در نهایت شانس خود در ثروت آفرینی را محدود خواهد ساخت.

جلب هوشمندترین و خلاق‌ترین نیروی کار با هدف ساخت کسب و کار و فرآورده‌های دانش پایه با بالاترین ارزش‌افزوده منوط به انتخاب سرزمین مناسب برای ایجاد حداکثر ارزش‌افزوده می‌باشد. و در نهایت دانش شرط لازم و کافی جهت دستیابی به نظام ثروت آفرینی انقلابی می‌باشد.

اصل بنیادین زمان:

نظام ثروت آفرینی نه تنها به همه حرکت‌ها شتاب بخشیده، که موجب بروز بی‌نظمی‌های فراوان در

تحلیل مالیات زمان سنگینی بر شرکت‌ها و بنگاه‌ها می‌گردد.

• تخصصی و زیر تخصصی شدن دانش‌ها با خلاقیت و نوآوری.

در اقتصاد حال حاضر مصرف‌کنندگان خودساخته‌ها نقش پراهمیتی را ایفا می‌کنند:

تحولات ثروت‌آفرینی حاصل از حضور مصرف‌کنندگان خودساخته‌ها

• سازمان‌ها و شرکت‌های زیرک در پی ابتکارهای تازه به منظور واگذاری هرچه بیشتر کارشان به مصرف‌کنندگان هستند.

• فاز دوم برون‌سپاری شامل واگذاری بخش بزرگی از فعالیت‌ها - از تولیدکنندگان به مصرف‌کنندگان می‌شود. (اداره پست)

• زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، تبدیل مصرف‌کنندگان - به مصرف‌کنندگان خودساخته را فراهم آورده است. (اسنپ)

• در بسیاری از مواقع خرید، مصرفی نبوده و حالت سرمایه‌گذاری را دارد. این مدل به مصرف‌کننده خودساخته کمک می‌کند تا در نظام ثروت‌آفرینی ارزش‌های فراوانی بیافریند.

• مصرف‌کننده خودساخته نه تنها سرگرمی‌های خود را به کسب و کارهای پول‌ساز تبدیل می‌نماید، بلکه صنایع تازه‌ای به راه انداخته یا به راه افتادن آن‌ها کمک می‌کند. (بلاگر)

• در نظام‌های پیشین، ناداران رفته‌رفته وارد اقتصاد پول محور می‌شدند. در این دوره شاهد کاستن از شمار ناداران موج اولی و تولیدکننده به قصد خودمصرفی می‌شویم.

• از سوی دیگر، تعداد مصرف‌کنندگان خودساخته‌ها از گونه موج سومی، با در اختیار داشتن فناوری‌های برتر، رو به افزایش خواهد گذاشت.

برای گذر از اقتصاد صنعتی و حرکت به سمت اقتصاد دانش‌بنیان نیازمند فروپاشی و بازآفرینی در سازمان‌ها هستیم:

ویژگی‌های فروپاشی و بازآفرینی در سازمان

• تحولات آنچنان پرشتاب است که فرآیندهای تخریب و بازسازی را با هم شاهد خواهیم بود و همواره در فروپاشی‌ها، رگه‌ای از بازآفرینی هم به چشم می‌خورد. • الزاماً می‌بایست در سازمان‌ها، بخشی از بودجه به طراحی و آزمایش ساختار سازمانی و نهادهای نو اختصاص یابد.

• باید آمادگی داشته باشیم که برخی از ارزش‌ها بمیرند و ارزش‌های تازه‌ای جانشین آن‌ها شوند.

• تحول راستین در یک شرکت نیازمند دگرگونی بنیادین در کارکردهای اصلی، فناوری، ساختار مالی، فرهنگ، کارکنان و خود سازمان می‌باشد.

• در کنار گسست‌های اجتماعی، با نوآوری‌های بی‌شمار در این زمینه و همچنین شکوفایی فعالیت‌های کارآفرینی روبه‌رو هستیم که پیشاهنگ تسلط اقتصاد دانش‌بنیان محسوب می‌شود.

باتوجه به اینکه نظام اقتصادی حال حاضر نظام سرمایه‌داری است می‌بایست بازاندیشی بنیادین در سطح کلان ثروت صورت گیرد.

اموال لم‌س‌ناپذیر نظیر مهارت، یافته‌های پژوهشی، هوشمندی‌های مدیریتی، آگاهی از بازارها، خلاقیت و نوآوری، ارائه خدمت و ... روز به روز بیشتر به مبنای اموال جامعه تبدیل می‌شوند. و این روند، اصل بنیادین سرمایه‌داری یعنی محدودیت منابع و عرضه را تهدید می‌کند. همراه با چرخش هرچه بیشتر اموال به سوی لم‌س‌ناپذیری، صفت مصرف‌نشده‌ی هم‌بدان افزوده شده و روز به روز غیر رقابتی‌تر می‌شود. بنابر این در

نظام ثروت‌آفرینی دانش‌بنیان، باید در انتظار لم‌س‌ناپذیرسازی انبوه با تمرکز بر نوآوری باشیم.

پیامدهای فرایند تغییر و تحولات سرمایه‌از لم‌س‌پذیری به لم‌س‌ناپذیری

• شرکت‌های بزرگ یکی پس از دیگری از حالت خصوصی به عام و همگانی تبدیل شده‌اند.

• نه تنها مالکیت سرمایه که روش گردآوری، تخصیص و دست به دست گشتن آن هم عمیقاً در حال دگرگونی است.

• ناشکیبایی و گریزپایی سرمایه یکی از نشانه‌های بسیار مهم روند تازه است.

• بازار سرمایه در حال مردم سالارانه شدن است. • ارتباطات سرمایه‌ای روز به روز گذراتر و پویاتر می‌شود.

• به زودی بازارهای یکپارچه خواهیم داشت.

• شکل‌ها و فرم‌های غیرسنتی سرمایه همچون سرمایه دانشی، سرمایه اجتماعی، سرمایه انسانی، سرمایه فرهنگی، سرمایه اخلاقی، سرمایه زیست بومی و به ویژه تأثیر مصرف‌کنندگان خودساخته‌ها، تحول شگرفی در این زمینه را رقم خواهد زد.

• آفرینش شبه پول‌های نوین و بازار گسترده و به هم پیوسته برای آن‌ها، و ترکیب بخش‌های پول محور و پول نامحور، چهره اقتصاد جهانی و نظام ثروت‌آفرینی را به کلی دگرگون خواهد ساخت.

• ظهور بازارهای برق‌آسا به‌عنوان محصول تغییر سرمایه (از لم‌س‌پذیر به لم‌س‌ناپذیر).

• تأثیر عمیق ترکیب بازارهای ملی و جهانی بر قیمت‌ها و شتاب در نوآوری.

• مشتری بسیار عجله دارد و خواهان شخصی‌سازی فرآورده‌ها (متناسب با نیاز خود) بدون افزایش قیمت است.

• فناوری‌های هوشمند موجب کاهش ساخت فرآورده‌های انبوه می‌شود.

• بازارها کوچک‌تر، موقتی‌تر و دانش بنیان‌تر می‌شوند.

• در جوامع مرفه و آن‌هایی که بیشتر به فردگرایی بها می‌دهند، مبارزه با تولید انبوه و همانندی فرآورده‌ها چشمگیرتر است.

ویژگی‌های سازمان‌های مردم‌نهاد در بازارهای برق‌آسا.

• سازمان‌های مردم‌نهاد چابک‌تر از دولت‌ها و دیوان سالاری حرکت می‌کنند. (ناهم زمانی)

• این سازمان‌ها به شکلی غیرمنتظره بر تولید و پخش ثروت در اقتصاد جهانی اثر خواهند گذاشت.

• افزایش شتاب تحولات - یکی از علل پیدایش سازمان‌های مردم‌نهاد است.

سازمان‌های مردم‌نهاد با برخورداری از وسایل ارتباطی نیرومند همچون اینترنت و تلفن همراه، و پشتیبانی از سوی نیروهای خبره نظیر پزشکان، حقوق دانان، دانشمندان و دیگر افراد حرفه‌ای، رفته رفته به نیروی پرتوانی تبدیل می‌شوند که هر دو دسته شرکت‌های بزرگ و دولت‌ها ناچارند تا آن‌ها را به حساب آورده و در قدرت سهیم نمایند.

بزرگی از فعالیت‌ها - از تولیدکنندگان به مصرف‌کنندگان می‌شود. (اداره پست)

• زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، تبدیل مصرف‌کنندگان - به مصرف‌کنندگان خودساخته را فراهم آورده است. (اسنپ)

• در بسیاری از مواقع خرید، مصرفی نبوده و حالت سرمایه‌گذاری را دارد. این مدل به مصرف‌کننده خودساخته کمک می‌کند تا در نظام ثروت‌آفرینی ارزش‌های فراوانی بیافریند.

• مصرف‌کننده خودساخته نه تنها سرگرمی‌های خود را به کسب و کارهای پول‌ساز تبدیل می‌نماید، بلکه صنایع تازه‌ای به راه انداخته یا به راه افتادن آن‌ها کمک می‌کند. (بلاگر)

• در نظام‌های پیشین، ناداران رفته رفته وارد اقتصاد پول محور می‌شدند. در این دوره شاهد کاستن از شمار ناداران موج اولی و تولیدکننده به قصد خودمصرفی می‌شویم.

• از سوی دیگر، تعداد مصرف‌کنندگان خودساخته‌ها از گونه موج سومی، با در اختیار داشتن فناوری‌های برتر، رو به افزایش خواهد گذاشت.

برای گذر از اقتصاد صنعتی و حرکت به سمت اقتصاد دانش بنیان نیازمند فروپاشی و بازآفرینی در سازمان‌ها هستیم:



همه این موارد بایستی در سایه رفتار باز نسبت به دیگر فرهنگ‌ها باشد



مجید مقامی
مدیر اکتشاف و بهره برداری
از معادن آهک و دولومیت

مقدمه

با توجه به رسالت شرکت ممرادکو در تامین سنگ آهک دانه بندی شده و آهک کلسینه مصرفی صنایع فولاد مجموعه هلدینگ میدکو، برنامه ریزی استخراج و خردایش کلوخه استخراجی در معادن آهک و دولومیت به عنوان سرخط زنجیره تولید مصالح آهکی خام ودانه بندی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

به گونه ای که تامین بی وقفه سنگ آهک و دولومیت دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت کارخانه به عنوان بزرگترین و مدرنترین کارخانه تولید آهک و دولومیت در سطح کشور اولویت اول کار امور معدن می باشد .

از طرف دیگر با توجه به تنوع محصولات دانه بندی شده معدن و نیاز بازارهای مصرف در سطح استان کرمان، حضور موثر در بازارهای مذکور و عرضه محصولات رقابتی امری اجتناب ناپذیر است که از یک سو سبب درآمدزایی معدن و از سوی دیگر نقش تعیین کننده مجتمع ممرادکو را در تامین نیازهای بازار به مجموعه های اقتصادی استان معرفی می کند.

با توجه به میزان مصرف روزانه آهک دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت، ظرفیت محدود خط خردایش موجود در معدن که توسط پیمانکار در حال بهره برداری است، سیاست های کلی مجتمع و بخش معدن در تامین روزانه نیاز کارخانه و تولید مازاد بر نیاز مصرف کوره های پخت آهک جهت ایجاد دیوهای پشتیبان

در معدن و کارخانه به منظور افزایش ضریب اطمینان در تامین بی وقفه مواد مورد نیاز خط فراوری آهک و تاکید مقام محترم مدیرعامل شرکت مینی بر افزایش تولید پایدار سنگ آهک دانه بندی شده آهک، مقرر گردید خط خردایش دوم کلوخه سنگ آهک در معدن آهک سرآسیاب نصب و راه اندازی شود .

در این راستا و به منظور اجرای هر چه سریعتر پروژه، راهکارهای مختلف چگونگی تهیه، نصب و راه اندازی خط خردایش جدید معدن مورد پایش قرار گرفت.

بعد از بررسی های صورت گرفته توسط تیم فنی امور معدن و ضرورت تسریع در اجرا و تامین تجهیزات خردایش، مقرر شد با توجه به راه اندازی خط تولید معدن کاظم آباد و توقف خط خردایش معدن چترود، خط مذکور به معدن آهک سرآسیاب انتقال یافته و پس از نصب به بهره برداری برسد .

مشخصات خط خردایش

مشخصات فنی خط دوم خردایش معدن سرآسیاب به شرح زیر است :

- ۱- هاپر اولیه با ظرفیت ۵۰ تن
- ۲- فیدر تغذیه کننده با ظرفیت باردهی ۲۵۰ تن در ساعت
- ۳- سنگ شکن اولیه با ۹۰×۱۱۰ با ظرفیت ۲۵۰ تن در ساعت
- ۴- سنگ شکن ثانویه ۳۰×۱۲۵ با ظرفیت ۷۰ تن در ساعت (۲ دستگاه)
- ۵- سرند اولیه و سرند ثانویه ۲×۶ متر

- ۶- نوار نقاله (۱۱۰ متر)
- ۷- ظرفیت اسمی تولید ۲۰۰ تن کلوخه ورودی سنگ آهک در ساعت.

مشخصات اجرایی پروژه

- ۱- وزن تقریبی تجهیزات : ۶۵ تن
- ۲- مدت زمان اجرا ۴۸ روز شامل:
-دمونتاژ خط ۴ روز
- عملیات بتن ریزی و ساخت سازه های بتنی در طول پروژه شامل : ۲۹۳ متر مکعب بتن صنعتی و ۹۷ متر مکعب بتن غیر صنعتی
-انتقال تجهیزات از معدن چترود به معدن سرآسیاب ۲ روز
-اورهال و رفع نقص کلیه دستگاهها و تجهیزات ۲۰ روز
-نصب تجهیزات ۱۸ روز .
-راه اندازی و رفع پانچها ۴ روز.
- ۳-تاریخ شروع پروژه ۱۴۰۰/۱۱/۵ و تاریخ راه اندازی ۱۴۰۰/۱۲/۲۳
- ۴-نصب خط انتقال نیرو در دو بخش خارجی اتصال به شبکه و برق داخلی معدن به مدت ۴۵ روز که به دلیل مصادف شدن با تعطیلات عید نوروز با تاخیر دوهفته ای به بهره برداری رسید.
با توجه به سیاستهای کلی شرکت در مدیریت و کاهش هزینه تمام شده پروژه ها، با موافقت مدیر عامل محترم شرکت و مدیر محترم مجتمع تصمیم بر آن شد

جابجایی سنگ شکن معدن هوتک به معدن سراسیاب و

راه اندازی خط دوم خردایش

معدن سنگ آهک سراسیاب کرمان



است.

در پایان لازم می دانم از حمایت‌های بی دریغ مقام محترم مدیر عامل جناب آقای مهندس ایران نژاد و حسن اعتماد ایشان به پرسنل، حمایت همه جانبه و حضور مداوم مدیر محترم مجتمع آقای مهندس زینلی در کلیه مراحل پروژه، همکاران ستاد تهران و کلیه همکاران معدن، واحدهای برق و خدمات فنی، مالی و بازرگانی مجتمع که با همدلی و تلاش در محیطی صمیمی و در قالب یک تیم واحد این پروژه را به پایان رساندند قدردانی کنم.

بخش های مختلف دمونتاز، حمل، اورهال دستگاه ها و تجهیزات و نصب و راه اندازی اندازی کار باجدیت پی گیری و ظرف مدت ۴۸ روز به انجام رسید.

شایان ذکر است که قیمت تمام شده پروژه در تمامی مراحل پروژه بیش از ۵۵ درصد نسبت به قیمت های پیشنهادی پیمانکاری کاهش داشت.

ذکر این نکته نیز ضروری است که بهره برداری از خط مذکور توسط امور معدن آهک سراسیاب با کاهش ۵۰ درصدی قیمت تمام شده خردایش در حال انجام

که نظارت و همچنین اجرای بخشی از کارهای مربوط به مراحل فوق توسط تیم فنی متشکل از مسئولان معدن سراسیاب و چترود، واحدهای برق، خدمات فنی، امورمالی و بازرگانی مجتمع انجام گیرد. در این راستا با حضور موثر کلیه ارکان پروژه و تیم های فنی مجتمع و با استفاده از خدمات روز مزد نیروهای کارگری و فنی و همچنین اجاره ساعتی دستگاه های باربرداری و بارگیری شامل انواع جرثقیل ها، دستگاه های حمل و نقل شامل تریلر و کفی و همچنین ابزارآلات مورد نیاز در



پروژه احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه

مجید مقامی
مدیر اکتشاف و بهره برداری
از معادن آهک و دولومیت

مقدمه

در دنیای امروز رقابت صنایع مختلف در تولید مواد با کیفیت و ارتباط موثر با بازارهای مصرف و تامین نیازهای مختلف در قالب سبد تولید مواد از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در این راستا شرکت توسعه و بازسایپزی معادن خاورمیانه و مجتمع تولید آهک و دولومیت کرمان که تولید آهک و دولومیت کلسینه مورد نیاز صنایع فولادی شرکت های هلدینگ میدکو را بر عهده دارد، توسعه صنایع تکمیلی مرتبط با محصولات آهکی را در دستور کار خود قرار داده است.

توسعه پایدار صنایع تکمیلی در کنار ایجاد فرصت های شغلی جدید و آموزش نیروی انسانی متخصص سبب ساز گسترش حضور شرکت در بازارهای مختلف و تولید محصولات رقابتی با کیفیت و افزایش حاشیه سود و کاهش قیمت تمام شده محصولات تولیدی معدن و کوره های تولید آهک است. راه اندازی خط تولید پودر آهک میکرونیزه از جمله پروژه های توسعه ای است که طی شش ماهه اول سال ۱۴۰۱ پس از مطالعات فنی و اقتصادی به منظور چابک سازی فرایندهای تولیدی معدن و افزایش حاشیه سود و کاهش قیمت تمام شده مواد اولیه کوره های تولید پخت آهک و دولومیت، راه اندازی و به بهره برداری رسید.

پودر سنگ آهک میکرونیزه

سنگ آهک از خانواده سنگ های کربناته رسوبی و از جمله پرکاربردترین مواد معدنی است که معمولاً به عنوان ملات و یا ماده پرکننده به کار می رود.

این ماده در طبیعت به شکل سنگ است و برای اینکه بتوان از آن در مصارف مختلف صنعتی، ساختمانی یا خدماتی استفاده نمود باید به سازه های کوچک تر خرد شود.

سایزهای پرمصرف آهک عبارتند از:

- آهک کلوخه

- سنگ آهک نمره

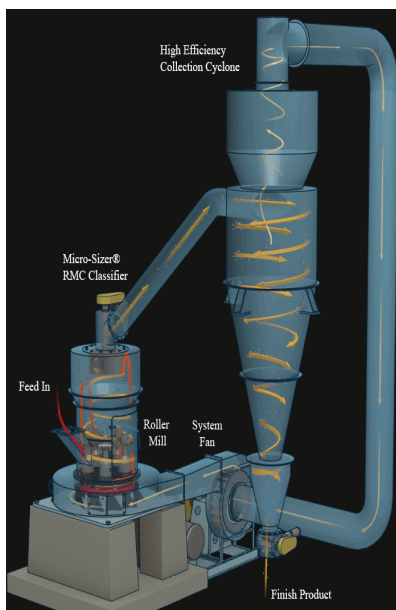
- پودر سنگ آهک

در واقع سنگ آهک میکرونیزه یا pulverized lime

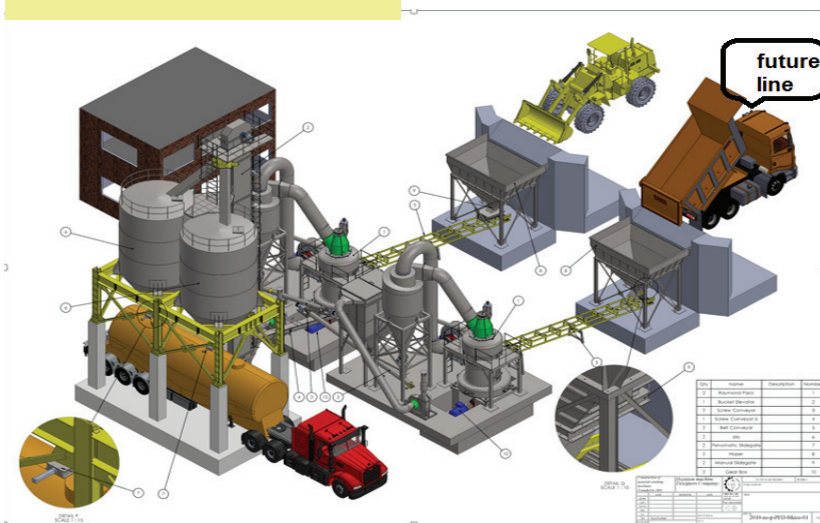
از کوبش و پودر کردن سنگ آهک بدست می آید که به دلیل سطح مقطع بیشتر و امکان ترکیب آن با دیگر مواد، مورد استفاده در صنایع مختلف، کارایی بیشتری نسبت به سنگ آهک دارد.

هدف از اجرای پروژه ساخت کارخانه تولید پودر میکرونیزه

هدف از اجرای پروژه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه حضور موثر در بازارهای مصرف و ایجاد تنوع در سبد تولیدات شرکت، افزایش



نمایی از فرآیند خردایش و تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه در سیستم آسیاب ریموند



طراح شماتیک کارخانه تولید پودر آهک میکرونیزه در معدن سر آسیاب

حاشیه سود معدن و کاهش قیمت تمام شده مصالح دانه بندی شده ۴۰-۸۰ میلیمتر مورد استفاده در کوره های پخت آهک و همچنین تامین پودر آهک میکرونیزه مصرفی شرکت بایک مس می باشد.

مشخصات پروژه

تحقیقات اولیه در زمینه چگونگی تولید پودر آهک میکرونیزه با توجه به نیاز شرکت بایک مس ایرانیان به این ماده معدنی، از نیمه دوم سال ۱۴۰۰ آغاز گردید و پس از مطالعه و بررسی وضعیت شرکت های داخلی و خارجی دارای تکنولوژی مهندسی، ساخت و نصب و راه اندازی و بازدید از کارگاه های ساخت شرکت های داخلی، شرکت طراحان

عنوان پروژه:	احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه
کارفرما:	شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو)
پیمانکار:	شرکت طراحان ماشین حجازیان
مکان پروژه:	معدن سنگ آهک سر آسیاب
ظرفیت تولید:	۷.۵ تن بر ساعت
ظرفیت کارخانه:	۴۰.۰۰۰ تن در سال
سرمایه گذاری مورد نیاز:	حدود ۱۰۰ میلیارد ریال
مدت زمان اجرای پروژه:	۶ ماه

جدول خلاصه مشخصات پروژه احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه معدن سر آسیاب



گزارش تصویری از تکمیل پروژه کارخانه آهک میکرونیزه در معدن سرآسیاب

محترم مدیر عامل، تمام تلاش مجتمع آهک بر کاهش هزینه‌ها و استفاده از نیروی انسانی ماهر و متخصصین بدنه شرکت و جلوگیری از برون‌سپاری کارها به بخش پیمانکاری متمرکز گردید که علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌ها، سبب انتقال کامل دانش فنی به پرسنل مشغول به کار در خط شد.

طی مراحل انجام پروژه به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها بخشی از کارها شامل خاکبرداری و آماده‌سازی محوطه کارخانه، عملیات بتن ریزی و سیویل، برق‌رسانی به سایت، نظارت بر عملیات برق‌کشی تجهیزات کارخانه و راه‌اندازی تابلوهای برق، مکانیک و انجام بخشی از کارهای نصب، نظارت بر عملیات نصب تجهیزات، نظارت بر عملیات تست سرد و رفع پنجه و تست گرم و راه‌اندازی توسط پرسنل متخصص واحدهای معدن، دفتر فنی، مکانیک و برق مجتمع نصب به انجام رسید که سبب کاهش ۳۲ درصدی هزینه‌ها گردید.

در پایان لازم می‌دانم از حمایت‌های بی‌دریغ مدیرعامل محترم شرکت ممرادکو جناب آقای مهندس ایران نژاد و حسن اعتماد ایشان به پرسنل، حمایت‌های همه‌جانبه مدیر محترم مجتمع آقای مهندس زنبلی در کلیه مراحل کار، همکاران ستاد تهران و کلیه همکاران معدن، واحدهای برق و خدمات فنی، مالی و بازرگانی مجتمع که با تلاش‌های فراوان در محیطی صمیمی این پروژه را به پایان رساندند قدردانی کنم.

۵- روتاری ایرلاک‌ها

۶- سیلوهای محصول

۷- تابلو برق

۸- آزمایشگاه

مشخصات اجرایی پروژه:

۱- وزن تقریبی تجهیزات: ۶۵ تن

۲- تاریخ شروع پروژه ۱۴۰۱/۰۱/۲۵ و تاریخ راه‌اندازی ۱۴۰۱/۰۶/۲۲

۳- مدت زمان اجرا پنج ماه از زمان تنفیذ قرارداد شامل:

- آماده‌سازی سایت ۲ ماه

- عملیات بتن ریزی و ساخت سازه‌های بتنی در طول پروژه شامل: ۲۳۵ متر مکعب بتن صنعتی و ۵۷ متر مکعب بتن غیر صنعتی

- ساخت تجهیزات ۴ ماه

- انتقال تجهیزات از مشهد تا معدن سرآسیاب ۵ روز

- نصب تجهیزات ۲۵ روز

- راه‌اندازی سرد و رفع پنجه‌ها ۴ روز

۳- راه‌اندازی گرم و شروع تولید ۱۴۰۱/۰۶/۲۲

هزینه اجرای پروژه

هزینه اجرای پروژه کارخانه تولید پودر آهک میکرونیزه به تفکیک فعالیت‌های پیش‌بینی شده حدود ۱۲۱/۶۶ برآورد گردید.

اما از آنجایی که کاهش هزینه تمام شده پروژه‌ها به عنوان یکی از راهبردهای اصلی در سیاست‌های کلی شرکت ممرادکو مطرح است، در این پروژه نیز حسب‌الامر مقام

ماشین‌های حجازیان پس از برگزاری تشریفات مناقصه از میان شرکت‌های داخلی برنده و با توجه به تأیید توان فنی توسط کارشناسان و متخصصان مجتمع آهک و دولومیت ممرادکو، قرارداد مهندسی، ساخت، تأمین و نصب و راه‌اندازی (EPC) منعقد و کار از نیمه فروردین‌ماه ۱۴۰۱ آغاز گردید.

فرآیند تولید:

در فرآیند تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه سنگ‌های دانه‌بندی شده ۰ تا ۲۲ تا ۳۰ میلیمتر با ظرفیت ۷/۵ تن در ساعت توسط کامیون در هاپر خط تولید تخلیه و توسط نوارنقاله به آسیاب ریموند وارد می‌شود و در یک سیکل بسته عملیات خردایش با استفاده از سیکلون و سپراتورهای هوا تا حد ۲۰۰ مش پودر شده، سپس محصول نهایی به سیستم انتقال پاکت الواتور وارد و در سیلوهای محصول انبار و آماده عرضه به بازار می‌شود.

لازم به ذکر است که کیفیت محصول به لحاظ دانه‌بندی مطابق با نیاز مشتریان به طور پیوسته در آزمایشگاه موجود در کارخانه مذکور اندازه‌گیری و گزارش می‌شود.

تجهیزات خط میکرونیزه معدن سرآسیاب به شرح زیر است:

۱- هاپر اولیه با ظرفیت ۲۵ تن

۲- آسیاب ریموند

۳- پاکت الواتور

۴- نوار نقاله

آئین کلنگ زنی پروژه تولید (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری

از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه



در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط کمپانی لانگ مینگ تکنولوژی (TLM) ابداع و به بازار دنیا عرضه شد افزودند: ماده اصلی تشکیل دهنده این نوع از کاغذ، پودر سنگ (کربنات کلسیم با خلوص مناسب PCC) می‌باشد.

وی همچنین افزود: در تولید کاغذسنگی هیچ درختی بریده نمی‌شود و قطره آبی نیز هدر نمی‌رود، از این رو به این نوع کاغذ، کاغذ دوستدار محیط زیست نیز گفته می‌شود.

مدیرعامل محترم شرکت ممرادکو در ادامه بیان داشت: تولید کاغذسنگی از کربنات کلسیم یکی از طرح‌های فناور کشور است که علاوه بر کمک به کاهش نیاز کشور به خروج ارز جهت واردات کاغذ، ارزش افزوده مناسبی در سطح استان ایجاد و بستر مناسبی برای اشتغال‌زایی جوانان فراهم می‌کند.

مهندس ایران نژاد گفت: در واقع ۸۰

مجموعه (شرکت معیار صنعت خاورمیانه) دستیابی به راهکار علمی برای استفاده بهینه از این محصول در دستور کار شرکت قرار گرفت و سرانجام براساس مطالعات کارشناسی صورت گرفته، طرح تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذسنگی و کاغذدیواری از محصول فوق تهیه و به هیئت مدیره ارائه گردید که پس از تصویب، جهت آغاز فعالیت‌های اجرایی در تاریخ ۱۱ مردادماه با حضور مدیریت عامل محترم شرکت میدکو کلنگ زنی شد.

ایشان در ادامه خاطرنشان کرد: بر اساس این طرح با تولید انواع کاغذ از جمله کاغذدیواری از محصول جانبی کوره‌های آهک، ضمن کمک به حفظ محیط زیست و پیشگیری از قطع درختان و مصرف بی رویه آب، به ارزش افزوده مطلوبی نیز دست خواهیم یافت به طوری که نرخ بازگشت داخلی سرمایه (IRR) براساس مطالعات مهندسی انجام شده حدود ۵۵ درصد و ارزش خالص فعلی آن (NPV) حدود ۵,۴۵۴,۵۷۳ میلیون ریال خواهد بود.

مدیرعامل محترم ممرادکو با اشاره به اینکه کاغذسنگی (Stone Paper) محصولی همانند کاغذ معمولی است با قابلیت‌هایی کاملاً مشابه که اولین بار



آیین کلنگ زنی پروژه تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه در تاریخ سه شنبه ۱۱ مردادماه ۱۴۰۱ با حضور جناب آقای دکتر علی اصغر پورمند، (مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو) در مجاورت کارخانه آهک و دولومیت ممرادکو در استان کرمان برگزار شد.

در این مراسم مدیر عامل شرکت ممرادکو، ضمن تشریح خط تولید فرایند کلسیناسیون سنگ آهک و دولومیت به تولید روزانه ۲۰۰ تن آهک کلسینه با دانه بندی ۰ تا ۱۵ میلیمتر اشاره نمود: به علت ریزدانه بودن در فرایند فولاد سازی قابل استفاده نبوده و در بازارهای تجاری نیز از اقبال کمتری برخوردار می باشد.

وی بیان داشت: با تشکیل تیم کارشناسی متشکل از پرسنل پرتوان و زحمتکش مجموعه آهک و دولومیت کرمان و مشاور





آیین کلنگ زنی پروژه تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه در تاریخ سه شنبه ۱۱ مردادماه ۱۴۰۱ با حضور جناب آقای دکتر علی اصغر پورمند، (مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو) در مجاورت کارخانه آهک و دولومیت ممرادکو در استان کرمان برگزار شد.

درصد ماده تشکیل‌دهنده کاغذسنگی از کربنات کلسیم است که سنگ‌های پایه آهکی به عنوان منبع اصلی این ماده، یکی از غنی‌ترین منابع معدنی کشور به شمار می‌آید که فراوانی مواد اولیه کربنات کلسیم و همچنین دسترسی آسان به پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن به عنوان دیگر مواد اولیه تولید کاغذسنگی از مزیت‌های اصلی اجرای این طرح در کشور است.

وی بی‌نیازی به مصرف آب و صرفه‌جویی بیش از ۵۰ درصدی مصرف انرژی را از دیگر مزیت‌های این طرح عنوان کرد و افزود: با توجه به مشکلات زیست‌محیطی و بحران آب در کشور و همچنین ضرورت احیای جنگل‌ها و درختان، طرح‌های فناورانه‌ای مانند تولید کاغذ از کربنات کلسیم بسیار مفید می‌باشد.

مدیرعامل محترم ممرادکو همچنین بیان داشت: امیدواریم بتوانیم با یاری خداوند متعال و حمایت مدیریت عامل هلدینگ میدکو و همت و تلاش همکاران، پروژه‌ای را رقم بزنیم تا علاوه بر ایجاد اشتغال و دستیابی به ارزش افزوده بالاتر در محصولات جانبی کوره آهک، گامی موثر در حفظ و بهبود محیط زیست برداریم.

در ادامه این آئین مدیریت عامل محترم هلدینگ میدکو نیز ضمن عرض تسلیت

به مناسبت ایام عزاداری سرور و سالار شهیدان حضرت امام حسین علیه السلام افزود: امیدوار هستیم تقارن این فعالیت جدید با این مناسبت بتواند باعث برکت و رونق در کسب و کار همه‌ی شرکت‌های میدکو و در پروژه شرکت ممرادکو گردد. دکتر علی اصغر پورمند گفت: هر فعالیتی که میدکو انجام می‌دهد در راستای فعالیت‌های زیست‌محیطی و اقتصادی است لذا اگر یک پروژه، اقتصادی باشد حتما ملاحظات زیست‌محیطی نیز در آن مدنظر قرار گرفته شده و لذا یک پروژه زیست‌محیطی هم هست.

وی با اشاره به حدوداً ۳۸۰ میلیارد تومان هزینه سرمایه‌گذاری در این پروژه تصریح کرد: در مجموعه پروژه‌های هلدینگ میدکو در زمینه انرژی، آب و مواد اولیه چیزی به نام دورریز نباید داشته باشیم. وی افزود: هر آنچه در مجموعه پروژه‌های شرکت مورد استفاده نباشد حتما در یک چرخه آمده و از آن استفاده خواهد شد و باید در سیکلی قرار بگیرد که بتواند تولید ثروت کند.

دکتر پورمند با اشاره به پروژه بسیار مهم PCC، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری افزود: امیدواریم بتوانیم هم کاغذ سنگی و هم کاغذ دیواری را با یک شرایط خوب تولید

کرده و به بازار عرضه نماییم. مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو گفت: در شرح نهج البلاغه علامه جعفری رضوان الله تعالی علیه در ارتباط با حقوق متقابل مردم و مسئولان اشاره می‌کند که حضرت امیر علیه السلام می‌فرمایند: یک حق من به گردن مردم دارم و یک حق مردم به گردن من دارند حتی که مردم بر گردن من دارند ۳ کار است که باید برای آن‌ها انجام دهم اول باید خیرخواه مردم باشم و دوم به اقتصاد آن‌ها سروسامان دهم و معیشت و نان و آب و ... آن‌ها را تامین کنم و سوم در جهت آگاهی‌بخشی آن‌ها و دانایی آن‌ها تلاش کنم خداوند را شاکر هستیم که در این مجموعه هم یادگیری و آموزش و هم رونق زندگی مردم و هم خیرخواهی وجود دارد و حتما این حرکات و توسعه‌هایی که در میدکو انجام می‌شود در مسیر ولایت حضرت امیر مومنان علی علیه السلام قرار دارد.

به گزارش روابط عمومی ممرادکو: این آئین با حضور مدیران عامل فولاد بوتیا، فولاد سیرجان ایرانیان، شرکت معیار صنعت خاور میانه و مدیران و پرسنل مجموعه آهک و دولومیت کرمان و مشاوران برگزار شد.

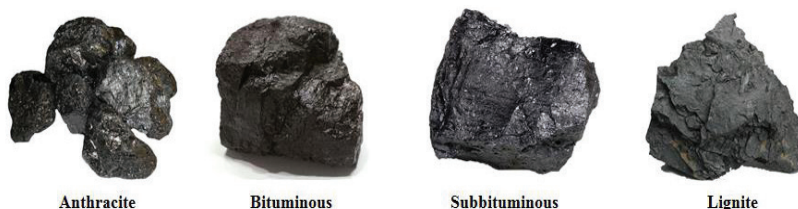


امیرحسین نوری زاده
کارشناس فنی امور معادن

تعیین مارک زغالسنگ معدن ۵ (زون ۵ بلوک ۳ پروده شرقی)

قرار می‌گیرد.
به‌طور کلی زغال‌سنگ‌های زون ۵ از لحاظ تحمل متامورفیزم و مارک و همچنین با توجه به خاصیت بالای پلاستیسیته آن‌ها که عموماً بالای ۱۵ میلیمتر بوده جزء زغال‌سنگ‌های مرغوب محسوب شده و دارای قابلیت کک‌دهی بالایی می‌باشند.
منبع: گزارش پایان عملیات اکتشاف زون ۵ بلوک ۳ پروده شرقی.

آن‌ها تعیین گردیده که بین مارک جدول ۱ (طبقه‌بندی زغال‌سنگ‌های ایران سال ۱۹۷۸) متغیر می‌باشد.
زغال‌سنگ‌های مارک کک‌شو چرب این محدوده از نظر گروه تکنولوژی و با توجه به خواص پلاستیسیته آن‌ها، در گروه تکنولوژی (KF۱۴) و (KF۱۹) و زغال‌سنگ‌های مارک کک شو در گروه تکنولوژی (K۱۴) و (K۱۹)



جدول ۱- طبقه بندی روسی متداول در ایران سال ۱۹۷۸

مارک	گروه‌های تکنولوژی	پارامترهای اصلی				پارامترهای تکمیلی					
		V ⁺ %		Y(mm)		مراحل متامورفیزم	10R %	ترکیبات عنصری			کاربری
		از	تا	از	تا			C %	H %	(O + N) %	
D شعله بلند	---	46	51	0	0	II (II ₁)	75-80	---	---	---	7430 7770
G گازی	Γ19 Γ14 Γ10 Γ6	37 37 37 37	46 46 46 46	19 14 10 6	25 18 13 9	II (II ₂ – II ₃)	80-85	80-85	4-6	9-16	8033 8485
GF گازی چرب	Γ ж19 Γ ж14 Γ ж10 Γ ж6	 31 31 31 31	 37 37 37 37	 19 14 10 6	 25 18 13 9	II . III (II ₃ – III ₁)	85-89	83-87	5-6	7-12	8200 8700
F چرب	1ж26 2ж26	> 33 < 33	--- ---	> 26 > 26	--- ---	III . IV	89-97	80-90	5-6	5-15	8400 8800
KF کک شو چرب	K ж19 K ж14 K ж10 K ж6	25 25 25 25	31 31 31 31	19 14 10 6	25 18 13 9	III (III ₂ – III ₃)	89-93	86-90	4-5	5-10	8300 8800
K کک شو	K19 K14 K10 K6	17 17 17 17	25 25 25 25	19 14 10 6	25 18 13 9	IV	94-102	88-91	~ 4	5-3	8500 8900
HC غیرقابل ذوب	1HC 2HC	25 17	31 25	0 0	6 < 6	II . IV	83-102	70-85	2-4	11-28	5000 8000
OC لاغر قابل ذوب	OC ₁₀ OC ₈ OC ₆	13 13 13	17 17 17	10 8 6	--- 9 7	V	103-106	89-92	~ 4	4-7	8500 8750
T لاغر	---	10	13	0	0	VI	106-116	91-93	< 4	3-5	8600 8700
A آنتراستیت	---	7	10	0	0	VI . VII	114-120	---	---	---	---

مارک زغالسنگ با استفاده از یک عامل یا چند عامل عنوان شده و بر اساس آن هر زغالسنگ علامت‌گذاری می‌شود که بیشتر دید صنعتی و تجاری در علامت‌گذاری لحاظ می‌گردد.

به‌طور مثال K یا C نشان‌دهنده کک‌شو بودن، A غیر کک‌شو، F شعله‌خیز بودن و مارک G گازدار بودن را نشان می‌دهد.

با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده مرتبط با ویژگی‌ها و خصوصیات زغال‌سنگ، می‌توان نوع مارک زغال را تعیین کرد.

در جدول ۱ طبقه‌بندی زغال‌های ایران (۱۹۷۸) بر اساس طبقه‌بندی روسی متداول در ایران) را بر اساس ویژگی‌ها و خصوصیات زغال‌سنگ نشان می‌دهد.

متامورفیزم زغال‌سنگ‌های زون ۵ براساس پارامترهای قابلیت انعکاس ویترنیت (۱۰R) و با توجه به سایر پارامترهای مواد فرار و خواص پلاستیسیته آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به میزان رفلکسیون ویترنیت (۱۰R) بین ۹۳ تا ۹۷ در زون ۵، میزان مواد فرار بین ۱۹ تا ۲۹ درصد و ضریب پلاستومتری ۱۴ تا ۲۲ میلی‌متر، زغال‌سنگ‌های این منطقه مراحل III تا IV متامورفیزم را تحمل نموده‌اند.

مارک زغال‌سنگ‌های این محدوده براساس مقدار رفلکسیون ویترنیت، مقدار مواد فرار و خواص پلاستیسیته

کاربرد پودر سنگ در معادن زغالسنگ

محمدرضا فرحبخش
سرپرست HSEC
مجتمع زغالسنگ طبس



اگر رطوبت داده شوند، سپس خشک شوند، نباید به هم بچسبند و تشکیل کیکی دهند که نتوان آنها را با بلاست سبک هوا جدا نمود و در هوا پخش کرد.

• پودر سنگ نباید حاوی بیشتر از ۵٪ مواد قابل اشتعال باشد.

• پودر سنگ نباید حاوی بیشتر از ۴٪ سیلیکای آزاد یا ترکیب شده (SiO_2) باشد. اگر میزان غلظت نوع سیلیکا قابل تشخیص نیست، نباید حاوی بیشتر از ۵٪ سیلیکای آزاد یا ترکیب شده باشد.

چه نقاطی از معادن باید پودر سنگ پاشی شود؟

• تمامی مناطقی از معدن زغال سنگ که زیر زمین قرار دارند باید تا ۱۲ متری سطح کار پودر سنگ پاشی شوند.

• مناطقی که رطوبت زیاد دارد یا مناطق حاوی مقادیر زیادی از مواد غیر قابل اشتعال با احتمال ایجاد انفجار کم می باشد، مستثنی می باشند.

• مناطقی که غیر قابل دسترس باشد یا ورود به آنها ناایمن باشد نیز مستثنی می باشند.

• دبیر اجرایی با مسوولیت خودش و بر مبنای یافته هایش محلی می تواند را مستثنی کند که این استثنا نباید خطری برای معدن کاران داشته باشد.

• تمامی میانبرهایی که کمتر از ۱۲ متر از سطح کار هستند باید پودر سنگ پاشی شوند.

• در معدنی که پودر سنگ پاشی انجام می شود، پودر سنگ باید به بالا، کف، و تمامی اطراف سطوح زیرزمینی معدن زغال سنگ پاشیده شده و در سطحی که مقدار محتوای غیر قابل اشتعال ترکیب پودر زغال سنگ و پودر سنگ و سایر پودرها کمتر از ۸۰٪ نباشد، باید نگهداری شده و ادامه یابد.

• در جاهایی که گاز متان در جریان تهویه حضور دارد، درصد محتوای غیر قابل اشتعال چنین پودر مرکبی باید به ازای هر ۰٫۱٪ افزایش در میزان گاز متان، حدود ۰٫۴٪ افزایش یابد.

• ثابت شده است که پودر سنگ پاشی، تکنیک ضروری برای کاهش خطر انفجارات معادن زغال سنگ است. ضمن اینکه به سیستم روشنایی معدن نیز کمک شایانی می کند و بررسی های قبلی، نیاز به گسترش و ارزیابی سیستم های پودر سنگ پاشی که پوشش کافی سطوح معدن زغال سنگ را فراهم می آورد و به صورت مرطوب (با مقدار کمتری از پودر سنگ) و خشک است را برجسته می کند.

• ذرات ریزتر پودر سنگ (منظور ذرات آیرودینامیک قابل تنفس با قطر کمتر از $10 \mu\text{m}$ است) از ذرات بزرگتر در کاهش خطر انفجار موثرتر هستند.

اخیراً ثابت شده است که انجام عملیات صحیح پودر سنگ پاشی، ابزاری مناسب برای جلوگیری از انفجار گردوغبار زغال سنگ در معادن می باشد. پودر سنگ (عموماً پودر سنگ آهکی مانند پودر سنگ جوشقان) به عنوان یک ماده گرماگیر عمل می کنند.

پودر سنگ از طریق جذب انرژی گرمایی از گازهای گرم شده و جذب تشعشعات انرژی، میزان پیش گرمایش ذرات زغال سنگ نسوخته مقابل شعله را کاهش می دهد، که این کار باعث از بین رفتن و جلوگیری انفجار ذرات زغال سنگ می شود.

بنابراین برای مهار موثر انفجار ذرات



ذرات ریزتر باعث [ایجاد] سطح بزرگتر در هر واحد جرم نسبت به ذرات درشت تر است. بنابراین توانایی گرماگیری بیشتری دارند.

مشخصات پودر سنگ مورد استفاده در معادن زغال سنگ

• سنگ آهک (مانند پودر سنگ جوشقان) ، دولومیت، گچ، آنیدرات، خشت یا سایر مترالهای خنثی

• ترجیحاً دارای رنگ روشن باشد
• ۱۰۰٪ ذرات پودر سنگ از الک با مش ۲۰ و ۷۰٪ آن از الک با مش ۲۰۰ عبور نماید.
• ذرات پودر سنگ باید بگونه ای باشند که

زغال سنگ، مقادیر کافی از پودر سنگ قابل انتشار در هوا، باید با امواج فشارنده در معدن تزریق شود که ذرات زغال سنگ را خنثی نماید.

کاربرد داخل معدن پودر سنگ به اوایل قرن بیستم برمی گردد.

از آن زمان، پیشرفت تکنولوژی چشمگیری در متدهای پودر سنگ پاشی، همزمان با افزایش مقررات پیش نیازها و بازرسی های دقیق برای اطمینان از مقادیر کافی پودر سنگ برای سقف، شیارها و پشت بندها و سقف معدن پیاده سازی شده است.



بهینه سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی و الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات

رامین شفیعی، رئیس بخش معدن مجتمع مس چاه موسی

این روش ها عبارتند از مدل سر به سری، مدل های برنامه نویسی ریاضی، محاسبه عیار حد با در نظر گرفتن پوشش بک ها، مدل های تصادفی و مدل لین Lane. رایج ترین و بهترین روش از میان روش های ذکر شده مدل لین است. بر مبنای مدل پایه لین محاسبه عیار حد بهینه برای ظرفیت های استخراج، فرآوری و پالایش برای کانسارهای تک فلزی امکان پذیر است اما این مدل برای کانسارهای چند فلزی امکان پذیر نیست.

تعمیم هایی به مدل پایه لین داده شده است که عبارتند از محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن سود و محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی که روش محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی به دلیل در نظر گرفتن ارزش زمانی پول نتایج بهتر و دقیق تری به دست می دهد.

مدل لین

بر اساس نظریه ی لین عملیات معدنکاری از سه مرحله تشکیل می شود که هر مرحله هزینه خاص خود و از ظرفیت ویژه برخوردار است و این سه مرحله عبارتند از:

- استخراج، تغلیظ و پالایش

پارامترهای تعریف شده در مدل لین عبارتند از:

M- ظرفیت سالانه استخراج معدن- اعم از کانسنگ یا باطله یا هر دو بر حسب تن

C- ظرفیت سالانه کارخانه پر عیارسازی بر حسب تن

R- ظرفیت سالانه کارخانه ذوب و پالایش بر حسب کیلوگرم

m- هزینه استخراج یک تن مواد بر حسب ریال یا تومان بر تن

k- هزینه پر عیارسازی (تغلیظ) یک تن کانسنگ بر حسب ریال

r- معرف هزینه های ذوب و پالایش و بسته بندی و حمل محصول نهایی به بازار و بیمه و حق بازاریابی و ...

% و در سال پایانی ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۶ و ارزش خالص فعلی کلی ۳۰،۸۰۸،۶۰۰ دلار به دست آمده است.

همچنین در حالت سه فلزی با استفاده از الگوریتم ژنتیک عیار حد فلزهای طلا و روی و سرب در سال اول به ترتیب ۰/۰۰۳۷ و ۰/۰۰۱۵ و ۰/۰۰۰۷ و در سال پایانی برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از این الگوریتم ۷۸۸،۰۸۳،۱۰۰ دلار حاصل شده است.

همچنین نتایج به دست آمده در حالت سه فلزی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات برای فلزهای طلا، روی و سرب در سال اول به ترتیب ۰/۰۰۰۴، ۰/۰۰۰۴۳ و ۰/۰۰۰۰۴ و در سال پایانی برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی کلی ۷۷۶،۵۴۱،۲۴۰ دلار حاصل شده است.

عیار حدهای به دست آمده در کلیه حالات نشان دهنده ی روند کلی نزولی در طول عمر معدن است.

نتایج به دست آمده نشان از عملکرد خوب هر سه الگوریتم در زمینه ی بهینه سازی عیار حد است و این نوع نگرش نسبت به نگرش سنتی عیار حد ثابت سالیانه باعث افزایش ارزش خالص فعلی می شود.

کلمات کلیدی: عیار حد بهینه، ارزش خالص فعلی، الگوریتم ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی، الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات (PSO)، کانسارهای چند فلزی.

مقدمه:

عیار حد عیاری است که تنها هزینه های استخراج، فرآوری و پالایش را پوشش می دهد. یعنی عیاری که به ازای آن هزینه ها و درآمدها سر به سر می شود. همچنین عیار حد معیاری است که مقصد مواد استخراج شده را مشخص می کند که دامپ باطله یا کارخانه پرعیارسازی است. روش های مختلفی برای محاسبه عیار حد وجود دارد که

در سال های اخیر محققان بسیاری بر روی بهینه سازی عیار حد با هدف بیشینه سازی ارزش خالص فعلی کار کرده اند. یکی از بهترین و رایج ترین روش های استفاده شده در این تحقیقات الگوریتم لین است.

بر اساس مدل پایه لین محاسبه عیار حد برای ظرفیت های استخراج، فرآوری و پالایش برای کانسارهای تک فلزی با عیارهای مختلف امکان پذیر است اما این الگوریتم برای کانسارهای چندفلزی قابل استفاده نیست زیرا در کانسارهای تک فلزی تنها شش نقطه کاندید عیار حد بهینه است در حالی که در کانسارهای چند فلزی بی نهایت نقطه برای عیار حد بهینه کاندید می شوند. به همین دلیل برای یافتن عیار حد بهینه نیاز به استفاده از الگوریتم های بهینه سازی است.

در این تحقیق در ابتدا عیارهای حد بهینه ی یک معدن فرضی مس-مولیبدین و همچنین یک معدن فرضی روی-سرب-طلا با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی و الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات محاسبه شده و نتایج به دست آمده از الگوریتم ها با هم مقایسه شده اند.

در حالت دو فلزی با روش جستجوی نسبت طلایی در کانسار مس و مولیبدین فرضی عیار حد فلز مس و مولیبدین در سال اول به ترتیب ۰/۳۴۴۱ و ۰/۰۲۵۴ و در سال پایانی ۰/۰۶۲۲ و ۰/۰۰۰۷ و به دست آمده و همچنین ارزش خالص فعلی کل ۳۰،۸۴۲،۹۰۰ دلار به دست آمده است. با استفاده از الگوریتم ژنتیک در سال اول به ترتیب ۰/۳۴۰۲ و ۰/۰۲۶۷ و در سال پایانی ۰/۰۵۹۶ و ۰ و ارزش خالص فعلی کل ۳۰،۷۹۹،۶۰۰ دلار حاصل شده است و در انتها با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات در سال اول به ترتیب ۰/۳۲۸۹ و ۰/۰۳ و

می‌شود و در آنجا دو کنسانتره تولید می‌شود.

هر کنسانتره برای ذوب و پالایش نهایی به کارخانه پالایش فرستاده می‌شود که هر مرحله هزینه و محدودیت‌های خودش را دارد. بنابراین معادله سود کلی به صورت زیر می‌باشد:

$$P = (s-1r1)Qr + 1(s-2r2)Qr - 2mQm - cQc - fT$$

که در این رابطه S۱ قیمت فروش فلز ۱، S۲ قیمت فروش فلز ۲، ۲۱ هزینه پالایش فلز ۱، ۲۲ هزینه پالایش فلز ۲، Qr۱، ۲ میزان فلز ۱ تولید شده، Qr۲ میزان فلز ۲ تولید شده.

با توجه به بهینه سازی به منظور بهینه کردن ارزش خالص فعلی و برای هر محدودیت اعم از استخراج، فرآوری و پالایش برای حالت دو فلزی و سه فلزی معادلات

هدف به صورت زیر به دست می‌آیند:

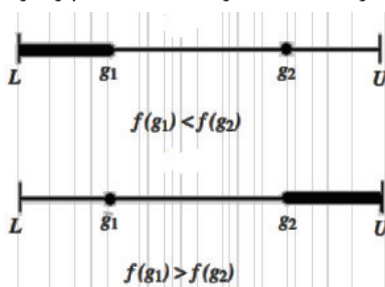
$$\begin{aligned} vm &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2) \\ g \quad 2y-2c]Qc - [m+(f+Vd)/M] \\ Qm \quad vm &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2) \\ g \quad 2y+2(s-3r3)g \quad 3y-3c]Qc - \\ [m+(f+Vd)/M]Qc \\ vc &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2)g \\ 2y-2(c+(f+Vd)/M)]Qc - mQm \\ vc &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2)g \\ 2y+2(s-3r3)g \quad 3y-3(c+(f+Vd)/M)] \\ Qc - mQc \\ vr1 &= [(s-1r1(f+Vd)/R_1) \\ g \quad 1y+1(s-2r2)g \quad 2y-2c]Qc - \\ mQm \quad vr1 &= [(s-1r1(f+Vd)/R_1) \\ g \quad 1y+1(s-2r2)g \quad 2y+2(s-3r3)g \\ 3y-3c]Qc - mQm \\ vr2 &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2) \\ (f+Vd)/R_2]g \quad 2y-2c]Qc - mQm \\ vr2 &= [(s-1r1)g \quad 1y+1(s-2r2) \\ (f+Vd)/R_2]g \quad 2y+2(s-3r3)g \\ 3y-3c]Qc - mQm \\ vr3 &= [(s-1r1) \\ g \quad 1y+1(s-2r2)g \quad 2y+2(s-3r3) \\ (f+Vd)/R_3]g \quad 3y-3c]Qc - mQm \end{aligned}$$

مقدار بهینه برای حالت دو فلزی و سه فلزی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\max ve = \max [\min (vm, vc, vr1, vr2)]$$

$$\max ve = \max [\min (vm, vc, vr1, vr2, vr3)]$$

در معادلات ذکر شده V یک پارامتر



شکل ۱. نحوه‌ی کاهش فضای جستجو در روش جستجوی نسبت طلایی در معادلات یک بعدی

کرد. به عبارت دیگر یک دلاری که امروز در اختیار قرار می‌گیرد از ارزش دلاری که ممکن است در آینده دور در اختیار قرار گیرد و بعضاً هم ممکن است حاصل نشود بیشتر است.

مبنای تمایل صاحبان معادن در طراحی محدوده نهایی معدن و عیار حد با هدف منظور کردن ارزش زمانی پول و بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است و به جای عیار حد ثابت عیارهای حد بهینه سالانه خواهیم داشت.

در این بخش نظریه لین برای تعیین عیارهای حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی با احتساب محدودیت‌های ظرفیت تولید معدن و ظرفیت کارخانه پرعیارسازی و ظرفیت پالایش در ذخایر ساده فلزی پایه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

سوالی که لین مطرح کرد این بود که آیا امکان افزایش ارزش خالص فعلی با عیارهای حد که در طول عمر معدن متغیر باشند به جای عیار حد ثابت وجود دارد یا خیر و اگر پاسخ مثبت است این عیارهای حد متغیر متناسب با زمان کدام هستند و چگونه محاسبه می‌شوند.

بنابراین اگر اختلاف ارزش فعلی سود حاصل از کل ذخیره در زمان $t = 0$ و $t = T$ است را با "نو" نشان دهیم حاصل می‌شود:

$$\begin{aligned} v &= P - VTd \\ P &= (s-r)Qr - kQc - mQm - fT \\ v &= (s-r)Qr - kQc - mQm - fT - VTd \\ v &= (s-r)Qr - kQc - mQm - T(f+Vd) \end{aligned}$$

اکنون عیار حد را با فرض اینکه ظرفیت یکی از عملیات‌ها عامل محدود کننده است محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{aligned} (g)gm &= g = k/(s-r)y \\ (g)gc &= g = (k+(f+Vd)/C)/(s-r)y \\ (g)gr &= g = k/(s-r-(f+Vd)/R)y \end{aligned}$$

(ذوب و پالایش)

عیار حد کانسارهای چند فلزی

در این تحقیق جهت به دست آوردن عیار حد بهینه از معادلات لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی استفاده شده است که بهترین و پرکاربردترین روش در بین روش‌های موجود است.

بر پایه‌ی این مدل برای هر عملیات معدنکاری سه مرحله وجود دارد: ۱- عملیات استخراج ۲- عملیات فرآوری و پر عیار سازی ۳- مرحله پالایش که شامل کنسانتره و ذوب و ایجاد محصول نهایی می‌شود.

فرض کنید در یک کانسار دو فلزی ماده معدنی به کارخانه فرآوری فرستاده

می‌شود و بر حسب واحد پول به ازای هر کیلوگرم از محصول نهایی

f- هزینه‌های ثابت برای یک دوره زمانی خاص مثلاً یک سال یا عمر معدن در نظر گرفته می‌شود و شامل هزینه‌های اجاره‌ای، تعمیر جاده، ساختمان سازی و ... می‌شود که مستقل از یک تن سنگ در نظر گرفته می‌شود و تا زمانی که معدن تعطیل نشده است این هزینه‌ها جریان دارند و این هزینه‌ها شامل هزینه‌های استهلاک نمی‌شود.

s- معرف قیمت فروش محصول نهایی معدن است و بر حسب واحد پول به ازای هر کیلوگرم محصول نهایی معدن در نظر گرفته می‌شود.

Y- میزان بازایی کلی است که شامل مرحله پر عیارسازی و ذوب و پالایش می‌شود.

T- طول دوره مشخص

qm- مقدار موادی که باید در یک دوره زمانی خاص استخراج شود بر حسب تن Qc- مقدار کانسنگی که باید طی یک دوره زمانی خاص به کارخانه پرعیارسازی ارسال شود بر حسب تن . Qr- مقدار محصول نهایی که در طول یک دوره زمانی خاص باید تولید شود بر حسب کیلوگرم.

g- عیار متوسط

کل هزینه‌ها برابر است با:

$$Tc = mQm + kQc + rQr + fT$$

درآمد حاصل از فروش

محصول نهایی برابر است با:

$$I = SQr$$

مقدار سود برابر است با:

$$P = I - Tc = SQr - (mQm + kQc + rQr + fT)$$

$$P = (s-r)Qr - kQc - mQm - fT$$

در این رابطه Qr برابر است با:

$$Qr = Qc \times g \times y$$

سوالی که برای آقا لین مطرح شد این بود که آیا این عیار حد (عیار کارخانه پر عیار سازی) و سود به دست آمده بهترین عیار و بیشترین سود است.

محاسبه عیار حد بر مبنای مدل لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی

امروزه هدف بیشتر شرکت‌های معدنی تعیین عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است.

دلیل این امر دسترسی سریع به نقدینگی و پرهیز از ادامه سرمایه گذاری برای طولانی مدت و اجتناب از هزینه‌های چنین سرمایه گذاری در معادن است (بهره پول) تا بتوان علاوه بر دسترسی کوتاه مدت به نقدینگی امکان استخراج ذخایر با عیار کم که در مناطق عمیق‌تر قرار گرفته‌اند را فراهم

مجهول وابسته به عیار است که از طریق فرآیند تکرار به دست می‌آید.

روش جستجوی نسبت طلایی

یکی از سریعترین روش‌ها برای یافتن نقطه بهینه معادلات، روش حذفی است. در مرحله اول این روش، فضای جستجوی مسیله حدس زده می‌شود. در مرحله بعدی با انتخاب نقاط آزمایشی در فضای جستجو و ارزیابی آنها و مقایسه معادله هدف در این نقاط قسمتی از فضای جستجو حذف می‌شود. این روش کاهشی ادامه پیدا می‌کند تا بازه‌ی فضای جستجو کمتر از مقدار مشخص مثبت E شود که E دقت مورد نظر برای محاسبه عیار حد است. نسبت بازه‌ی باقی‌مانده بعد از هر مرحله حذف به مقدار اولیه نسبت کاهش نامیده می‌شود.

روش جستجوی دو بخشی، روش جستجوی فیبوناچی و روش جستجوی طلایی از جمله روش‌های حذفی هستند که از میان این روش‌ها نسبت کاهش روش جستجوی طلایی بهینه

است و برابر ۰/۶۱۸ است. شکل ۱ روش جستجوی طلایی را برای یک معادله‌ی یک بعدی نشان می‌دهد.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک در واقع یک روش جستجو برای یافتن جواب تقریبی مسایل بهینه‌سازی با استفاده از مفاهیم علم زیست شناسی مانند وراثت و جهش است.

در این الگوریتم که بر اساس نظریه تکامل داروین بنا نهاده شده است ابتدا متغیرهای مسأله با استفاده از روش دودویی مناسب کدگذاری می‌شوند و سپس با شبیه سازی کامپیوتری قوانین تنازع برای بقا مرتباً رشته‌های مناسب‌تری که در واقع بیانگر جواب‌های بهینه‌تر هستند به دست آورده می‌شوند. همانند سایر روش‌های بهینه سازی فراابتکاری الگوریتم ژنتیک نیز یک روش مبتنی بر احتمالات است.

یعنی برای حصول اطمینان از به دست آوردن جواب بهینه سراسری باید در هر مسأله بهینه‌سازی معین این الگوریتم را

چندین بار اجرا و نتایج را با هم مقایسه کنیم.

احتمال یافتن جواب بهینه سراسری توسط الگوریتم ژنتیک در صورت استفاده از مقادیر مناسب برای پارامترهای الگوریتم بسیار بالا است.

الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

بهینه‌سازی تراکم ذرات یکی دیگر از روشهای بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت است که برای حل مسایل بهینه‌سازی عددی با فضای جستجوی بسیار بزرگ بدون نیاز به اطلاع از گرادیان تابع هدف ابداع شده است.

در این الگوریتم که با الهام‌گیری از زندگی گروهی جانوران از جمله

مقدار تابع هدف (V _e)	نقطه آزمایشی
13399193	(0/2674,0/0764)
7263816	(0/2674,0/1236)
5177782	(0/4326,0/0764)
10043006	(0/4326,0/1236)

جدول ۱.

مقادیر تابع هدف در چهار نقطه اول آزمایشی

سال	عیار حد		Q _m (تن)	Q _c (تن)	مس(تن)	مولیبدين(تن)	سود(دلار)	سود تنزیل شده (دلار)
	مس%	مولیبدين%						
1	0/3402	0/0267	2500000	1000000	5975	954	8990657	7492214
2	0/3424	0/0256	2491946	1000000	5986	948	8979165	6235531
3	0/3398	0/0268	2499035	1000000	5972	955	8989291	5202136
4	0/3318	0/0235	2366179	1000000	5859	932	8793746	4240811
5	0/2607	0/0202	1925373	1000000	5260	887	7979386	3206736
6	0/1284	0/0164	1533857	1000000	4594	840	6995274	2342703
7	0/0856	0/0081	1328043	1000000	4280	784	6335016	1767987
8	0/0597	0	355566	307353	1219	223	1180240	311433

جدول ۲- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک.

سال	عیار حد		Q _m (تن)	Q _c (تن)	مس(تن)	مولیبدين(تن)	سود(دلار)	سود تنزیل شده (دلار)
	مس%	مولیبدين%						
1	0/3314	0/0305	2500000	988610	5860	964	8909400	7424500
2	0/3438	0/0234	2453200	1000000	5978	936	8921800	6195694
3	0/3429	0/0218	2410200	1000000	5953	925	8856500	5125289
4	0/3515	0/0151	2339800	1000000	5977	886	8715600	4203125
5	0/2600	0/0207	1930522	1000000	5260	890	7990268	3211110
6	0/1289	0/0164	1534691	1000000	4596	840	6997621	2343489
7	0/0856	0/0085	1332750	1000000	4284	787	6352268	1772801
8	0/0600	0/0002	378658	327332	1300	238	1313565	345354

جدول ۳- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

سال	عیار حد		Q _m (تن)	Q _c (تن)	مس(تن)	مولیبدين(تن)	سود(دلار)	سود تنزیل شده (دلار)
	مس%	مولیبدين%						
1	0/3441	0/0254	2500000	1000000	6000	948	8988602	7490502
2	0/3441	0/0254	2499465	1000000	6000	948	8988602	6242085
3	0/3438	0/0254	2498728	1000000	6000	948	8988150	5201476
4	0/2672	0/0318	2193642	1000000	5431	961	8452032	4079394
5	0/2639	0/0209	1949950	1000000	5286	892	8031032	3227492
6	0/1345	0/0172	1555259	1000000	4624	845	7054845	2362653
7	0/0874	0/0090	1344151	1000000	4304	790	6393567	1750269
8	0/0622	0/0007	458805	392061	1567	286	1750269	454941

جدول ۴- عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی

الگوریتم PSO نیز همانند الگوریتم ژنتیک ذاتاً برای حل مسایل بهینه‌سازی بدون قید در حالت پیوسته مناسب است.

مثال فرضی

در این بخش در ابتدا به محاسبه عیار حد یک کانسار مس-مولیبدین فرضی با ذخیره ۱۵ میلیون تن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات پرداخته شده است.

با توجه به پارامترهای فنی و اقتصادی، توزیع تناژ-عیار مس و مولیبدین، عیار متوسط مس برای بازه‌های مختلف مس

الگوریتم تولید شده و با حرکت در دامنه مسأله به دنبال جواب می‌گردند مشابه الگوریتم ژنتیک است.

با این حال در این الگوریتم بر خلاف الگوریتم ژنتیک به هر یک از جواب‌های بالقوه‌ی مسأله بهینه‌سازی (یعنی در واقع به هر یک از ذرات) یک سرعت تصادفی نیز نسبت داده می‌شود به طوری که در هر تکرار هر ذره با توجه به مقدار سرعتش در فضای مسأله جابجا می‌شود یا اصطلاحاً پرواز می‌کند.

برخلاف الگوریتم ژنتیک در الگوریتم PSO باید بهترین جواب بدست آمده برای مسأله بهینه‌سازی از آغاز اجرای برنامه تا آخرین تکرار توسط هر یک از ذرات نیز ذخیره‌سازی شود.

حشرات (مورچه‌ها و زنبورها و مورینه‌ها و ...) و پرندگان و ماهی‌ها ابداع شده است، برای حل یک مسأله بهینه‌سازی جمعیتی از جواب‌های کاندید با استفاده از یک فرمول ساده به طور تصادفی در دامنه مسأله به حرکت در می‌آیند و آن را با هدف یافتن جواب بهینه سراسری مورد کاوش قرار می‌دهند.

در الگوریتم PSO هر یک از جواب‌های کاندید را یک ذره (particle) می‌نامند و هر ذره به عنوان مثال با یکی از پرندگان موجود در یک دسته پرنده در حال پرواز است.

الگوریتم PSO از این نظر که جمعیتی از جواب‌ها به طور تصادفی توسط

سال	عیار حد			Q_m (تن)	Q_c (تن)	طلا(تن)	روی(تن)	سرب(تن)	سود(دلار)	سود تنزیل شده(دلار)
	طلا٪	روی٪	سرب٪							
1	0/004	0/0043	0/004	4999908	791583	21	9768	5000	106184113	96531012
2	0/004	0/0043	0/0041	4999272	791517	21	9767	5000	106171571	87745100
3	0/0039	0/0045	0/0039	4829374	792145	21	9791	5000	105487798	79254544
4	0/0038	0/0042	0/0042	4450240	793328	20	9844	5000	103667568	70806344
5	0/0036	0/0141	0/0045	4167567	794511	20	9934	5000	101938877	63296022
6	0/0034	0/0046	0/0061	3839212	795118	20	9949	5000	99680669	56267139
7	0/0028	0/093	0/0139	2887490	815883	18	10582	5000	92131651	47278104
8	0/0027	0/0357	0/0192	2633994	822616	17	10393	5000	90405746	42174948
9	0/0025	0/0923	0/008	2481910	842278	17	10828	5000	89291471	37868300
10	0/0026	0/0079	0/0056	2479831	837780	17	10427	5000	90130627	34749258
11	0/0025	0/007	0/0047	2448087	840434	17	10447	5000	89891232	31506328
12	0/0018	0/0142	0/0103	1743849	899631	15	10968	5000	79384902	25294476
13	0/0016	0/0306	0/026	1585091	895643	14	10976	5000	75619076	21904153
14	0/0028	0/0339	0/019	1703511	894950	15	11000	4999	78046979	20552209
15	0/0017	0/0316	0/0147	1581371	897485	14	11000	4965	75882608	18165693
16	0/0015	0/0024	0/0018	1468275	910589	14	11000	4951	74509232	16215380
17	0/0011	0/0011	0/0011	1210776	915713	12	11000	4874	66810098	13218022
18	0/0006	0/0006	0/0006	1060448	919842	11	11000	4874	61457989	11053760
19	0	0	0	157894	154778	2	11000	821	15029858	2660444

جدول ۵-عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

و مولیدین و عیار متوسط مولیدین برای بازه‌های مختلف مس و مولیدین در این معدن فرضی ابتدا به بهینه‌سازی عیار حد با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی می‌پردازیم. با توجه به توزیع تناژ-عیار بازه‌ی کلی جستجوی عیار حد مس بین ۰ و ۰/۷ و برای مولیدین بین ۰ و ۰/۲ است. فضای کلی جستجو به صورت زیر است $L_0 = 1U_0/7 = 1L_0 = 2U_2 = 2$ بنابراین در اولین تکرار فضای جستجو

به صورت زیر به دست می‌آید:

$$a_0/2674 = 0/382 \times (0/0/7) + 0 = 1$$

$$a_0/4326 = 0/618 \times (0/0/7) + 0 = 2$$

$$b_0/0764 = 0/382 \times (0/0/2) + 0 = 1$$

$$b_0/1236 = 0/618 \times (0/0/2) + 0 = 2$$

بنابراین چهار نقطه امتحانی برای اولین تکرار به صورت زیر است:

$$((0/0/0, 1236/2674)(0/0/0, 0764/2674)$$

$$0/0/0, 1236/4326)(0/0/0, 0764/4326))$$

در تکرار اول در هر یک از نقاط بالا اول

میزان ماده معدنی، باطله، عیار متوسط

هر فلز، مقدار کل ماده معدنی استخراج شده، مقدار ماده معدنی استخراج شده که باید به کارخانه کنسانتره فرستاده شود و مقدار هر یک از فلزهای تولید شده از پالایش او ۲ محاسبه می‌شود و سپس مقدار توابع V_m ، V_c ، V_r و V_r^2 و V_e برای هر یک از نقاط محاسبه می‌شود.

برای چهار نقطه آزمایشی اول V_e به صورت زیر محاسبه شده است:

بنابراین بیشترین مقدار تابع هدف

سال	عیار حد			Q_m (تن)	Q_c (تن)	طلا(تن)	روی(تن)	سرب(تن)	سود(دلار)	سود تنزیل شده(دلار)
	طلا%	روی%	سرب%							
1	0/0037	0/2015	0/0007	4824900	797320	21	10661	5000	103980000	94527273
2	0/0037	0/0601	0	4522000	796060	20	10098	5000	103830000	85809917
3	0/0037	0/0117	0/0034	4426900	793910	20	9885	5000	103530000	77783621
4	0/0037	0/0044	0	4412600	795440	20	9875	5000	103740000	70855816
5	0/0037	0/0037	0/0014	4411300	794790	20	9864	5000	103650000	64358495
6	0/0033	0/0015	0	3643900	798950	19	10014	5000	98523000	55613665
7	0/0028	0/0066	0	2855900	819170	18	10274	5000	93257000	47855587
8	0/0028	0/0007	0/0007	2848800	818820	18	10246	5000	93205000	43480820
9	0/0023	0/0037	0	2192300	864950	17	10647	5000	87278000	37014392
10	0/0023	0/0015	0	2190300	864970	17	10637	5000	87274000	33647905
11	0/0023	0/0037	0	2192300	864950	17	10647	5000	87278000	30590407
12	0/0019	0/0015	0	1763000	906620	15	10990	5000	8042000	25624290
13	0/0019	0/0007	0/0007	1762400	906100	15	10981	5000	80374000	23281485
14	0/0014	0/0007	0/0007	1376300	912700	13	11000	4926	72180000	19007250
15	0/0014	0	0/0021	1377800	912940	13	11000	4933	72203000	17284824
16	0/0014	0	0/0021	1377800	912940	13	11000	4933	72203000	15713476
17	0/0009	0/0007	0/0014	1140800	917520	12	11000	4861	64230000	12707563
18	0/0005	0	0	1020600	921350	11	11000	4882	59926000	10778218
19	0	0	0	924910	924910	10	11000	4908	55551000	9083032
20	0	0	0	924910	924910	10	11000	4908	55551000	8257302
21	0	0	0	538510	538510	6	11000	2858	35143000	4807721

جدول ۶-عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

Section search method. J. South. Afr. Inst. Min. Metall. 499-493, (8) 103.
Asad, M. W. A., Qureshi, M. A., & Jang, H. (2016). A review of cut-off grade policy models for open pit mining operations. Resources Policy, 152-142, 49.

[3] اصانلو، م. روشهای استخراج معادن سطحی. جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر (1392)

Vickers, E.L., (1961). Marginal analysis – its applications in determining cut-off grade. Min. Eng. 582-579, 13.

Henning, U., (1963). Calculation of cut-off grade. Can. Min. J. 57-54, (3) 84.

Dowd, P., (1976). Application of dynamic and stochastic programming to optimize cut-off grades and production rates. Trans. Inst. Min. Metall., Sect. A 31-22, 85.

Lane, K.F., (1984). Cut-off grades for two minerals. In: Proceedings of the 18th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries (APCOM1984), London, pp. 492-485.

Lane, K.F., (1988). The Economic Definition of Ore: Cut-off Grades in Theory and Practice. Mining Journal Books, London, UK.

Mol, O., Gillies, A.D.S., (1984). Cut-off grade determination for mines producing direct-shipping iron ore. Proceedings of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 289, November/December 1984, pp. 287-283.

Krautkraemer, J.A., (1988). The cut-off grade and the theory of extraction. Canadian J. Econ. 160-146, (1) 21.

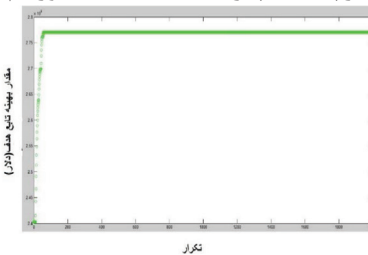
Dagdelen, K., (1992). Cut-off grade optimization. In: Proceedings of the 23rd International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries (APCOM1992), pp. 165-157.

Dagdelen, K., (1993). An NPV optimization algorithm for open pit mine design, In: Proceedings of the 24th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in .

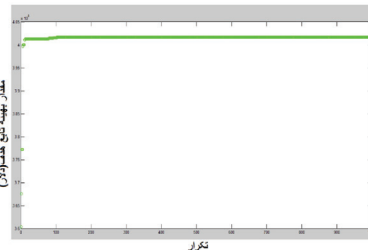
این الگوریتم جواب یکتایی به دست می‌آید و نیاز به اجرای مکرر این الگوریتم نیست.

همچنین زمان اجرای این الگوریتم در مقایسه با دو الگوریتم دیگر بسیار سریع است اما عیب روش جستجوی نسبت طلایی در مقایسه با دو الگوریتم دیگر پیچیدگی ساختار آن و زمان بر بودن نوشتن کد آن است که معیار بسیار مهمی در دنیای امروز می‌باشد. در بخش دوم، کانسار سه فلزی فرضی در نظر گرفته شد و عبارهای حد بهینه عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شد.

جواب‌های به دست آمده با استفاده از این دو روش در کانساری سه فلزی نیز قابل قبول است و ارزش خالص فعلی کلی به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک به میزان ۱/۵٪ نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات افزایش پیدا کرده است که نشان دهنده‌ی عملکرد بهتر این الگوریتم، هرچند ناچیز، نسبت به الگوریتم



شکل ۲- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات.



شکل ۳- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

بهینه‌سازی تراکم ذرات است. با مقایسه عملکرد این دو الگوریتم با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک سریعتر نقطه بهینه را می‌یابد و عملکرد بهتری دارد.

منابع:

Ataei, M., Osanloo, M., (2003a). Determination of optimum cut-off grades of multiple metal deposits by using the Golden

نقطه‌ی (۰/۰،۰۷۶۴/۲۶۷۴) است.

بنابراین محدوده‌ی جدید جستجو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_0 = 1U_0/4326 = 1L_0 = 2U_0 = 2 \cdot 0/1226$$

این فرآیند تا به دست آوردن عیار حد با دقت مورد نظر ادامه پیدا می‌کند که در این تحقیق دقت ۰/۰۰۱٪ مورد نظر است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که عملکرد هر سه الگوریتم در بهینه‌سازی عیار حد قابل قبول است.

در این قسمت کانساری سه فلزی روی-سرب-طلا فرضی با ذخیره ۵۰۷۲۸۱۰۰ تن در نظر گرفته شده است که عیار حد بهینه سال‌های عمر معدن با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده است. عیار حد بهینه این کانسار نیز ابتدا با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده که همانند مراحل قبل نتایج به دست آمده پس از اجرای ۲۹ مرتبه کد و انتخاب بهترین حالت به دست آمده است.

با توجه به نتایج ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات ۷۷۶۵۴۱۲۳۶ دلار به دست آمده است.

در ادامه عیار حد این کانسار سه فلزی فرضی با استفاده از الگوریتم ژنتیک نیز محاسبه می‌شود.

با توجه به عبارهای حد به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک پس از ۱۰ بار اجرای الگوریتم ارزش خالص فعلی کل برابر با ۷۸۸۰۸۳۰۶۱ دلار به دست آمده است.

پارامترهای جمعیت اولیه، تعداد نسل‌ها، نرخ هم‌آوری، نرخ تقاطع و نرخ جهش برای به دست آوردن عیار حد بهینه به ترتیب ۳۵۰، ۱۰۰۰، ۲۰٪، ۶۵٪ و ۱۵٪ در نظر گرفته شده است.

نتیجه گیری

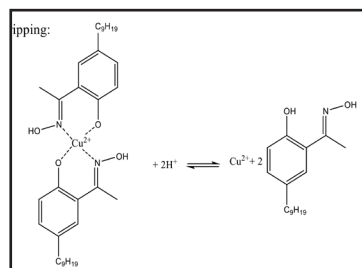
از میان این سه روش ارزش خالص فعلی کلی حاصل شده با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به الگوریتم ژنتیک ۰/۱۴٪ و نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات ۰/۱۱٪ افزایش پیدا کرده است.

این اعداد نشان دهنده‌ی اختلاف ناچیز بین سه

روش و معتبر بودن نتیجه‌ی هر سه روش در بهینه‌سازی عیار حد این کانسار دو فلزی است مزیت دیگر روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به دو روش دیگر جواب یکتای این الگوریتم است به عبارت دیگر با اجرای متوالی

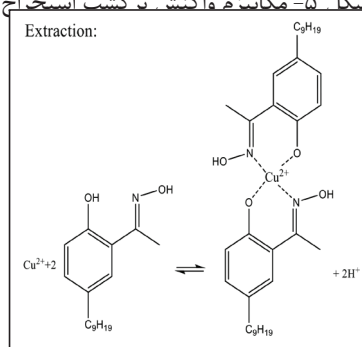
استخراج کننده مس

برای درک بهتر عملکرد استخراج کننده، مکانیزم واکنش استخراج کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+} در شکل ۴ ارائه شده است:



شکل ۴- مکانیزم واکنش رفت استخراج کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+} عملکرد کلی استخراج کننده با تغییر PH طبق واکنش تعادلی تغییر میکند به این صورت که در مرحله استخراج (جذب) PH محلول بالا نگه داشته میشود تا عمل جذب یون Cu^{2+} و تشکیل کمپلکس صورت گیرد. سپس با پایین آوردن PH، استخراج کننده تمایل خود را برای نگهداشتن مس از دست میدهد و عمل واجذب صورت میگیرد.

شکل ۵- مکانیزم واکنش برگشت استخراج



کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+}

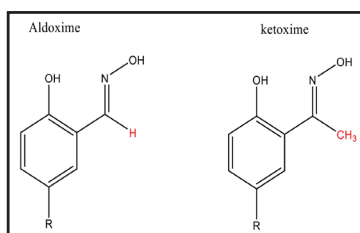
نتیجه گیری:

مزایا و اهداف فرآیند استخراج مس با حلال، خالص سازی مس، بالا بردن غلظت مس و تبدیل مس به شکلی است که محصولات فلزی نهایی مورد نظر شامل کاتد، پودر و کریستال ها را تولید کند.

مزایای استخراج با حلال، سینتیک سریع (جذب سریع مس و جداسازی مس)، عملکرد گزینشی و انتقال سریع مس، سهولت عملیات، محصول نهایی با خلوص بالا و در نهایت کاهش هزینه ها می باشد.

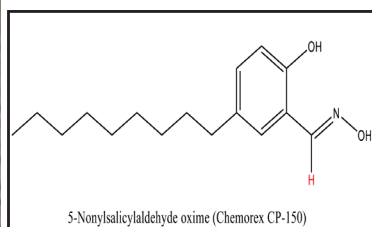
سینتیک واکنش استخراج کننده با مس استخراج کننده های مس براساس دارا بودن دو گروه عاملی آلدوکسیم و کتوکسیم طبقه بندی میشوند.

در شکل ۱ شمای کلی ترکیبات آلدوکسیم و کتوکسیم مشخص شده است: شکل ۱- شمای کلی آلدوکسیم و کتوکسیم

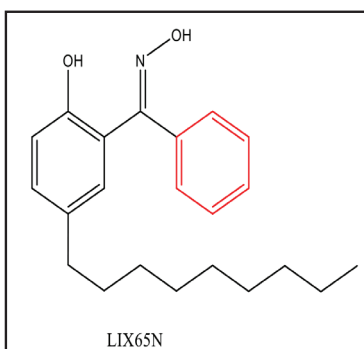


مطابق شکل تنها تفاوت دوگروه عاملی آلدوکسیم و کتوکسیم در دارا بودن گروه عاملی متیل (آکیل یا آریل) و هیدروژن متصل به پیوند دوگانه کربن-نیترژن میباشد. یکی از معروفترین و پرکاربردترین استخراج کننده های آلدوکسیم، Nonylsalicyldoxime با نام تجاری Chemorex CP-۱۵۰ شناخته میشود ساختار شیمیایی این ترکیب مطابق شکل ۲ میباشد:

شکل ۲- ساختار شیمیایی Chemorex CP-۱۵۰



LIX ۶۵N نیز نمونه ای از استخراج کننده های کتوکسیم میباشد که ساختار شیمیایی



آن در شکل ۳ آورده شده است:

شکل ۳- ساختار شیمیایی LIX ۶۵N



افشین شعبانلویی
واحد آزمایشگاه
مجتمع مس چاه موسی

چکیده: فرایند استخراج با حلال یا استخراج مایع-مایع یکی از مهم ترین روش های تغلیظ و تخلیص محلول های آبی به شمار می رود. استخراج با حلال یا استخراج مایع-مایع یک سیستم تعادلی فیزیکی-شیمیایی بین دو فاز غیرقابل اختلاط آبی و آلی می باشد. در این فرایند ترکیب آلی استخراج کننده با تشکیل یک کمپلکس هیدروفوب، یون هدف را استخراج می کند و در مرحله بعد با فراهم شدن شرایط، عکس این واکنش فلز مورد نظر را با غلظت و خلوص مناسب به محلول آبی برمی گرداند.

مقدمه: شستشوی مس از سنگ های اکسیدی، کانی های سولفیدی درجه پایین و کنسانتره های سولفیدی اولیه با محلول های اسید آبی یا آمونیاک و به دنبال آن استخراج با حلال SX به صورت تجاری از اواخر دهه ۱۹۶۰ انجام شد.

با گذشت زمان، استخراج کننده های LIX و سایر استخراج کننده های جدید در فرآیندهای استخراج با حلال، به شکل کارآمدتر، انتخابی تر و مقرون به صرفه تر مورد استفاده قرار گرفتند.

بنابراین با توجه به اهمیت صنعتی و اقتصادی مس، انتخاب استخراج کننده های با راندمان بالا موضوع مهمی در جداسازی و بازیافت مس است.

انتخاب یک استخراج کننده مناسب به در دسترس بودن، عملکرد فیزیکی، توانایی کلی کمپلکس و خواص شیمیایی آن بستگی دارد. تعداد زیادی از کارهای تحقیقاتی براساس استفاده از ترکیبات آلی مختلف به عنوان استخراج کننده برای SX مس منتشر شده است. تعدادی از مهمترین استخراج کننده های منتشر شده در سالهای اخیر در جدول ۱ نشان داده شده است.

and simulation. AIChE Journal, 56(6), 1480-1469.
[4]. Pradhan, S., & Mishra, S. (2015). A review on extraction and separation studies of copper with various commercial extractants. Metallurgical Research & Technology, 202 (2), 112.

extraction and separation from chloride media: A review. Minerals Engineering, 106798, 163.
[3]. Younas, M., Druon-Bocquet, S., & Sanchez, J. (2009). Kinetic and dynamic study of liquid-liquid extraction of copper in a HFMC: Experimentation, modeling,

منابع :
[1]. Feizollahi & Azizi/ Journal of Mining & Environment, Vol. 9, No. 2018, 4
[2]. Wang, J., Xu, W., Liu, H., Yu, F., & Wang, H. (2021). Extractant structures and their performance for palladium

نتیجه	شرایط لیچینگ	استخراج کننده
مس را فقط در pH بالای 3 می توان استخراج کرد و بیشترین درصد استخراج در محدوده PH 7-9 بدست می آید.	محیط سولفات آمونیوم	LIX 54 in Iberfluid
حداکثر درصد استخراج مس در pH 2 با استفاده از 0.5% Acorga M5640 در Iberfluid بدست می آید.	محلول آبی نیترات/نیتریک اسید	Acorga M5640 in Iberfluid
ظرفیت استخراج به ترتیب : $LIX\ 65N < LIX\ 84N < LIX\ 984N < LIX\ 860N-I$.	محلول آبی نیترات	LIX (LIX 984N-I, LIX 860N, LIX 84-I and LIX 65N) in undecane
سیانکس 302 یک استخراج کننده بالقوه برای استخراج مس از محلول های آبی است. ترتیب گرماگیر بودن فرآیند استخراج برای سه سیستم مورد مطالعه به ترتیب کلرید < نیترات < سولفات میباشد	محلولهای شامل سولفات، کلرید و نیترات	Cyanex 302 in kerosene
نتایج نشان داد که یون های استات می توانند استخراج مس را تا حد زیادی بهبود بخشند. هنگامی که مقدار pH اولیه 4.44 و غلظت یون استات 0.18 mol/L است، راندمان استخراج تک مرحله ای بالای 99.5% میباشد.	محلول بافر استات	D2EHPA in Kerosene
مقایسه رفتار استخراج استخراج کننده ها برای مس در غلظت های 40 درصد، 10 درصد استخراج بیشتر با LIX 973N را نشان میدهد.	کمپلکس های سنتز شده Cu-Ni-Co-Fe	LIX 84 and LIX 973N in kerosene
استخراج مس با LIX 84-I در 4 مرحله با نسبت فاز 3:4 به دست آمد اما با LIX 622N در 3 مرحله با نسبت فاز 1:1 به دست می آید.	محلول سولفیدی حاوی منگنز	LIX84-I and LIX622N in kerosene
مخلوط سیانکس 301 و LIX® 984N اثرات ترکیب دوفاز را برای استخراج مس نشان داد. حداکثر ترکیب دو فاز در نسبت سیانکس 301 به LIX® 984N، 1 به 1 به دست می آید.	محلول سولفاتی	Cyanex 301, LIX® 984N and their mixture
pH 1.35 مناسب ترین pH برای انجام جداسازی مس از محلول است.	محلول لیچ سولفات آهن روی	Acorga M5640 and ShellSol D70 (aliphatic diluent)
99.7 درصد مس از فاز آلی بارگذاری شده با استفاده از سولفوریک اسید 0.2 مولار و یا هیدرو کلریک اسید 0.5 مولار بازیابی میشود.	محلول لیچ کلرید	Cyanex 921 in kerosene
استخراج حلالی مس با نمک سدیم Cyanex 272 کارآمدتر از شکل اسیدی آن است.	محلول لیچ سولفات	Cyanex 272 and its sodium salt in kerosene
استخراج مس به صورت کمی در 2 مرحله با استفاده از 1.5% LIX 984N-C (v/v) با نسبت 1:2 A/O و pH 1.85 انجام میشود.	محلول لیچ باکتریایی کالکوپریت با درجه پایین	LIX 984N-C
97.5 درصد مس با 1 مولار سیانکس 923 از محلول 5 مولار HCl استخراج میشود.	محلول لیچ کلرید	Cyanex 923 in kerosene
ترتیب ظرفیت استخراج مس برای چهار استخراج کننده عبارت بود از: $LIX984N > LIX612N-LV > XI04003 > LIX84-I$. در pH کمتر از 0.5، استخراج مس به سرعت با افزایش pH افزایش یافت، در حالی که در pH بالای 0.5، با سرعت کمی با pH افزایش می یابد.	محلول لیچ کلرید	LIX84-I, LIX612N-LV, XI-04003 and LIX984N
در مورد سیستم هایی که از هیدروکسی اکسیم ها استفاده می کنند، راندمان استخراج بسیار بهتر از معرف β -دی کتون است.	محلول لیچ آمونیاک	LIX 84-I, LIX 984N and LIX 54-100
بیش از 95 درصد مس با استفاده از مخلوط LIX 63 و 0.3mol/L Versatic10 در ShellSol D70 استخراج میشود.	محلول لیچ کلرید	LIX 63 and Versatic 10
بیش از 99.9 درصد مس را می توان با یک مرحله برای هر یک از مراحل استخراج و جذب انتقال داد.	بیولیچینگ با استفاده از کمپلکس Cu-Ni-Co	Chemorex CP-150 in kerosene
حلال های سینامات و مخلوط بتا دیکتون می توانند به طور موثر جایگزین LIX 54 شوند. حدود 97.3%، 99.7% و 99.6% مس را می توان به ترتیب با استفاده از LIX 54، سینامات و β دیکتون استخراج کرد.	محلول کربنات آمونیاکی	LIX-54, cinnamate and β diketone
بیش از 99.9% مس با 5% Mextral 84H در دمای اتاق با نسبت A/O 2:1 استخراج میشود.	محلول لیچ قلیایی گلیسین	Mextral 84H and Mextral 54-100 in kerosene

(A/O=Aqueous/organic)



امیر حسین نوری زاده
کارشناس فنی امور معادن ستاد تهران

مقدمه

به دلیل مشکلات خودسوزی زغال سنگ، ایزوله سازی بخش استخراج شده از یک معدن زیرزمینی به منظور کاهش ریسک هرگونه آتش سوزی یا انفجار، بسیار رایج می باشد. فضای ایزوله شده در یک معدن زیرزمینی زغال سنگ حجمی است که تحت شرایط مرزی کنترل می شود که می تواند در دو جنبه زیر قابل درک باشد:

الف) متان دارای حد انفجاری بین ۵ تا ۱۵ درصد است و غلظت ۹/۵ درصد خطرناک ترین درصد به دلیل احتراق کامل مخلوط هوا و متان می باشد که به این معنی است که یک فضای تازه ایزوله شده در ابتدا و در زمان کوتاهی انفجاری بوده و پس مدت زمانی طولانی به دلیل تصاعد مداوم گاز متان و افزایش غلظت آن در آن فضا، غیر انفجاری می شود.

ب) استفاده از گازهای خنثی برای اطفاء پتانسیل های آتش سوزی یا انفجار در بخش های استخراج شده، در معادن زیرزمینی زغال سنگ امری رایج می باشد. به طور کلی، گاز خنثی نیتروژن N₂ معمولاً برای تزریق به منطقه ایزوله شده برای حفظ یا ایجاد یک فضای غیر انفجاری استفاده می شود. با این حال، با انتشار گاز متان از لایه های اطراف و تزریق هم زمان گاز N₂ از خارج، ترکیب فضای ایزوله شده از معدن می تواند به شدت تغییر کرده و قابلیت انفجار می بایست به دقت نظارت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

در نهایت، پیش بینی روند تغییرات اتمسفر در یک فضای ایزوله به علت پیچیدگی آن، مسئله ای بغرنج بوده که همچنین برای موضوع طراحی تهویه برای یک فضای ایزوله مشکلاتی را فراهم می آورد.

با این حال، برای نیازهای مهندسی، دو سؤال زیر اغلب مورد پرسش قرار می گیرد و پاسخ آن ها برای مهندسين و مدیران امداد و نجات از اهمیت ویژه ای برخوردار است:

• هنگامی که یک ناحیه استخراج شده از معدن زیرزمین به طور معمول ایزوله می شود، با توجه به انتشار متان از لایه های اطراف، ممکن است غلظت متان افزایش یابد. از این رو، چه مدت زمانی فضای ایزوله در مرحله غیر انفجاری باقی می ماند و چه موقع به مرحله انفجاری می رسد؟

تحلیل انفجاری یا غیر انفجاری بودن محیط معادن زیرزمینی زغال سنگ

• برای یک فضای غیر انفجاری، چگونه می توان تعیین کرد که آیا آن فضا در محدوده های مختلفی از شرایط مرزی، نزدیک یا دور از «ناحیه انفجاری» است؟ به عبارت دیگر، آیا چنین «ریسکی» افزایش می یابد یا کاهش؟

این ها سؤالات بسیار مهمی هستند، زیرا برای انجام هرگونه عملیات اطفاء حریق موفق یا ارائه مجوز به تیم امداد و نجات جهت مراجعه به زیرزمین، پاسخ موارد فوق سرنوشت ساز می باشد.

ارزیابی ریسک انفجار با استفاده از تحلیل های کمی

به دلیل سادگی، سه دسته زیر از گازها، مبادلات گازی در یک حجم ایزوله از یک معدن زغال سنگ را تشکیل می دهند. آن ها عبارتند از جریان گاز متان، گاز خنثی نیتروژن (N₂) و جریان هوای تازه. شکل ۱ یک حجم ایزوله شده و تبادل جرم بین حجم و محیط اطراف آن را نشان می دهد.

به طور دقیق، همه این ها در نمودار قابلیت انفجار Coward می توانند به خوبی بیان شوند. شکل ۲ نشان می دهد که جهت یک نقطه خاص می تواند با اضافه شدن مقدار بیشتری

از گاز قابل انفجار، هوا یا گاز خنثی تغییر کند. با در نظر گرفتن قوانین جهت حرکت نقطه مورد نظر روی نمودار، زون ها در نمودار می توانند به صورت شکل ۲ بازتعریف شوند.

• **زون BNC.** این منطقه یک زون انفجاری است، همچنین مثلث انفجاری نامیده می شود. نقطه مورد نظر گاز در معدن در این زون نشان می دهد که فضای معدن قابل انفجار است. از این رو، اپراتورهای معدن در این شرایط با تزریق گاز خنثی، اتمسفر معدن را به سرعت خنثی سازی می کنند (حرکت نقطه مورد نظر به خارج از مثلث).

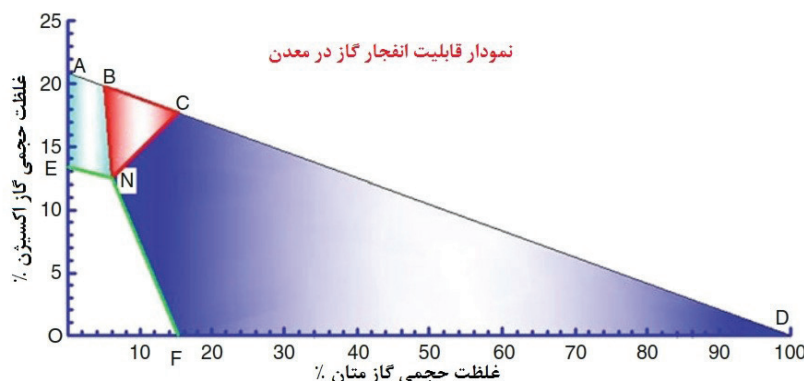
• **منطقه CDFN.** این زون غیر انفجاری است، اما نقطه مورد نظر در این زون دارای یک ویژگی خاص است. با تجزیه و تحلیل پتانسیل مسیر حرکت این نقطه می توان دریافت که با توجه به نرخ تصاعد گاز متان و هوای تازه به اتمسفر معدن، ممکن است «انفجاری» شود یا «غیر انفجاری» باقی بماند.

• **زون ABNE.** این زون نیز یک منطقه غیر انفجاری است و رفتاری مانند زون CDFN که در بالا ذکر شد دارد. وضعیت اتمسفر ممکن است در صورت نرخ تصاعد بالای گاز متان «انفجاری» شود.

• **زون ENFO.** این زون غیر انفجاری است و می تواند به عنوان زون کاملاً ایمن در نظر گرفته شود. در این حالت هر گازی (گاز متان، گاز خنثی یا هوای تازه) اضافه شود، جهت حرکت نقطه مورد نظر با مثلث انفجاری برخوردی نخواهد داشت.



شکل ۱: تغییر ترکیب گازها در اتمسفر ایزوله معدن



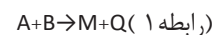
شکل ۲: تقسیمات زون ها در نمودار انفجاری

تعیین قابلیت انفجار گازهای موجود در هوای معادن زیرزمینی زغالسنگ



۱- مقدمه

پدیده انفجار گاز خشن و بی رحم است. به طور کلی این یک واکنش شیمیایی پیچیده است که شامل بسیاری از مراحل بوده و شامل یک سری واکنش‌های زنجیره‌ای پیچیده می‌باشد. به عبارت ساده، می‌توان با در نظر گرفتن انفجار به صورت یک واکنش دو مولکولی، فاکتورهای مؤثر این واکنش شیمیایی را تحلیل کرد که در آن یک ماده قابل انفجار به نام A و یک اکسیدکننده به نام B تحت یک واکنش شیمیایی گرمای Q را آزاد کرده و محصولی به نام M را تولید می‌کنند.



اگر a, b, m و $\bar{a}, \bar{b}$ غلظت مولی برای A، B و M باشد، نرخ واکنش به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\frac{dm}{dt} = k \bar{a} \bar{b} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در این معادله k ثابت نرخ واکنش می‌باشد. در صورت استفاده از غلظت‌های حجمی a، b و m به جای غلظت‌های مولی فوق، قانون گازهای ایده‌آل در اینجا می‌تواند استفاده شود که داریم:

$$\bar{a} = \frac{P}{RT} a \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$\bar{b} = \frac{P}{RT} b \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در این رابطه P فشار گاز کلی، T دمای مطلق گاز و R ثابت جهانی گازها می‌باشد.

$$\frac{dm}{dt} = k \left(\frac{P}{RT} \right)^2 ab \quad (\text{رابطه ۵})$$

معادله فوق نشان می‌دهد که نرخ واکنش با مقدار ab از غلظت حجمی و مربع فشار کلی P متناسب بوده اما به طور معکوس با مربع درجه حرارت T متناسب می‌باشد. بنابراین، ملاحظه می‌شود که عوامل مختلفی می‌توانند بر قابلیت انفجار یک گاز اثر بگذارد.

در صنایع فراوری، انفجار گاز به عنوان فرایندی تعریف می‌شود که در آن احتراق بخار یک گاز از پیش ترکیب شده (سوخت با هوا یا سوخت با اکسیدکننده) باعث افزایش سریع فشار می‌شود. انفجار گاز می‌تواند در تجهیزات فراوری، ساختمان‌های فرایند و منطقه باز یا

مرگ ۳۶۲ کارگر از جمله کودکان شد. در سال ۲۰۰۶، فاجعه معدن ساگو (Sago) باعث مرگ ۱۲ معدنچی و فاجعه معدن Upper big branch (UBB) که در تاریخ ۵ آوریل ۲۰۱۰ رخ داد، منجر به مرگ ۲۹ معدنچی شد.

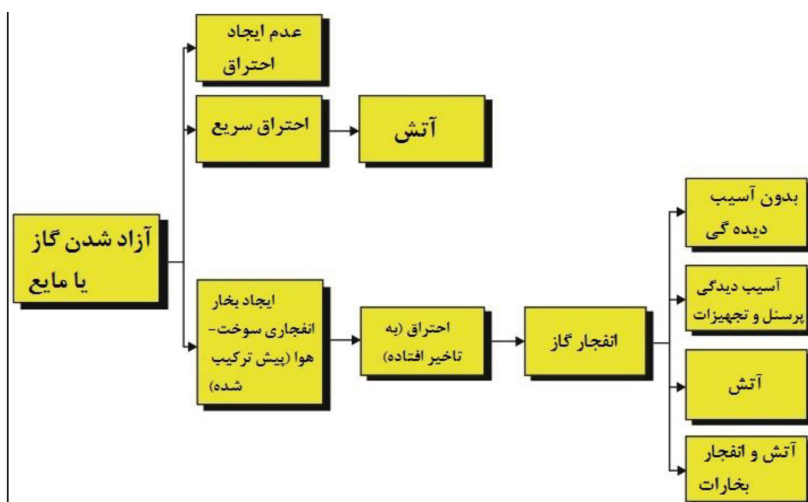
به طور معمول، هوای معدن زیرزمینی شامل حدود ۲۱٪ اکسیژن، ۷۹٪ نیتروژن و کمتر از ۱٪ متان است. اما بسته به ویژگی‌های زمین‌شناسی زغال‌سنگ، ترکیب اتمسفر معدن همیشه به دلیل نشت پیوسته متان، سولفور هیدروژن و یا گازهای دیگر به‌ویژه برای منطقه استخراج‌شده و غیر کاری همواره در حال تغییر می‌باشد.

همچنین اقدامات دیگر از قبیل تزریق نیتروژن برای کاهش ریسک انفجار گاز در معدن، تأثیر بسزایی در ترکیب فضای

بسته فرایند رخ دهد. شکل ۱ اتفاقات معمول که قبل و بعد از یک انفجار رخ می‌دهد را نشان می‌دهد. تجربه‌های پیشین نشان می‌دهد که پیشگیری از انفجارهای گاز تنها از طریق کاهش نشت‌های اتفاقی، کاهش ایجاد ابرهای انفجاری و کاهش احتراق کافی نیست.

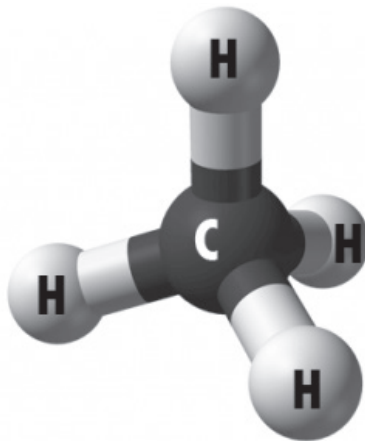
در صنایع معدنی، انفجارهای گاز در معادن همواره از لحاظ ایمنی یک تهدید جدی در سراسر جهان محسوب می‌گردد. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، از مجموع ۱۵۷ انفجار گاز در سال ۲۰۰۹ در معادن زغال‌سنگ چین، ۷۵۵ نفر جان خود را از دست دادند.

در ایالات متحده نیز انفجارهای گاز تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. فاجعه معدن مونوگا (Monongah)، باعث



شکل ۱: نمودار درختی شرح رویداد از توالی نشت گاز یا مایع قابل انفجار در فضا

آشنایی با خطرات گاز متان و گرد زغالسنگ در معادن زیر زمینی



محمد یوسف زاده
کارشناس بهداشت حرفه ای
مجتمع زغالسنگ طبس

گاز متان

گازی است بی رنگ، بی بو و بی مزه، از هوا سبک تر که چگالی آن نسبت به هوا ۰٫۵۵ می باشد. به همین جهت همیشه در قسمت های بالا جمع می شود. این گاز به مقدار زیاد در معادن زغالسنگ و ذخائر نفتی وجود دارد. متان همان گاز شهری می باشد.

خطرات گاز متان

چنانچه این گاز به مقدار زیاد تولید شود جای اکسیژن را اشغال و باعث کمبود اکسیژن می گردد ولی خود گاز متان سمی نیست.

مهم ترین خطر گاز متان احتراق و انفجار آن است.

مخلوطی از دو حجم اکسیژن و یک حجم گاز متان بر اثر شعله و یا جرقه منفجر شده و حرارتی معادل ۲۲۰۰ درجه سانتیگراد و فشاری برابر ۹ اتمسفر ایجاد می کند.

$$2H_2O + Q + CO_2 = 2CO_2 + CH_4$$
بدیهی است که افزایش درجه حرارت ناگهانی باعث افزایش حجم هوا و گازهای حاصل از انفجار شده و در نتیجه به صورت امواج ضربه ای به تمام قسمت ها سرایت کرده و تخریب های زیاد و خسارت های جانی و آتش سوزی به بار خواهد آورد.

علاوه بر آن موج های ضربه ای باعث خارج شدن هوای داخل گالری شده و در نتیجه به وجود آمدن خلا هوای خارج با همان فشار و همان قدرت مجدداً به داخل بر می گردد و در نتیجه خرابی ها و خسارت ناشی از ضربه اول را افزایش می دهد.

به چنین ضرباتی ضربه معکوس گویند. چنانچه گاز متان با اکسیژن کمتری مخلوط باشد به صورت ناقص سوخته و تولید دوده می کند.

با توجه به تجربیات به دست آمده گاز

درصد باشد، قابل انفجار نیست ولی در مجاورت یک منبع حرارتی داغ، قابلیت سوختن پیدا می کند و شعله حاصله در اطراف منبع باقی می ماند مخلوطی از ۶-۵ درصد الی ۱۶-۱۴ درصد متان دارای قابلیت انفجار است.

بالاخره در آمیختگی گاز متان و هوا، هر گاه مقدار متان از ۱۶-۱۴ درصد تجاوز کند، مخلوط، قابلیت انفجار خود را از دست می دهد ولی در معادن، محیط ایمنی محسوب نمی شود. غلظت گاز متانی که در مقایسه با سایر انواع خود قابلیت اشتعال بیشتری دارد، ۸ درصد است ولی پر قدرت ترین انفجار با مخلوط متان و هوای ۹/۵ درصد اتفاق می افتد. به هر حال، بایستی در داخل معدن از ایجاد هرگونه جرقه یا شعله جلوگیری شود و تا حد امکان به رعایت نکات ایمنی تأکید و توجه شود.

مهم ترین مشتعل کننده گاز متان به شرح زیر است

۱- ایجاد شعله در اثر کبریت زدن یا سیگار کشیدن:

این موضوع عامل تعداد بسیاری از انفجارها در معادن بوده است؛ به همین علت، قبل از ورود افراد به داخل معدن لازم است، از نظر داشتن کبریت، فندک و سیگار مورد بازرسی قرار گیرند.

۲- چراغ اطمینان شعله ای:

هرگاه چراغ اطمینان شعله ای که وسیله ای برای اندازه گیری غلظت گاز متان در هوای معدن است، در معرض جریان شدید هوا قرار می گیرد، شعله آن با توری تماس حاصل کرده و آن را به حرارت قرمز می رساند که همین منبع داغ می تواند سبب اشتعال گاز متان شود. بنابر این، چراغ اطمینان شعله ای را بایستی از جلوی دهانه لوله های تهویه یا هر جایی که جریان شدید هوا وجود دارد، دور نگه داشت. چراغ های معیوب نیز می توانند گاز متان را مشتعل کنند.

۳- جرقه ناشی از برخورد سنگ ها با یکدیگر:

در مواردی شبیه ریزش سقف کار معدنی، از برخورد ماسه سنگ ها و غیره، ممکن است جرقه هایی تولید شود که بتواند گاز متان را مشتعل کند.

۴- ماشین های حفر زغال:

در اثر کار با ماشین هوای حفر زغال دندانه هوا و تیغه هوای برش دهنده به خصوص هنگام برخورد با سنگ ها و ناخالصی های سخت مثل پیریت و نیز قله سنگ ها داغ می شود، یا تولید جرقه کند که می تواند گاز متان را مشتعل سازد.

۵- مواد منفجره معمولی و غیرمجاز:

متان در معادن در غلظت هوای ۵ تا ۱۶ درصد قابل انفجار است و شدیدترین انفجار آن در غلظت های بین ۹ تا ۹/۵ درصد رخ می دهد.

قابل ذکر است که انفجار گاز متان در حقیقت بستگی به گازهای همراه آن دارد، به عنوان مثال وجود هیدروژن می تواند باعث انفجار متان حتی در ۲ درصد نیز بشود و وجود این در ید کربنیک ممکن است از انفجار آن حتی در غلظت های ۹ درصد نیز جلوگیری نماید.

غلظت مجاز گاز متان

در سینه کارها ۰/۵ درصد در محل خروج هوا ۰/۷۵ درصد و در گالری های کهنه و متروکه ۱ درصد تعیین شده است.

اشتعال و انفجار گاز متان و گرد زغال در معدن

در صورتی که غلظت گاز متان در هوای معدن از مقدار معینی تجاوز کند و به حد قابل انفجار برسد، ایجاد هر گونه شعله یا جرقه می تواند به اشتعال و انفجار گاز مذکور منجر شود.

زیرا همان طوری که می دانیم متان گازی قابل اشتعال است که با هوا مخلوط انفجار آمیزی را تشکیل می دهد.

قابلیت اشتعال و انفجار جزء مهم ترین خواص گاز متان است که با درصد متان موجود در مخلوط هوا تغییر می کند.

هوایی که مقدار گاز متان آن ۵ تا ۶

هرگونه عدم رعایت مقررات ایمنی در مورد مواد منفجره و آتش کاری، می تواند سبب خطرات متعددی از جمله خطر اشتعال متان شود.

۶- لکوموتیوهای دیزلی:

هرگاه دودهای خروجی لکوموتیوهای دیزلی به طریقی خنک نشود، می تواند گاز متان را مشتعل سازد.

۷- ابزارهای حفاری:

مته پرفراتورها هنگام حفر چال در سنگ های سخت، جرقه های خطرناکی تولید می کند که در اثر آن گاز متان آتش می گیرد.

۸- اصطکاک فلزات:

در اثر مالش و اصطکاک بین دو جسم فلزی مانند پروانه و بدنه و نیتلا تور، خطر انفجار متان به وجود می آید.

۹- جرقه و قوس الکتریکی:

در اثر پیدایش آن ها در ماشین آلات برقی معیوب و غیر مجاز، می تواند متان را مشتعل کند.

۱۰- تخلیه الکترولیتیک (تخلیه الکترولیتیک):

در اثر مالش هوای فشرده با شیلنگ یا انتقال موادی مانند خاک و ماسه از لوله ها به وسیله هوای فشرده برای خاکریزی یا بستن چال یا در موارد مشابه، در اطراف لوله ها الکتریسیته ساکن ایجاد می شود که خلیه آن سبب ایجاد خطر اشتعال متان می گردد.

بنابراین، بایستی این لوله ها حتما دارای اتصال زمین باشند.

از عوامل دیگر مشتعل کننده گاز متان، پدیده انفجار گرد زغال سنگ و آتش سوزی معدنی را می توان نام برد. با شرحی که در مورد عوامل مشتعل کننده گاز متان بیان شد این نتیجه حاصل می شود که برای جلوگیری از وقوع اشتعال و انفجار گاز متان، بایستی عوامل خطر آفرین را از میان برداشت.

یعنی با انجام تهویه مؤثر مقدار گاز متان را در هوای معدن تا زیر حد مجاز رقیق کرد و در ضمن اقداماتی نیز به شرح زیر انجام داد:

۱- استفاده از چراغ های بدون حفاظ، کبریت، فندک و نیز استعمال دخانیات ممنوع شود.

۲- برای روشنایی انفرادی، از چراغ های باتری دار استفاده شود و کیفیت هوا به طور مرتب با دستگاه ها و چراغ های مخصوص کنترل شود.

۳- تعداد دفعات آتش کاری به حداقل ممکن کاهش یابد و روش حفر زغال با وسایل هیدرولیک جانشین آن شود و برای شکافتن سقف گالری ها از چکش های بادی سنگین استفاده گردد.

۴- موارد زیر در هنگام آتش کاری بایستی

حتما رعایت شود:

الف - فقط مواد منفجره و وسایل ایمنی مجاز به کار گرفته شود.

ب- از چاشنی های الکتریکی فوری یا کم تأخیر استفاده شود که زمان تأخیر آن ها مطابق استانداردهای حفاظتی باشد.

ج- چال ها به دقت و به طور کامل مسدود شوند و مواد پرکننده از مواد غیر قابل سوختن، خردشونده یا پلاستیک مانند سنگ، گرد و خاک، ماسه یا خاک رس تهیه شود. هیچ فشنگی در خارج از چال های مسدود شده نباید منفجر شود و هیچ چالی از ۶۵ سانتی متر نباید کوتاه تر شود و گاز متان تا ۲۰ متری سینه کار استخراجی کمتر از یک درصد بوده و چنانچه گرد زغال 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 دستگاه های هوای فشرده، جانشین ابزار آلات برقی می شوند و در صورت لزوم با انجام عملیات گاززدایی و انتقال متان به خارج معدن، شرایط ایمنی بهتری فراهم می شود.

مقدار مجاز گاز متان در قسمت های مختلف معدن

هنگامی که مقدار گاز متان در هوای معدن به حدود ۶-۵ درصد برسد، مخلوط بسیار انفجار آمیزی به وجود خواهد آمد طبق مقررات ایمنی، معادن غلظت گاز متان در آتمسفر گالری ها و کارگاه های 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 راه های 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 تعطیلی کار و خروج از کارگاه را صادر می کنند.

مقدار مجاز گاز متان در هوایی که به سینه کارهای استخراجی می رسد ۰/۵ درصد و در جریان عمومی خروجی از تونل ۰/۷۵ درصد است.

برای مراقبت و نظارت بر کیفیت مطلوب و توزیع منظم هوا در گالری ها و کارگاه های معدن، نمونه برداری از هوا ضروری است؛

این عمل در تونل های معدنی که از

هرتن زغال سنگ استخراجی آن ها در شبانه روز بیش از ۱۵ متر مکعب متان متصاعد می شود، حداقل سه بار در ماه در تونل های معدنی که نسبت فوق بین ۱۵-۱۰ متر مکعب است، حداقل دو بار در ماه و در تونل هایی که از هر تن زغال سنگ استخراجی در ۲۴ ساعت تا ۱۰ متر مکعب گاز متان نیستند، حداقل یک بار در ماه به مورد اجرا گذاشته می شود.

اشتعال و انفجار گرد ذغال

در صورتی که غلظت گرد ذغال تولید شده در هوا حداقل ۹۶-۱۶ گرم بر متر مکعب و حداکثر ۲۰۰۰ گرم بر متر مکعب باشد بر اثر جرقه، شعله و یا یک منبع حرارتی منفجر می شود. شدیدترین انفجار آن در غلظتهای ۴۰۰-۳۰۰ گرم صورت می گیرد.

بر اساس تجربیات حاصله، عامل اصلی انفجار گرد ذغال در ۹۶ درصد از موارد انفجار، گاز متان بوده است.

مکانیزم انفجار بدین ترتیب است که وجود گاز متان باعث کاهش درجه اشتغال زغال شده و در نتیجه یک جرقه کوچک ذرات معلق در هوا که سطح تماس زیادی با هوا را دارا می باشند سوخته و در نتیجه گازهای فرار آن خارج شده و موجبات انفجار فراهم می گردد.

عوارض ناشی از انفجار گرد زغال

۱- فشار: فشار حاصل از انفجار گرد ذغال که به مراتب بیش از ۹ آتمسفر است «ته آتمسفر فشار حاصل از انفجار گاز متان است» به صورت موج ضربه ای به تمام قسمت های معدن سرایت کرده و تمام وسایل نگهداری را واژگون و باعث خسارات جانی و مالی زیادی می گردد.

۲- انتشار شعله و حرارت: سرعت انتشار شعله در ابتدا کم، ولی بتدریج بر اثر افزایش گازهای فرار زیاد شده به طوریکه در فاصله ۳۰۰ متری به ۱۰۰۰ متر بر ثانیه نیز می رسد و حرارت حاصل از آن باعث آتش سوزی در معدن می گردد.

۳- ایجاد گازهای سمی و خفه کننده: در اثر انفجار مقدار زیادی گازهای CO₂، CO، و SO₂ تولید می گردد که خود گاز CO نیز چون در غلظت های ۷۵-۱۳ درصد بر اثر حرارت و یا شعله منفجر می شود باعث گسترش آتش سوزی و یا انفجارهای دیگر می گردد چون خسارات جانی و مالی ناشی از انفجار گرد ذغال بسیار زیاد و بیش از حد تصور است به همین جهت بایستی همیشه اقدامات لازم جهت جلوگیری از این خطر در معدن به عمل آید.

هوشمندسازی ایمنی در معادن



علی سلمانی
سرپرست HSEC
مجمع مس چاه موسی

چکیده:

هوشمندسازی معادن پروسه ای است که طی آن متخصصان معدن بنابر نیازهای معادن، ابزار و امکاناتی را تعبیه، طراحی و اجرا می کنند که این امکانات موجب کاهش مشکلات و هزینه ها، افزایش بهره وری، امنیت و سرعت در کار می شود. در این میان، هوشمندسازی معادن هنوز به صورت کاملاً فراگیر در سرتاسر دنیا به اجرا در نیامده است. با پیشرفت علم و تکنولوژی و به لطف مهندسان معدن و افراد تحصیلکرده در این زمینه کم کم فضای کاری معدنکاران در حال تغییر است که با رواج فضای دیجیتال و هوشمندسازی در همه زمینه ها معدن کاری نیز به سمت هوشمند و دیجیتال شدن می رود. کلیدواژه: هوشمند سازی، ایمنی، معادن، دیجیتال.

مقدمه:

هوشمندسازی معادن یک شبه اتفاق نمی افتد، نقش نیروی انسانی برای به کارگیری جدیدترین فناوری ها در هوشمند کردن معادن بسیار حائز اهمیت است. برای هوشمندسازی باید در ابتدا فرهنگ سازی انجام گیرد. هماهنگ کردن فناوری های هوشمند با افراد و دانش آنها اولین گام در هوشمند کردن معادن است. آموزش پرسنل برای استفاده مناسب از فناوری قدم بعدی است و مرحله سوم استفاده از داده ها و اطلاعات معتبر برای بهره برداری بهتر است. بحران شیوع کرونا فعالیت بسیاری از معادن جهان را متوقف کرده و همین موضوع باعث سرعت بخشیدن در روند هوشمندسازی معادن شده است؛ ولی موانع جدی پیش روی فعال سازی معادن هوشمند قرار دارد که از جمله مهم ترین آن فقدان نیروی کار ماهر و متخصص است. تعداد افراد متخصص و توانا که در توسعه مسیر معدن کاری هوشمند نقش داشته باشند، بسیار اندک است. همچنین دسترسی به زیرساخت های ضعیف استفاده از معدن کاری هوشمند در برخی کشورها مهم ترین عاملی است که رشد بازار را محدود و اجرایی کردن اهداف که همان توسعه معادن است را ممکن نساخته است. اجرای قوانین سختگیرانه حفاظت از محیط زیست برای کنترل انتشار آلودگی هوا، پایان یافتن بسیاری از ذخایر معدنی در جهان، اندک بودن کانسارهای بزرگ در دنیا، نیاز صنایع به مواد معدنی و لزوم دستیابی به ذخایر جدید، همه و همه الزام به معدن کاری نوین و حرکت سریع به سمت هوشمندسازی معادن را ضروری و فعالان

حوزه معادن و صاحبان معادن بین المللی را مجبور به استفاده از فناوری های نوین کرده است. مزایای هوشمندسازی در معادن باعث شده است که بسیاری از شرکت های فعال در دنیای دیجیتال، الکترونیک و ارتباطات وارد دنیای معدن کاری هوشمند شوند و کارهای بزرگی انجام دهند. استرالیا، آمریکا و کانادا در زمینه معدن کاری هوشمند پیشرو هستند.

مزایای معدنکاری هوشمند:

هوشمندسازی معادن و اجرای فناوری های جدید آن در محیط های معدنی مزایای بسیار برای اپراتورها خواهد داشت.

- کاهش هزینه های عملیاتی
- سهولت انجام عملیات استخراج
- ایمنی و امنیت ۹۵ درصدی نیروی کار
- رصد کلیه اطلاعات عملیاتی
- اطمینان از کارایی طولانی مدت ابزارهای عملیاتی
- افزایش امنیت داده ها و اطلاعات
- راهکارهای مهم حوزه معدنکاری هوشمند:
- پایش لحظه ای شرایط محیطی تونل های زیر زمینی
- تهویه هوا هوشمند، مدیریت مصرف انرژی (برق، دیزل)
- پایش موقعیت لحظه ای کارگران
- پایش وضعیت تجهیزات و ماشین آلات (بیل های مکانیکی و ...)
- پایش وضعیت سد باطله
- پایش وضعیت و موقعیت وسایل حمل و نقل
- مدیریت ناوگان حمل و نقل مواد

ایمنی با معدنکاری هوشمند:

ایمنی نیروی کار یکی از دغدغه های اصلی اپراتورهای معادن است، معادن معمولاً مکان های بسیار خطرناکی برای نیروی کار هستند. به عنوان مثال هنگام شکستن سدهای باطله، هم کارگران و هم کسانی که در اطراف معادن زندگی می کنند می توانند آسیب ببینند یا حتی جان خود را از دست بدهند. کارگران معدنی که قرائت فیزیکی عملیات را انجام می دهند نیز در معرض آسیب قرار دارند. حال آن که به لطف معدنکاری هوشمند، نیاز حضور نیروی کار در محل از بین رفته و ایمنی

نیروی کار و کارگران معادن به شدت افزایش پیدا کرده است.

خودکار کردن اکثر تجهیزات مانند کامیون ها و امکان انتقال اطلاعات بی سیم، نیاز حضور نیروی کار در محل را به صفر رسانده است.

مضاف بر این تجزیه و تحلیل Oi به پیش بینی حوادث کمک کرده و از وقوع آنها جلوگیری می کند. ردیابی نیروی کار نیز که از طریق سنسورهای دیجیتال انجام می گیرد به اپراتورها کمک می کند که فرایند استخراج را با هماهنگی بیشتری انجام دهند. به عنوان مثال در صورت وقوع حادثه به راحتی می توان به کارگران هشدار داد تا به مناطق خاصی از سایت نروند. بنابراین هوشمندسازی معادن به طرز شگفت انگیزی از میزان حوادث معدن و خطرات جانی می کاهد.

نتیجه گیری:

در صنعت معدن کاری، هوشمندسازی نه تنها بهره وری بلکه ایمنی و امنیت کار را ارتقا می بخشد. از جمله تأثیرات هوشمندسازی معادن در اجرای فناوری های جدید، کاهش هزینه های عملیاتی، سهولت انجام عملیات استخراج، ایمنی امنیت نیروی کار، رصد کلیه اطلاعات عملیاتی، افزایش اهمیت داده ها و اطلاعات، افزایش دقت و حساسیت فرآیند، افزایش بهره وری، کاهش مخاطرات و اثرات مخرب زیست محیطی است.

منابع:

- کارآموزان، محمد. ۱۳۸۲. مدیریت تهویه معدن با کمک سیستم های هوشمند، پنجمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی.
- رستگار، علیرضا. ۱۴۰۰. بهینه سازی عملکرد معادن، ترند برتر سال ۲۰۲۲.
- هوشمندسازی معادن چه دستاوردهایی برای دولت و بهره برداران دارد؟ ۱۴۰۰. دوازدهمین جلسه کمیسیون «صنعت و معدن» اتاق تهران.
- معدن هوشمند (Smart Mining)، ۱۴۰۰. سامانه های راهبردی فناوریان شریف.
- رستگار، علیرضا. ۱۴۰۰. بهینه سازی عملکرد معادن، ترند برتر سال ۲۰۲۲.

عناصر نادر خاکی و کاربرد آن

واحد اکتشاف تهران- عناصر گروه لانتانیدها (نادرخاکی) به دلیل ماهیت ژئوشیمیایی ویژه برای استحصال به فناوری پیشرفته نیاز دارند که موجب شده تولید آن سخت تر از سایر مواد معدنی صورت گیرد. اگرچه فناوری فرآوری این مواد محدود به چند کشور صنعتی و مهم است اما با سرمایه گذاری در فرآوری عناصر خاکی می توان بخشی از فرآیند تبدیل شدن آن ها به محصول نهایی و یا تبدیل شدن به ترکیبات آریو اکساید را در داخل کشور انجام داد.

فرآوری عناصر نادر خاکی در ایران با محدودیت روبرو است چراکه این عناصر به لحاظ ساختار شیمیایی بسیار به هم شبیه هستند که جداسازی آن ها به تکنولوژی بالایی نیاز دارد این در حالی ست که در شرایط کنونی ایران قادر به تکمیل این فرآیند نیست اما می تواند بخشی از چرخه را انجام داده و به صورت کالایی واسطه ای به بازار عرضه کند.

عناصر گروه لانتانیدها (نادرخاکی) به گروه عناصر نادر خاکی سبک، عناصر نادر خاکی متوسط یا میانی و گروه عناصر نادر خاکی سنگین تقسیم بندی می شوند:

عناصر نادر خاکی سبک LREEs شامل عناصر Ce, Pr, La

عناصر نادر خاکی متوسط MREEs و شامل Tb, Gd, Eu, Sm, Pm, Nd, Dy

عناصر نادر خاکی سنگین HREEs شامل Lu, Yb, Tm, Er, Ho, Y

عناصر نادر خاکی به اندازه ای که نامشان تداعی می کند نادر نیستند. تولید و لوتیم کم فراوانترین عناصر نادر خاکی هستند اما میانگین فراوانی هر یک از آن ها در پوسته زمین تقریباً ۲۰۰ بار بیشتر از فراوانی طلا می باشد.

با این همه استخراج این فلزات بسیار دشوار می باشد به این خاطر که آنها را نمی توان در تمرکزهایی مقرون به صرفه برای استخراج

یافت.

فروان ترین عناصر نادر خاکی سریوم، ایتروم، لانتانیوم و نئودیمیم هستند. میانگین فراوانی پوسته آن ها مشابه فلزاتی مانند کرومیوم، نیکل، روی، مولیبدن، قلع، تنگستن و سرب است که معمولاً در صنایع بکار می روند. مجدداً ذکر می گردد که آن ها به ندرت در تمرکزی با قابلیت استخراج یافت می گردند.

فلزات نادر خاکی و آلیاژهایی که حاوی آن ها هستند در شمار زیادی از وسایل با کارکرد روزانه مانند حافظه کامپیوتر، دی وی دی ها، باتری های قابل شارژ، گوشی های تلفن همراه، آهترها، لامپ های مهتابی و موارد بسیار دیگری مورد استفاده قرار می گیرند. بیست سال پیش تعداد بسیار کمی تلفن همراه وجود داشت اما امروزه تعداد آن ها به رقمی بیش از ۵ میلیارد عدد رسیده است. تقاضا برای باتری ها بواسطه افزایش درخواست برای وسایل قابل حمل الکترونیکی مانند تلفن های همراه، دستگاه های کتابخوان (readers) کامپیوترها و دوربین ها در حال فزونی یافتن است. ترکیبات عناصر نادر خاکی در باتریهایی که به خودروهای برقی (electric vehicles) و برقی دوگانه (hybrid-electric vehicles) نیرو می بخشد، وجود دارند.

عناصر نادر خاکی به عنوان کاتالیست، ترکیبات سایند و مواد فسفر (phosphors)

بکار می روند.

این ترکیبات برای کنترل آلودگی هوا، صفحات منور (illuminated screens) در وسایل الکترونیکی و شیشه های با خصوصیات نوری مخصوص (optical-quality glass) که برای بکارگیری در وسایل نوری مانند تلسکوپ ها، میکروسکوپ ها، عینک ها و غیره طراحی و ساخته می شوند بکار می روند.

اکسیدهای عناصر نادر خاکی که به عنوان ردیاب برای تعیین اینکه کدام قسمت ها از حوزه آبخیز (watershed) درحال فرسایش است، نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

اغلب اسکاندیوم مصرف شده در ساخت نیمه هادی ها، نورپردازی های ویژه (specialty lighting) و آلیاژ آن با آلومینیوم جهت ساخت چوب بیس بال و دیگر تجهیزات ورزشی بکار می رود.

عناصر نادر خاکی نقشی حیاتی در صنایع دفاعی بازی می کنند.

در جنگ خلیج فارس، عینک های دید در شب، سلاح های هدایت شونده و دیگر تکنولوژی های دفاعی به ارتش ایالات متحده یک برتری شگرف نظامی بخشید.

فلزات نادر خاکی، کلیدی است در ساخت آلیاژهای بسیار سخت بکاررفته در خودروهای زره پوش و پرتابه ها که در اثر تصادم به هزارن قطعه نوک تیز متلاشی می شوند.

کاربردهای عناصر نادر خاکی در صنایع دفاعی

لانتانیوم	عینک های دید در شب
نئودیمیم	مسافت یاب های لیزری، سیستم های ناوبری و ارتباطی
یورومیم	فلوئورسان ها و فسفرها در لامپ ها و نمایشگرها
اریم	تقویت کننده های فیبرهای نوری انتقال دهنده داده ها
ساماریم	آهترهای دائمی که در دماهای بسیار بالا پایدارند
ساماریم	سلاح های هدایت شونده
ساماریم	تولید "پارازیت سفید" (white noise) در تکنولوژی هواپیماهای نامرئی (stealth)

جایگاه مهندسی نت در صنعت معدنکاری جهان

کنترل این هزینه‌ها، فعالیت‌های خود را بر زمینه‌هایی مانند:

بهینه‌سازی برنامه نت، تعویق در نت غیرضروری، ارتقاء کیفیت پرسنل نت، مدیریت و کنترل قطعات یدکی و استفاده از انواع نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای موجود متمرکز نمایند.

این در حالیست که همه ساله میلیون‌ها دلار در سراسر دنیا صرف مهندسی نت شده و امروزه در صنایع تولیدی غول دنیا همچون صنعت مس و فلزات، صنعت سیمان، خودروسازی و سازمان‌های خدماتی همچون شرکت‌های معدنکاری داخلی و یا خارجی نت به عنوان عنصر انکارناپذیر مطرح می‌باشد.

استراتژی نگهداری و تعمیرات
استراتژی نت مجموعه‌ای به هم پیوسته و

تعمیرات موثر و کارآمد می‌باشد. کلیدواژه: نگهداری و تعمیرات، معدن، بهره‌برداری، مدیریت

مقدمه

در صنعت معدنکاری نگهداری و تعمیرات (نت) سهم قابل توجهی از کل هزینه‌های عملیاتی را به خود اختصاص می‌دهد. موفقیت در اجرای یک تکنولوژی نت پیشرفته، نیازمند پایه نظری قوی و آگاهی کافی نسبت به سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مرتبط می‌باشد. نت یکی از هزینه‌های بزرگ مقیاس اما قابل کنترل صنعت معدنکاری بوده و تقریباً ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌های مستقیم معدن را شامل می‌شود.

علاوه بر این، تجربه نشان داده است که دامنه تغییرات هزینه‌های نت تجهیزات معدنی بیشتر از ۲۰ تا ۳۵ درصد کل هزینه‌های



مهدی طوسی
سرپرست واحد نت مجتمع مس چاه موسی

چکیده

در این مقاله سعی بر آن بوده تا به کاربرد و گسترش مقوله مهندسی نگهداری و تعمیرات (نت) در بحث‌های مدیریت بهره‌برداری معدن پرداخته شود، چراکه این موضوع چه به صورت مستقیم در غالب هزینه‌ها و چه



همه‌هنگ و دارای نظم در تولید می‌باشد. که این استراتژی‌ها در مورد تصمیم‌گیری اهداف یک سازمان می‌باشد و همچنین در مورد اجرا و عدم اجرا طرح‌های کسب و کار یک مجموعه نظر می‌دهد.

استراتژی نت را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود: ۱- استراتژی واکنشی، ۲- استراتژی بازدارنده، ۳- استراتژی تهاجمی.

استراتژی واکنشی به خرابی‌های پیش آمده اشاره دارد در حالی که استراتژی بازدارنده به عملیات پیشگیرانه و پیشگویی اشاره می‌کند به گونه‌ای که قبل از پیش آمدن خرابی آن‌ها را پیش‌بینی و رفع می‌کند تا از خرابی ناگهانی

عملیاتی معدن بوده و به طور پیوسته افزایش می‌یابد. علیرغم تلاش‌های گسترده در تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای اصلی معدنکاری، توجه اندکی به بهینه‌سازی فرآیندهای نت شده است.

این در حالی است که مدیریت بهینه فعالیت‌های نت علاوه بر کاهش چشمگیر در هزینه‌ها و بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات، موجب افزایش عمر مفید تجهیزات شده و در نتیجه نرخ بازگشت هزینه‌های سرمایه‌گذاری را بالا برده و امکان سودزایی بیشتر از سرمایه‌گذاری ثابت را فراهم می‌نماید. لذا شایسته است که شرکت‌های معدنی برای

غیرمستقیم به شکل بروز زمان افت و دست دادن تولید در بحث‌های مدیریتی خودی نشان خواهد داد و چشم‌پوشی از آن یعنی بهره‌وری کمتر از سرمایه‌گذاری و از دست دادن سود بیشتر می‌باشد.

بنابراین توجه به این موضوع برای بهینه‌سازی چرخه تولید و درآمدزایی بیشتر جزء بحث‌های لاینفک مدیریت خواهد بود. با توجه به اینکه که اکثر تجهیزات و ماشین‌آلات یک کارخانه به صورت وارداتی بوده یا تهیه آن‌ها هزینه هنگفتی را به کارخانه تحمیل می‌کند نیازمند به نگهداری و

آن‌ها جلوگیری شود.

استراتژی تهاجمی به عملیات بهبود واقعی، عملکرد و طراحی تجهیزات موجود در تولید در راستای کاهش خرابی‌ها و افزایش کیفیت و اثربخشی اشاره دارد.

مدیریت در نگهداری و تعمیرات

تکنولوژی با گذر زمان توسعه یافته و بر فعالیت‌های نت مورد استفاده تجهیزات و ماشین‌آلات تاثیر گذاشته است که هر کدام روش خاصی از نت را می‌طلبد و هرگونه تغییر در طراحی و ساخت و سطح فناوری اقلام باعث می‌شود که ابزار و تجهیزات تعمیراتی و مواد و قطعات و نیروی انسانی و فعالیت‌های نت این اقلام تغییر نمایند. نگهداری و تعمیرات با کمک مدیران دارایی می‌توانند باعث افزایش سودآوری به دو طریق شوند یکی از طریق کاهش هزینه‌های جاری و دیگری افزایش توانایی از هزینه‌های سالیانه نت از پنج درصد ارزش دارایی بیشتر شود. برای جلوگیری از ایجاد خلل در برنامه‌ریزی می‌توان از نت پیشگیرانه استفاده کرد.

لزام برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات

برنامه‌ریزی نت در هر سازمان به منظور حفظ دارایی موجود در حد استاندارد انجام می‌گیرد. در صورتی که نگهداری موثر صورت گیرد فقط ما شاهد تعمیرات اتفاقی خواهیم بود در گذشته تعمیرات به صورت تعمیرات اضطراری یعنی تعمیرات بعد از خرابی بود ولی امروزه با پیشرفت تکنولوژی در پرسیه تولید باعث حذف نیروی انسانی شده درحالی که نمی‌توان نیروی انسانی را از بخش نت حذف نمود.

در مدیریت نت بازخورد برنامه‌ریزی می‌تواند فعالیت‌ها و عملیات‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات را از حالت ایستا به پویا درآورد، یعنی هر سیستم که تعمیرات روی آن صورت می‌گیرد باعث می‌شود که ضعف‌های آن اصلاح شود می‌توان فهمید که خرابی هر دستگاه یک متغیر تصادفی می‌باشد که قبل از وقوع آن می‌توان آن را تخمین و راه حل‌هایی برای آن در نظر گرفت که هنگام وقوع خرابی آمادگی لازم را برای تعمیر آن داشته باشیم.

هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در صنعت معدنکاری

در زیر به برخی از اعداد و ارقام صرف شده برای مهندسی نت در صنعت معدنکاری اشاره شده است تا اهمیت موضوع برای کسانی که شاید موضوع نت از امور فرعی چرخه تولید می‌پندارند مشخص شود.

- صنایع ایالات متحده سالیانه مبلغی بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار صرف نت کارخانه‌ها و بهره برداری از آنها می‌کنند.

- طی سال‌های گذشته تعداد افراد شاغل در گروه نت واحدهای صنعتی بین ۵ تا ۱۰

درصد کل نیروهای عملیاتی بوده است.

- در سال ۱۹۷۰ وزارت کار و فناوری بریتانیا هزینه‌های نت سالیانه انگلیس را مبلغی در حدود ۳۰۰۰ میلیون پوند اعلام کرده است.

- بیش از ۲۵ درصد حوادث معادن زیرزمینی زغال در طول فعالیت نت اتفاق می‌افتد.

- براساس اطلاعات حوادث کارکنان پیمانکاران مستقل در صنعت معدنکاری طی سال‌های ۱۹۸۳ الی ۱۹۹۰ حدود ۲۰ درصد جراحات در معادن زغال طی انجام فعالیت نت ماشین‌آلات و یا به هنگام استفاده از ابزار دستی اتفاق افتاده است.

- جمع کل هزینه‌های سالیانه مربوط به مهندسی نت در صنعت معدنکاری زیرزمینی زغال در استرالیا حدود ۴۵۰ میلیون دلار بوده است.

- حدود ۱ درصد هزینه‌های نت تجهیزات معدنکاری زیرزمینی زغال به روانکارها (روغن موتور، گریس، روغن هیدرولیک و ...) اختصاص دارد.

- در معادن روباز شیلی و اندونزی، هزینه نت بیش از ۶۰ درصد هزینه‌های عملیاتی می‌باشد.

- یک شرکت چند ملیتی فنلاندی هزینه‌های مستقیم نت در معادن را حدود ۳۳ درصد کل هزینه‌های تولید گزارش کرده است.

- حدود ۱۰ درصد زمان‌های تولیدی در صنعت معدنکاری زیرزمینی زغال استرالیا به وسیله نت برنامه ریزی نشده تلف شده است.

نتیجه گیری

هدف این مقاله گشودن افق نو پیشروی فعالان صنعت معدنکاری در رابطه مهندسی نگهداری و تعمیرات می‌باشد.

چراکه این بخش از مهندسی معدن در مقایسه با سایر جنبه‌های مدیریت همچون بهینه‌سازی عیار، برنامه‌ریزی تولید، ارتقا بخش‌های مختلف روش‌های استخراجی، ایمنی و بهداشت ... کمتر مورد توجه بوده است. حال آنکه این شاخه از مدیریت مستقیماً موثر در هزینه‌های عملیاتی بوده و سهم قابل توجهی از آن را به خود اختصاص داده است.

از سوی دیگر جدای از بحث هزینه‌های عملیاتی مستقیم، عدم توجه به مقوله نگهداری و تعمیرات افت کارکرد ماشین‌آلات و در نتیجه آن از دست دادن سهم تولید را به همراه خواهد داشت.

لذا توجه به برنامه‌ریزی نت با رویکردی تحلیل قابلیت اطمینان به سبب پایه ریاضی و آماری این روش بسیار کارگر خواهد بود، چیزی که در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است هر چند این موضوع در زمینه معدنی گسترش بسیار ناچیزی داشته و جای کار گسترده‌ای برای فعالان معدنی در آن مشاهده می‌شود.

دلیل نیازمند به ورود فعالان معدنی در این زمینه را نیز می‌توان در شرایط بکر معدن،

محیط خشن، ماشین‌آلات غول آسا و ناملموس بودن آن برای سایر مهندسين دیگر رشته‌ها جست.

منابع

۱. آقائی، اصغر، (۱۳۸۹). نگهداری و تعمیرات نوین، تهران، معاونت آموزش ناجا.

۲. حکمت، کاظم، (۱۳۸۲). ویژگی‌ها و الزامات طراحی و اجرای سیستم‌های مکانیزه تعمیرات و نگهداری، تهران، دومین کنفرانس نگهداری و تعمیرات.

۳. سیدحسینی، سیدمحمد، (۱۳۸۴). برنامه ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات (و مقدمه‌ای برنت بهره‌ور فراگیر) چاپ سوم، تهران، سازمان مدیریت صنعتی.

۴. موسسه مهندسين نگهداری و تعمیرات ژاين، (۱۳۸۶). نگهداری و تعمیرات (نت) بهره‌ور فراگیر، ترجمه حاج شیرمحمدی، چاپ چهارم، اصفهان، ارکان دانش.

5. Barabady, J. (2005). Reliability and maintainability analysis of crushing plants in Jajarm Bauxite Mine of Iran. Reliability and Maintainability Symposium, 2005. Proceedings. Annual, IEEE: pp. 115-109.

6. Barabady, J. (2007). Production Assurance (Concept, Implementation and Improvement). Lulea University of Technology, Lulea, Sweden.

7. Barabady, J., Kumar, U. (2008). Reliability analysis of mining equipment: A case study of a crushing plant at Jajarm Bauxite Mine in Iran. Reliability Engineering & System Safety 653-647: 93.

8. Barabady, Javad, K., Uday. (2005). maintenance schedule by using reliability analysis: a case study at Jajram bauxite mine of Iran, 20th World Mining Congress, World Mining Congress, Tehran, Iran: pp. 838-831.

9. Cui, L. (2008). Maintenance Models and Optimization, in: Misra, K.B. (Ed.), Handbook of Performability Engineering. Springer London, pp. 805-789.

10. Dhillon, B.S. (2006). Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. CRC Press.

11. Dhillon, B.S. (2008). Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety, Springer Series in Reliability Engineering.

12. You, M.-Y., Li, H., Meng, G. (2011). Control-limit preventive maintenance policies for components subject to imperfect preventive maintenance and variable operational conditions. Reliability Engineering & System Safety 598-590: 96.

عملیات نقشه برداری در معادن زیرزمینی

دوربین های تراز یاب در زیر زمین

وسیله ای دیگری که در زیرزمین برای نقشه برداری ها استفاده می شود دوربین های تراز یاب در زیر زمین است. این دوربین ها طوری ساخته شده اند که در برابر سردی و گرمای هوا و نیز گرد و خاک موجود در زیر زمین که ناشی از عملیات حفاری است مقاومت بالایی دارند. همچنین این دوربین ها قادر هستند تا فواصل کوتاه را نیز نقشه برداری نمایند.

شاخص نقشه برداری

برای حفاری های داخل تونل های زیرزمینی از شاخص های کوتاه در حد یک و نیم تا سه متر که به صورت کشویی ابعاد ارتفاعی آن تغییر می کند استفاده می شود. این شاخص ها دارای سطح صاف و روشن هستند تا در تاریکی داخل زمین بتوان از آن استفاده کرد. درجه بندی در روی آن طوری باشد که بتوان شاخص را قرائت کرده و مشکلی در خوانش آن در زیر زمین پیش نیاید.

نقشه برداری معادن

به منظور کنترل و هدایت معادن جهت کمک به اکتشاف، آماده سازی، بهره برداری معادن و نیز استخراج آن ها از نقشه برداری معادن بهره می برند. در نقشه برداری زیرزمینی معادن به علت انجام عملیات حفاری سرعت نقشه برداری نسبت به نقشه برداری سطحی کمتر است.

خطرات و شرایط موجود در هنگام

نقشه برداری زیرزمینی:

در برخی مواقع در نقشه برداری های زیرزمینی به دلیل وجود موارد خطرناک مثل احتمال اشتعال مواد گازی در منطقه با محدودیت هایی مثل کم بودن روشنایی و اجبار به عدم استفاده از نورهای اشتعال زا همراه است و این مورد می تواند کار نقشه برداری را سخت تر از مناطق معمول نماید.

در این نوع از نقشه برداری به ویژه نقشه برداری در مترو به دلیل کم شدن فضای کاری، موارد کنترلی نقشه برداری دچار کاهش درجه آزادی عمل می شوند و وسایل و تجهیزات نقشه برداری زیرزمینی نمی توانند با شرایط مانند فضای باز کار کنند و در نتیجه نیاز به مهارت های نقشه بردار به شدت افزایش می یابد.

از خطراتی که می تواند نقشه برداری را در زیرزمین دچار مشکل نماید و تهدید جدی محسوب گردد، می توان به احتمال تخریب و ریزش تونل های حفر شده، امکان فرو رفتن در زمین های سست و نشست کرده و ورود آب های سطحی به داخل حفاری ها اشاره کرد. وجود میدان های مغناطیسی که در زیرزمین موجود است می تواند استفاده از قطب نما را در این شرایط محدود کند.

همچنین بادهایی که در تونل ها بر اثر جریان های هوایی ایجاد می شود می تواند تعادل



علی قیصری
کارشناس نقشه برداری
مجمع زغال سنگ طبس

به طور کلی عملیات نقشه برداری زیرزمینی به سه مرحله عمده تقسیم می شود:

۱: مرحله طراحی پروژه زیرزمینی
۲: مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده سازی سازه ها

۳: مرحله اندازه گیری و تهیه نقشه
نقشه برداری در معادن زیرزمینی به مراتب دشوارتر از نقشه برداری در محیط های روباز می باشد. در نقشه برداری زیرزمینی با محدودیت هایی از قبیل تاریکی، محدودیت فضا، وجود گازها، وجود آب و کار نکردن دستگاه های مخابراتی مواجه هستیم که کار را بسیار سخت می نماید. در نقشه برداری زیرزمینی جهت برداشت و پیاده سازی کلیه عملیات ها از پنج مارک که قبلاً آن ها را مختصات داده ایم استفاده می شود. پنج مارک ها می تواند در سقف، کف و دیواره باشد و با توجه به عبور و مرور فراوان در تونل های زیرزمینی باید با شرایط ویژه ای انجام شود.

برخی از وظایف یک نقشه بردار در معدن زیرزمینی شامل موارد زیر می باشد:

۱: برداشت توپوگرافی منطقه
۲: پیاده سازی و برداشت کلیه ابنیه ها و تجهیزات سطح و زیرزمین
۳: هدایت عملیات پیشروی کلیه جبهه کارها
۴: محاسبه میزان استخراجی ماده معدنی و باطله

۵: تهیه نقشه ازبیلت بر اساس برداشت های صورت گرفته

۶: سرعت و دقت بالای مورد نیاز در کار وسایل و تجهیزات نقشه برداری زیرزمینی باید دارای ویژگی های خاصی از قبیل سبک بودن، امکان سانتراژ از سقف، ضد آب و ضد گاز باشد تا خطرات و سختی کار را به حداقل برساند.

شاقول

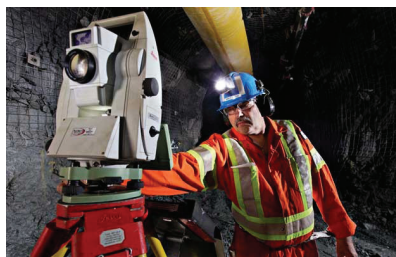
یکی از ابزارهایی که در زیر زمین به نقشه برداران کمک زیادی خواهد کرد شاقول می باشد که به انواع مختلفی تقسیم می شوند و باید دارای استاندارد های لازم باشند. یکی از شاقول های مورد استفاده در نقشه برداری زیرزمینی شاقول ساده است که متداول ترین نوع آن می باشد. از دیگر انواع شاقول ها می توان به شاقول های زنجیره ای، چاهی و اپتیکی و لیزری نیز اشاره کرد.

شاقول های متصل در داخل تونل ها را بهم بزنند. از دیگر مواردی که در زیرزمین و در حین نقشه برداری زیرزمینی ممکن است رخ دهد، تکان ها و لرزش هایی است که ناشی از حفاری های دیگر در منطقه بوده و سبب می شود تنظیم بودن ترازهای دستگاه ها دچار مشکل شود و یک مورد دیگر که بسیار ویژه نیز می باشد اختلال در دستگاه های ارتباطی مثل بی سیم و سایر دستگاه ها نظیر جی پی اس و غیره در زیرزمین و منطقه عملیاتی می باشد که عدم کارکرد صحیح جی پی اس و سایر دستگاه های ارتباطی از دیگر موارد سختی کار در این نوع نقشه برداری است.

روش های نقشه برداری

زیر زمینی و مراحل آن

۱. در نود درصد از پروژه های نقشه برداری از روش های نقشه برداری زمینی یا به اصطلاح مهندسی از ژئودزی استفاده می شود که نقشه برداری زیرزمینی نیز از این نوع روش ها



بهره زیادی می برد.

۲. روش های دیگر موجود در نقشه برداری ها روش موسوم به فتوگرامتری بوده که یک روش برای فاصله های کوتاه برد اما دقیق می باشد که برای مقاطعی که در حفر تونل ها و نیز مقاطع عمقی کوتاه داخل زمین ایجاد می شود از این روش استفاده می کنند.

۳. یک روش هم به نام روش هیدروگرافی وجود دارد که در معادن و حفاری های زیر دریا که نمی توان با نقشه برداری زمینی آن ها را نقشه برداری کرد، از آن استفاده می کنند.

در پروژه های زیرزمینی ابتدا عملیات اکتشاف یا طرح اولیه انجام می شود که به منظور راه اندازی پروژه های معدنی در سطح و عمق و همچنین به منظور گمانه زنی تشخیصی که برای تشخیص جنس لایه بندی زیرین خاک انجام می شود.

در مرحله بعدی در نقشه برداری زیرزمینی، ایجاد شبکه ژئودزی در منطقه در دستور کار قرار می گیرد که بتواند تمام نقاط محل مورد نظر را پوشش دهد و شکل هندسی طوری باشد که شبکه ایجاد شده مقاومت لازم را داشته باشد. و همچنین برای اینکه مختصات نقطه گذاری ها با نهایت دقت انجام شود شبکه ژئودزی لازم و ضروری است.

تولید نقشه ها و طراحی پروژه در این مرحله می تواند به انجام برسد که طراحی و حفر تونل ها به این مرحله یعنی ایجاد شبکه ژئودزی نیازمند است و این قضیه می تواند کمک زیادی در طراحی ها نماید.

کسب تندیس زرین جایزه بین‌المللی مدیریت دانشی (KM۴D) توسط میدکو



فولاد بوتیای ایرانیان تندیس سیمین؛
-مهندسی معیار صنعت خاورمیانه تندیس بلورین؛
-بابک مس ایرانیان تندیس بلورین؛
-فروسیلیس غرب پارس تندیس بلورین؛
-فراوران زغال سنگ پابدانا تندیس بلورین؛
-گسترش و نوسازی صنایع ایرانیان (مانا) تندیس بلورین؛
-گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو) تندیس بلورین؛
-سمنگان تراهر ایرانیان گواهینامه دو ستاره؛
-کاراوران صنعت خاورمیانه گواهینامه یک ستاره؛

سرمایه‌های فکری خود در کلیه ارکان سازمانی به طور موثر استفاده نموده و در نهایت خلق ارزش مبتنی بر دانش را برای سازمان به ارمغان بیاورند، برگزار شد.
در پایان کنفرانس جوایز پنجمین دوره اهدا گردید و میدکو موفق به کسب تندیس زرین این جایزه بین‌المللی شد و همچنین شرکت های تابعه میدکو نیز موفق به دریافت جوایز به شرح زیر شدند:
-فولاد زرند ایرانیان تندیس سیمین؛
-فولاد سیرجان ایرانیان تندیس سیمین؛

پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانشی با رویکرد حاکمیت نوآوری (KM۴D)، به همت انجمن مدیریت ایران و با همکاری انجمن مدیریت دانش اتریش و دانشگاه خاتم برگزار شد. این کنفرانس در تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۴۰۱ با حضور رئیس انجمن مدیریت ایران، وزیر آموزش و پرورش، رئیس انجمن مدیریت دانش اتریش و جمعی از استادان، فرهیختگان و دانش‌پژوهان این حوزه در دانشگاه خاتم و با هدف هدایت سازمان‌ها در مسیری که به طور پایدار و نظام‌مند از تجربیات، نوآوری‌ها و

برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت میدکو - ۲۸ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فروسیلیس غرب پارس - ۲۷ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت کاراوران صنعت خاورمیانه - ۲۸ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فولاد زرند ایرانیان - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱

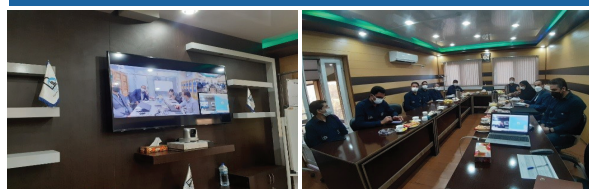


برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت مانا - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فولاد بوتیای ایرانیان - ۳۰ شهریور ۱۴۰۱

برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فراوران زغال سنگ پابدانا - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری دوره آشنایی با مفاهیم مدیریت دانشی در مجتمع کک سازی و پالایشگاه زرند - ۱۱ مهرماه ۱۴۰۱

برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت بابک مس ایرانیان - ۳۰ شهریور ۱۴۰۱



شروع طرح توسعه مفاهیم مدیریتی به صورت حضوری در شرکت فولاد سیرجان ایرانیان - ۱۷ مهرماه ۱۴۰۱



شروع طرح توسعه مفاهیم مدیریتی به صورت حضوری در شرکت فولاد زرند ایرانیان - ۱۸ مهرماه ۱۴۰۱

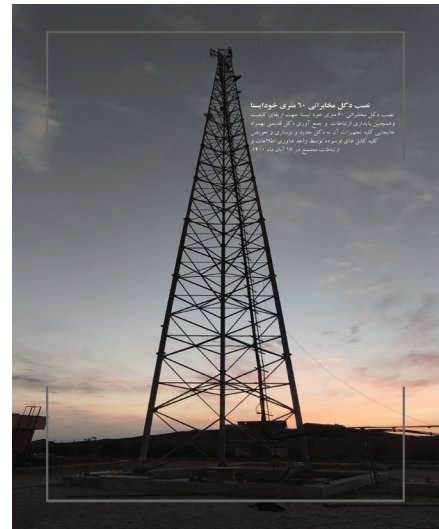


شروع طرح توسعه مفاهیم مدیریتی به صورت حضوری در شرکت بابک مس ایرانیان - ۲۴ مهرماه ۱۴۰۱





افتتاح کارخانه تولید پودرسنگ آهک میکرونیزه معدن سرآسیاب



سخت‌ترین چال عمیق ۲۰ متری، شوشا سنا
در یکی از معدن‌های استان خراسان جنوبی، در نزدیکی
روستای آهک‌ساز، در حال احداث است. این چال با استفاده
از دستگاه‌های پیشرفته و با حضور متخصصان
ایران زمین، در حال تکمیل است.



افتتاح دیتا سنتر کارخانه پخت آهک و دولومیت ممرادکو



نوار نقاله معدن ۵

اندام نصب و بهره‌برداری از نوار نقاله در معدن ۵ با ظرفیت ۲۲ تن در ساعت به منظور حمل زغالسنگ از پونک‌های داخل نوبل به سطح در تاریخ ۱۰ مرداد ماه
شامیل ذکر است با راه‌اندازی نوار نقاله در اکنون عربی عملیات آماده‌سازی و دسترسی سرعت بیشتری گرفته است



کلنگ زنی پروژه طرح توسعه لیچینگ ۱۰۰۰۰ تنی متن کاندی مجتمع مس چاد موسی با حضور دکتر پورمند مدیرعامل محترم میدکو و
آقای مهندس ایران نژاد مدیرعامل محترم ممرادکو در تاریخ چهارشنبه ۲۵ خرداد ۱۴۰۱



جایگاهی سنگ شکن معدن هونک به معدن سرآسیاب و راه‌اندازی خط دوم خردایش معدن سنگ آهک سرآسیاب کرمان



معدن زغالسنگ طبس

