دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک

سمینار کارشناسی ارشد

محدوده های زغالخیز ایران و نگرشی بر روشهای استخراج و بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران

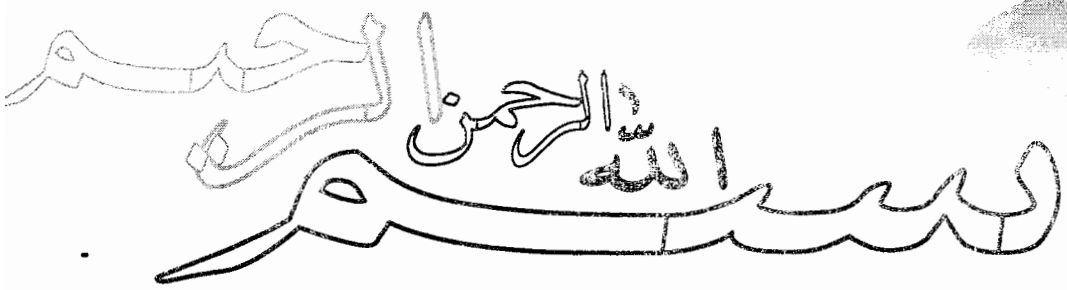
استاد راهنما

دکتر علی مراد زاده

تهیه:

محمد دوست فاطمه

زمستان ۸۱


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به :

تقدیم به روح پرفتوح حضرت امام خمینی (ره)

وشهدای انقلاب و شهدای جنگ تحمیلی و

تقدیم به :

پدر و مادرم

دو وجود نازنینی که بعد از خدا، یگانه‌های روی زمین هستند.

پدر و مادر همسرم

که همیشه از محبت ها و دعاهای پاکشان بهره‌مند بوده‌ام.

و

همسرم

«که با تمام وجود در سختی‌ها کنارم بود و برای لحظه‌ای مرا تنها نگذاشت.»

فهرست مطالب

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : **زغالشنگ(معرفی و کاربرد)**	**۱**
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- انرژی و زغالسنگ	۲
۱-۳- مصارف زغالسنگ	۵
۱-٤- زمین شناسی رسوبات زغالدار ایران و جهان	۶
۱-۵- ذخایر زغالسنگ دنیا	۷
۱-۶- طبقه بندی زغالسنگ ها از نظر کانی شناسی و کاربردها	۸
۱-۷- اجزاءِ تشکیل دهنده زغالسنگ	۱۱
۱-۸- منشاءِ زغالسنگ	۱۲
۱-۹- پیدایش وسن	۱۸
فصل دوم : **آشنایی با زغالسنگ و مناطق زغالدار ایران**	**۱۹**
۲-۱ - مقدمه	۲۰
۲-۲- نظری اجمالی به نواحی زغالدار ایران	۲۰
۲-۳- محدوده البرز - خراسان	۲۶
۲-۳-۱- ناحیه البرز شرقی	۲۶
۲-۳-۱-۱-معدن پشکلات	۲۹
۲-۳-۱-۲- معدن کلاریز	۲۹
۲-۳-۱-۳- معدن رزمجا	۳۰
۲-۳-۱-٤- معدن ممدویه	۳۰
۲-۳-۱-۵- موقعیت جغرافیایی و خلاصه وضعیت اکتشافی منطقه اولنگ	۳۰
۲-۳-۲- ناحیه البرز مرکزی	۳٤
۲-۳-۳- ناحیه البرز غربی	۳۸
۲-۳-۳-۱- منطقه زغالدار و معدن سنگرود	۳۸

عنوان | صفحه

۲-٤- محدوده کرمان نای بند ٤۲

۲-٤-۱- حوضه زغالی کرمان ٤۲

۲-٤-۲- حوضه زغالی طبس ۵۱

۲-۵- روشهای استخراج زغالسنگ در معادن ایران ۵۸

فصل سوم : **مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ** **۵۷**

۳-۱- مقدمه ۵۸

۳-۲- شرایط مکانیزاسیون ۶۰

۳-۳- امکان مکانیزاسیون از نظر مشخصات کانسار ۶۲

۳-٤- تجهیزات مورد نیاز جهت مکانیزاسیون ۶۵

۳-٤-۱- نگهدارنده های قدرتی ۶۶

۳-٤-۱-۱- انواع نگهدارنده های قدرتی ۶۹

۳-٤-۱-۲- انتخاب نگهدای های قدرتی ۷۵

۳-٤-۲- ماشین های زغال کن ۷۶

۳-٤-۲-۱- انواع ماشینهای زغال کن ۷۷

۳-٤-۲-۲- شیررلودر ۷۷

۳-٤-۲-۳- رنده ها ۸۷

۳-٤-۳- ماشینهای حمل زغال ۸۸

۳-٤-۳-۱- انتخاب ناوزنجیری ۹۲

۳-۵- اثرات مکانیزاسیون بر روی سایر کارهای معدنی ۹۲

فصل چهارم : **بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران** **۹۳**

٤-۱- مقدمه ۹٤

٤-۲- اهمیت و اثرات مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران ۹۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
٤-٣- بررسی شرایط طبیعی جهت مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران	٩٨
٤-٤- قابلیت مکانیزاسیون لایه d2 معدن بزرگ پابدانا	١٠٢
٤-٤-١-طراحی سیستم استخراج بلوک E از لایه d2	١٠٤
٤-٤-٢-بررسی اقتصادی مکانیزاسیون لایه d2	١٠٦
٤-٥- بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در معادن اولیه شماره ٢و٣ ناحیه زغالدار پروده طبس	١٠٧
٤-٥-١- مشخصات کلی کانسار و ذخایر معدن اولیه شماره ٢	١٠٩
٤-٥-٢- طرح کلی معدن و عملیات استخراج در حالات مختلف	١١٦
٤-٥-٣- قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در حالات مختلف	١٣٠
٤-٥-٤-مقایسه فنی و اقتصادی بین حالات مختلف و نتیجه گیری	١٣٨
نتیجه گیری و پیشنهادات	١٤٥
فهرست منابع و مواخذ	١٤٨

۱-۱- مقدمه

زغالسنگ یکی از منابع مهم انرژی دنیا و اولین سوخت فسیلی می‌باشد که توسط بشر بعنوان منبع اصلی انرژی مورد استفاده قرار گرفت. مشخص نیست چه وقت و در کجا زغالسنگ برای اولین بار مورد استفاده واقع شد. شواهد تاریخی حاکی از استفاده زغالسنگ در قرن‌های قبل از میلاد می‌باشد. مردم شمال شرق انگلستان بیش از ۹۰۰ سال پیش از زغالسنگ استفاده‌های زیادی می‌کردند. زغالسنگ در ابتدا برای پخت و پز و گرما بکار برده می‌شد تا اینکه برای اولین بار در سال ۱۶۲۱ از آن در کوره‌های ذوب آهن استفاده شد. با پیدایش تکنولوژی تولید کک در سال ۱۷۵۵ و اختراع ماشین بخار در سال ۱۷۶۹ بر موارد استعمال و مصرف زغالسنگ بطور قابل ملاحظه ای افزوده شد. در این هنگام بود که در حقیقت استفاده از زغالسنگ بعنوان سوخت صنعتی آغاز گردید. [۲]

لذا در این فصل سعی شده تا با ارائه مطالبی هرچند مختصر به منشاء زغالسنگ و شرایط تشکیل آن و همچنین اطلاعات کانی شناسی این ماده پرداخته شود و در نهایت به ذخایر زغالسنگ جهان و مصارف این محصول خدادادی اشاره‌ای شود.

۱-۲- انرژی و زغالسنگ

انرژی بطور عمده از سوخت‌های فسیلی شامل زغالسنگ، نفت، گازطبیعی، شیلهای نفتی و ماسه سنگ‌های قیری بدست می‌آید. همچنین انرژی از سوختن چوب، آب جاری، گرمای زمین، تشعشع خورشید و تلاشی اتمی قابل دسترس است. پیش از جنگ جهانی اول زغالسنگ نه تنها منبع اصلی انرژی در ایالات متحده بلکه در تمام دنیا و در درجه اول در کشورهای صنعتی بوده و سپس با کشف نفت و گاز طبیعی، تهاجم به استخراج این محصولات را آغاز شد که به کاهش در تولید زغالسنگ تا سال ۱۹۶۰ منجر گردید.

نیازهای شتابنده به انرژی، به افزایش دائمی‌در تولید زغالسنگ منجر گشت که به آهستگی در سالهای میانی دهه ۷۰ با وجود آنکه به دوران «باران انرژی» موسوم بود افزایش یافت. زغالسنگ کمتر از ۲۵٪ نیاز انرژی فعلی ایالات متحده را تامین می‌کند.

توسعه منابع زغالی بخصوص در نهشته‌های نزدیک سطح، جایی که معدنکاری روباز می‌تواند انجام شود، بعلت منطقه بندی‌های محیطی در حال افزایش است. زغالسنگ تقریبا می‌تواند یک منبع فوری انرژی باشد و ذخایر آن به‌اندازه کافی جهت مصرف صدها سال هستند. زغالسنگ بطور وسیع پراکنده شده و مدتهای مدیدی است به ستون فقرات زندگی صنعتی تبدیل گشته است.

زغالسنگ در عهد باستان شناخته شده بود و در قرن نهم در انگلستان وارد مصارف خانگی شد وتا قرن سیزدهم تجارت زغالسنگ فعال بود. اختراع ماشین بخار در قرن ۱۸، معدنکاری زغالسنگ را تهییج کرد. زمانیکه عصر صنعتی در انگلستان آغاز شد، بتدریج زغالسنگ جایگزین قدرت انسان گردید و سرانجام قدرت مکانیکی بر اوضاع مسلط شد. کشف آنتراسیت که یک سوخت ذوب کننده است باعث شد که انگیزه برای معدنکاری زغالسنگ افزایش یابد. بعدا هنگامی‌که کک ساخته شد صنعت زغالسنگ به انگیزه بزرگی دست یافت و پیشرفتهای صنعتی عظیمی حاصل گردید. یک انگیزه دیگر برای صنعت زغالسنگ هنگامی‌بوجود آمد که شهرها شروع به تولید گاز مصنوعی از زغال برای مصارف خانگی و صنعتی کردند. بعدا در مقابل رقابت بین نفت و گاز موقعیت بالای زغالسنگ تنزل نمود.

انرژی علاوه بر کاربرد در زندگی روزمره، لازمه پیشرفت صنعتی است. به عنوان نمونه ایجاد حرارت عامل مهمی‌در تولید و شکل دهی بسیاری از محصولات، بخصوص مواد اولیه ساختمانی و ترابری می‌باشد. [۱]

امروزه کشورها بر سر منابع انرژی به رقابت با یکدیگر برخاسته‌اند و به نظر می‌رسد در آینده نزدیک با افزایش جمعیت جهان و پیشرفت تکنولوژی که افزایش مصرف را طلب می‌کند، ابعاد سیاسی مساله انرژی، گسترده‌تر از پیش شود.

بر اساس آمار ارائه شده نشریه « انستیتو جهانی زغالسنگ »، ۲۷٪ انرژی اولیه جهان به زغالسنگ مربوط می‌شود که ۳٦٪ تولید برق جهان از مصرف این ماده معدنی تامین می‌شود. سهم نفت بصورت انرژی اولیه ٤۰٪ است که ۹٪ تولیدات برق دنیا از آن تامین می‌گردد. گاز و انرژی هسته ای و انرژی آبی به ترتیب ۲۳٪، ۱۷٪ و ۳٪ انرژی اولیه جهان را تامین می‌کنند که به ترتیب ۱٦٪، ۱۷٪ و ۲۲٪ برق دنیا از این منابع انرژی است. جدولهای (۱-۱) و (۲-۱) به ترتیب مصرف انرژی و تولید آنرا در سال ۱۹۹٦ میلادی نشان می‌دهند. در این جدولها هر تن نفت خام معادل۰/٦٥٤۳ تن زغالسنگ با ارزش حرارتی ۷۰۰۰ کیلو کالری، ۱۲۰۱ متر مکعب گاز طبیعی و ۱/٤۱۹ کیلووات برق است. [۲]

جدول(۱-۱)مصرف انرژی اولیه تجاری به تفکیک مناطق مختلف در سال ۱۹۹٦ (معادل میلیون تن نفت خام)[۱]

منطقه	نفت	گاز طبیعی	زغالسنگ	انرژی هسته ای	برق آبی	جمع
آمریکای شمالی	۹۸٦.۳	٦٦۳.۷	٥٤٤.۳	۲۰۱.۱	٦۱.٦	۲٤٦٤.۹
آمریکای مرکزی و جنوبی	۲۰۳.۷	۷٥.٥	۱۸.۳	۲.٥	٤۱.٥	۳٤۱.٤
اروپا	۷٤۰.۱	۳۷٦.٤	۳۸۰.۱	۲٤۲.۳	٤٥.۷	۱۷۸٤.۳
شوروی سابق	۱۹٦.٥	٤۷۳.٦	۱۸۰.۹	٥۲.۷	۱۹.۳	۹۲۳.۲
خاورمیانه	۱۹۷.۳	۱۳۲.٦	٥.۹		۲	۳۳۷.۸
آفریقا	۱۱۰.۳	٤۳.۱	۸۹.۷	۳.۲	٦.۲	۲٥۲.٤
آسیا و اقیانوسیه	۸۸٥.٤	۲۱۱	۱۰۳۷.٤	۱۱۱.٥	٤۲.۷	۲۲۸۷.۸
کل جهان	۳۳۱۹.٦	۱۹۷٥.۹	۲۲٥٦.٦	٦۲۱.۳	۲۱۹	۸۳۹۲.٤

ارقام مصرف وتولید انرژی برق آبی و هسته ای معادل مصرف آنها در نظر گرفته شده است.

علامت(.)نشانه اعشار است.

جدول (۱-۲) تولید انرژی اولیه تجاری به تفکیک مناطق مختلف در سال ۱۹۹۶ [۱]

منطقه	نفت	گاز طبیعی	زغالسنگ	انرژی هسته ای	برق آبی	جمع
آمریکای شمالی	٦٦٠.٧	٦٥٨	٦١١.٧	٢٠٩.١	٦١.٦	٢٢٠١.١
آمریکای مرکزی و جنوبی	٣١٣.٩	٧٥.٧	٢٧.١	٢.٥	٤١.٥	٢٦٠.٧
اروپا	٣٢٨.١	٢٥٠.٨	٢٩٢.٦	٢٤٢.٣	٤٥.٧	١١٥٩.٥
شوروی سابق	٣٥٢.٦	٦٠٢.١	١٩١.٤	٥٢.٧	١٩.٣	١٢٨١.١
خاورمیانه	٩٩٥.٣	١٣٩.٥	١.٣٠	-	٢	١١٣٨.١
آفریقا	٣٥٩.٦	٨٢.٢	١١٤.٥	٣.٢	٦.٢	٥٦٥.٧٣
آسیا و اقیانوسیه	٣٦٣.٥	٢٠٤.٧	١٠٢٥.٥	١١١.٥	٤٢.٧	١٧٤٧.٩
کل جهان	٣٣٧٣.٧	٢٠١٣	٢٢٦٤.١	٦٢١.٣	٢١٩	٨٤٩١.١

ارقام مصرف و تولید انرژی برق آبی و هسته ای معادل مصرف آنها در نظر گرفته شده است.

علامت(.)نشانه اعشار است.

۱-۳- مصارف زغالسنگ

امروزه زغالسنگ را می‌توان در صنایع مختلف استفاده نمود. در زیر به کاربردهای زغال اشاره شده است :

۱- تولید بخار در نیروگاههای برق

۲- صنایع فولاد سازی

۳- تبدیل به گاز به منظور استفاده در شبکه گاز شهری

٤- تبدیل به سوخت مایع یا ماده اولیه صنایع شیمیایی آلی

٥- تهیه موادشیمیایی

٦- تولید قطران و مواد مشابه برای تهیه کود شیمیایی

۷- تولید زغالسنگ فعال به عنوان جذب کننده Absorber

۸- تولید کربن خالص جهت تهیه گرافیت و الماس مصنوعی و بسیاری از مصارف دیگر [۲]

۱-۴- زمین شناسی رسوبات زغالدار ایران و جهان

مهمترین کاربرد بررسی و تعیین حدود زمین شناسی رسوبات ایران و جهان، مطالعه جغرافیا و آب و هوای دوران گذشته است. با مطالعه اوضاع جوی و جغرافیایی گذشته جهان، یکی از دوره‌های دوران اول زمین شناسی (در حدود ٤٠٠ میلیون سال قبل) را دارای شرایط مناسب برای پیدایش زغالسنگ می‌بینیم که این دوره را به عنوان کربونیفر یا دروه زغال نامگذاری کرده‌اند.

با توجه به اینکه قبل از این دوره آثار رشد گیاهی مشاهده نشده است، می‌توان گفت که تمام زغالهای دنیا مربوط به همین دوره یا دوره‌های بعدی است. طبق آمار موجود ۸۰ درصد از زغالهای مرغوب دنیا مربوط به دوران اول از کربونیفر تا اواخر پرمین است. بعلت نا مساعد بودن شرایط آب وهوایی ایران در دوره کربونیفر رسوبات دوره مذکور درایران فاقد لایه‌های زغالی است. زغالهای ایران مربوط به دوران بعد از کوهزایی هرسینین که در آواخر دوره پرمین روی داده است، می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که بیش از ۸۰٪ ذخایر زغالسنگ کشف شده یا در حال استخراج ایران مربوط به دوره‌های ژوراسیک و تریاس هستند.

زغالسنگ بصورت لایه‌هایی در لابلای دیگر سنگهای رسوبی قرار گرفته است. ضخامت لایه ای آنها از چند سانتیمتر تا چندین ده متر متغییر است. ضخامت بیشتر زغالسنگ‌های بیتومینوس که تا کنون تشخیص داده شده‌اند کمتر از حدود ٦ متر بوده و اکثرا دارای ضخامت بیش از ۰/۹ تا ۳ متر هستند. اما زغالسنگ‌های لیگنیت و ساب بیتومینوس تا ضخامتهای حدود ۳۰ متر هم استخراج شده‌اند. در هر مجموعه رسوبی زغالدار معمولا بیش از یک لایه زغالسنگ دیده می‌شود. این مساله بعلت فراهم شدن مکرر محیط مناسب جهت تشکیل زغالسنگ است.[۳]

۱-۵- ذخایر زغالسنگ دنیا

تمام ذخایر زغالسنگ دنیا در عمقی بطور متوسط در حدود ۱۰۰۰ مترقرار دارند که تقریبا مجموع آن ۷۶۰۰ بیلیون تن می‌باشد که ۵۶٪ آن متعلق به شوروی سابق است. تخمین زده می‌شود که تمام منابع زغالسنگ دنیا در حدود ۱۶۸۳۰ بیلیون تن می‌باشد که ایالات متحده ۲۰ ٪ تمام منابع زغالسنگ تخمینی را در اختیار دارد. واضح است که این منابع بسیار عظیم هستند که تنها ۷ ٪ آنها قابل معدنکاری روباز هستند و فقط ۳ ٪ آنها بصرفه اقتصادی و قابل دستیابی می‌باشند. تکنولوژی، بعلت ارزش در حال رشد زغالسنگ در طی بحران انرژی فعلی و بحران انرژی حتمی‌آینده، بی شک این درصد را بالا خواهد برد.

جدول (۱-۳) ذخایر زغالسنگ دنیا[۱]

نام کشور	بیلیون تن	درصد
اتحاد جماهیر شوروی سابق	۴۳۱۰	۵۶
ایالات متحده آمریکا	۱۴۰۶	۲۰
آسیا بدون شوروی سابق	۶۸۱	۹
کانادا و مکزیک	۶۰۱	۸
اروپای غربی	۳۷۷	۵
افریقا	۱۰۹	۱.۵
استرالیا و اقیانوسیه	۵۹	-
آمریکای جنوبی مرکزی	۱۴	-

اعداد بر حسب بیلیون تن

جدول (۱-٤)تقسیم بندی منابع زغالی جهان نسبت به قاره‌ها[۱]

نام قاره	منبع شخصی	منابع فرضی	تمام منابع تخمینی
آسیا	۷۰۰۰	٤۰۰۰	۱۱۰۰۰
آمریکای شمالی	۱۷۲۰	۲۸۸۰	٤٦۰۰
اروپا	٦۲۰	۲۱۰	۸۳۰
آفریقا	۸۰	۱٦۰	۲٤۰
اقیانوسیه	٦۰	۷۰	۱۳۰
آمریکای جنوبی و مرکزی	۲۰	۱۰	۳۰
مجموع	۹۵۰۰	۷۳۳۰	۱٦۸۳۰

اعداد بر حسب بیلیون تن

۱-۶- طبقه بندی زغالسنگ‌ها از نظر کانی شناسی و کاربردهای عادی

۱-ویترین (Vitrian) آنتراکسیلوس (Anthraxylos) : نوعی از زغال است با نوارهای نازک و روشن وظاهر شیشه ای و شکست صدفی. دارای ساخت چوبی که با چشم غیر مسلح قابل رویت نیست. درخشش آن شبیه زغالسنگ قیمتی ابریشم نما (Jet) است که بسته به میزان خلوص زغالسنگ، درخشش آن تغییر می‌کند، بهترین نوع جهت کک‌سازی می‌باشد.

۲-دورین (Durain) : زغالسنگی است تیره، فاقد جلا و دارای ظاهری مات و خاکی سخت، سیاهرنگ تا خاکستری سربی دارای پوسته‌های مویی‌هاگها است. نسبت به ویترین با حالت سم سازی کمتری در آب تشکیل می‌شود.

۳-آتری تس (Attritus) : نوعی از زغالسنگ دارای باقیمانده گیاهی ساییده شده یا بسیار ریز است که از محصولات گیاهان مقاوم‌تر بوجود آمده است.

٤- کلارین (Clarain) : زغالسنگی است با رنگ روشن و جلای ابریشمی دارای نوارهای نازک، که عمدتا از آتریتس شفاف بوجود می‌آید.

٥- فوسین (Fusain) : زغال چوب معدنی یا مادر زغالسنگ چوب کربنی شده (Carbonise) است و مقدار خاکستر آن زیاد می‌باشد. گمان می‌رود که از چوب سوخته شده بدست می‌آید ولی خلاف این تصور ثابت شده است. از نظر درجه خلوص و نوع طبقه بندی زغالسنگ در کاربردهای عادی، زغالسنگها به چهار گروه اصلی تنقسیم می‌شوند:

۱- آنتراسیت Anthraciteیا زغالسنگ سخت

۲- بیتومینه Bituminous یا زغالسنگ نرم

۳- لیگنیت Lignite یک زغالسنگ قهوه ای

٤- کانل Cannel یک نوع مخصوص است

انواع ۱و ۲ و۳ خود به دسته‌هایی تقسیم می‌گردند. از پایین دسته تا بالا زغالسنگهای لیگنیت، ساب بیتومینه، بیتومینه، سوپر بیتومینه، نیمه آنتراسیت، آنتراسیت قرار دارند. نوع زغالسنگ نارس در زیر لیگنیت و گرافیک بالای آنتراسیت قرار می‌گیرند.

زغالسنگ نارس پیت Peat : هرچند که یک سوخت است ولی زغالسنگ نمی‌باشد. تجمعی از ماده نباتی (گیاهی) است که بطور جزئی تجزیه شده و نشان دهنده اولین مرحله تشکیل همه زغالسنگ‌ها می‌باشد.

لیگنیت : مرحله دوم تشکیل زغالسنگ را نشان می‌دهد. رنگ آن سیاه مایل به قهوه ای است و از تجزیه ماده چوبی که در نباتات تجزیه و خیسانده و لایه گذاری شده، بدست می‌آید.

این نوع زغالسنگ نواری و باند باند است و بخاطر مقدار رطوبت زیادش، بعد از خشک شدن در هوا، ضعیف و متلاشی می‌شود. به خودی خود محترق می‌شود و ارزش گرمایی پایینی دارد. این زغالسنگ به صورت سوختهای محلی و جهت ساختن گازهای مولد بصورت پودر جهت ایجاد گرما و بالا بردن بخار بکار می‌رود.

ساب بیتومیه : اغلب مشکل است این زغالسنگ میانی را از زغالسنگ بیتومینه تشخیص داد. زغال ساب بیتومینه دارای رنگ تیره سیاه مومی‌است. مقداراندکی ماده چوبی نواری شکل را در خود دارد و موازی با امتداد لایه گذاری جدا می‌گردد. مانند زغالسنگ بیتومینه کلیواژ ستونی ندارد و برخی از آن در قسمت‌های برونزا تجزیه می‌گردد.

بیتومینه : بطرز خوبی بندبند، شکننده، نواری، تیره و متراکم است. بصورت قطعات مکعبی و هرمی شکسته می‌شود. در درونزاها در تماس با هوا تجزیه نمی‌گردد و ماده نباتی آن معمولا برای چشم قابل رویت نیست. در این نوع زغال نوارهای تیره و روشن لایه‌های ابریشمی‌و نرم، مشهود هستند. به آسانی شعله‌ور می‌شوند و همراه با یک شعله دودی زرد می‌سوزد. از رطوبت کم، ماده فرار متوسط، مقدار «کربن ثابت» زیاد وارزش گرمایی زیاد برخوردار است. پرمصرف‌ترین و مطلوب‌ترین زغالسنگ در دنیا است و جهت ایجاد بخار، گرما، گاز و جهت کک سازی بکار می‌رود.

کانل : نوع مخصوصی از زغالسنگ بیتومینه با شکست صدفی بدون جلا و پاکیزه است و نواری نیست. بعد از تماس آن با انگشت روی انگشت ذرات زغالسنگ باقی نمی‌ماند و انگشت را آلوده نمی‌کند. از هاگها و گرده‌های باد آورده بوجود می‌آید که با شعله بلند می‌سوزد و برای استفاده در بخاری‌های منزل مناسب است.

آنتراسیت : زغالسنگی سخت، سیاه، بریشمی با جلای زیاد، شکننده و دارای شکست صدفی است. به آهستگی شعله ور می‌شود و بی‌دود است و با یک شعله کوتاه و آبی رنگ می‌سوزد که مقداراندکی گوگرد دارد. ارزش گرمایی آن بالا است. کاربرد آن به احتراق محدود می‌گردد و قبلا بطور وسیعی جهت ایجاد گرما در منازل بکار می‌رفت. در حال حاضر برخی از انواع آن همراه با زغالسنگ کک ساز مخلوط می‌گردند و برخی دیگر جهت تولید کربن بکار می‌رود. آنتراسیت خود به چندین دسته تقسیم می‌گردند.

۱-۷- اجزاءِ تشکیل دهنده زغالسنگ

الف:اجزاء شیمیایی : از نظر شیمیایی زغالسنگ‌ها از قسمت‌های گوناگونی از کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ناخالصی‌ها بوجود می‌آیند. از لیگنیت تا آنتراسیت مقدار آب اکسیژن و هیدروژن خیلی کم و مقدار کربن زیاد می‌شود. این کربن بصورت «کربن ثابت » همراه با مواد فرار ظاهر می‌گردد. نسبت این دو عامل بهم یک ویژگی مهم برای زغالسنگ است که به «سرعت سوخت» موسوم است.

مقدر مواد فرار/ مقدار کربن ثابت = سرعت سوخت

«سرعت سوخت» عمده ترین عامل جهت تعیین درجه خلوص در زغالسنگ است. ماده فرار، ماده ای است که بصورت گاز می‌سوزد و به راحتی ایجاد شعله کرده، ولی شعله دودی بسیار بلند و با کیفتی ناچیز تولید می‌کند. مقدار «کربن ثابت »، منبع پردوام و سخت گرما است که یک شعله بی دود کوتاه و داغ ایجاد می‌کند. سرعت سوخت درآنتراسیت بالا و در لیگنیت پایین است

۱-گوگرد : یک ناخالصی مضر است که معمولا در بیشتر زغالسنگها بصورت مارکاسیت یا پیریت ظاهر می‌گردد. زغالسنگی که دارای بیش از ۱،۵ ٪ گوگرد باشد، قادر به کک سازی نخواهد بود. محیط مقدار کمتر از ۱ ٪ گوگرد را تحمل می‌کند و بایستی مقدار SO2 موجود در زغالسنگ کاسته شود.

۲-**خاکستر** : ماده غیر قابل احتراق و باقیمانده در زغالسنگ است که از سیلت، رس، سیلیس یا دیگر مواد موجود حاصل می‌شود. هرچه مقدار خاکستر کم باشد کیفیت زغالسنگ بالاتر خواهد بود. مقدار بسیار زیاد خاکستر ممکن است یک زغالسنگ با درجه خلوص بالا را در کیفیت پایین قرار دهد. مقدار بسیار بسیار زیاد آهن در خاکستر پوسته‌های آهنی مزاحم و ناخواسته ایجاد می‌کند. اجزاء تشکیل دهنده دیگری نیز در زغالسنگ وجود دارند که مقدار آنها اندک است. به هرحال عملا در « تجزیه تقریبی » که ارزش گرمایی زغالسنگ بر حسب U.T.B (واحدهای حرارتی بریتانیایی) بیان می‌گردد، فقط اجزای اصلی که توضیح داده شد، تعیین می‌گردند.

ب:اجزاء تشکیل دهنده فیزیکی : زغالسنگهای نواری از ماده نباتی درست شده‌اند که بطور جزیی خیسانده و تجزیه گردیده‌اند. بخصوص گیاهان آوندی زمینی که قسمت‌های زیر در آنها تشکیل شده‌اند :

۱- سلولز ۲- لیگنوز ۳- پرتوپلاسم ٤- کیوتین ۵- رزین

٦ پتوزانها ۷- سمقها ۸- مومها ۹- نشاسته‌ها ۱۰ رنگینه‌ها ۱۱-

روغن‌ها ۱۲ چربی‌ها

رزین‌ها و مومها در اغلب زغالسنگها وجود دارند.[۱]

۱-۸- منشاءِ زغالسنگ

از سال ۱۸۲۵ این موضوع که زغالسنگ‌ها منشاء گیاه یا نباتی دارند پذیرفته شده است ولی صورتهای گوناگون از این نظریه وجود دارد. یعنی بصورت تجمع در دریاهای خزه دار، بصورت باقیمانده‌های حمل شده، رسوبگذاری دریاهای آب شیرین یا شور، رسوبگذاری در دریاچه‌های کوچک و رشد گیاهان در محلهای پیدایش زغالسنگ.

امروزه عقیده بر این است که زغالسنگ‌های معمولی منشاء گیاهی و غیر دریایی دارند. همچنین زغالسنگ‌های نواری معمولی در هرجا تشکیل شده‌اند. تفاوت اندکی در این نظریه وجود دارد. آیا اینکه انواع مختلف زغالسنگ دارای منشاء نحوه‌های مختلف رشد گیاهی یا دارای منشاء درجه‌های مختلف دگرسانی هستند. منشاء درجه‌های مختلف دگرسانی در آمریکا بنظریه ممتاز تبدیل گشته است. این نظریه درجات خلوص زغالسنگ مربوط به درجات مختلف چین‌خوردگی و دگرگونی را مشخص می‌کند. [۱]

مفهوم نظریه فعلی این است که تمام زغالسنگ‌ها در مرداب ساخته شده و وارد یک مرحله نارسی و خامی شده‌اند. زغالسنگ‌ها در جایی یافت شده‌اند که حالا تشکیل نمی‌شوند. مثل اسپیدزین برگن Spitzbergen در گرینلند و نواحی قطبیAntractica که بی شک نتیجه اشتقاق قاره ای هستند که به علت آن اسپیدزین برگن و آنتراکتیکا از آب و هوای گرمتر جایی که مرداب وجود داشته به موقعیت‌های سردتر فعلی تغییر مکان یافته‌اند.

۱- **تجزیه** : تغییر باقیمانده‌های گیاهی به زغالسنگ با عمل بیوشیمیایی باعث اکسیداسیون جزئی و با محافظت این مواد از اکسیداسیون بیشتر و از فرآیندهای دیناموشیمیایی بعدی همراه است. نوع زغالسنگ به محیط، نوع گیاهان و ماهیت و تداوم عمل باکتریایی بستگی دارد و درجه خلوص زغالسنگ به درجه دگرگونی بستگی دارد.

۲- **مواد منشاء** : مطالعه میکروسکوپی نشان می‌دهد که ماده خام زغالسنگ‌های نواری، گیاهان مردابی آونددار هستند. البته نه مانند گیاهانی که در مردابها دارای پیت (زغالسنگ نارس) در حال حاضر رشد می‌یابند. متجاوز از ۳۰۰۰ گونه گیاهی مربوط به لایه ای زغالی کربونیفر شناسایی شده‌اند.

ریشه‌ها و گنده‌های درختان پیدا شده در زیر لایه ای رسی که خود زیر لایه‌های زغالی واقع شده‌اند، رشد وتجمع مناسب گیاهی را تصدیق می‌نماید. هیچکدام از گیاهان پیدا شده از گونه‌های موجود در آب شور نیستند.

۳- محلها و شرایط تجمع : توزیع گسترده رگه‌های منفرد زغالسنگ به تجمع مردابی در محل‌های زیر اشاره می‌کند :

در دلتاهای پهن و نواحی سطح ساحلی، در مناطق قاره ای فرو رفته در زیر سطح مبنا، در زمین‌های کم ارتفاع تشتک‌های وسیع میانی که تقریبا با سطح مبنا هم ارتفاع شده‌اند و در جاهایی که آبهای کم عمق در سرتاسر سال وجود دارند. بیشتر زغالسنگ‌ها در کنار شیلهای کربن دار رسوبات ته دریا قرار می‌گیرند. زمین‌های اطراف ضرورتا باید کم ارتفاع باشند وگرنه حرکت رو به پایین سیلتها بیش از حد زیاد خواهد بود. مردابهای آب شیرین لازم برای رشد گونه‌های گیاهی یافت شده از زغالسنگ ممکن است توسط یک مانع شنی یا حصار گیاهی از دریا جدا گردند که معمولا لایه ای دریایی جانشین آنها می‌شوند یا بطور ناهماهنگ روی زغالسنگ قرار می‌گیرند و یک خط ساحلی فرورفته بهترین شرایط تجمع را فراهم می‌آورد. میدان‌های زغالسنگ چرخه‌های رسوبگذاری را نشان می‌دهد که این چرخه‌ها یکنواخت نیستند. مقدار تجمع به وضعیت گیاهی و آب و هوایی بستگی دارد و تخمین زده شده است که ۱۲۵ تا ۱۵۰ سال طول می‌کشد تا مواد کافی به‌اندازه یک فوت زغالسنگ بیتومینه تجمع حاصل کند به طوری که برای تجمع یک فوت آنتراست ۱۷۵ تا ۲۰۰ سال طول می‌کشد.

٤- **آب و هوا :** شرایط آب و هوایی مطلوب جهت تجمع زغالسنگ، درجه حرارت ملایم تا گرمسیری همراه با بارندگی سنگین یا منظم و با توزیع خوب است به طوری که در سرتاسر سال سرمازدگی‌های شدید در کار نیست و در عین حال آب و هوا گاهگاهی خشک است.

به علت اینکه بعضی از گیاهان در ساقه‌ها و ریشه‌هایشان محفظه‌های آب دارند، گیاهان پرپشت با رشد زیاد نیز دلیل بر توزیع خوب بارندگی هستند. حلقه‌های رشد در کربونیفر فقیر هستند و بیانگر نوع آب و هوای نافصلی هستند. احتمالا این نوع آب و هوا شبیه به آب و هوای کالیفورنیا یا فلوریدا است.

هنگامی‌که یک درخت قطع می‌گردد و روی زمین خشک می‌افتد، فاسد می‌گردد و به ترکیبات پیچیده CO_2 ، H_2O تبدیل می‌شوند، که مقدار زیادی به آب و هوا (اتمسفر) بر می‌گردد و زغال، تجمع حاصل نمی‌کند. بهر حال هنگامی‌که یک گیاه در داخل آب یا محیط احیاء کننده می‌افتد یک فساد مشابه رخ می‌دهد که بسیار انجام می‌شود. گام ضروری این است که قبل از اینکه تجزیه کامل صورت بگیرد، فساد متوقف گردد، بطوری که بقایای گیاهی بتوانند زغالسنگ ایجاد کنند. اینکار توسط یک محیط احیاء کننده و فاقد اکسیژن انجام می‌پذیرد که از فساد بیش از حد زیاد بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند و راه را برای حفاظت و تجمع زغال هموار می‌نماید.

۱- **تغییرات بیو شیمیایی :** این تغییرات، اکسیژن و هیدروژن آزاد کرده و مقدار کربن را زیادتر می‌کند. باکتری‌ها روی سطح، بسیار فعال هستند و در ابتدا به اجزایی حمله می‌کنند که به راحتی تجزیه می‌گردند، مانند پرتوپلاسم، سلولز و نشاسته. مواد مقاوم مثل مومها و رزین کیوتین همراه با خرده‌های چوب به ته مردابها فرو می‌روند جایی که حالت سمی فساد بیش از حد را آهسته یا متوقف می‌سازد و باعث تجمع گیاه خاک (هوموس) می‌گردد. نوع باکتری‌ها و تداوم عمل آنها بطور وسیعی مشخص می‌سازد که چه نوع ترکیباتی در گیاه خاک قرار دارند.

ممکن است حمله‌های باکتریایی عناصر معینی را از چوب خارج سازد طوری که بنظر برسد چوب جویده شده است. اجزاء تجزیه نشده بصورت یک توده لزج در می‌آید که حالت خمیری شکل بهتری بخود می‌گیرند و سرانجام الیاف یکدست و سرتاسری تشکیل می‌دهند.

تحت شرایط عادی، ذخیره آبی و نداشتن تلاطم سطحی همه مواد بجز مواد کم دوام، سالم باقی می‌مانند. بهر حال بارانهای سنگین، آب را اکسیژن دار می‌کنند و حالت سمی را کاهش می‌دهند و موجب فساد بیشتر می‌گردند. بعلت آنکه در طغیان آب، حالت سمی کاهش می‌یابد و مواد را آب می‌برد، طغیان آب، نامطلوب تلقی می‌گردد. در یک فصل خشک مقدار آب پایین خواهد آمد. و ممکن است ریزه‌های مواد در تماس با هوا جایی که عمل فساد انجام می‌گیرد از بین بروند. بدین ترتیب سطح آب نقش مهمی را بازی می‌کند به طوری که سطح آب پایدار موجب پدید آمدن زغالسنگ « ویترین » می‌گردد.

رقیق بودن آب، لایه‌های نازک مواد کیوتین دار درست می‌کنند. مواد آب رفته یا آب ساییده، زغالسنگ « دوریرین » ایجاد می‌کند. تجمع خرده‌های این مواد، موجب پدید آمدن پیت (زغالسنگ نارس) در مردابها می‌گردد که مرحله اولیه تولید زغالسنگ است.

٦- کربونیزاسیون و دگرگونی تصاعدی : تغییر تصاعدی « از پیت به آنتراسیت » همراه با تغییرات شیمیایی، فیزیکی و نوری است. تصور می‌شود پس از مرحله پیت، باکتری‌ها نقش‌اندکی را بازی می‌کنند و بسیاری از تغییرات شیمیایی براثر فشار و افزایش جزیی درجه حرارت بوجود می‌آیند که از نهشته شدن رسوبات نتیجه می‌شود. در پیت، اکسیژن تا حدود ۱۰ ٪ کاهش می‌یابد. مقداری CO_2 , CH_4,H_2O نیز از دست داده می‌شود. تغییرات اصلی بر اثر دگرگونی تصاعدی به قرار زیر است :

الف : تغییرات فیزیکی :

۱-متراکم شدن ، خشک شدن ، مقاوم شدن ، سنگ شدن

۲- اتصال، شکاف (کلیواژ)، و تورق (شیستوزیته)

۳- بازسازی ساختمان ٤- تغییرات نوری ٥- از دست دادن آب و تبدیل به آنتراسیت

٦- تغییر رنگ قهوه ای تا سیاه ۷- افزایش چگالی ۸- تغییرات جلا

۹- تغییرات شکست : از لایه بندی تا کلیواژ تا سطح شکست صدفی

ب: تغییرات شیمیایی

۱-از دست دادن کلی آب و تبدیل به آنتراسیت ۲- از دست دادن کلی اکسیژن و رسیدن به Eh پایین تر

۳- حفظ هیدروژن و رسیدن به مرحله گرافیت ٤-افزایش تصاعدی آلمین‌ها Ulmins

٥- کاهش تصاعدی بیتومین‌ها ٦- توسعه هیدروکربونها سنگین

۷- کاهش وسیع هیدروژن در آنتراسیت ۸- مقاومت زیاد در مقابل مواد حل شده

۹- مقاومت زیاد در مقابل اکسیژن ۱۰- مقاومت زیاد در مقابل گرما

نتیجه این تغییرات، ایجاد زغالسنگ ممتاز و دارای درجه خلوص بالاتر است که قبلا شرح داده شد. ترکیبات گیاهی مشابه مانند آنچه که در پیت وجود دارد در زغالسنگ‌های با درجه خلوص بالاتر مشاهده می‌گردد. تغییر در درجه خلوص زغالسنگ کاملا در نتیجه فشار و زمان است. هرچه زغالسنگ‌ها قدیمی‌تر باشند به انواع مدفون در اعماق شباهت بیشتر خواهند داشت که موجب می‌شوند فشار زیاد گردد و دگرگونی شتاب بگیرد. هرچه لایه‌های در بر گیرنده نامناسب‌تر باشند، دگرگونی زغالسنگ در بر گرفته شده وسیع تر خواهد بود. در جاهایی که توده‌های آذرین محلی ظاهر می‌گردند کیفیت زغالسنگ حتی تا کک طبیعی بالا می‌روند.

۱-۹- پیدایش و سن

زغالسنگ به صورت یک سنگ رسوبی، شامل لایه‌های متناوب ماسه سنگ، شیل و رس و اغلب با منشاء آب شیرین دراندازه‌های زغال پدید می‌آید. لایه‌ها یا رگه‌های زغال از حیث شکل، عدسی تا پهن هستند، هر چند برخی از آنها بسیار مقاوم هستند. مثلا رگه «پیتس برگ » pitts burgh، ۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع را دربر می‌گیرد.

رگه‌های زغال عموما در زیر و روی شیل قرار دارند. رس یا رس آتشی معمولا در زیر رگه زغال قرار می‌گیرند و ماسه سنگ ممکن است سقف رگه را تشکیل دهد. ضخامت رگه زغال از یک ورقه نازک تا ۳۰ متر متغییر است. رگه‌های زغال حالتهای ساختاری سنگهای رسوبی را نشان می‌دهند. آنها معمولا دارای جداشدگی[1]، نوارهای نازک شیل یا رس موسوم به «استخوان » یا اسلیت هستند در معدنکاری زغال خالص مزاحمت ایجاد می‌کنند، جداشدگیهای ضخیم تر SPLIT نامیده می‌شوند.

زغالسنگ درتمام دوره‌های دونین پیشین PASTDEUONIAN بوجود می‌آید. کربنیفر، بخاطر داشتن مقادیر عظیم زغالسنگ به این اسم (کربنیفر) رسیده است. زغالسنگ‌های پرمین گسترش کمتری دارند اما در چین، روسیه، هندوستان، آفرقای جنوبی، استرالیا و شاید کانزاس یافت می‌شوند.

تریاس : شامل زغالسنگهای در استرالیا اروپای مرکزی و آسیای شرقی می‌شود و ژوراسیک شامل زغالسنگ‌هایی در آلاسکا، چین، استرالیا، اتریش و ایران زغاسنگهای کرتاسه از نظر اهمیت با داشتن لایه‌های وسیعی در غرب آمریکای شمالی و اروپای مرکزی نسبت به زغالسنگ‌های کربنیفر برتری دارند. دوران سوم بیشتر لیگنیت دنیا را در بر می‌گیرند.[۱۱]

---

[1] parting

فصل دوم

آشنایی با زغالسنگ و مناطق زغالدار ایران

۲-۱- مقدمه

چندین تقسیم بندی در مورد پراکندگی و گسترش نواحی زغالدار ایران موجود است. اما مهمترین و عمده‌ترین تقسیم بندی، نوعی است که مربوط به نواحی فعال زغالدار می‌باشد که طبق این نوع تقسیم بندی، حوضه زغالی ایران به دو ناحیه بزرگ البرز - خراسان و کرمان - نای بند تقسیم می‌شود. هر کدام از این نواحی، زیر مجموعه‌هایی دارد که در ادامه فصل به تشریح آنها پرداخته خواهد شد. اساس این نوع تقسیم بندی همانطور که ذکر شد مربوط به فعالیت زغالی در این نواحی شود.

شناخت مناطق و نواحی زغالدار ایران و همچنین بررسی لایه‌های موجود، چه اکتشاف شده و چه در حال کار، می‌تواند در ارائه دیدگاهی جهت بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون مفید و موثر واقع گردد. لذا در این فصل سعی شده است با دیدی اجمالی، نواحی زغالدار ایران و با دیدی تخصصی تر وضعیت لایه‌های زغالی ایران مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد تا بتوانیم در بحث‌های آینده که مربوط به مکانیزاسیون و شرایط ایجاد آن در معادن زغالسنگ ایران می‌باشد، با نظری بازتر به بحث بنشینیم.

بنابراین ذخایر زغالی ایران از لحاظ شرایط آب و هوایی، شرایط زمین شناسی و میزان ذخیره و مورد بررسی قرار گرفته‌اند که این عوامل در امر مکانیزاسیون معادن زغال نقش اساسی را ایفا می‌کنند. در ادامه فصل به ذکر کلیاتی از نحوه استخراج در معادن زغالسنگ ایران پرداخته خواهد شد و بر این اساس مقایسه ای بین ایران و کشورهای دیگر صورت می‌پذیرد.

۲-۲- نظری اجمالی به معادن زغالسنگ و نواحی زغالدار ایران

رسوبات زغالی ایران قسمت وسیعی از شمال و مرکز ایران را در بر گرفته‌اند. این رسوبات از لایه‌های متناوب از ماسه سنگ، سیلت استون، آهک، لایه‌های زغالسنگ و در بعضی از نقاط لایه‌های آهکی یا ماسه سنگ آهکی ساخته شده‌اند.

رسوبات زغالدار ایران اکثرا در مزوزوئیک میانی ته نشین شده‌اند. در این زمان بعلت مساعد بودن شرایط اقلیمی در قسمت‌های وسیعی از ایران رسوبات زغال بوجود آمده‌اند. آثاری از زغالسنگ در رسوبات کربونیفری و همچنین رسوبات ترشیاری در شمال غربی ایران پیدا شده‌اند که از وسعت و اهمیت کمی برخوردار است.

بعلت وقوع فرآیندهای پیچیده زمین شناسی که از مزوزوئیک آغاز شد و تا ترشیری ادامه یافت، استان زغالخیز اولیه بدو قلمرو جداگانه تقسیم می‌شود. در نتیجه قسمتی از آن به اعماق رانده شد و از رسوبات جدید پوشیده گردید و عملا غیر قابل دسترسی می‌باشد و قسمت دیگر به مجاوت سطح آمد. بخش مهم این قسمت بر اثر پدیده‌های فرسایش از بین رفت و تنها جزئی از آن در عمق‌های مناسب باقی ماند و امروزه قابل دسترسی می‌باشد. دو قلمرو اصلی زغالسنگ ایران عبارتند از : البرز در شمال و نای بند کرمان در ایران مرکزی. البته در ناحیه کاشان ـ اصفهان، مناطق زغالدار کوچکی دیده می‌شود که خارج از این دو قلمرو اصلی بوده و از اهمیت کمتری برخودار است. در اطراف طبس نیز زغالسنگ پیدا شده که فعلا در حال اکتشافات تفضیلی و تجهیز می‌باشد. و نیز در آذربایجان لایه‌های زغالسنگ موجود است که اینها خارج از دو قلمرو اصلی زغالدار ایران می‌باشد. [٦]

زغالسنگ‌های ایران از نظر زمین شناسی مربوط به دوره‌های تریاس بالایی و ژوراسیک زیرین می‌باشند که در البرز به نام سازند شمشک معروف است و در ایران مرکزی آن را سازند هجدک می‌نامند. وسعت مناطق زغالی ایران را می‌توان حدود ۲۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع تخمین زد.

نواحی دارای رسوبات زغالدار اکثرا چین خورده و دارای گسلهای محلی فراوان بوده و تحت تاثر شکستگیهای بزرگ، منفصل شده‌اند. بطور کلی زغالسنگهای ایران را می‌توان از انواع بیتومینه تا آنتراسیت دانست. با اطلاعاتی که تا کنون از منابع و ذخایر ایران بدست آمده است، فراوانی انواع مختلف زغالسنگ تقریبا در حدود زیر قابل تخمین است :

- انواع گازدار. گازدار چرب و چرب ٪۵۵

- انواع کک شو چرب. کک شو و ککشو لاغر ٪۳۰

- بقیه انواع زغال ٪۱۵

محل قرارگیری این منابع را می‌توان بطور کلی به پنج ناحیه عمده تقسیم نمود. میزان منابع در این نواحی با تقریب زیاد و قرار زیر تخمین زده می‌شود :

ناحیه I :کرمان نایبند	۳۲۰۰۰ میلیون تن
ناحیه II : البرز	۵۰۰۰ میلیون تن
ناحیه III : خراسان	۷۵۰ میلیون تن
ناحیه IV : کاشان اصفهان	۱۰۰ میلیون تن
ناحیه V : مراغه	۱۵۰ میلیون تن
جمع	۳۸۰۰۰ میلیون تن

معادن اصلی و بزرگ ایران در نواحی I و II قرار گرفته‌اند. هر یک از این نواحی به حوضه‌ها و مناطق کوچکتری تقسیم می‌شوند. در ناحیه (I) حوضه‌های کرمان، نایبند، مزینو و پرورده (طبس) و در ناحیه (II) حوضه‌های البرز غربی، البرز مرکزی و البرز شرقی از یکدیگر تفکیک شده‌اند. این تقسیم بندی در شکل (۲-۱) دیده می‌شوند.

همچنین تقسیم بندی دیگری مناطق زغالی ایران را به سه محدوده کلی ۱) آذربایجان ـ خراسان ۲) کرمان ۳) کاشان - اصفهان تقسیم بندی می‌نماید. در این تقسیم بندی که در شکل (۲-۲) آمده است، مناطق تحت پوشش شرکت زغالسنگ البرز شرقی بطور کامل و تفکیک شده نشان داده شده است. [۵]

I : ناحیه کرمان – نای‌بند

II : ناحیه البرز

III : ناحیه شمال شرق خراسان

IV : ناحیه مراغه (آذربایجان)

V : ناحیه کاشان – اصفهان

شکل (۲-۱) : نقشه موقعیت منابع عمده زغال سنگ در ایران [٦]

■ زغال کشف شده
▲ آثار زغالی در حال کشف
○ شهرها

شکل ۱ – ۵ :تمرکزهای زغالی ایران

همانطور که گفته شد یکی از تقسیم بندی‌ها برای نواحی زغالخیز ایران تقسیم بندی به دوناحیه بزرگ کرمان ــ نایبند و البرز ــ خراسان می‌باشد که معادن زغالسنگ فعال کشور در این نواحی مورد بهره برداری قرار دارند. هر کدام از این نواحی به زیر مجموعه‌هایی تقسیم می‌گردند که در این قسمت به ذکر مختصری از آنها اکتفا می‌کنیم و در بخشهای دیگر به تشریح کامل هر کدام از آنها پرداخته خواهد شد.

۱-محدوده کرمان- نایبند: مطابق شکل این محدوده در مرکز ایران قرار دارد و حوضه‌های زغالی کرمان، و طبس را در بر می‌گیرد:

الف) حوضه زغالی کرمان : این حوضه در ردیف بزرگترین حوضه‌های زغالی ایران است و معادن متعددی در قسمتهای مختلف آن وجود دارد. معدن پابدانا، باب نیزو و هجدک یکی از معادن بزرگ زغال ایران هستند که در این حوضه قرار دارد.

ب) حوضه طبس : از جمله غنی‌ترین کانسارهای زغال ایران است که قرار است ظرف چند سال آینده عملیات استخراج بطور کامل شروع شود. ولی در عین حال قسمتهایی از آن در حال استخراج است و زغالسنگ تولیدی جهت تبدیل به کنسانتره به کارخانه‌های زغالشویی کرمان و شاهرود ارسال می‌گردد.

۲-محدوده البرز- خراسان : نواحی مهم زغال خیز این محدوده را نواحی البرز غربی، مرکزی و شرقی تشکیل می‌دهد:

الف) ناحیه البرز غربی : مهمترین معدن این ناحیه معدن سنگرود است که در ۳۲ کیلومتری شمال شرق لوشان (جاده قزوین- رشت) قرار دارد این معدن درحال استخراج است و قسمتی از زغال مورد نیاز کارخانه ذوب‌آهن اصفهان را تامین می‌کند.

ب) ناحیه البرز مرکزی : در این ناحیه نیز چندین معدن زغال وجود دارد که مهمترین آنها معدن کارمزد است که بخشی از زغال مصرفی کارخانه ذوب‌آهن اصفهان را تامین می‌کند.

ج) ناحیه البرز شرقی : در این ناحیه چند حوضه زغالی وجود دارد که مهمترین آنها حوضه شاهرود- دامغان است. بزرگترین معدن این حوضه معدن طزره واقع در ۷۵ کیلومتری شهر شاهرود است. بخشی از این معدن به وسیله تونل و قسمتی از آن توسط تونل مورب گشایش یافته است. [۲]

۲-۳- محدوده زغالدار البرز - خراسان

این محدوده یکی از فعالترین محدوده‌های زغالی ایران بوده که نوع زغال استخراجی در آن بسیار متغیر می‌باشد. نوع زغالسنگ ناحیه البرز شرقی از نوع مرغوب و کم خاکستر و نوع زغالسنگ البرز مرکزی دارای خاکستر بیشتر است. این محدوده دارای ذخیره ای در حدود ۶۰۰۰ میلیون تن می‌باشد. نواحی مهم زغالخیز این محدوده شامل نواحی البرز غربی، البرز شرقی و البرز مرکزی تشکیل می‌باشد. در این قسمت به توضیح و تشریح نواحی زغالی و معادن فعال در این محدوده خواهد آمد.

۲-۳-۱- حوضه زغالی البرز شرقی

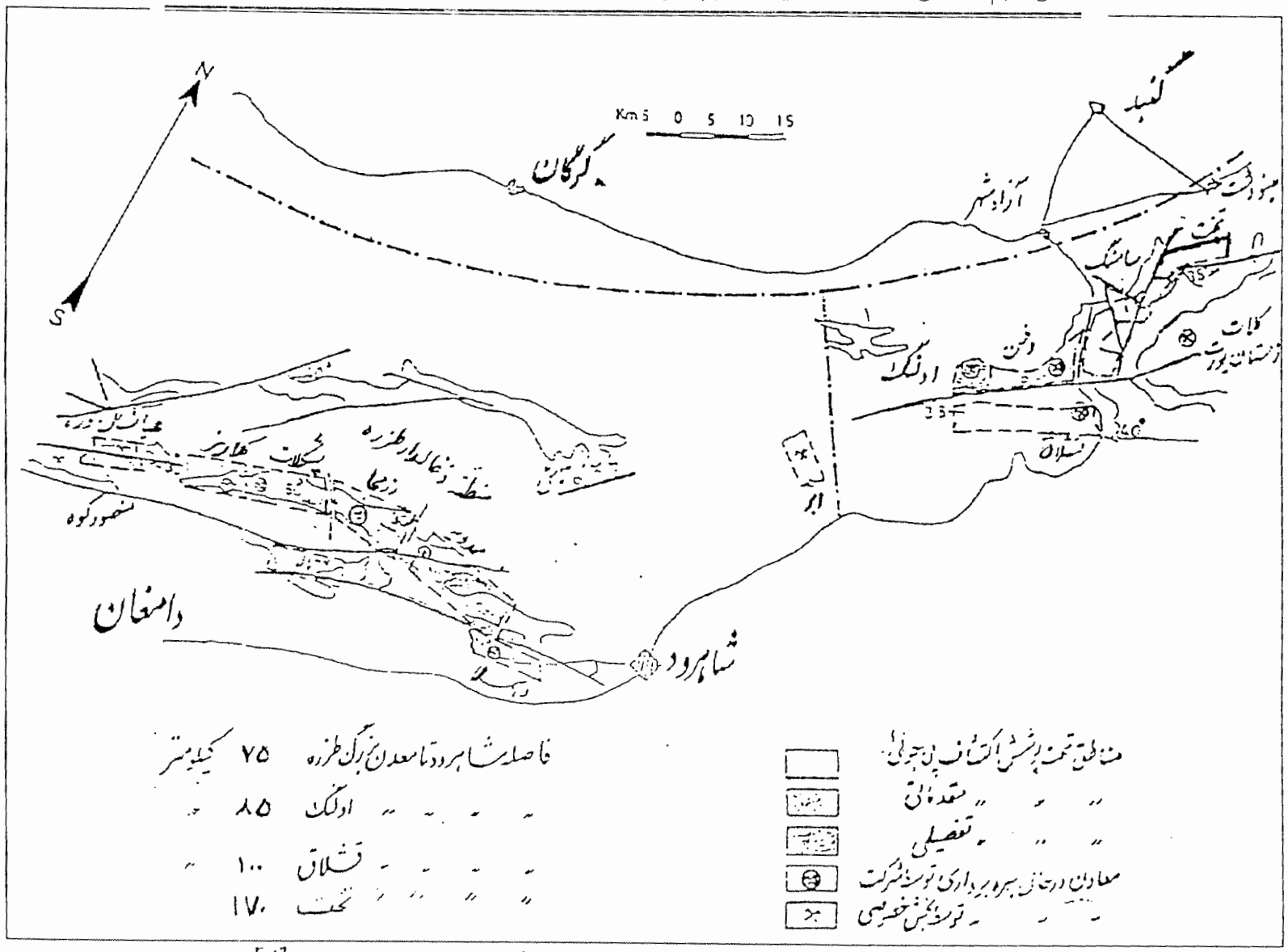
کارهای مقدماتی اکتشافی مناطق شاهرود برای اولین بار در سال ۱۳۴۸ شروع گردید که طی آن منطقه زغالخیز طزره مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا مرکز اکیپ اکتشافی در دامغان مستقر گردید و پس از مدتی به شاهرود منتقل گردید و عملیات اکتشافی تحت نام سازمان منطقه شاهرود دامغان وابسته به طرح زغال البرز شروع بکار نمود که در خرداد ۱۳۵۱ منطقه شاهرود دامغان از طرح زغال البرز جدا و بطور مستقل با نام مناطق معدنی و اکتشافی شاهرود و سپس در سال ۱۳۵۶ بنام شرکت زغالسنگ البرز شرقی تغییر نام یافت و عملیات اکتشافی معدنی را ادامه داد که تا کنون نیز ادامه دارد.

معادن زغالسنگ البرز شرقی در رشته کوههای البرز واقع شده که ارتفاع این منطقه از سطح دریا (به استثناء منطقه قشلاق) از ۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰ متر متغییر بوده و اکثرا دارای آب و هوای کوهستانی و زمستانهای سرد و تابستانهای ملایم و معتدل بوده و شامل دو منطقه عمده زغالی زیر می‌باشد :

الف : منطقه طزره که در بر گیرنده معادن پشکلات، کلاریز، رزمجا و ممدویه می‌باشد.

ب : منطقه قشلاق و اولنگ.

شکل (۲-۳) نقشه شماتیک مناطق زغالدار شرکت زغالسنگ البرز شرقی را نشان می‌دهد. در ادامه مختصری به معادن تحت پوشش شرکت زغال البرز شرقی که هم اکنون عملیات استخراج در آنها ادامه دارد اشاره می‌شود.[۵]



شکل (۲-۳) : نقشه شماتیک مناطق زغالدار شرکت ذغالسنگ البرز شرقی (شاهرود) [۳]

۲-۳-۱-۳- معدن رزمجا

عملیات اکتشافی مرحله اول (مقدماتی) این معدن از سال ۱۳٤۹ شروع و در سال ۱۳۵۳ پایان گرفت. اکتشافات تفضیلی این معدن از سال ۱۳۵۳ شروع و در سال ۱۳۵۹ خاتمه یافت. در حال حاضر استخراج زغالسنگ در آن ادامه دارد.

۲-۳-۱-٤- معدن ممدویه

مطابق شکل (۲-۳) معدن ممدویه در حد واسط رزمجا و معدن دهملا قرار دارد. آب و هوای منطقه کوهستانی و متوسط نزولات بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی متر می‌باشد. فاصله معدن تا جاده اصلی (شاهرود دامغان) حدود ۳۰ کیلومتر می‌باشد. که حدو ۱۵ کیلومتر آن شوسه درجه یک بوده و بقیه که با جاده طزره مشترک است آسفالت درجه یک می‌باشد.

این معدن در اواسط سال ۱۳۵۰ تحت بررسی‌های مقدماتی قرار گرفت در اواسط ۱۳۵۱ اولین تونل حفر گردید و در فروردین ۱۳۵۲ به بهره برداری رسید. عملیات آماده سازی در این معدن بعلت اتمام ذخایر به پایان رسیده که بخش گرجه در حال جایگزینی معدن ممدویه می‌باشد که ذخیره اولیه آن ۱۰۰۰۰۰ تن برآورد گردیده است.

۲-۳-۱-۵- موقعیت جغرافیایی و خلاصه وضعیت اکتشافی منطقه اولنگ

منطقه زغالی اولنگ در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال شرقی شاهرود، ۲۰ کیلومتری جاده اسفالته آزادشهر و ۳۱ کیلومتری جنوب و جنوب شرقی رامیان از توابع استان گلستان واقع شده است. شکل (۲-۳) رسوبات زغالدار این کمپلکس در یال شمالی رشته کوههای البرز قرار گرفته مربوط به تریاس فوقانی و ژوراسیک تحتانی می‌باشد.

میزان نزولات آسمانی بنحوی است که در سطح منطقه اکثرا باران می‌بارد و در بخش جنوبی نیز مواجه با ریزش برف هستیم. در نتیجه این امر عملا تاثیر مستقیم روی آبهای جاری و چشمه‌های موجود گذاشته بنحوی که در سرتاسر منطقه رودخانه‌های فعال و چشمه‌های زیاد مشاهده می‌شود.

این منطقه از اوایل سال ۱۳۶۰ مورد شناسایی و اکتشاف قرا گرفت و نتایج بدست آمده از این عملیات نشانگر وجود لایه‌های زغالی قابل استخراج با ضخامت قابل کار (منظور حداقل ضخامت ٤٥ سانتیمتری می‌باشد) و کیفیت مناسب در سطح منطقه، بویژه در بخش رضی و ملچ آرام، می‌باشد. با توجه به موقعیت جغرافیای منطقه که در محدوده عملیات البرز شرقی (شاهرود) قرار گرفته، منطقه اولنگ را باید به عنوان یکی از موقعیت‌های خوب این شرکت از نظر تامین زغالسنگ محسوب نمود.

در جدول (۲-۱) میزان ذخیره موجود در منطقه و نوع زغال و همچنین مرحله عمیات و در جدول (۲-۲) مشخصات لایه‌های زغالی منطقه آورده شده است.

جدول(۲-۱): نوع ذخایر زغالسنگ البرز شرقی تا سال ۱۳۷٤ بر اساس گزارش شرکت ملی فولاد ایران [٤]

نام معدن یا منطقه اکتشافی	نوع زغال بر اساس استاندارد شوروی سابق	میزان ذخیره زمین شناسی			مرحله عملیات
		B+C1	C2	B+C1+C2	
معدن ممدویه	چرب	–	–	–	در حال بهره برداری
معدن گرجه	کک شو چرب	–	–	–	
معدن رزمجا	کک شو کک شو	۸/٦۰۲	۲/۵۱	۱۱/۱۱۲	
ممدن پشکلات	کک شو گازی چرب ولاغر	٦/٦۸	۷/٦۲	۱٤/۳	
معدن نرگس چاه	کک شو - گازی چرب	–	–	–	
معدن کلاریز	کک شو گازی چرب	۱/۸۱۱	۳/۳٤	۵/۱۵۱	
معدن کلات	گازی چرب	۰/۰٦۸	۰/٤۵	۰/۵۱۸	
معدن وطن	گازی چرب	۰/۰۰۰۲	–	۰/۰۰۰۲	
معدن رضی	کک شو گازی چرب	۰/۹۲۵	۱/۱۲۲	۲/۰٤۷	
معدن ملچ آرام بالایی	کک شو گازی چرب	۱/٦۲	٤/۲٤	۰/۸٦	
جمع کل		۱۹/۷۰٦۲	۱۹/۲۸۲	۳۸/۹۸۸۲	

ارقام بر حسب میلیون ریال

جدول (۲-۲) مشخصات لایه‌های زغالی منطقه البرز شرقی [٤]

معدن	لایه	ضخامت(m)	شیب (درجه)	ملاحظات
کلاریز	K5	۰/۵ تا ۱/۲	۸۵-۶۵	
کلاریز	K6	۰/۵	۶۸-۵۹	
کلاریز	K10	۰/۵ تا ۱/۳	۶۷-۶۲	
کلاریز	K19	۰/۸	۶۵-۵۹	
کلاریز	K25	۰/۵ تا ۱/۱	۶۸-۶۳	
کلاریز	K28	۰/٤۶	۶۸-۵۸	
کلاریز	P10	۰/۶ تا ۱/۸	۶۵-۶۰	
کلاریز	P15	۰/۵۲	۶۲-۵۹	
پشکلات	K5	۰/۷	۵۰-۳۰	
پشکلات	K6	۰/۵۹	۵۰-۳۰	
پشکلات	K10	۰/۸	۵۰-۳۰	
پشکلات	K19	۰/۵۳ تا ۰/۶۶	۵۰-۳۰	با لیچه میانی با ضخامت ۰/۵ تا ۱/۵
پشکلات	K23	۰/۵۵	۵۰-۳۰	
پشکلات	P10	۱/۲۰	۵۰-۳۰	

۲-۳-۲- حوضه زغالی البرز مرکزی

حوضه زغالدار البرز مرکزی از شرق به خط فرضی گلوگاه - گانو، از غرب به دره چالوس و از شمال به فرورفتگی دریای خزر و از جنوب به خط فرضی سمنان - دماوند محدود می‌گردد. طول جغرافیایی آن ۱۵ و ۵۲ تا ۵۵ و ۵۳ و عرض جغرافیایی آن ٤۵ و۳۵ تا ٤۵ و ۳٦ درجه است. اداره مرکزی شرکت زغالسنگ البرز مرکزی در ناحیه ۵ کیلومتری جنوب قائم شهر و در سمت چپ جاده تهران - قائم شهر و در حد واسط شهرهای زیرآب و پل سفید قرار دارند. این شرکت درحال حاضر سه معدن عمده زیر را شامل می شود:

۱- کارمزد

۲- کیاسر

۳- کارسنگ

معدن کارمزد در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب غربی اداره مرکزی آزاد شهر، معدن کارسنگ در فاصله ٤ کیلومتری جنوب غربی آن و معدن کیاسر در فاصله ۱۵۰ کیلومتری شهرک آزادمهر و همچنین در فاصله ۷۳ کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری قرار دارد.

عملیات اکتشافی و بهره برداری از معادن این حوضه با بهره برداری از معدن کینج کلای زیرآب در سال ۱۳۱٤ - ۱۳۱۵ آغاز گردید. در سال ۱۳۲۸ تا ۱۳٤۱ عملیات اکتشافی در منطقه وسیعتر از زیرآب و کارمزد توسط شرکت آلمانی «دماک» به اجرا در آمد و بعد از آن در سالهای ۱۳۳۸ تا ۱۳۵۱ عملیات اکتشافی در منطقه کارمزد توسط کارشناسان ایرانی و روسی در معدن کارمزد ادامه یافت و در سال ۱۳۵۱ بهره برداری از معدن کارمزد آغاز گردید.

همچنین در سال ۱۳۵٦ منتج به تهیه گزارش و نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰ گردید که درآن مناطق با پرسپکتیو معدنی مشخص شد و ذخایر زمین شناسی مناطق مختلف بطور تخمین برآوردگردید. اطلاعات اولیه در مورد وجود زغالسنگ در منطقه زیرآب مربوط به سال ۱۳۱٤ می‌باشد که در این سالها شرکتی به نام شرکت زغالسنگ زیر آب عملیات اکتشاف و بهره برداری از ذخایر زغالسنگ را به میزان ۳۰ تا ٤۰ هزار تن در سال آغاز نمود.

در سالهای ۱۳۳۸ تا ۱۳٤۱ عملیات اکتشاف مقدماتی در محدوده زیرآب کارمزد توسط شرکت «دماک»آلمانی شروع شده و عملیات اکتشاف تفضیلی در سال ۱۳٤۷ تا ۱۳۵۰ با حفر تونلهای اکتشافی بهره‌برداری، حفر چاههای حفاری تهیه نقشه‌های زمین شناسی، هیپسومتری و تهیه نمونه‌های زغال توسط کارشناسان ایرانی و روسی انجام گرفت و در سال ۱۳۵۰ معدن کارمزد با بازدهی ۱۲۰۰۰۰ تن در سال شروع به بهره برداری نمود.

بعلت نیاز مبرم به زغالسنگ کک شو اکتشاف مناطق کیاسر نیز از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳٦۱ انجام گرفت و معدن کیاسر برای فاز اول به میزان ٦۰۰۰۰ تن در سال و بررسی فاز دوم افزایش ظرفیت و دست یابی به ذخیره زیر افق ۹٦۳+ به میزان ۱۵۰۰۰۰ تن پیش بینی گردید. اکتشاف زغالسنگ معدن کارسنگ در سال ۱۳۵٤ تا سال ۱۳٦۱ ادامه داشته است. معدن کارسنگ نیز با ظرفیت سالیانه ٦۰۰۰۰ تن و از سال ۱۳٦۱ شروع به بهره برداری نموده است.

در جدول (۲-۳) وضعیت ذخایر مناطق زغالدار تحت پوشش البرز مرکزی آورده شده است. همچنین در جدول (۲-٤) مشخصات لایه‌های زغالی این منطقه از لحاظ شیب و ضخامت آورده شده است.

جدول(۲-۳) ذخیره نوع زغالسنگ در البرز مرکزی تا سال۱۳۷٤بر اساس گزارش شرکت ملی فولاد ایران (ارقام بر حسب میلیون تن)[۹]

نام معدن یا منطقه	نوع زغال بر اساس استاندارد شوروی سابق	میزان ذخیره زمین شناسی(میلیون تن)			مرحله عملیات
		B+C1	C2	B+C1+C2	
کارمزد یک	گازی و گازی چرب	۲۱،۳۰۳	۱۱،۲٤	۳۲،٥٤۳	در حال استخراج
کارسنگ	کک شو و کک شو چرب	۳۰ ٥۸	۱۱،۸٤	٤۲،٤۲	در حال استخراج
کیاسر ۱	کک شو و کک شو چرب	۱،۲٦۳	٥،۰۹	٦،۳٤۹	در حال استخراج
جمع در حال استخراج		٥۳،۱٤٦	۲۸،۱٦٦	۸۱،۳۱۲	در حال استخراج
کارمزد ۲	گازی و گازی چرب	–	–	–	کشاف شده
انجیر تنگه	گازی و گازی چرب	۱،۱٦	۰،۸	۲،٤	کشاف شده
گلندرود	گازی و گازی چرب	–	۳۳	۳۳	در حال اکتشاف
گلیران	کک شو وکک شو چرب	٤،٥۹	٤۷،۳۱٦	٥۱،۹۰٦	در حال اکتشاف
نیلشت و اکراسر		–	۱٦	۱٦	در حال اکتشاف
جمع در حال اکتشاف		٦،۱۹	۹۷،۱۱٦	۱۰۳،۳۰	در حال اکتشاف
سفید ریز	کک شو و ککشو چرب	–	۲۲۲،۸	۲۲۲،۸	کشاف مقدماتی و تفضیلی
سواد رودبار	کک شو و کک شو چرب	–	۲۹،۲	۲۹،۲	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
کیاسر ۲	کک شو چرب	–	–	–	کشاف مقدماتی و تفضیلی
کردآباد ۱	گازی چرب و کک شو	–	۳۰	۳۰	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
آندرا	کک شو	–	۹،۱	۹،۱	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
آب نندان	کک شو	–	۱۲،٥	۱۲،٥	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
سویت کلاریز کلاردشت	کک شو چرب	–	٤۰،٥	٤۰،٥	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
سایر مناطق		–	۱۳،۰۹	۱۳،۰۹	پیچرین اکتشاف مقدماتی و تفضیلی
جمع			۳٥۷،۱۹	۳٥۷،۱۹	
جمع کل ذخیره البرز مرکزی		٥۹،۳۳٦	٤۸۲،٤۷	٥٤۱،۸۰۸	

جدول (۲-٤) مشخصات لایه‌های زغالی البرز مرکزی [۹]

معدن	لایه	ضخامت (m)	شیب (درجه)	ملاحظات
کارمزد ۱و۲	4	۰/۳۵ تا ۰/٤۵	۹-۱۸	تکتونیزه-تک لایه
کارمزد ۱	9	۱/۲۳	۹-۱۸	تکتونیزه ـ مرکب
کارمزد ۲	11	۰/٤۵ تا ۰/۷۵	۱٤-۲۰	تکتونیزه - مرکب
کارمزد ۲	12	۰/٤ تا ۰/۹۷	حدود ۲۰	گسل خورده - متغییر - مرکب
کارمزد ۱و۲	A13	۰/٤۵ تا ۱/۲۰	۹-۱۸	تکتونیزه - متغییر - مرکب
کارمزد ۲	13	حدود ۰/۵۲	۹-۱۸	تکتونیزه - متغییر - مرکب
کارسنگ	A3	متوسط ۰/۸٦	۵-۲۰	تکتونیزه
کارسنگ	A5	متوسط ۰/۹۷	۵-۲۰	تکتونیزه - مرکب
کارسنگ	A12	متوسط ۰/۵۰	۵-۲۰	گسل خورده - مرکب
کارسنگ	K18	متوسط۱/۲۸	متوسط ۳۰	پیچیده و تکتونیزه

۲-۳-۳- حوضه زغالی البرز غربی

حوضه زغالسنگ البرز غربی از نظر موقعیت جغرافیـای از شـمال بـه دریـای مـازندران از جنـوب بـه محدوده زنجان. از غرب به کشور ترکیه و از شرق به جاده کرج - چالوس که هم مرز با شـرکت زغالسـنگ البرز مرکزی می‌باشد. محدود می‌گردد. شرکت زغالسنگ البرز غربی در محدوده جغرافیایی فـوق استانهای گیلان. قسمتی از استان مازندران. استان زنجان، استانهای آذربایجان شرقی و غربی را شامل می شود. منـاطق زغالدار شرکت البرز غربی عبارتند از :

۱- منطقه زغالدار سنگرود { بلوک جنوبی بلوک مرکزی (در حال استخراج) و بلوک شمالی }

۲- منطقه زغالدار آغوزبین (در استان گیلان).

۳- منطقه زغالدار رامسر (منطقه معدنی نیدشت) و منطقه معدنی (اکراسر) در استان مازندران.

٤- منطقه معدنی قزوین (منطقه کامان و انگرازو، منطقه آبیک، اسکنان، هیو، فشند، اردها)

۵- منطقه زغالدار مراغه.

٦- منطقه زغالدار دشت مغان(دراستان آذربایجان شرقی). [۹]

۲-۳-۳-۱- منطقه زغالدار و معدن سنگرود

منطقه معدنی سـنگرود در اسـتان گیـلان در فاصلـه ۱۱۰ کیلومـتری شـمال غربـی شـهر قزویـن و ۲۸ کیلومتری شهر لوشان قرار دارد. لوشان در جاده رشت - تهران قرار گرفته است که بوسیله جاده آسـفالته بـه معدن سنگرود متصل می‌شود.

زمستانها، نزولات جوی در ارتفاعات بیشتر بصورت برف بوده و پس از ریـزش بـرف بعلـت بـوران و کولاک شدید سطح جاده‌ها و راههای ارتباطی در ارتفاعات بلوک شمالی از برف زیادی پوشیده مـی‌گـردد و در نتیجه موجب سرد شدن جاده‌ها می‌شود.

فصل سرما در منطقه سنگرود بسیار زودرس و طولانی است و سرمای بسیار شدید این منطقه موجب کاهش راندمان در کارهای مربوط به سطح زمین و معادن روباز و کارهای اکتشافی می‌گردد.

در سال ۱۳٤۷ و ۱۳٤۸ بطور مقطعی عملیات اکتشافی و پیجویی جهت مشخص نمودن وضعیت چینه بندی قشر زغالدار، ساختمان کلی منطقه معدنی و وجود یک رگه زغالسنگ به نام رگه اصلی قابل کار تعیین گردیده و عملیات اکشاف برروی ذخایر زمین شناسی منطقه صورت گرفت که در نتیجه آن برنامه اصلی اکتشافی از زمستان ۱۳٤۸ توسط زمین شناسان ایرانی و مشاورت کارشناسان روسی شروع به کار نمود.

روش کار اکتشافی و پیجویی مقدماتی با برداشت سطحی رسوبات زغالدار و مشخص نمودن شکستگی‌ها و نیز برداشت تونلهای استخراج شده توسط بخش خصوصی و تعیین نقشه‌های مربوطه از سال ۱۳٤۸ شروع گردید. سپس با برنامه ریزی و طبق پروژه تنظیمی کار اکتشاف تفضیلی آغاز گردید که طی آن ۱۵۳ حلقه گمانه با عمق کلی ٤۲٦۳۲ متر (تا پایان سال ٦٤) حفاری گردید.

پس از برداشتهای زمین شناسی و نمونه گیری از لایه‌های زغالسنگ و ارسال به آزمایشگاه جهت مشخص نمودن پارامترهای کیفی زغال، تماما توسط روشهای مختلف ژئوفیزیکی برداشت و تفضیل گردید که در نتیجه آن نقشه‌های هیپسومتریک لایه‌های زغال به مقیاسهای ۱:۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰ ترسیم و تهیه و بر مبنای نقشه‌های یاد شده تعیین ذخیره اکتشافی بعمل آمد.

در جداول صفحه بعد میزان ذخیره و نوع و خصوصیات زغالسنگ البرز غربی آورده شده و شمای کلی از منطقه و بلوک البرز غربی در شکل (۲-٤) به تصویر کشیده شده است.

جدول (۲-۵) نوع زغالسنگ در البرز غربی تا سال ۱۳۷٤ بر اساس گزارش شرکت ملی فولاد ایران [٤]

نام معدن یا منطقه اکتشافی	نوع زغال بر اساس استاندارد شوروی سابق	میزان ذخیره زمین شناسی (میلیون تن)			مرحله عملیات
		B+C1	C2	B+C1+C2	
بلوک اصلی	کک شو چرب و کک شو	۱/۲۹۵۷	۱/٤	۲/٦۹۵۷	در حال استخراج
بلوک شمالی	کک شو	۱/۰۹		۳/۱۹	اکتشاف تفضیلی
جمع کل زغال در البرز غربی		۲/۳۸۵۷	۳/۵	۵/۸۸۵۷	

(ارقام بر حسب میلیون تن)

جدول(۲-٦)مشخصات لایه‌های زغالی البرز غربی (منطقه سنگرود) [٤]

منطقه (معدن)	ضخامت (m)	شیب (درجه)
بلوک شمالی	حدود ۰/۳	۱۰ تا ۲۰
بلوک مرکزی	حدود ۰/٤	۱۰ تا ۲۰
بلوک جنوبی	حدود ۰/۳	۱۰ تا ۲۰

شکل ۲--٤

۲-٤- محدوده زغالی کرمان- نای بند

این محدوده در مرکز ایران قرار دارد و حوضه‌های زغالی کرمان و طبس را در بر می‌گیرد که مختصرا توضیح داده خواهد شد.

۲-٤-۱- حوضه زغالی کرمان

جستجو برای یافتن زغالسنگ در حاشیه جنوبی کویر بزرگ ایران در سال آخر قرن ۱۹ میلادی آغاز گردیده است. زمین شناسان زغالسنگ مربوط به دوران دوم را در سال ۱۸۹۳ میلادی در حوالی کرمان کشف نمودند. پس از آن گروههای دیگری در سال ۱۳۰۰، ۱۳۰٤، ۱۳۱۱ مطالعه در زمینه اکتشاف زغالسنگ در نواحی کرمان و سلسله جبال کوهستان را ادامه دادند.

اما در حقیقت مطالعات علمی و اکتشافات اصولی در منطقه زغالدار کرمان در سال ۱۳۳۲ توسط هوبر و نتومکین زمین شناسان شرکت ملی نفت ایران در منطقه وسیعی به مساحت ۲٤۰ کیلومتر آغاز گردید. نامبردگان پایه تحقیقات زمین شناسی خود را بر عکسهای هوایی، بررسی‌های زمین شناسی پایه گذارده و نیز به مطالعه تونلهای موجود در منطقه هجدک پرداختند. در سالهای ۱۳۳٦ تا ۱۳۷۰ گروه زمین شناسان آلمانی دنباله تحقیقات نامبردگان را در مطقه غرب و جنوب شرقی و شمال شرقی کرمان ادامه دادند.

در سالهای ۱۳۳۸ تا ۱۳٤۰ گروه دیگری از زمین شناسان آلمانی با همکاری زمین شناسان ایرانی منطقه بین کرمان و زاهدان را تحت مطالعه قرار دادند. در اواخر سال ۱۳٤۳ و اوایل ۱۳٤٤ «کال مکویف» کارشناس زغال شوروی از معادن منطقه کرمان بازدید کرد و پس از مطالعه کافی زغالسنگ کرمان را قابل استخراج و استفاده در صنایع ذوب آهن اعلام نمود. در شهریور سال ۱۳٤٤ هیأتی از متخصصین و مستشاران وزارت زمین شناسی شوروی در تعقیب و تکمیل مطالعات به منطقه کرمان وارد شدند و مطالعات جدیدی را آغاز نمودند.

معدن زغالسنگ کرمان در قسمت شرقی ایران مرکزی واقع شده که در محدوده چین خوردگی‌های کرمان – یزد می‌باشد. این معادن که بفاصله ۵۰ تا ۲۲۰ کیلومتری شمال غربی کرمان واقع‌اند از نظر ساختمان زمین شناسی جزء سنکلینوریوم کرمان مهاباد محسوب می‌شود. از نظر مورفولوژی معادن کوهستانی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا به ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر می‌باشد. لیتولوژی نقاط کوهستانی را دولومیت‌ها و آهکهای سخت پالئوزوئیک آهکهای کرتاسه و یا ماسه سنگهای ژوراسیک تشکیل می‌دهد.

در این ناحیه رسوبات و بیرونزدگی‌های قبل از دوران اول تا چهارم وجود داشته که ناحیه را می‌پوشاند. اثر تکتونیک باعث تغییرات شدید شیب لایه‌ها گردیده است. ذخایر زغالسنگ کرمان در نواحی وسیعی گسترده است که بطور کلی به دو بخش عمده تقسیم می‌گردد. [۶]

۱– مناطق درون ناودیس کرمان

۲– مناطق خارج از ناودیس کرمان

مناطق درون ناودیس کرمان : زغالسنگ موجود در این منطقه در بعضی از مناطق مانند باب نیزو، پابدانا، اشکلی حفرود، هجدک، دره گز و بخشی از داربیدخون شمالی جنوبی کک شو بوده و صرفا جهت تامین سوخت کوره‌های بلند ذوب آهن اصفهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. و مناطقی مثل دهرود، نیزار – دره گرغربی و بخشی از داربیدخون شمالی و جنوبی و پابدانای جنوبی دارای زغال انرژی زا می‌باشد که میزان کک شوندگی آنها کم و در بعضی از مناطق مانند شاهرود به حداقل می‌رسد. ذخیره واقعی زغالسنگ کک شو درون ناودیس کرمان حدودا ۲۹۰ میلیون تن می‌باشد.

مناطق خارج از ناودیس کرمان : در خارج از ناودیس کرمان نواحی غالی با داسویه، هشونی و محکار را می‌توان نام برد که در این میان مناطق هشونی و محکار دارای ذخایر قبل ملاحظه ای از زغالسنگ کک شو بوده و مناطق دیگرش مثل بادامسویه دارای ذخایر بزرگ از انواع زغالسنگ گرمازا می‌باشد که زغال‌های انرژی زا را می‌توان جهت مصارف صنعتی بکار برد.

منطقه هشونی در قسمت شمال غربی ناودیس کرمان واقع شده که زغالخیزی خوبی برخوردار است و ذخیره قطعی آن حدود ۳۷ میلیون تن می‌باشد و هم اکنون به استخراج زغالسنگ مشغول است. منطقه محکار در قسمت شمالی زغالی کرمان قرار دارد و هم اکنون در حال استخراج زغالسنگ می‌باشد.

ذخیره واقعی زغالسنگ کک شو در این منطقه حدود ۳۵ میلیون تن می‌باشد. معادن باداسویه در قسمت شرق ایران مرکزی و ۵۰ کیلومتری جنوب معادن زغالی کرمان ودر قسمت غرب تا شمال غربی شهر کرمان واقع شده است. در ساختمان زمین شناسی معدن مجموعه بزرگی از سنگهای آهکی پروتروزوئیک فوقانی تا رسوبات دوران چهارم وجود دارد.

در منطقه زغالی باب نیزو، هجدک و اشکلی دارای لایه‌های زغالی پرشیب بوده و استخراج این لایه‌های زغالی نیز با توجه به شیب زیاد لایه‌ها به شیوه خاصی انجام می‌گیرد.

الف : منطقه باب نیزو : اکتشافات تفصیلی این منطقه از سال ۱۳٤٥ آغاز و در سال ۱۳٤۷ به پایان رسید. این منطقه در منتهی الیه قسمت جنوبی ناودیس زغالی کرمان و به فاصله ۷۵ کیلومتری شمال شرقی کرمان واقع است. طول منطقه ٦/۲ و عرض متوسط آن ۰/٦ کیلومتر می‌باشد که مساحتی برابر ۳/۷ کیلومتر مربع را زیر پوشش دارد. تکتونیک نسبتا شدید است شیب لایه‌ها در قسمت جنوبی زیاد و از ۷۲ تا ۹۰ درجه نوسان دارد. در قسمت غرب منطقه زاویه شیب ۵۵ تا ۷۰ درجه و در قسمت شرق شیب ٦۵ تا ۷۵ درجه نیز مشاهده می‌گردد.

زغالخیزی منطقه شامل افق زغالخیز d می‌باشد که تقریبا شامل ۲۵ لایه و رگه زغالی است که از میان آنها ۵ لایه که تقریبا d6بالا، d5 , d6 بالا و d2 , d3 قابل استخراج می‌باشد. ضخامت لایه از۰/۵ تا ۷/٦ متر در نوسان است. و متوسط ضخامت لایه ۲/۹۰ متر است. در تمام طول منطقه نوسانات زیادی در ضخامت لایه مشاهده می‌شود که بیشترین ضخامت مربوط به نواحی مرکزی منطقه می‌باشد.

دومین لایه از لحاظ اهمیت استخراجی لایه d6 بالا می‌باشد که ضخامت مفید آن از ۰/۵ تا ۲ ٤ متر بوده و متوسط ضخامت آن ۱ متر است. ضخامت مفید قابل استخراج تقریبا در ۳/٤ میزان گسترده معدن حفظ گردیده است. اخیرا استخراج لایه d6بالا بعلت خاکستر زیاد غیر اقتصادی تشخیص داده شده است.

لایه‌های دیگر با اینکه جزء ذخیره قابل استخراج ذکر شده‌اند ولی در افقهایی که معدن فعال است بعلت ضخامت کم وخاکستر بالا استخراج نشده‌اند و کاری در رابطه با استخراج این لایه‌ها صورت نگرفته است. میزان متوسط مواد فرار زغالهای منطقه باب نیزو ۲۲ تا ۲۵ درصد و ضخامت لایه پلاستیکی ۱۸-۱۵ میلیمتر می‌باشد. زغالهای از نوع c (گاز) ککشو و cf (گاز ژ) ککشو چرب می‌باشد. بمنظور بهتر شدن کیفیت کک معمولا ۵۰ ٪ زغالهای منطقه باب نیزو را با ۵۰ ٪ زغالهای منطقه پابدانا که از نوع گازدار چرب است مخلوط می‌نمایند. ذخیره قطعی زغالسنگ منطقه باب نیزو اصلی و باب نیزوی فوقانی با کاتاگوری B→ C1 حدودا ۱٦/۸ میلیون تن است. این منطقه دارای گازخیزی بالا بین ۱۲ تا ۲۰ مترمکعب به ازای هر تن زغال تولید شده می‌باشد.

ب: منطقه اشکلی : این منطقه در جنوب شرقی ناحیه زغالخیز کرمان و در شمال معدن هجدک که به فاصله ۷ کیلومتری و در شمال شرقی معدن باب نیزوی فوقانی به فاصله ۲۰ کیلومتری آن واقع است. طول منطقه ۷/٦ کیلومتر و پهنای متوسط آن ۳/٦ و وسعت آن ۲۷کیلومتر مربع است. منطقه اشکلی بشدت کوهستانی بوده و ارتفاعات آن ۲٦۳۵ متر، در شمال غربی و تا ۱۸۷۳ متر در جنوب غربی در نوسان است این منطقه یال شمال شرقی ناودیس بیرونی را تشکیل می‌دهد.

لایه‌ها دارای امتداد شمال غربی بوده و در حد فاصل با معدن هجدک که در امتداد جنوب قرار می‌گیرند. لایه‌ها بصورت هم شیب ٤۵ تا ۸۰ درجه در امتداد جنوب غربی با چین بندی برگشته تحت زوایای ۷۵ تا ۸۵ درجه در قسمت شمال غربی ظاهر می‌شوند.

ج: منطقه هجدک : عملیات اکتشافی منطقه هجدک در تاریخ فوریه ۱۹۷۰ بوسیله گروه کارشناسان شوروی سابق و ایرانی آغاز و در مارس ۱۹۷۱ به پایان رسیده است. برنامه اکتشاف انجام شده تمام زون زغالخیز d را که بین مناطق باب نیزوی شرقی و اشکلی واقع شده است در بر گرفته است. این کمربند اکتشافی بطول ٦ کیلومتر می‌باشد و مساحت منطقه مورد اکتشاف ۱/۸ کیلومتر می‌باشد.

بعلت اینکه قسمت جنوبی این منطقه دارای زغالخیزی ناچیز می‌باشد، منطقه به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. قسمت جنوبی بطول۲/۹ کیلومتر و عرض ۳/۵ کیلومتر است که وسعتی در حدود ۱۰ کیلومتر مربع را دربر می‌گیرد. ذخیره زغال قسمت جنوبی ۷۳٪ کل ذخیره منطقه می‌باشد. این منطقه در منتهی الیه قسمت جنوب شرقی پاسن زغالخیز کرمان واقع شده است.

افق زغالخیز dکه هدف اصلی اکتشاف بوده دارای ١٦ لایه و درون لایه می‌باشد. فقط چهار لایه بنامهای d6,d2,d1بالا و d6پایین، دارای ارزش اقتصادی و قابل کار می‌باشند و سایر لایه‌ها فقط در بعضی نقاط دارای ضخامت قابل کار بوده و بطور کلی دارای ارزش اقتصادی نیستند. زغال منطقه هجدک از نوع CF (کک ده چرب) بوده و خاکستر زغال لایه‌های d1 ,d2 از گروه کم و متوسط و خاکستر زغال لایه‌های d6بالا، d2 , d6پایین بطور کلی دارای گوگرد کم ولی لایه d1 دارای گوگرد زیاد است.

برآورد میزان ذخیره زغالسنگ منطقه هجدک تا افق ۱۳۰۰- به متری در چهار لایه قابل کار در قسمت شمالی وجنوبی انجام گرفته است. مقدار ذخیره جمعا ۹/۱۸ میلیون تن است که ۸/۹٤۸ میلیون تن آن از نوع زغال CF می‌باشد که در قسمت جنوبی منطقه قرار گرفته است.

در جداول (۷-۲) میزان ذخیره و نوع زغالسنگ و کیفیت زغالخیزی در هر کدام از نواحی نامبرده آمده است. همچنین در شکل (۲-۵) نمایی کلی از مناطق زغالدار کرمان و نحوه بلوک بندی آن به تصویر کشیده شده است.

جدول(۲-۷): نوع زغالسنگ در کرمان تا سال ۱۳۷٤ بر اساس گزارش شرکت ملی فولاد ایران[۸](ارقام برحسب میلیون تن)

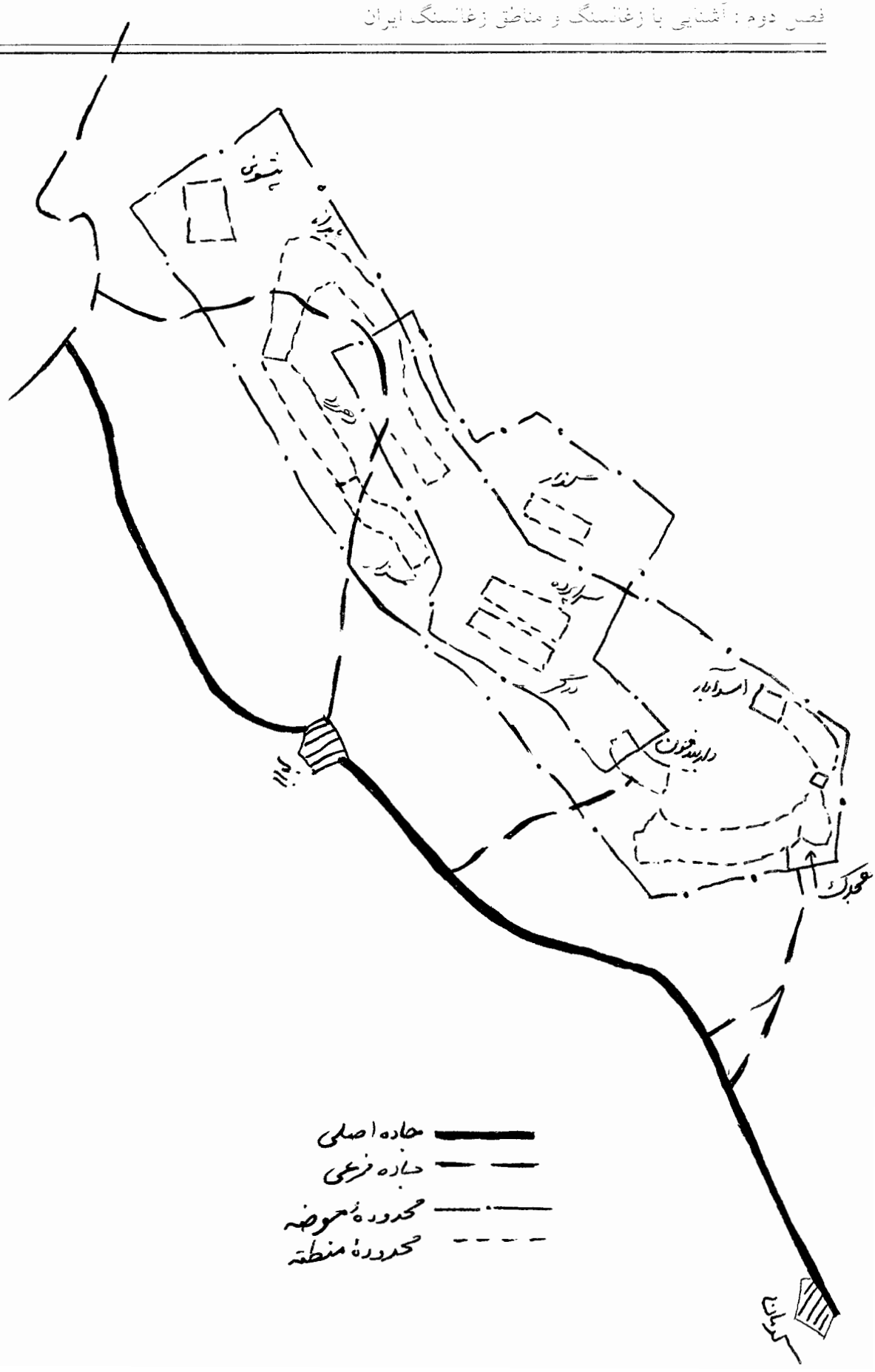
نام معدن یا منطقه اکتشافی	نوع زغال بر اساس استاندارد شوروی سابق	میزان ذخیره زمین شناسی			مرحله عملیات
		B+C1	C2	B+C1+C2	
باب نیزوی شرقی	گ ژ	٥/٧٩٧	٢/٣٥٥	٨/١٥٢	کشاف شده
سرآبرده	گ ژ ژ	٢٥/٢٥٣٥	٢٧/٨٦٧١	٥٣/١٢٠٦	کشاف شده
خمرود	گ ژ	٣١/٨١٥٧	٢١/٣٤٨٥	٥٣/١٦٤٢	کشاف شده
دره گز	گ ژ ک ژ	٦/١٢٦٩	٢/٨٩٥٣	٩/٠٢٢	کشاف شده
داربیدخون	ک ژ	١٣/٩٧٨	١/٧٠٢	١٥/٦٨	اکتشاف شده
اسد آباد و سایرمناطق	ک ژ گ ژ	١/١٤١	٦/٩٧٧	٨/٦١٨	اکتشاف شده
جمع		٨٤/١١٢١	٦٣/١٤٤٩	١٤٧/٢٥٧	اکتشافی ١٤٧/٢٥٧
باب نیزوی فوقانی	ک ژ ک	٠/٢٧٧٦	–	٠/٢٧٨٦	در حال استخراج
باب نیزوی اصلی	ک ژ ک	١٢/٩١٠٩	–	١٢/٩١٠٩	در حال استخراج
پابدانای اصلی	گ ژ	٣٥/٤٩٤	٢٠/٦٣	٥٦/١٢٤	در حال استخراج
پابدانای جنوبی	ک ژ ک	٢/٥٥٤٨	٢	٢/٥٥٤٨	در حال استخراج
هجدک	ک ژ	١١/٣٩١٢	٢/٤٨٧	١٣/٨٨٨٢	در حال استخراج
اشکلی	ک ژ ک	١٥/٨٩٤٣	–	١٥/٨٩٤٣	در حال استخراج
هشونی	ک ژ ک ژ	١٣/٣٣١	٩/٦٨٦	٢٣/٠١٧	در حال استخراج
همکار	ک گ ژ ک ژ	٣/٩٤٣	٣/٠٢٥	٣٣/٩٦٨	در حال استخراج
داربیدخون جنوبی	ک	٤/٣٧٨٣	٢/٣٠٤	٦/٦٨٢٦	در حال استخراج
جمع		١٢٧/١٧٦	٤٠/١٣٣	١٦٧/٣٠٨	در حال استخراج
جمع کل زغالسنگ کرمان		٢١١/٢٨٨	١٠٣/٢٧٦	٣١٤/٥٦٧	اکتشاف و در حال استخراج

جدول (۲-۸) مشخصات لایه‌های زغالی معادن و مناطق کرمان [۹]

معدن	لایه	ضخامت (m)	شیب (درجه)	ملاحظات
پابدانای اولیه	D2	۱/۵۵	۲۰-۱۵	
پابدانای اولیه	D4	۱	۲۰-۱۵	پایدار
پابدانای اولیه	d6	۱/۹	۲۰-۱۵	
معدن بزرگ	مرکزی d2	۰.۸ تا ۳	۴۰-۲۴	لیچه در بالا
معدن بزرگ	شرقی d2	۱/۱تا ۱/۵	حدود ۵۰	
معدن بزرگ	مرکزی d4	۱ تا ۲/۲	۳۵-۳۰	کمربالا ماسه سنگ
معدن بزرگ	شرقی d4	۱/۲ تا ۲/۳	۶۰-۴۰	کمر بالا بسیار محکم
معدن بزرگ	مرکزی d5	۰.۸۵	۳۳-۳۰	کمر بالا ماسه بسیار محکم
معدن بزرگ	مرکزی d6	۰.۷۵	۳۵-۳۲	
معدن بزرگ	شرقی d6	۱ تا ۱/۲	حدود ۵۰	
پابدانای	جنوبی d2	۰/۹ تا ۲	۴۰-۷۰	
پابدانای جنوبی	جنوبی d4	۰/۹ تا ۲	۷۰-۴۰	
پابدانای جنوبی	جنوبی d5	۰/۹ تا ۲	۷۰-۴۰	
پابدانای جنوبی	جنوبی d6	۰/۹ تا ۲	۷۰-۴۰	
هشونی	شرقی d2	۲/۶ تا ۵/۱	۴۵-۴۲	
هشونی	غربی d2	حدود ۲	۳۵-۳۰	
هشونی	شرقی d4	۲/۵	۷۰-۴۲	ناپایدار

ادامه جدول(۲-۸)از صفحه قبل

هشونی	غربی d6	حدود ۲	۳۵-۳۰	
هشونی	شرقی d6	۱ تا ۲/۵	۷۰-۴۲	
هشونی	غربی d6	۰/۵ تا ۱/۵	۵۰-۳۵	
باب نیزو	b2	۰/۲۵ تا ۷/۱	۸۰-۶۵	کمرها نرم و صابونی
باب نیزو	b5	۰/۵ تا ۱/۶۶	۸۰-۶۵	
باب نیزو	b6	۰/۵ تا ۴/۲	۸۰-۶۵	
اشکلی	b2	۰/۸۴ متوسط	۸۰-۴۵	کمر بالاسیلت ماسه ای
اشکلی	b5	متوسط ۰/۸۴	۸۰-۴۵	کمربالا مسه سنگ


پیشوان
اسدآباد
داربیدگون
عجدک
کرمان
جاده اصلی
جاده فرعی
محدودهٔ حوضه
محدودهٔ منطقه

۲-٤-۲- حوضه زغالی طبس

از جمله غنی ترین کانسارهای زغالسنگ ایران است که ظرف چند سال آینده، استخراج بطور کامل از آن شروع خواهد شد و در قسمتهایی استخراج نیز شروع شده است. این ناحیه زغالخیز در ۸۰ کیلومتری جنوب شهرستان طبس، در داخل کویر قرار گرفته است. این منطقه شامل ۵ زیر ناحیه می‌باشد عبارتند از :

۱- پرونده I

۲- پرونده II

۳- پرونده III

٤- پرونده IV

۵- پرونده شرقی

شرایط و وضعیت زغال در این محدوده به گونه ای است که مطالعه در مورد امکانپذیری مکانیزاسیون را مورد توجه قرار داده است. در این محدوده بیشتر کارهای اکتشاف تفضیلی و طرح تجهیز معادن مورد توجه قرار دارد و استخراج از معادن این ناحیه صورت نمی‌پذیرد.

یکی از مشکلات اساسی در این منطقه عدم وجود کارخانه زغالشویی است، بطوری که آن مقدار زغال که از اکتشاف تفضیلی بدست می‌آید بخاطر عدم وجود کارخانه و در نتیجه اکسیداسیون در هوایی آزاد از بین می‌رود. شاید بتوان گفت ضخیم‌ترین لایه زغالی کشور در این منطقه شناسایی شده است و بهمین خاطر است که امر مکانیزاسیون در این منطقه مورد مطالعه قرار دارد. مشکلی که باعث کندی در این حرکت عظیم می‌باشد مسایلی از قبیل مشکلات مالی دولت و همچنین کیفیت پایین زغال می‌باشد. چراکه زغال موجود در این منطقه در جایی که لایه زغالی ضخامت کافی را دارا می‌باشد، از کیفیت پایینی برخوردار است.

اما چیزی که بر اهمیت این محدوده زغالی افزوده است، ذخایر فراوان در این منطقه می‌باشد. لازم به ذکر است هنوز کارهای اکتشافی در این منطقه تمام نشده است و ذخیره ای که اعلام شده است، ذخیره کامل منطقه نمی‌باشد. در جدول زیر نوع زغالسنگ و میزان ذخیره اکتشاف شده در محدوده زغالی طبس آمده است.

جدول (۲-۹): نوع زغالسنگ در طبس تا سال ۱۳۷٤ بر اساس گزارش شرکت ملی فولاد ایران[۹]

نام معدن یامنطقه اکتشافی	نوع زغال بر اساس استاندارد شوروی سابق	میزان ذخیره زمین شناسی			مرحله عملیات
		B+C1	C2	B+C1+C2	
پروده ۱	کک شو و کک شو چرب	٦۰/٤٤	۱۵/۰٦	۷۵/۵	در دست تجهیز
پروده ۲	کک شو و کک شو چرب	۲۳/۷۷	۱۲۵/۱	۱٤۸/۷۸	
پروده ۳	کک شو و کک شو چرب	۹۸/۸۹	۲٤۸	۳٤٦/۸۹	
پروده ٤	کک شو و کک شو چرب	۳٤/٤	۱۵۷/۷	۱۹۲/۱	اکتشافی
پروده شرقی	کک شو و کک شو چرب	-	۲۸/۹۲	۲۸/۹۲	
جمع کل ذخایر شناخته شده در طبس		۲۱۷/۵	۵٤۷/۷۸	۷۹۲/۲۸	

(ارقام بر حسب میلیون تن)

۲-۵- روشهای استخراج زغالسنگ در معادن ایران

روش استخراج غالب در معادن زغالسنگ ایران روشهای دستی یا به اصطلاح روشهای سنتی می‌باشد. روشهایی مانند روش استخراج پلکانی معکوس، جبهه کار طولانی (از نوع دستی) و بندرت روش قطری (شمشیری) ناقص را می‌توان قابل کاربرد در معادن ایران دانست. در مورد اینکه چرا روش استخراج در معادن ایران دچار تغییر و تحول نشده و در این زمینه بهینه سازی و توجه به روشهای مدرن دنیا نشده است، دلایلی دارد که شاید بتوان عمده ترین این دلایل را شرایط زمین شناسی و همچنین شرایط لایه‌های زغالی نام برد. ضخامت کم لایه و متغیر بودن آن، و از همه مهمتر شیب زیاد لایه از عواملی هستند که امکان ایجاد و راه‌اندازی روشهای مدرن استخراج را در این معادن محدود کرده است.

یکی دیگر از شرایط لازم جهت مکانیزاسیون بعد از شرایط مهمی‌از قبیل شیب و ضخامت کانسار، ذخیره مناسب کانسار در طول یک پانل استخراجی می‌باشد. تکتونیزه شدید در نواحی زغالدار ایران باعث شده است که امکان مکانیزاسیون را غیر اقتصادی نماید. اگر چه ممکن است یک ناحیه از ذخیره مناسبی برخوردار باشد، اما وجود گسلخیزی در همین ناحیه، امکان ایجاد مکانیزاسیون را غیر اقتصادی و در نتیجه غیر ممکن می‌کند. همانطور که در فصلهای آینده خواهیم دید، وجود همین عامل، یعنی تکتونیزه شدید در ناحیه زغالدار طبس باعث می‌شود که امکان مکانیزاسیون در این منطقه غیر اقتصادی گردد.

یکی از اساسی‌ترین مشکلی که در حال حاضر پیش روی معدنکاران صنعت زغالسنگ موجود است، بحران کمبود چوب می‌باشد. روشهای سنتی و در راس آنها روش جبهه کار طولانی و روش پلکانی معکوس نیاز فراوان به چوب دارد و با توجه به کمبود شدید چوب در کشورمان و اعمال محدودیت در قطع درختان، ادامه این روش استخراج با مشکلات فراوان مواجه شده است.

از یک طرف پس از چندین دهه استفاده از چوب در معدنکاری زغالسنگ و بدنبال آن بحران چوب و از طرف دیگر گران‌قیمت بودن چوبهای وارداتی، مسئولان مربوطه را بر آن داشته است که با اجبار به فکر چاره ای برای صنعت زغالسنگ در کشور باشند.

شاید بهترین گزینه ای که باید مورد توجه قرار گیرد، جایگزینی روشهای مدرن به جای روشهای قدیمی می‌باشد. بطور مثال شرکت البرز شرقی که یکی از فعالین تولید زغالسنگ برای صنعت فولاد کشور است، برای حل بحران چوب بطور آزمایشی در یکی از معادن تحت پوشش خود در منطقه طزره دست به تعویض روش قطری (شمشیری) به جای روش قدیمی پلکانی معکوس زد. این روش استخراج که یک نوع روش کندن و پرکردن می‌باشد، توانست میزان مصرف چوب را به میزان ۹۵٪ درصد کاهش دهد.

اما این کارها دردی از مشکلات صنعت معدنکاری زغالسنگ کشور را حل نمی‌کند و باید به فکر راه حل اساسی بود. هرچند که از چند سال اخیر بدلیل تشنجات سیاسی، قیمت نفت کاهش یافته و در نتیجه استخراج و معاملات زغالسنگ دچار رکود نسبی شده است، ولی در هر حال این احتمال می‌رود که زغالسنگ مجددا به عنوان یکی از منابع انرژی در سالهای آتی اهمیت خود را بازیابد.

همزمان شدن کاهش تولید، مخصوصا در معادن ایران، زیر زمینی در دهه ۷۰ با افزایش تقاضا برای زغالسنگ ضرورت بهبود و تغییر در روشهای استخراج زیر زمینی محسوس کرد. در نتیجه روش استخراج ناقص اتاق و پایه (ROOM & PILLAR) کم کم جای خود را به روش استخراج جبهه کار طولانی (LONG WALL) داده است. هرچند که هنوز روش اتاق و پایه یکی از عمده ترین روشهای استخراجی برای کانسارهای افقی تا کم شیب است ولی نباید رشد روزافزون روش استخراج جبهه کار طولانی را که قابلیت کاربرد برای لایه‌های افقی و تا شیب ٤٠ درجه را نیز دارد از نظر دور دانست. در هر صورت برای انتخاب یک روش استخراجی مناسب که تامین کننده سه شرط حداقل هزینه به ازای هر تن از تولید، ایمنی محیط کار و قابلیت انعطاف پذیری از نظر کم یا زیاد کردن میزان استخراج باید عوامل زیر را در نظر گرفت.

- شکل، عمق، شیب، ضخامت کانسار
- جنس و خواص فیزیکی و شیمیایی مکانیکی مواد در بر گیرنده
- وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی منطقه
- وضعیت و میزان آبهای زیر زمینی
- میزان گازخیزی ماده معدنی
- میزان تولید سالانه و کیفیت قابل قبول محصول
- میزان سرمایه گذاری
- امکان دسترسی و استفاده از نیروی متخصص و ماهر و تجهیزات مورد نیاز و رسیدن به راندمان قابل قبول
- عوامل فرعی دیگر (تاثیر کارهای زیر زمینی مجاور - تاسیسات سطحی و غیره)

با توجه به عوامل فوق الذکر هر روش استخراج در شرایط مناسب و خاص خود بکار می‌رود. و در صورت انتخاب روش مناسب ممکن است ایمنی، اقتصاد و ضریب بازیابی و غیره، معدن در معرض خطر جدی قرار بگیرد. روشهای استخراج کانسارهای لایه ای زغالسنگ که در حال حاضر در اغلب معادن دنیا و ایران بکار برده می‌شود بطور خلاصه در جدول (۲-۱۰) آورده شده است.

جدول (۲-۱۰) روشهای استخراج متداول در معادن زغالسنگ ایران و جهان [۸]

معادن ایران			معادن جهان		
روش استخراج	مشخصات لایه	تجهیزات	روش استخراج	مشخصات	تجهیزات
جبهه کار طولانی ساده و ستوتی بلند	$0°<\alpha<25°$ $0.4m<t<4m$	پیکور نگهداری‌های چوبی و زنجیری	اتاق و پایه	$0°<\alpha<10°$ $0.8m<t<.5m$	دستگاه استخراج مداوم + پیچهای سقفی نوار نقاله
پلکانی معکوس	$25°<\alpha<70°$ $0.5m<t<4.5m$	پیکور نگهداری چوبی و ناو ثابت	جبهه کار طولانی و جبهه کار کوتاه	$0°<\alpha<50°$ $t>0.8m$	رنده یا زغالکن دستگاه استخراج مداوم نگهداری قدرتی ناوزنجیری شاتل کار
قطری بالا رو	$\alpha>70°$ $0.7m<t<2.5m$	پیکور نگهداری چوبی ناو ثابت و نیروی ثقلی	ستونی بالا رو مکانیزه	$\alpha>70°$ $1.5m<t<4m$	دستگاه استخراج مداوم سپرهای مخصوص استفاده از لوله کشی

α شیب لایه

t ضخامت لایه

فصل سوم

مکانیزاسیون
در معادن زغالسنگ

۳-۱- مقدمه

لزوم افزایش تولید مواد معدنی ما را بر آن می‌دارد که طوری به استخراج کانسارها بپردازیم که میزان محصول یک معدن یا یک کارگاه استخراج فزونی یابد و هزینه هر تن محصول نیز کاهش یابد. جهت رسیدن به این هدف، عملیات معدنی از صورت دستی و سنتی به شکلهای مکانیکی تبدیل می‌شوند. استفاده از ماشین آلات معدنی که هدف فوق را امکان پذیر می‌سازد مکانیزاسیون نامیده می‌شود.

در کارگاههای استخراج بوسیله کلنگ دستی میزان تولید یک کارگاه زغال بطول یک‌صد متر فقط چند تن است در حالیکه با کلنگ مکانیکی به چند ده تن یا بیش از صد تن می‌رسد. این رقم در صورت استفاده از ماشینهای زغال بر، به چندین هزار تن از یک کارگاه استخراج می‌رسد. چون در زیرزمین، چه کارگاه استخراج و چه میزان پیشروی، محل کار کوچک و کم جاست، جهت افزایش تولید یا پیشروی روزانه، افزایش تعداد کارگر محدود است. بالنتیجه عمل مکانیزاسیون تنها راه حل این مشکل است.

پیشرفت تکنولوژی معدنکاری در مکانیزه کردن آن است. در اخذ تکنولوژی مکانیزاسیون چه کنیم تا به شعار همه جاگیر «خودکفائی» نزدیک شویم؟ پیامدهایی که از مکانیزاسیون معادن نصیب ما می شود عبارتست از:

۱- افزایش تولید واحد استخراجی

۲- تسهیل در کارهای معدنی

۳- ایمن کردن کار (تقلیل حوادث)

٤- اقتصادی تر کردن عملیات

۵- کاهش تعداد کارگاههای استخراج

کار با وسائل دستی در شرایط زیرزمینی، محل تنگ، تاریک یا کم نور و تحت شرایط جوی نامناسب (کمبود هوا، وجود گرد و غبار و گرد زغال و حرارت) مشکل است. کار با ماشین به فیزیک بدن فشار نمی‌آورد. هرچند در مقابل، آموزش بیشتر لازم دارد.

بعلت شرایط فضای کار در زیر زمین امکان تصادمات و تصادفات زیاد است. هر چه کارگر در کارگاه استخراج کمتر باشد، تعداد تصادفات کمتر است. تجربه نشان می‌دهد که معادن مکانیزه دارای آمار تصادفات کمتری در مقابل معادن غیرمکانیزه هستند.

شاید بتوان گفت که بزرگترین مزیت مکانیزاسیون تقلیل هزینه استخراج در ازاء هر تن ماده معدنی است. به علت افزایش تولید، کاهش هزینه استخراج حاصل می شود به قسمی‌که مکانیزه کردن و اقتصادی تر کردن کارهای استخراج از یکدیگر تفکیک پذیر نیستند.

چون هر معدن برای مقدار معینی استخراج طراحی می‌شود، با مکانیزه کردن کارگاههای استخراج و در نتیجه خروج مقدار بیشتری ماده معدنی از یک کارگاه، تعداد نقاط کار، یعنی کارگاهها کمتر می‌شود که این امر همراه وجود شبکه تونلی کمتر و نظارت بهتر در عملیات استخراجی یکی از مزیت‌ها به حساب می آید.

مکانیزاسیون بدون «راسیونالیزاسیون» مفهوم خود را از دست می‌دهد و گاهی بجای بهبود در کار، وضع کار را خرابتر می‌کند. راسیونالیزاسیون، یعنی کار را با خرد همراه کردن و یا بعبارت دیگر استفاده صحیح از وسیله یا ماشین و نه فقط تصاحب آن. درحالیکه مکانیزه کردن ماشین می‌خواهد، راسیونالیزه کردن تجربه و فکر لازم دارد. مجموعه تجربه، فکر و ماشین کارگشا است نه یکی از آنها. جا دارد در اینجا سوال شود که: مکانیزاسیون چه کارهایی را نمی‌تواند بکند؟

جواب: اولاً معجزه و جبران ضعف مدیریت. ثانیاً : تصمیم گیری و رفع مشکل

هرگاه کسی معتقد باشد که با خرید ماشین آلات مجهز و پرتوان می‌توان به اشکالات مدیریت فایق آید، این طرز تفکر را می‌توان ساده‌اندیشی، گاهی بی عقلی نامید.

یک کارگاه مکانیزه به مدیریت بهتری لازم دارد تا یک واحد غیرمکانیزه. ماشینها اجسام بی روح هستند و کاربرد معقول آنها ضرر بیشتری به اقتصاد و معدن می‌رساند. پس این ماشین نیست که تصمیم می‌گیرد که اضافه تولید کند. بلکه این انسان است و در اینجا معدنکار و اهل فن با خرد. [۱۱]

۳-۲- شرایط مکانیزاسیون

شرایط مکانیزاسیون در یک طیف وسیعی قرار دارد که ترتیب اهمیت آنها بستگی به کشور، محل جغرافیای معدن و میزان پیشرفت تکنولوژی در کشور مورد نظر دارد. برای ایران می‌توان ترتیب زیر را ارائه نمود:

الف-شرایط زمین شناسی

ب-آموزش افراد

ج-سرمایه

متاسفانه کانسارهای زغال کشور ایران تحت شرایط زمین شناسی نامناسب قرار دارد. این شرایط در بسیاری از موارد طراحی را محدود می‌کند و در نتیجه امکان مکانیزه کردن را در نقاط و قسمتها تقلیل می‌دهد. از نظر شیب، ضخامت، تکتونیک، خاصیت کمرها و فشار کوه، شرایط در ایران نامناسب است و بهمین دلیل امکان مکانیزاسیون محدود می‌شود.

از دیدگاه آموزش در مکانیزه کردن عملیات معدنی، ایران مراحل اولیه را می‌گذراند. شاید بتوان در این مورد از فاجعه عدم تخصص نیروی انسانی صحبت کرد. از بابت سرمایه دولت بایستی با سرمایه گذاری مناسب زمینه را برای رواج و ایجاد مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران فراهم آورد. البته این موضوع با بررسی وضعیت کنونی معادن ایران و نحوه توجه و اهمیت به آنها کمی‌دور از ذهن می‌رسد. باید گفته شود که مکانیزاسیون سرمایه زیاد لازم دارد. گاهی مجهز کردن فقط یک کارگاه استخراج زغال به چند میلیون دلار سرمایه احتیاج دارد.

سئوال دیگری که مطرح است این می باشد که در کجا و چه کار معدنی مکانیزاسیون صورت می‌گیرد؟ چون هر کار دستی را می‌توان مکانیزه کرد بنابراین تلاش برای مکانیزه کردن هر کاری که میسر باشد بایستی انجام می‌گیرد. اهم این عملیات عبارت است از:

الف- کندن ماده معدنی (زغال کنی)

ب- حمل ماده معدنی جدا شده در داخل کارگاه و از آنجا توسط اشترکها به خارج

ج- پیشرویها

د- حمل مواد و مصالح به داخل معدن

هـ- نگهداری در کارگاه استخراج و تونلها

و- نفربری در زیرزمین

شاید قلب عملیات مکانیزه کردن در یک معدن زغال، مکانیزه کردن کارگاه استخراج و در آنجا عمل جدا کردن ماده معدنی از کانسار باشد. بیش از نیم قرن است که ماشینهای این کار، طراحی، ساخته و تجربه شده اند. امروز در بازار جهان و در معادن گوناگون رنده‌ها وزغالکن‌ها، حاکم به محیط مکانیزاسیون کارهای زغال کنی می‌باشند.

مکانیزه کردن چالزنی نیز در کارگاههای غیر زغال از اهمیت خاصی برخوردار است. در حمل مواد کنده یا آتشباری شده از لایه و یا رگه، وسائل حمل و نقل، کنویور در کارگاه و نوار باربری در تونلها، یک وسیله شناخته شده و جا افتاده است. در ایران نیز در این زمینه پیشرفت‌هایی مشهود است. مکانیزه کردن عملیات پیشروی تونل، توسط ماشینهای چالزن (جمبوها) وسائل خرج گذار، بارکننده‌ها و باربرها (انواع لودر) صورت می‌گیرد. شاید در این زمینه تکنولوژی جهان تقریبا به حد نهایی خود نزدیک می شود چرا که در دهه اخیر جهشی چندان در این زمینه دیده نشده است.

ولی در مقابل ماشینهای تونل زنی، انقلابی در مکانیزه کردن عملیات پیشروی تونل ایجاد کرده است که کاربرد آنها برای تونلهای معدنی و بویژه شرایط ایران در خور مطالعه است. ماشینهای ایمپاکتور، هدینگ و تونل زن تمام جبهه، از جمله این گونه ماشینهاست.

در روش استخراج مکانیزاسیون هرچند مقدار زیادی ماده معدنی به خارج حمل می‌شود ولی مواد زیادی را نیز باید از خارج معدن به داخل آن برد. این مواد هر نوع که باشد (چوب، سیمان، فولاد، آجر، ماشین آلات و غیره)، باید به آسانی و سریع حمل شود که مکانیزه کردن حمل آن، لازم و متداول است. موتوررریل وسیله ای موثر است که برای امر مکانیزاسیون در ایران حیاتی است.

بالاخره از مکانیزه کردن نفربری باید سخن گفت. چون از یک طرف اجرت کارکنان از لحظه ورود به چاه و تونل پرداخت می‌شود و از طرف دیگر راه پیمایی کارکنان در داخل معدن آنان را خسته می‌کند، حمل و نقل مکانیکی کارکنان، یا بعبارت دیگر مکانیزه کردن نفربری نیز کاری مناسب است. حمل و نقل افراد در واگنهای مخصوص، روی نوارهای باربری و داخل جام لودرها از جمله نفربری مکانیزه در سطح افقی است.

۳-۳- امکان مکانیزه کردن از نظر مشخصات کانسار

منظور از مشخصات کانسار، در اینجا شیب، ضخامت و گسترش لایه است. شیب لایه زغال از نظر قابلیت مکانیزاسیون از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا پیشرفت مکانیزه کردن و نتیجتا سهم زغالهای استخراج شده در روش مکانیزه، از درون لایه‌های افقی و سطح، بیش از لایه‌های میان شیب و پرشیب است. برآوردهای گوناگونی برای استخراج مکانیزه زغالهای جهان (تحت شرایط مشابه ضخامت و گسترش) وجود دارد که شاید بتوان جدول زیر را برای شرایط ایران یک اطلاع کلی دانست.

جدول (۳-۱) شرایط کلی میزان مکانیزاسیون با توجه به شیب لایه [۱۱]

میزان شیب	میزان امکانپذیری مکانیزاسیون
شیبهای کم و افقی(۰-۳۰ درجه)	٪۱۰۰-۸۰
شیبهای متوسط (میان شیب)(۳۰-۵۰ درجه)	٪۸۰-۵۰
شیبهای زیاد (شمشیری)(۵۰-۹۰ درجه)	٪۵۰-۵

آنچه واضح است این می باشد که کانسارهای زغال شناخته شده ایران نسبت به جهان کمتر افقی و کم شیب و بیشتر شیبدار هستند. وجود شیب در مکانیزه کردن با اشکالات فراوانی همراه می‌باشد و از طرف دیگر باعث هزینه‌های زیادتری می‌گردد. اگر چه مکانیزه کردن در لایه‌های کم ضخامت امکان پذیر است اما در لایه‌های زغال با ضخامت ۱ تا ۳ متر مکانیزاسیون متداول است و تجربه آن در کشورهای مختلف، فراوان است. در امر تجهیز کارگاه استخراج، کمرهای لایه، نقش مهمی‌را ایفاء می‌کنند. مخصوصا کمر بالای لایه در این خصوص نقشی اساسی دارد، چراکه پیشرفت کار و گاهی اصل عمل مکانیزه کردن را تعیین می‌کند و گاهی آنرا به مخاطره می‌اندازد. چون کانسارهای زغال ایران کم ضخامت و با کمرهای نامناسب است، از این نظر مهندسین طراح ما در مقابل مسائل مهمی‌قرار دارند. البته این مشکلات حل شدنی ولی پرهزینه می‌باشد.

برای مکانیزه کردن کارگاههای استخراج زغال، حداقل طول تکه (لاو)، یعنی آن قطعه ای از کانسار که در یک مرحله استخراجی تحت استخراج قرار می‌گیرد، لازم است دارای یک حداقل ممکن باشد. این عدد از چند صدمتر تا چند کیلومتر می‌باشد. طول ذکر شده در شرایط نامناسب تکتونیکی ایران، قابل تامین نیست و بالنتیجه امکان مکانیزه کردن را کمتر می‌کند.

با این وجود هر چه مکانیزاسیون ساده تر و در مراحل اولی تر باشد طول کوچکتر تکه، بیشتر قابل توجیه است. با افزایش درجه مکانیزاسیون، طول تکه نیز باید فزونی یابد زیرا مسئله حمل و نصب وسائل پر هزینه است. [١١]

هرگاه عملیات زغالکنی، نگهداری کارگاه استخراج، پرکردن محل استخراج شده، و یا تخریب، آماده کردن سر وته و کلیه کارهای فرعی مربوطه، با یکدیگر هماهنگ باشند، می‌توان از مکانیزاسیون سود برد و در کار مکانیزه کردن اثر دارد. در غیر این صورت کلیه وسایل و تجهیزات خریداری و نصب شده غیر کوثر واقع خواهد شد. زیرا اگر یکی از وسایل همگام با سایر عملیات نباشد، کار به تعویق می‌افتد و مکانیزاسیون عملا بی‌اثر می‌شود.

باید براین مطلب نیز تاکید کرد که افزایش تناژ زغال کنده شده در کارگاه استخراج به تنهایی کافی نیست و تاثیری ندارد، زیرا این مقدار ماده معدنی حتما باید به خارج نیز حمل گردد. پس کلیه راههای خروجی زغال استخراج شده نیز باید با تولید زیاد، هماهنگ باشد تا تنگناها بوجود نیاید. همین مدیریت در اجرای کارهای مکانیزاسیون در رساندن وسایل تجهیزات به کارگاه مکانیزه نیز لازم است. زیرا توقفها در یک کارگاه مکانیزه، اثر نامطلوب بیشتری می‌گذارد تا توقف در کارگاههای استخراج با تولید کم و احیانا غیره مکانیزه.

مکانیزه کردن کارگاهی که ضخامت لایه آن کمتر از یک متر است به علت تولید میزان کمی‌از زغال از یک کارگاه و هزینه زیاد استخراجی، چندان صلاح نیست. مکانیزه کردن کارگاهی که ضخامت لایه آن بیش از ٥ متر باشد با روشها و وسایل دیگری است. در این حالت از ماشین‌های زغالکنی هدینگ استفاده می‌شود. در استخراج مکانیزه، نوسانات لایه از نظر تغییرات ضخامت باید در محدوده معینی باشد.این محدوده را وسایل نگهداری کارگاه و گاهی نیز وسیله زغالکنی تعیین می‌کند و معمولا تغییرات به میزان ٥٠ درصد میانگین ضخامت لایه قابل مهار کردن است.

به عبارت دیگر هرگاه ضخامت لایه‌ای در طول کارگاه و یا در طول تکه تغییراتی بیش از میزان ذکر شده داشته باشد، استخراج مکانیزه از نظرهای ذکر شده مشکل و گاهی بسیار مشکل است. پس نوسانات ضخامت لایه مورد استخراج نباید بیش از میزان قابل تنظیم توسط وسایل نگهداری و زغال‌کنی باشد، چرا که اگر چنین شرایطی بوجود آید، به‌جاگذاردن و یا کندن کمرها از عواقب آن است.

شیب لایه زغال، جهت استخراج مکانیزه، هرچه کمتر باشد بهتر است. امروزه تا شیبهای ٤٠ درجه در پاره‌ای از معادن زغال اروپا تا شیبهای ٧٠ درجه استخراج بصورت مکانیزه صورت می‌گیرد. ولی برای ایران که در آغاز کار است، شیبهای کمتر مناسب است. شیب لایه CI در طبس در محل پیشنهادی بین صفر تا ٧٠ درجه است که برای مکانیزه کردن مناسب است.

وجود آب در کارگاه استخراج ایجاد مزاحمت می‌کند. اگر در استخراج لایه مقدار آب کم باشد و یا اینکه کارگاه خشک باشد، کار می‌تواند بدون تمهید ادامه یابد. ولی اگر آب زیاد شد و آن هم آب نمک که دارای خاصیت خورندگی است، بر روی وسایل و تجهیزات کارگاه اثرات منفی زیادی ببار می‌آید. به همین دلیل بررسی وجود آب و نوع آب در منطقه جهت طراحی نیز لازم است.

بدیهی است اگر مقدار آب زیاد باشد، آبکشی از اطراف کارگاه لازم می‌گردد. این تصور که معدن در کویر است و از آب هراسی نیست، باطل است. زیرا گاهی آب با آن خصوصیاتی که می‌خواهیم وجود ندارد و در آنجا که نباید باشد، هست. [١٣]

٣-٤- تجهیزات مورد نیاز جهت مکانیزه نمودن کارگاه استخراج

همانطور که ذکر شد مکانیزه نمودن هر کارگاه استخراج سه اصل کلی را در بر میگیرد:

١- نگهداری در کارگاه استخراج

٢- متد استخراج و نحوه انجام آن

٣- حمل و نقل در معدن

در اینجا لازم است به توضیح و تشریح مختصری از لوازم و تجهیزات مورد نیاز جهت برآورد و راه‌اندازی این سه اصل کلی پرداخته می‌شود.

۳-٤-۱- نگهدارنده‌های قدرتی[1]

نگهدارنده‌های قدرتی بدنبال پیشرفت و توسعه سیستم‌های نگهداری فولادی (پایه‌های اصطکاکی و هیدرولیکی) در کارگاههای جبهه کار طولانی بوجود آمد. اثرات ناشی از خطاهای نیروی انسانی در اعمال نیروی اصطکاکی و فرسودگی سطوح اصطکاکی ضرورت طراحی پایه‌های منطبق با اصول هیدرولیکی را بدنبال داشت. با بکارگیری پایه‌های هیدرولیکی همگرایی در کارگاه کاهش می‌یابد اما مشکل فرو رفتن پایه‌ها در کف همچنان وجود دارد و حرکت پایه‌ها همزمان با پیشروی جبهه‌کار با ماشین زغال‌کن هماهنگ نیست. با پیشرفت ماشینهای زغالکنی سرعت آنها بحدی رسیده است که در یک شیفت ۳ تا ٤ برش را استخراج می‌کند و جابجایی نگهدارنده‌ها با این پیشروی سریع هماهنگ نیست. جهت حل مشکلات یاد شده سیستم جدید هیدرولیکی دیگری توسعه یافت. دراین سیستم پایه‌ها و کلاهک‌ها بصورت یک واحد درآمد و برای جلو رفتن همزمان با ماشین زغالکنی در جبهه کار به ناو زنجیری متصل شد. اینچنین سیستم‌هایی را بدلیل پیشروی آنها از طریق کشیدن خود بسمت ناو زنجیری نگهدارندهای قدم‌زن نام نهادند.

یکی از مهمترین معیارهای مقایسه روشهای استخراج با یکدیگر، میزان پیوستگی تولید در آنهاست. معادن امروزه بدلیل دارا بودن حجم سرمایه گذاری بالا برای مقرون بصرفه بودن و یا سودده شدن نیاز به تولید زیاد دارند و تولید زیاد جز با پیوستگی تولید امکان ندارد و یا بسیار مشکل است.

---

[1] powerted support

از اواخر دهه ۱۹۴۰ میلادی که طراحی و ساخت ماشینهای زغالکن آغاز شد. نیاز به لوازم نگهداری سقف مناسبتر نیز احساس شد. این ماشینهای زغالبر بر اصل تولید پیوسته استوار بودند حال آنکه لوازم نگهداری سقف در کارگاه مانند پایه‌های اصطکاکی و هیدرولیکی همگی حالت چرخه‌ای (سیکلی) داشتند.

وقتی که در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی ماشینهای زغالبر مورد استفاده بیشتر قرار گرفتند و نیز از نوار زنجیری قابل انعطاف استفاده شد. تنها مانع بر سر پیوستگی تولید جبهه کارهای زغالسنگ، لوازم نگهداری بود. تا آنکه در همین زمان یعنی سالهای اول دهه ۱۹۶۰، اولین نگهدارنده‌های قدرتی قدم زن به بازار آمدند و در اواخر همین دهه استفاده از آنها بطور جدی و فزآینده آغاز گردید.

در اوایل دهه ۱۹۷۰ سه ماشین برنده بارکننده، ناوزنجیری قابل انعطاف و نگهدارنده قدرتی قدم زن، لوازم استاندارد هر جبهه کار طولانی زغالسنگ شدند. استفاده از این سه ماشین که البته هر کدام انواع بسیار زیادی دارند و هر کدام خانواده ای از ماشین‌های مختلف هستند، برای اولین بار امکان تولید پیوسته زغالسنگ را بوجود آورد و تولید در این جبهه کارها از حالت سیکلی به حالت پیوسته تبدیل شد. این نقطه شروع ازدیاد تولید کارگاههای استخراج جبهه کار طولانی در جهان بود تا جایی که کارگاههای امروزی در مقایسه با روشهای چرخه ای دهه‌های قبل بسیار پرتولید می‌باشد.

امروزه کارگاههای استخراج زیادی وجود دارند که بیش از یک میلیون تن در سال تولید می‌کنند و تعداد آنهایی که تولید آنها از دو میلیون تن در سال تجاوز می‌کند کم نیست. این در حالی است که پر تولیدترین کارگاههای استخراج زغالسنگ حدود ۵ میلیون تن در سال تولید کرده‌اند.

کارگاههای استخراج جبهه کار طولانی، تولید زیاد را تا حد زیادی مدیون پیدایش و تکامل نگهدارنده‌های قدرتی قدمزن می‌باشند. وظایف عمده نگهدارنده‌های قدرتی، نگهداری سقف بلاواصل (Immediate roof)، ایجاد یک نگهدارنده متحرک و جدا کردن منطقه تخریب شده از جبهه کار زغالسنگ، ایجاد محل کاری ایمن برای تردد افراد و ماشین زغالکن می‌باشد.

علاوه براین راه مفیدی نیز برای تهویه جبهه کار فراهم خواهد آمد. اینها وظایف معمولی عملیاتی نگهدارنده‌های قدرتی می‌باشد.

در سالهای اخیر با افزایش قدرت نگهدارنده‌های قدرتی و بهبود در طراحی قسمت‌های مختلف آنها، وظیفه مهم دیگری به عهده این نگهدارنده‌ها گذاشته شده است. همانطور که قبلا اشاره شد یکی از مزایای روش لانگ وال، نگهداری خوب سقف به این روش است. اگرچه نگهداری خوب سقف در این روش تا حدود زیادی در ذات روش نهفته است ولی درسالهای اخیر در این زمینه پیشرفت‌هایی حاصل شد که این مزیت روش فوق را بیشتر از قبل کرده است.

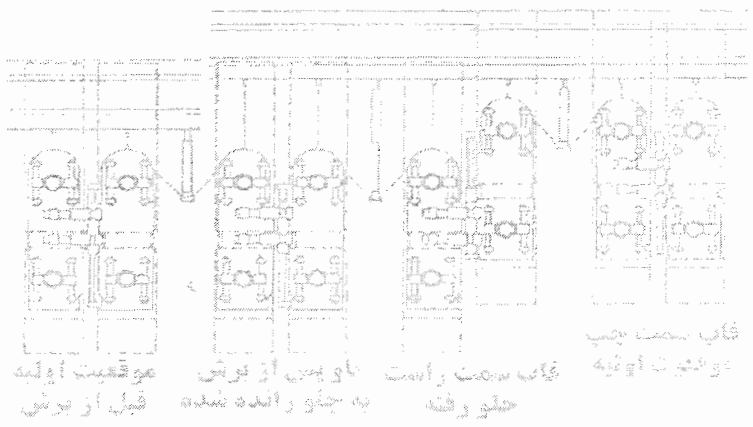
علت اصلی تهیه شدن شرایط سقف آن است که نگهدارنده های قدرتی با توان زیاد خود فشار کاملا زیادی به سقف جبهه کار وارد می‌کنند و چون این فشار به صورت تقریبا ناگهانی و در یک خط مستقیم نسبتا بلند که همان جبهه کار است وارد می‌شود باعث شکسته شدن لایه بلاواسطه می‌شود. شکسته شدن سقف بلاواسطه تخریب منطقه پشت جبهه کار را بدنبال دارد و به محض انجام عمل تخریب، فشار از روی سقف جبهه کار برداشته می‌شود و به منطقه تخریب شده پشت جبهه کار منتقل می‌گردد که خود باعث تخریب بیشتر می‌شود. بدین طریق با استفاده نگهدارنده‌های قدرتی امروزه نه تنها تقریبا تمامی‌سقف کارگاه استخراج پوشیده است بلکه فشار نسبتا کمی‌بر روی سقف کارگاه استخراج اعمال می‌شود.

سرعت پیشروی در اکثر جبهه کارهای طولانی تمام مکانیزه امروزه آنقدر زیاد است که عملا سنگهای داخل قوس فشار در بالای سقف لانگ وال زمان کافی برای پایین آمدن اعمال فشار بر روی سقف را ندارند و لذا میزان قدرت لازم از طرف نگهدارنده‌های قدرتی تنها برای نگهداری سقف ناچیز است ولی در عمل طراحان بطور فزآینده ای از نگهدارنده‌های پر قدرت تر استفاده می‌کنند.

۳-۴-۱-۱-انواع نگهدارنده‌های قدرتی

نگهدارنده‌های قدرتی از زمان ساخت تا کنون پیشرفتهای چشم گیری کرده‌اند. امروزه انواع نگهدارنده‌های قدرتی برای شرایط متنوعی طراحی شده‌اند. با این حال همه نگهدارندها از چهار جزء اصلی آسمانه[1]، پایه‌های هیدرولیکی، سپر باطله[2] و صفحه پایه تشکیل می‌شوند و بر اساس نحوه ارتباط بین اجزای نگهدارنده‌های قدرتی آنها را طبقه بندی می‌کنند. برای این منظور دو عامل مهم وجود یا عدم وجود سپر عقب و اتصال زنجیری، همچنین تعداد پایه‌های هیدرولیکی و نحوه قراگیری آنها مد نظر قرار می‌گیرد. با توجه به دو پارامتر فوق و همچنین تاریخچه ساخت نگهدارنده‌های قدرتی چهار نوع قاب[3]، گوه[4]، سپر و سپرگوه‌ای از آنها وجود دارد.

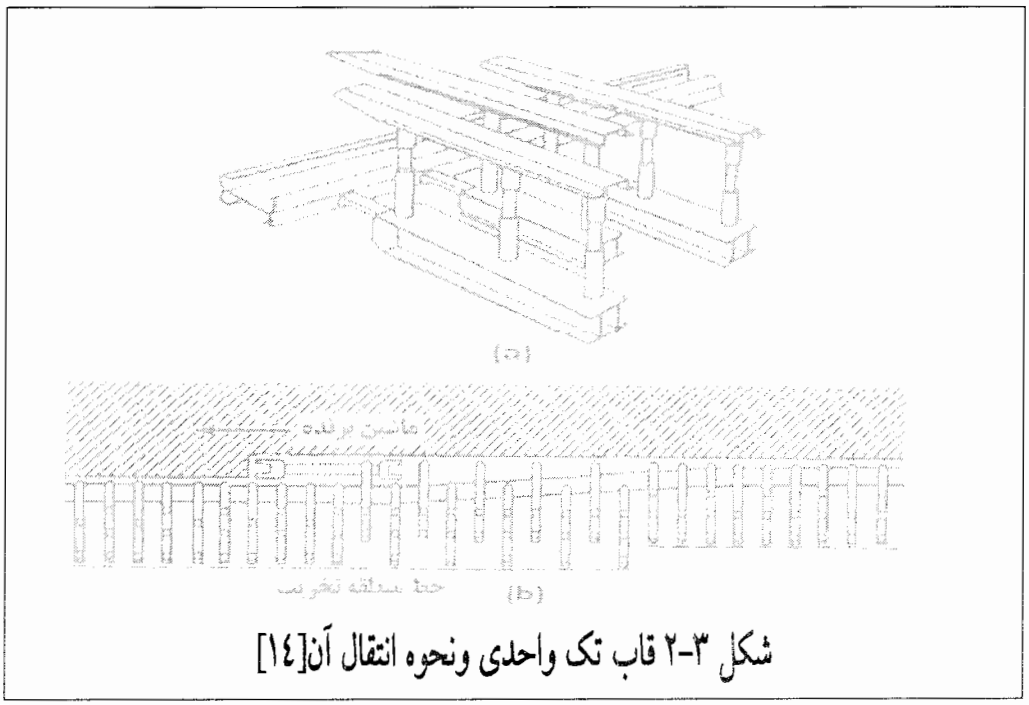
قاب : بسیار ساده است و بصورت تکی و عموما بصورت واحدهای دوتایی استفاده می‌شود. دو واحد قاب با یک جک هیدرولیکی بهم متصلند و کل سیستم به ناوزنجیری متصل است. شکل ۳-۱ واحد قاب دوتایی به همراه نحوه انتقال قاب به جلو را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱ قاب دوتایی و نحوه انتقال آن [۱۵]

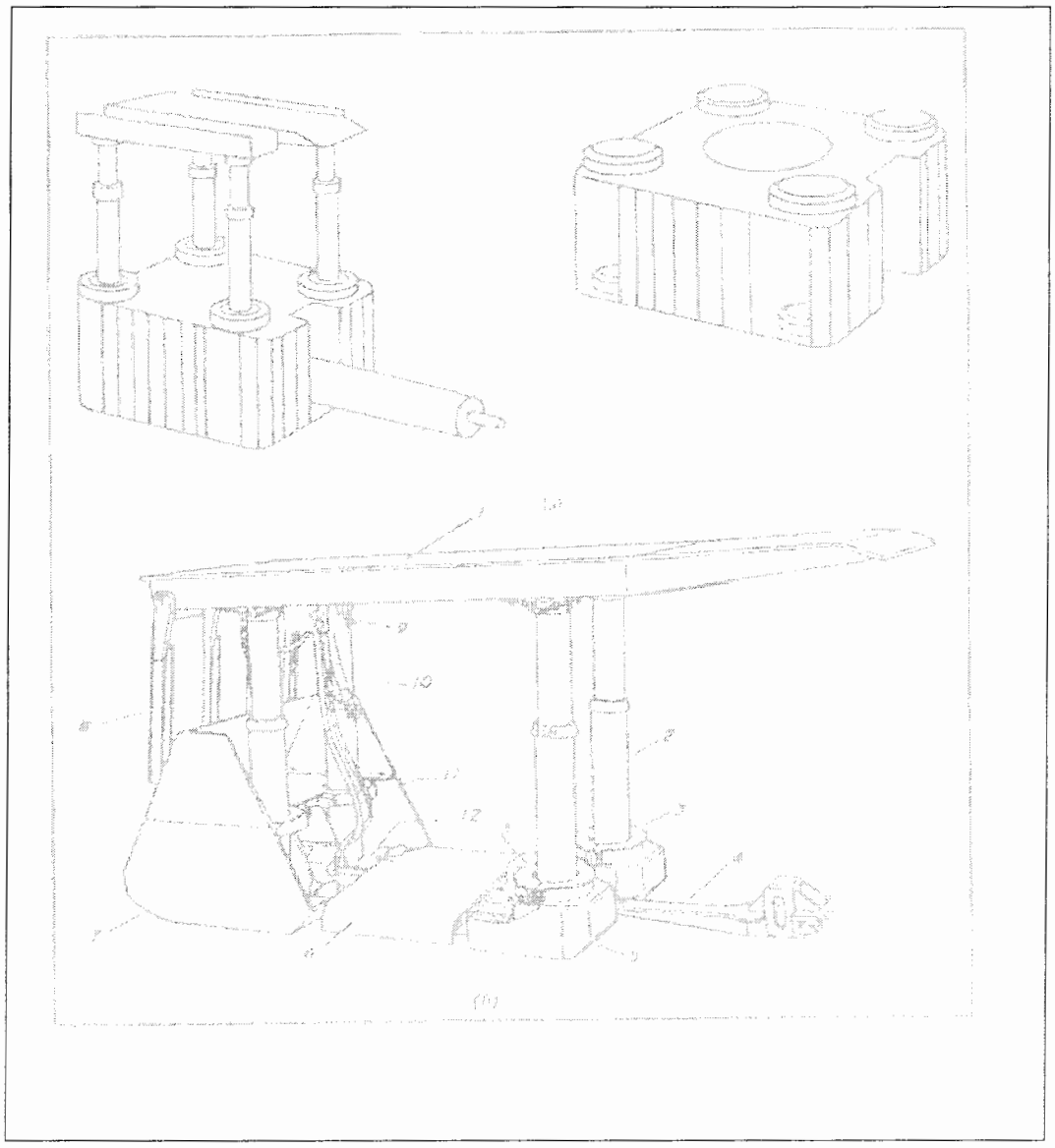
[1] Canopy
[2] Caving shield
[3] Frame
[4] Chock

در نوع تک واحدی قاب‌ها مطابق شکل (۳-۲) و به صورت یک در میان بـه جلـو منتقـل می‌شـوند. از مزایای اصلی قابها سادگی و انعطاف پذیری آنها و از معایب آنها نداشتن سپر عقب و اتصال زنجیری و نـیز پایداری که آنها را می‌توان نام برد. بعلاوه در اینگونه وسایل نگهداری فضای باز بین دو تکـه قـاب ممکـن است باعث شود که مواد تخریبی از پشت کارگاه بداخل کارگاه ریخته شود و باعث ایمنی کمتر در کارگـاه گردد. از اینرو قابها را معمولا در شرایطی که سقف سست و دارای مشکلات موضعی باشد بکار نمی‌برند.



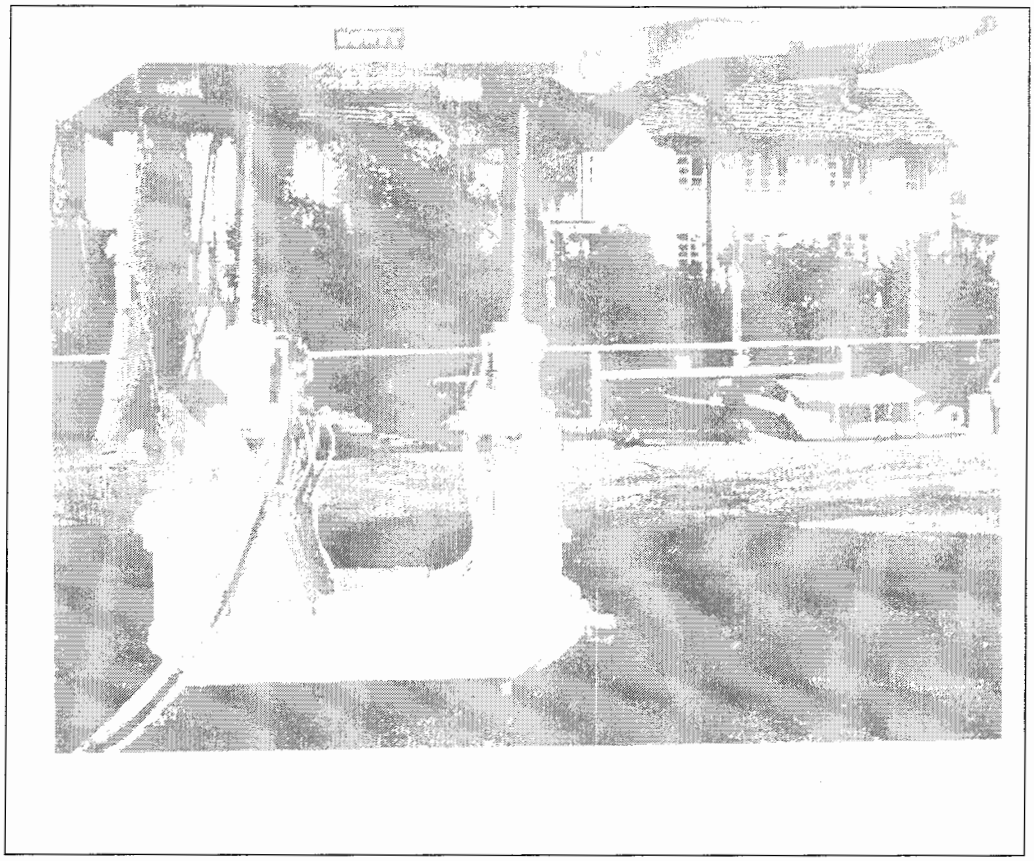
شکل ۳-۲ قاب تک واحدی ونحوه انتقال آن[۱۴]

گوه : اولین مدل گوه شامل یک پیستون افقی و چهار پیستون قائم بود (شکل۳-۳). پیستونهای قائم سقف را نگهداری می‌کنند و پیستون افقی ناوزنجیری را بجلو می‌راند. در این نوع نگهدارنده آسمانه و پایه هر دو یکپارچه‌اند یا از دو قسمت تشکیل شده‌اند و توسط میله‌های فولادی بهم متصل شده‌اند. در بعضی از مدلهای کوچک سپر باطله نیز در عقب نگهدارنده نصب می‌شود. شکل (۳-٤) نمونه ای از گوه سپردار چهارپایه را نشان می دهد.



شکل(۳-۳)نگهدارنده گوه [۱٤]

گوه‌ها برای سقفهای متوسط تا محکم مناسب می‌باشند. هنگامی‌که سقف در محل فرو ریخته آویزان باقی بماند و نیاز به فرو ریزش ساختگی باشد. گوه‌ها دسترسی به محل فرو ریخته را امکان‌پذیر می‌سازند.

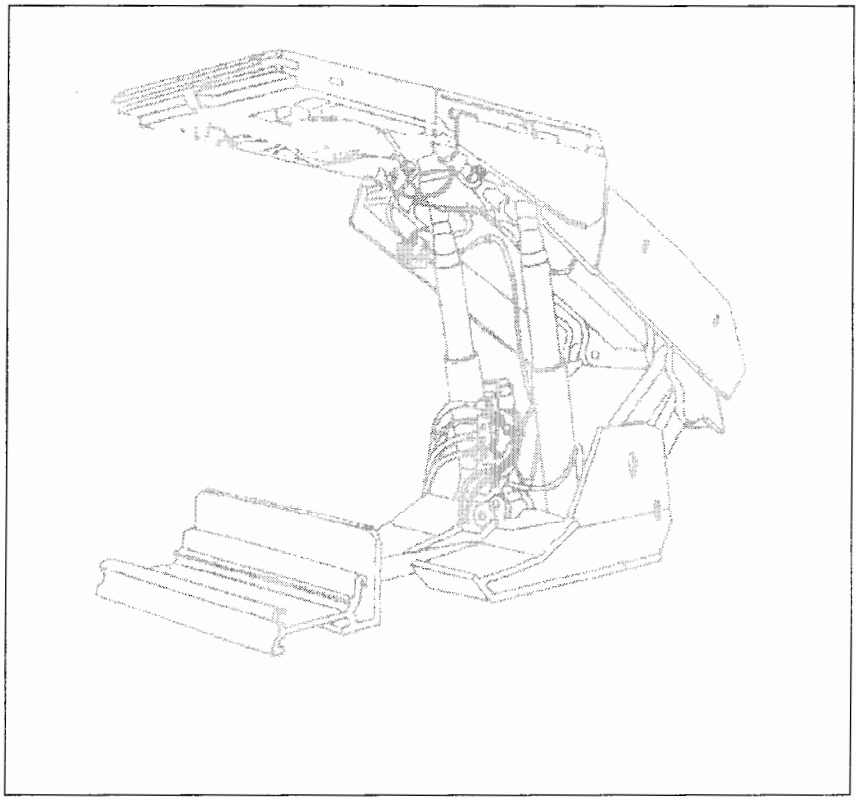


شکل ۳-٤ گوه سپردار چهار پایه [١٦]

سپر: این نوع نگهدارنده‌های قدرتی اولین بار در سال ۱۹۷۵ توسط شرکت معدنی (Consolidation) در معادن (Shoemaker) کار برده شد. از سپرها برای کار در کارگاههای که براحتی تخریب می‌شوند استفاده می‌شود. این نگهدارنده‌ها شامل یک صفحه شیبدارند که انتهای پایینی آن به صفحه تکیه گاه افقی روی کف و انتهای پایینی آن به آسمانه افقی متصل است. تفاوت عمده سپر با دو نوع قبلی نگهدارنده‌های قدرتی وجود همین صفحه شیب دار می‌باشد که در عقب نگهدارنده نصب می‌شود و در هنگام حرکت پایداری مناسبی به نگهدارنده می‌دهد.

از مزایای سپر در مقایسه با قاب و گوه می‌توان به محدود کـاری وسـیع سـپرها، حفـاظت کـامل از منطقـه تخریب شده، پایداری و مقاومت زیاد در برابر بارهای جانبی. قابلیت معدنکاری در شرایط نامطلوب سـقف بدون نیاز به برجای گذاشتن زغال در سقف و همچنین کاهش خطرات مربوط به کابل‌ها و شیلنگ‌ها اشـاره نمود.

سپر گازانبری (شکل ۳-۵- الف) فقط دارای یک اتصال بین سپر کف و سپر تخریب می‌باشد بترتیبی

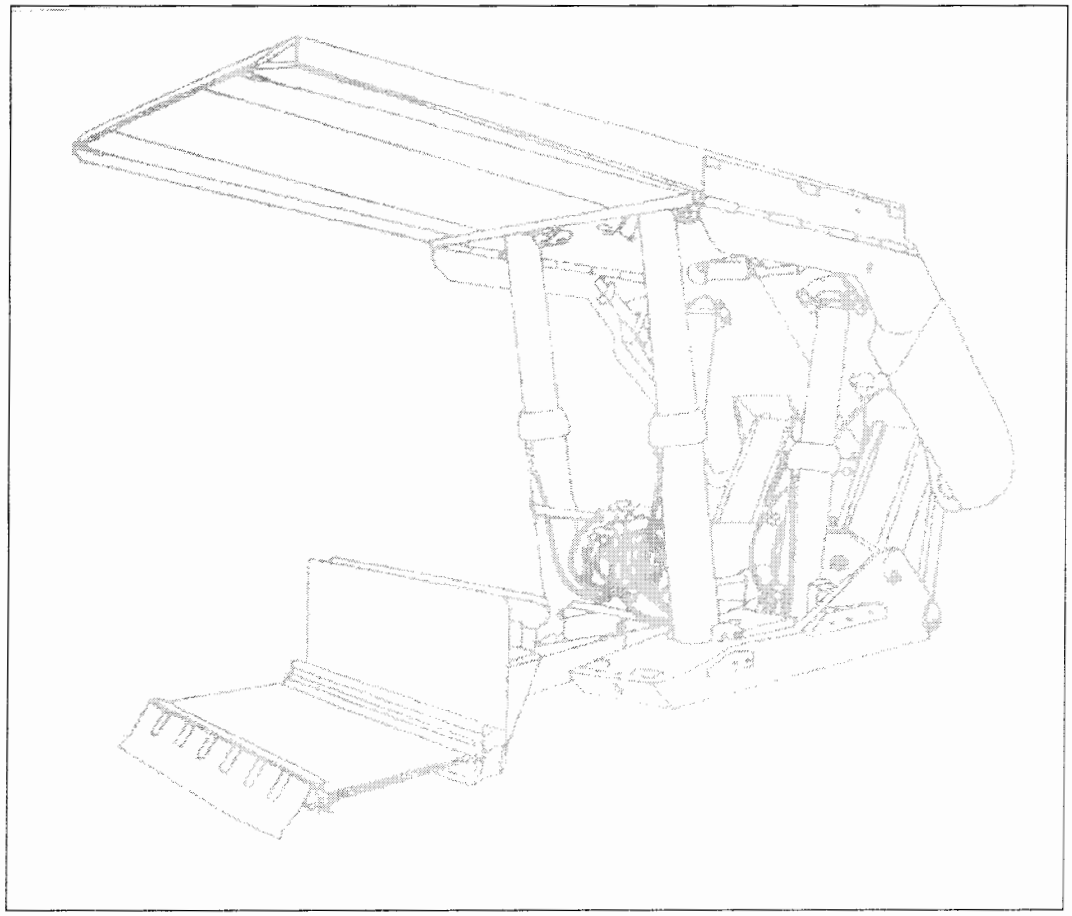


شکل(۳-۵)الف-سپرهای دوپایه[۱٤]

که با باز شدن سیلندر هیدرولیکی لبه آسمانه از جبهه کار دور و با جمـع شـدن آن بـه جبهـه کـار نزدیـک می‌شود. در سپر اتصال زنجیری، یک اتصال خاص بین سپر تخریب و کف وجود دارد که همواره فاصله ای ثابت بین جبهه کار و لبه آسمانه را در موقع بالا و پایین رفتن سیلندرهای هیدرولیکی حفظ می‌کنـد. (شـکل ۳-۵ ب).در این حالت سیستم تشکیل یک اهرم دو بازویی را می‌دهد. در سیلندر چهار پایه، دو پایه عقبـی بین تکیه گاه و خود سپر عمل می‌کنند. در حالی که دو پایه جلوی بین تکیه گاه و آسمانه عمل می‌کند.

تفاوت اصلی سپر دوپایه باسپر چهار پایه آن است که سپر دو پایه قادر به اعمال نیروی افقی می‌باشد. این نیروی افقی فعال علاوه بر پایدارسازی بیشتر سپر دو پایه در مقایسه با سپر چهار پایه در نگه داشتن سقف بلافاصل شکافدار یا شکننده نیز موثر است. اما در سپرهای چهار پایه بدلیل خنثی شدن نیروی افقی پایه‌های پیشین توسط پایه‌های پسین، این نیرو وجود ندارد. با بکار بردن سپرهای دو پایه در معادن مختلف و بررسی نتایج حاصله ملاحظه شد که در هر صورت کارآرایی این نوع سپرها بیشتر می‌باشد. در حال حاضر نیز روز به روز ظرفیت سپر دوپایه و کاربرد آن افزوده می‌شود. این نوع سپر خصوصا در حالتی که سقف بلافاصل ضعیف و سست باشد بهترین کارآیی را دارد.

از مزایای سپرها رکورد ایمنی خوب، هزینه نگهداری پایین در مقایسه با گوه، راحتی حمل و نقل و

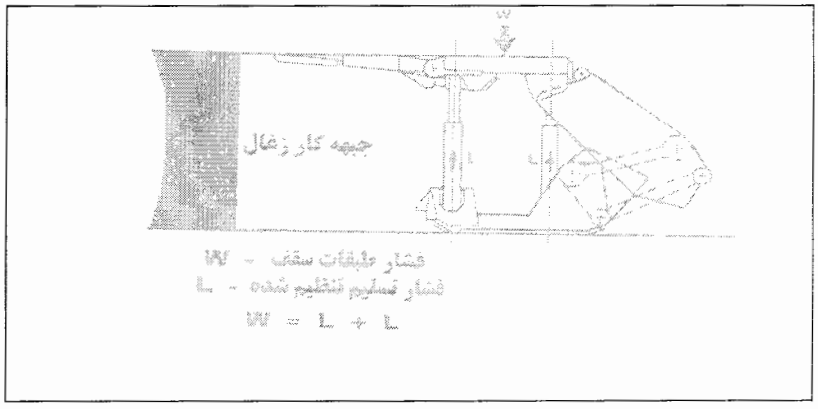


شکل (۳-۵)ب-سپر چهارپایه

نصب آسان، انعطاف پذیری بالا در برابر تغییر ضخامت لایه، جابجایی افقی کم باطله (که در سقفهای سست و شکننده یک مزیت مهم بشمار می‌آید).

سادگی و محکم بودن ساختمان سپر، جدایی کامل سقف تخریب شده از محل جبهه کار و مقاومت بالا در مقابل نیروهای جانبی، و از معایب آن هزینه‌های سرمایه‌ای بالا، ایجاد سطح مقطع کم در جبهه کار (مسایل گرد و غبار زیاد و مشکل کنترل آنها)، سنگینی سپرها، و محدودیت کاربرد در شیب‌های زیاد (بیشتر از ۳۰ درجه) می‌باشد.

سپر گوه ای : مطابق شکل (۳-٦) در سپر گوه ای پایه‌ها بصورت قائم بین آسمانه و صفحه نگهدارنده کف قرار گرفته‌اند. سپر گوه ای هم از کارآیی گوه و هم از پایداری جنبشی سپر برخوردار است. این نوع نگهدارنده بدلیل داشتن آسمانه طویلتر قابل ساخت در ظرفیت‌های بیشتر نیز می‌باشد. که این ویژگی از مزایای بسیار مطلوب سپر گوه ای است.



شکل (۳-٦) سپر گوه ای[۱۷]

۳-٤-۱-۲-انتخاب نگهدارنده‌های قدرتی

شرایط زمین شناسی وتنشها مهمترین عوامل در انتخاب نگهداری‌های قدرتی هستند. بعلاوه پارامترهایی از قبیل تسلیم نهایی، ضخامت متوسط لایه، ماهیت سقف بلافصل و کف نیز باید مد نظر قرار گیرد. این پارامترها می‌توانند بر کنترل لایه‌های بالای لایه زغالسنگ و هزینه سیستم نگهداری اثر بگذارند.

در صورتی که از نگهدارنده‌های با ظرفیت تسلیم کم در کارگاهی با سقف محکم که به سختی تخریب می‌شوداستفاده شود، فشارهای کافی به سقف از طرف نگهدارنده‌ها تامین نمی‌شود و سقف کارگاه همراه با پیشروی جبهه کار تخریب نمی‌گردد. در این شرایط طول زیادی از سقف بدون نگهداری باقی می‌ماند و در نتیجه فشار زیادی به نگهدارنده‌ها وارد می‌شود. بر عکس اگر نگهدارنده با ظرفیت تسلیم بالا در یک سقف ضعیف بکار رود، باعث فرو رفتن آسمانه در سقف شده و استفاده غیر ضروری از نگهدارنده‌های قدرتی گران قیمت، باعث افزایش بی مورد هزینه نگهداری می‌شود. بنابراین باید نگهدارنده‌های قدرتی با ظرفیت صحیح و متناسب با شرایط انتخاب شود.

۳-٤-۲- ماشینهای زغال کن

جهت بالا بردن میزان تولید، ایجاد تولید پیوسته در جبهه کار طولانی در کنار سایر تجهیزات مورد استفاده، بکار بستن ماشینهای زغال کن بسیار ارزنده می‌باشد. ماشینهای زغال کن در انواع مختلفی طراحی شده‌اند، اما خیلی از آنها در حد طراحی ماند و بعضی از آنها نیز پس از تولید منسوخ گردید. از دهه ۱۹۷۰ به بعد تنها چهار نوع از این ماشینها که عبارتند از : شیرر لودر[1]، ترپنر[2]، ترپن شیرر[3] و رپید پلاو، مورد استفاده قرار می‌گرفت.

اما از دهه ۱۹۸۰ به بعد از چهار نوع ماشین زغال کن یاد شده در بالا تنها شیرر و در شرایط خاص از رنده استفاده می‌شود. امروزه نیز این دو نوع ماشین معمولترین ماشینهای برش زغال در روش جبهه کار طولانی می‌باشند.

---

[1] Loader

[2] Trepanner

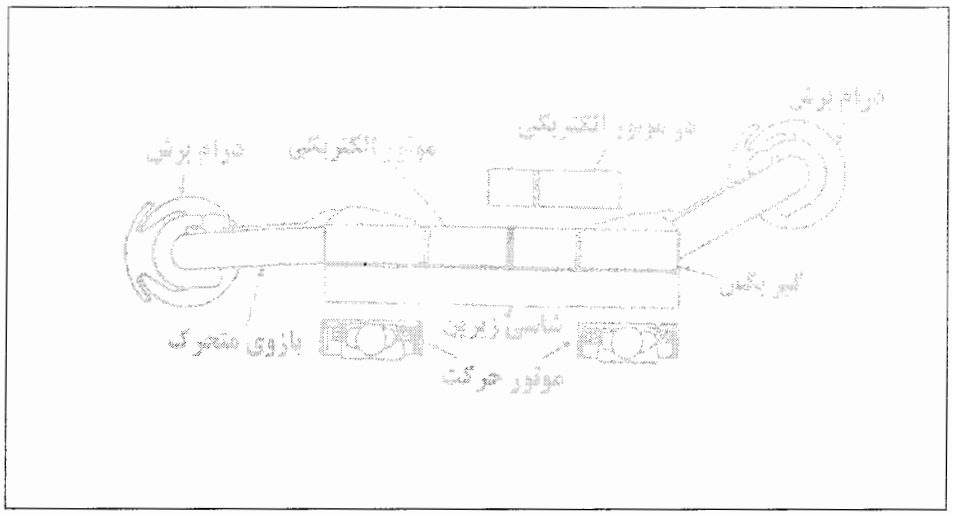
[3] Trepan Shearer

۳-٤-۲-۱- انتخاب نوع ماشین زغال کن

مهمترین ملاک در انتخاب نوع ماشین زغال کن، ضخامت لایه زغالسنگ می‌باشد. در لایه‌های با ضخامت کمتر از ۱/٦ متر استفاده از شیرر مدرن با پتانسیل بالا با مشکل مواجه می‌شود. در اینگونه موارد استفاده از رنده عملی تر می‌باشد. از طرف دیگر برای لایه‌های ضخیمتر از حدود ۱/۸ متر رنده ناپایدار می‌شود و نمی‌تواند بطور صحیح در موقعیت برش قرار گیرد. لذا در لایه‌هایی با ضخامت بیش از ۱/۸ متر استفاده از شیرر به لحاظ فنی و تولیدی موثر تر است.[۲]

۳-٤-۲-۲- شیرر لودر

شیرر لودرها ماشینهای نسبتا باریکی هستند که روی ناوزنجیری جبهه کار حرکت می‌کنند و معمولا یک برش با عمق ٦۰ تا ۹۰ سانتیمتر ایجاد می‌نمایند. این نوع ماشین زغال کنی برای اولین بار در سال ۱۹۵۲ در انگلستان ساخته شد. شیررها علی رغم آنکه انواع مختلف دارند دارای چندین عضو مشترکند. به عنوان نمونه شیرر دو طبلکه با بازوی متحرک که در شکل (۳-۷) نشان داده شده، از چهار جزء اصلی، موتورهای الکتریکی، سردنده‌ها، دستگاه محرک و طبلکها تشکیل یافته است.



شکل(۳-۷)اجزای اصلی شیرر[۱٤]

علاوه بر اجزای یاد شده، شیرر مجهز به پمپ‌های هیدرولیکی، شیرهای کنترل برای بکارانداختن بازوهـــا و کلاهک‌های متحرک از کلاهکهای متحرک جهت افزایش کارایی بار کردن زغالسنگ استفاده می‌شود.)، خرد کننده قطعات بزرگ زغالسنگ ، افشانه‌های آب و غیره می‌باشد.

موتور الکتریکی باید قدرت لازم برای گرداندن طبلکـها و همچنیـن بکـاراندانختن پمپـهای هیدرولیـک دستگاه محرک و سر دنده‌های طبلگ شیرر را تامین می‌نماید . شیررهای پرظرفیت عموما مجهز به دو موتور الکتریکی هستند. یکی از این موتورها برای بکارانداختن دســتگاه و یکـی از سـر دنده‌هـا، و دیگـری بـرای سردنده دیگر و تجهیزات جانبی بکار برده می‌شوند.

موتور الکتریکی دستگاه محرک و سر دنده‌ها مجموعا بدنه شیرر را تشـکیل می‌دهنـد کـه روی شاسـی سوار شده‌اند. شاسی مجهز به چهار کفشک لغزان است. کفشکهای ســمت جبهـه کـار روی میلـه راهنمـای طرف جبهه کار ناوزنجیری حرکت می‌کنند و دو کفشک طرف محل فرو ریختـه بـه لولـه راهنمـایی وصـل شده‌اند که از خروج مسیر آنها جلوگیری می‌نماید. معمولا سرعت حرکت بدون بار شیرر حدود ۱٤ مـتر در دقیقه است. وزن آن تا حدود ٦۰ تن و عمق برش آن نیز حتی تا ۱/۲ متر هم می‌رسد.

جهت بالا و پایین بردن طبلکها بمنظور برش زغالسنگ در طول جبهه کار نیاز به بازوهایی می‌باشد. این بازوها را باید توسط سیستمی کنترل نمود که بدین منظور در شیررها بازوهای متحرکی نصب می‌شود. این بازوها بطور هیدرولیک به بالا و پایین حرکت می‌کنند و طبلک همراه خود را هم به حرکت درمی‌آورد.

برای اینکه طبلک شیرر در حین برش زغالسنگ از مسیر خود خارج نشود، باید حجم مایع هیدرولیکی به داخل بازوی شیرر وارد می‌شود ثابت بماند. این عمل باعث می‌شود که عملیات کندن زغالسنگ بنحو مناسبی انجام پذیرد و همچنین جبهه کار تمیزی نیز فراهم آید. بمنظور ثابت نگه داشتن حجم مایع هیدرولیک سیستمی‌به نام شیرهای کنترل را بر روی شیرر نصب می‌کنند. با وارد حجم مورد نیاز مایع این شیر بسته می‌شود و در نتیجه بازو و طبلک همراه آن در حین عملیات زغال کنی ثابت می‌ماند.

یکی از ویژگی‌های بسیار مفید در استفاده از شیررها، قابلیت بارگیری همزمان با کندن زغالسنگ توسط شیررها می‌باشد. از آنجا که حجم تولید شیررها بالاست، معمولا عملیات بارگیری توسط خود شیرر با مشکل مواجه خواهد شد و زغالسنگ استخراج شده بطور کامل بر روی ناوزنجیری ریخته نمی‌شود. یکی از راههای مناسب جهت افزایش کارایی شیررها در زمینه بارگیری زغالسنگ کنده شده نصب کلاهک‌های متحرک در پشت شیررها می‌باشد. این کلاهکها به عمل بارگیری شیرر کمک فراوان می‌کند.

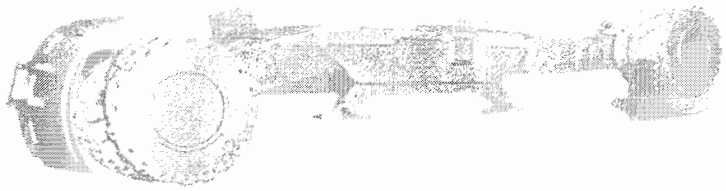
از آنجا که با پیشرفت تکنولوژی ساخت شیررها امکان استفاده از سرعتهای بالا در استخراج زغالسنگ فراهم شده است. مشکلات تولید گرد و غبار نیز حائز اهمیت شده است. وجود گرد وغبار مانع پیشروی سریع جبهه کارها خواهد شد. یکی از مهمترین پیشرفتها در ساخت شیررها نصب افشانه‌های آب روی مته شیرر جهت آب پاشی جبهه کار در حین برش زغالسنگ می‌باشد. در این روش آب از طریق منافذی که در روی مته نصب شده روی طبلک شیرر قرار دارند، خارج می‌شوند و گرد و غبار ناشی استخراج زغالسنگ را تا حد بسیار مطلوبی فرو می‌نشاند.

دور طبلک شیرر پره‌های مارپیچی وجود دارد که بر روی آنها مته‌هایی نصب شده است. علت اینکه پره‌ها بطور مارپیچی بر روی طبلک شیرر نصب می‌شوند این است که زغالسنگ کنده شده از طریق شیارهایی که بین حلقه‌های مارپیچی بوجود می‌آید، بسمت ناوزنجیری در پشت یا زیر شیرر هدایت شود و کارآیی بارگیری زغالسنگ کنده شده توسط شیرر افزایش یابد. اصولا تعداد ردیفهای مته و تعداد مته‌ها در هر ردیف بستگی به طراحی شیرر دارد. طراح بسته به ویژگی‌های زغالسنگ از قبیل سختی، خرد شدگی و همچنین ابعاد زغالسنگ استخراجی به طراحی شبکه مته‌های روی طبلک می‌پردازد.سرعت گردش طبلک حدود ۲۵ دور در دقیقه است. امروزه تمایل به سمت استفاده از مته‌های کمتر ولی بزرگتر و سرعت طبلک کمتر بمنظور افزایش کارایی برش و تولید گرد وغبار کمتر می‌باشد.

اولین شیرر ساخته شده دارای یک طبلک استوانه ای شکل ثابت بود. این شیر بسیار ساده بود و تنها در حین حرکت به جلو بصورت یک طرفه عمل کندن زغال را با برش نسبتا باریکی (حدود ۵۰ سانتیمتر) انجام می‌داد. این ماشین هنگام انتقال از بالا به پایین شیب زغال را برش داده و در هنگام برگشت عمل تمیزکاری جبهه کار را انجام می‌دهد. با پیشرفت در ساخت تجهیزات زغال کنی، این سیستم اصلاح شد و طبلک‌های بصورت مارپیچی طراحی گردید. این شکل طبلک به هدایت زغال به روی ناوزنجیری نیز کمک می‌کرد.

در مرحله بعد جهت کامل شدن محفظه مارپیچ و ایجاد یک ناوزنجیری مارپیچ یک محافظ در پشت طبلک به ماشین زغال کن وصل شد. (شکل (۳-۸)). که برای جلوگیری از پرتاب زغالسنگ به قسمت استخراج شده و هدایت زغال به روی ناوزنجیری بکار می‌رود. در صورتی که هم در حین رفت و هم در حین برگشت عمل برش زغال انجام می‌شود..ممکن است این محافظ در انتهای جبهه کار موقعیتش نسبت به طبلک عوض شود و در سمت مخالف حالت اول قرار گیرد.

نوع اول شیررها که طبلک ثابتی دارند جهت استفاده در لایه‌های با ضخامت یکنواخت مناسب می‌باشد، زیرا ارتفاع طبلک روی شیرر ثابت است. در صورتی که از این نوع شیرر در لایه‌های با ضخامت متغیر استفاده شود، از آنجا که طبلک قابل حرکت به بالا و پایین نیست، همواره مقداری از زغالسنگ استخراج نمی‌شود و یا مقداری از سنگهای باطله سقف و کف کارگاه استخراج نیز، با زغالسنگ ترکیب می‌شود و از کیفیت زغالسنگ استخراجی می‌کاهد.



شکل (۳-۸)محافظ پشت طبلک شیرر[۱۸]

از آنجا که استفاده از شیرر با یک طبلک ثابت مناسب برای لایه‌های ضخیم نبود، دو طبلک ثابت در دو طرف شاسی شیرر نصب شد (شکل ۳-۹). با این کار توان تولیدی در لایه‌های ضخیم افزایش یافت اما مشکلات مربوط به عدم انعطاف پذیری شیررها جهت حرکت طبلک‌ها به بالا و پایین در استخراج لایه‌های با ضخامت متغیر همچنان برجا ماند.

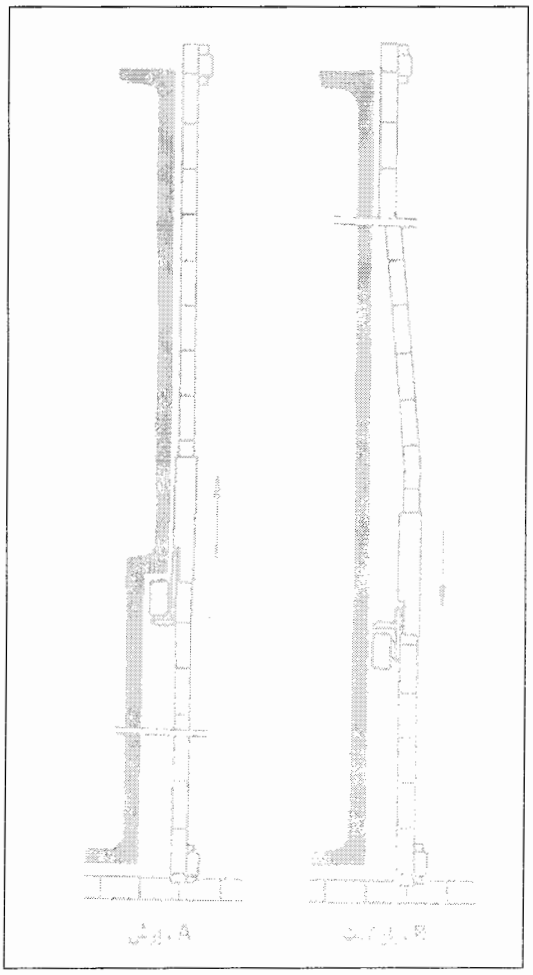
روشهای برش با شیررها از لحاظ جهت برش معمولا به دوشکل یکطرفه و دو طرفه می‌باشد. در برش یکطرفه، شیر تنها در یکسو می‌برد و در سفر بازگشت بارکردن باقیمانده زغالسنگ ریخته شده و در حقیقت عمل تمیز کردن جبهه کار انجام می‌شود. ممکن است که بازگشت شیرر بطور ساده و بدون انجام عملیات خاصی نیز انجام شود ولی در هر صورت مقداری از زغالسنگ که در رفت کنده نشده در سفر بازگشت از جبهه کار استخراج می‌شود. در این روش کارآیی بارکنندگی بسیار زیاد است.

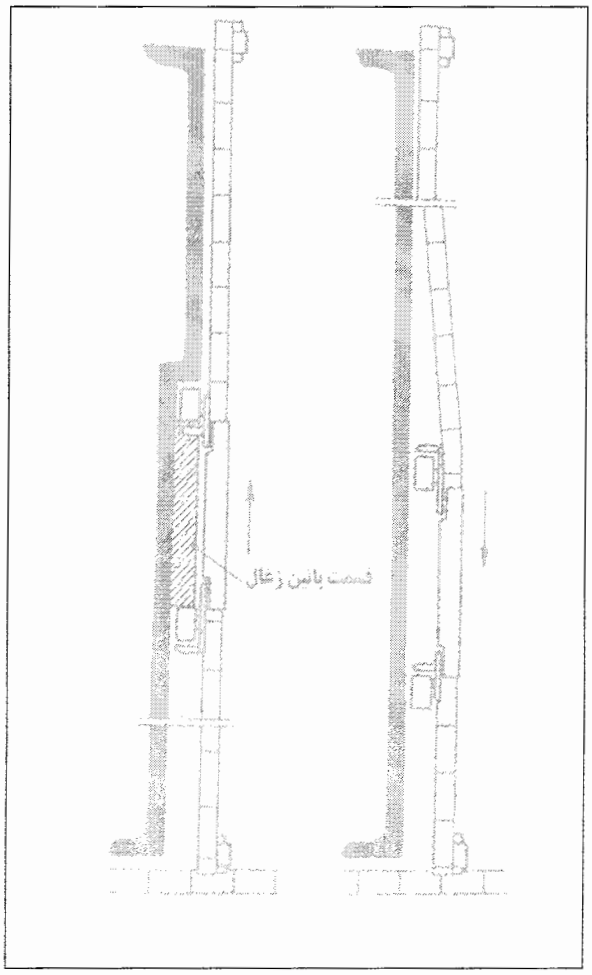
بر اساس مشاهدات انجام شده میانگین ضخامت زغالسنگ باقیمانده در کف لایه پس از سفر بارکردن و تمیز کردن کمتر از سه سانتیمتر است و هنگام پیشروی، ناوزنجیری به راحتی به جلو رانده می‌شود. در حین سفر بازگشت، شیرر می‌تواند ته زغال باقیمانده بر اثر جهش طبلک در سفر برش را ببرد در نتیجه کف همیشه صاف باقی می‌ماند.

شکل (۳-۹)شیرر دوطبلکه با بازوی ثابت [۱۸]

عیب اصلی برش یکطرفه، بریدن تنها یک پوسته از زغالسنگ در هر سفر رفت و برگشت می‌باشد. از اینرو زمان استفاده از ماشین برای برش زغال پایین است. روش برش یکطرفه با دو نوع شیرر یک طبلکه و دو طبلکه را در شکلهای (۳-۱۰) و (۳-۱۱) ملاحظه می شود . برش یکطرفه بیشتر با شیررهای با طبلک ثابت کاربرد دارد.

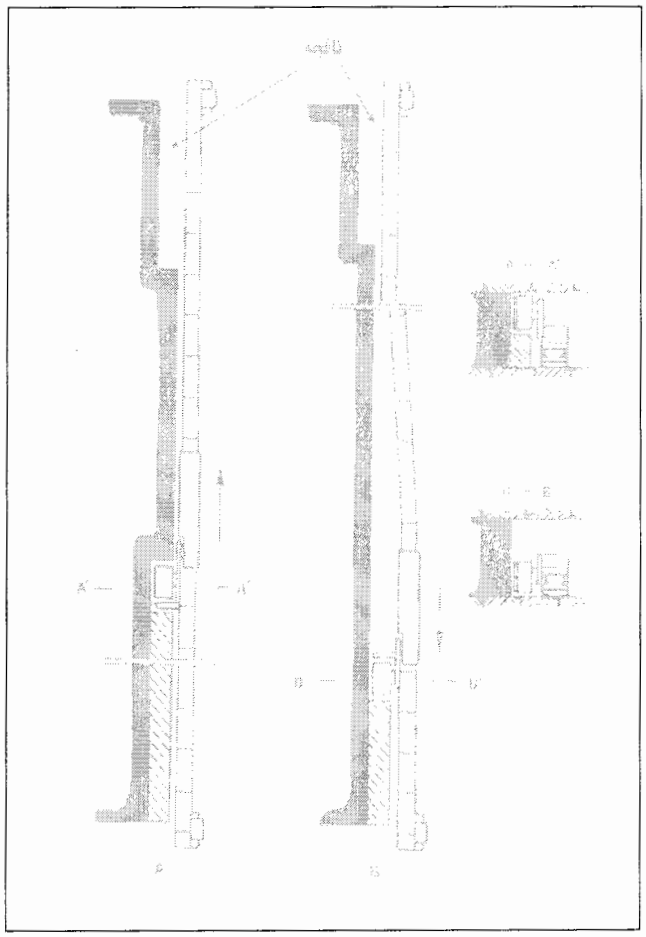
در برش دو طرفه، برش، هم در سفر رفت و هم در سفر بازگشت انجام می‌شود. سیکل کامل معدن کاری، استخراج کل ارتفاع لایه و بدنبال آن پیشروی ناوزنجیری و نگهدارنده‌های قدرتی را دربر می‌گیرد. امروزه این روش در پهنه‌ها بکار گرفته می‌شود. شکلهای (۳-۱۲) و(۳-۱۳) برش دوطرفه با شیرر یک طبلکه و دو طبلکه را نشان می‌دهد.



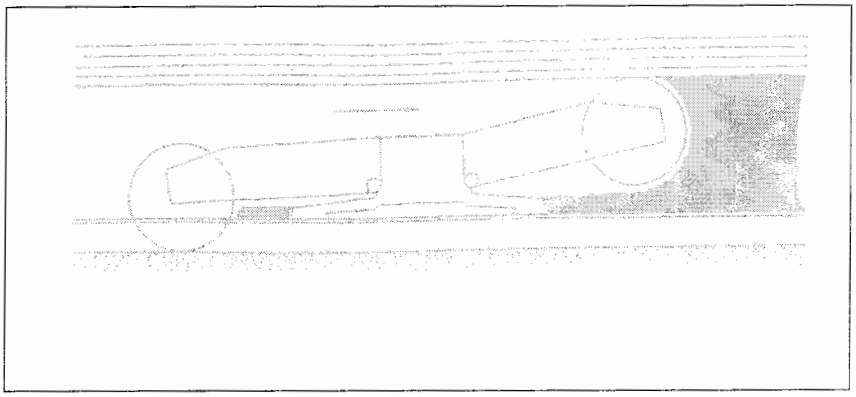


شکل (۳-۱۰) برش یکطرفه با شیرر یک طبلکه[۱۴] شکل (۳-۱۱) برش یکطرفه با شیرر دوطبلکه[۱۴]

جهت رفع مشکل یاد شده و افزایش کارایی شیررها، سعی بر این شد که در شیررها از بازوی متحرک استفاده شود. با این تفکر نسل جدیدی از شیررها به بازار آمدند و تحول مهمی‌را در استخراج زغالسنگ در جبهه کار طولانی ایجاد کردند. این شیررها بصورت یک طبلکه و دو دوطبلکه در بازار عرضه شدند.



شکل (۳-۱۲) برش دوطرفه با شیرر یک طبلکه[۱٤]



شکل (۳-۱۳) برش دوطرفه با شیرر دوطبلکه[۱٤]

الف: شیرر یک طبکه با بازوی متحرک (SERDS)

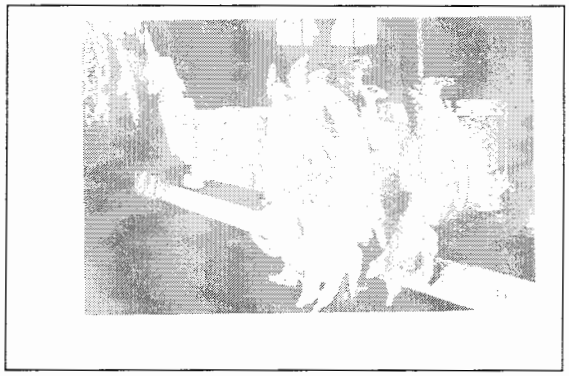
تا حدود ۱۵ سال پیش این نوع شیرر معمول ترین شیرر مورد استفاده در معادن زغالسنگ جبهه کار طولانی بود. در شیرر یک طبکه با بازوی متحرک، بازو به کمک کنترل هیدرولیک بالا و پایین برده می‌شود. در صورتی که لایه زغالسنگ از حد معینی ضخیم‌تر باشد. این شیرر از بریدن تمام ضخامت لایه در یک نوبت ناتوان می‌ماند وبرای کامل کردن برش، ناگزیر از برش در برگشت می‌باشد. شکل (۳-۱٤) یک نوع شیر یک طبکه بابازوی متحرک را نشان می‌دهد. همچنین شکل(۱۵-۳)این نوع شیرر را در حین کار یک جبهه کار طولانی بتصویر کشیده است.

شکل (۳-۱٤)شیرر یک طبکه با بازوی متحرک[۱۸]

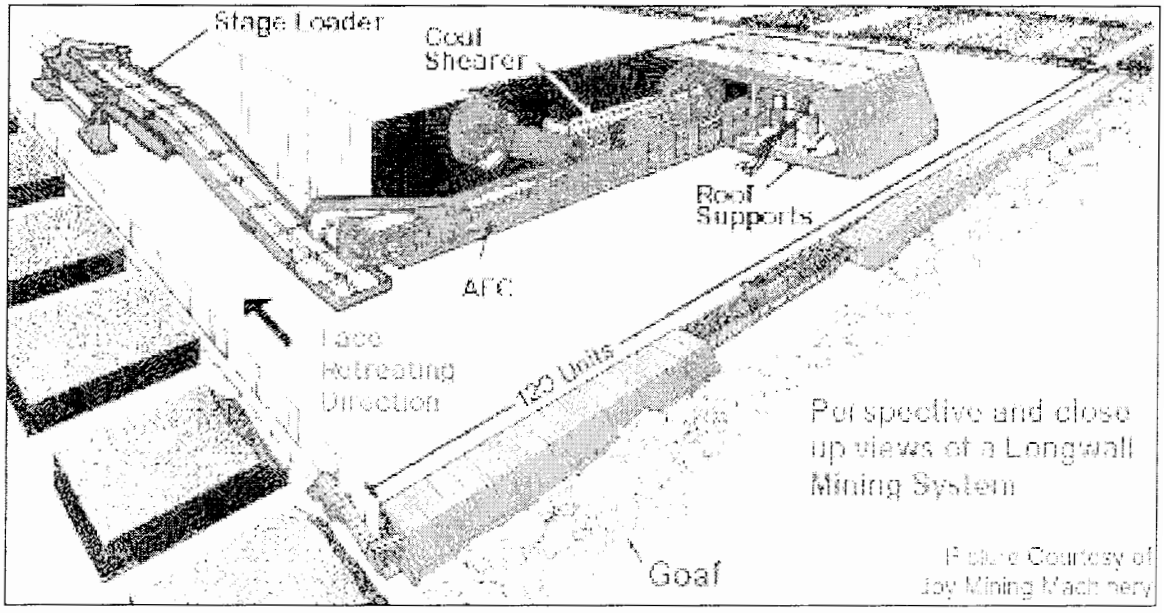
شکل (۳-۱۵)شیرر یک طبکه با بازوی متحرک در حال کار[۱۹]

ب: شیرر دوطبلکه با بازوی متحرک

این شیرر امروزه معمولترین ماشین زغالکنی در جبهه کـار طولانـی لایـه‌های بـا ضخـامت مناسـب می‌باشد. شکل (۳-۱۶ الف) این مدل از شیرر را نشان می‌دهد. شیرر دوطبلکه بـا بـازوی متحـرک، در یـک عبور، برش کاملی از زغال را برداشته و بدون هیچگونه کاهش تولیدی، انعطافپذیری مناسبی نیز دارد. (شکل ۳-۱۶ ب) چگونگی انجام عملیات را در یک سیستم جبهه کار طولانی نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۶ الف - شیرر دو طبلکه با بازوی متحرک [۱۸]



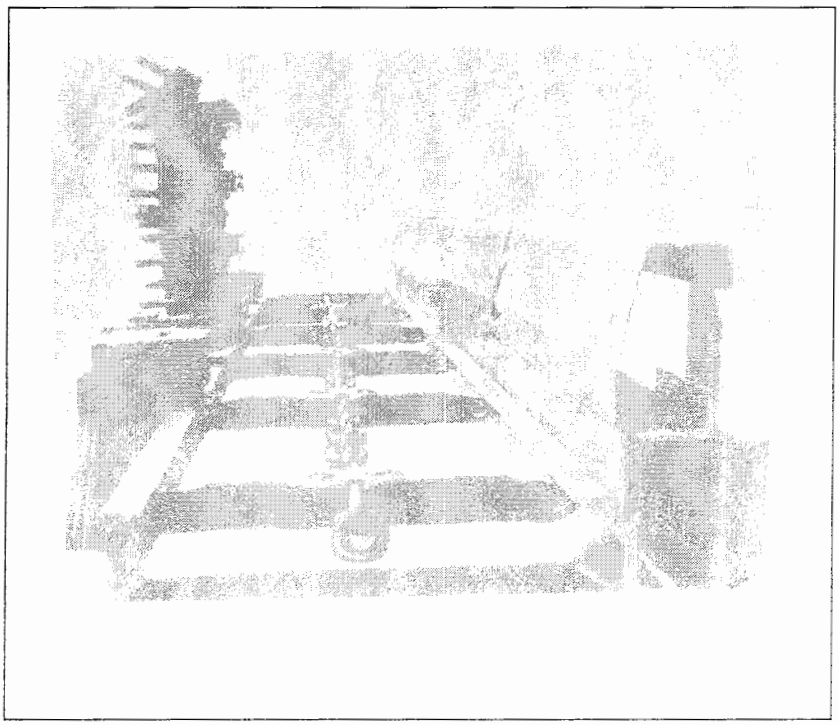
شکل (۳-۱۶ ب)یک شیرر در حال کار در سیستم استخراج Longwall [۱۸]

مهمترین پارامترهایی که در حین انتخاب شیرر باید تعیین شوند شامل ارتفاع استخراج و سرعت حرکت شیرر می‌باشد. پارامترهای دیگر از قبیل قدرت موتور، تعداد مته بر روی طبلک و غیره، همگی به نحوی تابع این دو پارامتر هستند.

۳-٤-۲-۳- رنده‌ها

رنده برای اولین بار در سال ۱۹٤۰ در آلمان مورد استفاده قرار گرفت و بتدریج کامل شد. این ماشین جهت حفر یک تیغه از زغال به عمق ۵ تا ۱۸ سانتیمتر بصورت رنده کردن بکار می‌رود. امروزه در جبهه کار طولانی تمام مکانیزه و بزرگ، رنده‌ها کاربرد زیادی ندارند و اصولا در شرایط زمین شناسی خاص قابل استفاده‌اند. شکل (۳-۱۷) یک نوع رنده را نشان می‌دهد.

رنده بر روی لبه ناوزنجیری سوار می‌شود و در فضای بین ناوزنجیری و جبهه کار حرکت می‌کند. رنده بواسطه اعمال فشار افقی جکهای هیدرولیکی و پنوماتیکی روی قاب ناوزنجیری در مقابل جبهه کار نگهداشته می‌شود.



شکل (۳-۱۷) رنده بهمراه ناوزنجیری[۱٦]

فاصله جکها به سختی زغالسنگ بستگی دارند و جکها معمولا در فواصل ۳ تا ۸ متر نصب می‌گردند. ارتفاع رنده با توجه ضخامت لایه زغالسنگ تعیین می‌شود. معمولا ارتفاع رنده به میزان یک دوم تا دو سوم ضخامت متوسط لایه زغال انتخاب می‌شود. سرعت رنده بین ۰/۵ تا ۲ متر در ثانیه متغیر است.

رنده شامل تیغه، زنجیر کشش، جعبه دنده، لوله راهنما، وسایل محافظ زنجیر، موتور الکتریکی و واحد کنترل آن می‌باشد. سرمته‌های واقع در روی تیغه رنده شبیه چاغوست. تیغه رنده مانند طبلک شیرر بوده اما دارای هیچگونه تجهیزات موتوری نمی‌باشد. رنده بواسطه اعمال نیروی کششی توسط زنجیر کشش، در طول جبهه کار حرکت می‌کند و زغالسنگ جبهه کار را رنده می‌نماید. نیروی کشش لازم برای حرکت رنده در طول جبهه کار توسط سردنده‌هایی که در دو طرف جبهه کار نصب شده فراهم می‌شود. از مزایای رنده‌ها کنترل و نگهداری بهتر سقف‌ها نسبت به شیررها، و از معایب آن محدودیت ارتفاع کاری آنها می‌باشد. سه نوع اصلی رنده که عموما مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از : رنده هوک، رنده لغزشی و رنده ضربه ای.

۳-٤-۳- ماشین‌های حمل زغالسنگ

زغالسنگ استخراج شده در جبهه کار طولانی توسط شیرر یا رنده، باید بسرعت از داخل کارگاه استخراج بیرون برده شود. این عمل توسط یک ناو زنجیری انعطاف‌پذیر[1] که در جلو جبهه کار و در امتداد آن نصب شده است، انجام می‌پذیرد. ناوزنجیری، زغالسنگ کنده شده توسط شیرر یا رنده را به ورودی سر منتقل می‌کند و در آنجا زغالسنگ را بر روی نوارنقاله واسطه[2] تخلیه می‌نماید. این نوار نیز زغالسنگ را به نوار نقاله اصلی نتقل می‌کند. علاوه بر حمل زغالسنگ، ناوزنجیری به عنوان یک تکیه گاه برای پیشروی ماشین زغالکنی است و همانند ریل راهنمایی برای آن عمل می‌کند.

---

[1] Armoured face conveyor

[2] Stage loader

از جمله کاربردهای دیگر ناوزنجیری این است که نگهدارنده‌های قدرتی با اتکا به ناوزنجیری و توسط بازوی هیدرولیکی که ناوزنجیری و نگهدارنده‌های قدرتی را بهم متصل می‌کند، خود را بجلو حرکت می‌دهد. شکلهای (۳-۱۸) و (۳-۱۹) دونوع ناوزنجیری قابل استفاده در جبهه کار طولانی را نشان می‌دهد. از آنجا که طراحی ناوزنجیری بر اساس ظرفیت حمل و نوع کنترل سقف صورت می‌گیرد، لذا انواع مختلفی از آنها برای انواع لایه‌ها و شرایط سقف مختلف ساخته شده‌اند. ناوهای زنجیری دارای ظرفیت حمل بار زیادی هستند و از نظر ساختمانی بسیار محکم و انعطافپذیر می‌باشند. ارتفاع بدنه ناوهای زنجیری کم است.

شکل (۳-۱۸) یک نوع ناوزنجیری انعطافپذیر[۱۸]

با وجود اینکه انواع مختلف ناوزنجیری در دسترس می‌باشند اماهمگی آنها از لحاظ ساختمان و اجزاء اصلی شبیه یکدیگر می‌باشند. ناوزنجیری متشکل از یک سرگرداننده، چند نوع سینی (سینی‌های مستقیم، شیب دار، اتصال دهنده و واسطه)، زنجیرهای اتصال، پره‌ها[1] و قسمت انتهایی می‌باشد. علاوه بر این ناوهای زنجیری به تجهیزات اضافی مانند صفحه شیبدار در دو طرف سینه کار، صفحه سر ریز در طرف محل فروریخته، کانالهای عبور کابل، و وسایل محکم کننده زنجیر و ثابت سازنده ناوزنجیری مجهز هستند.

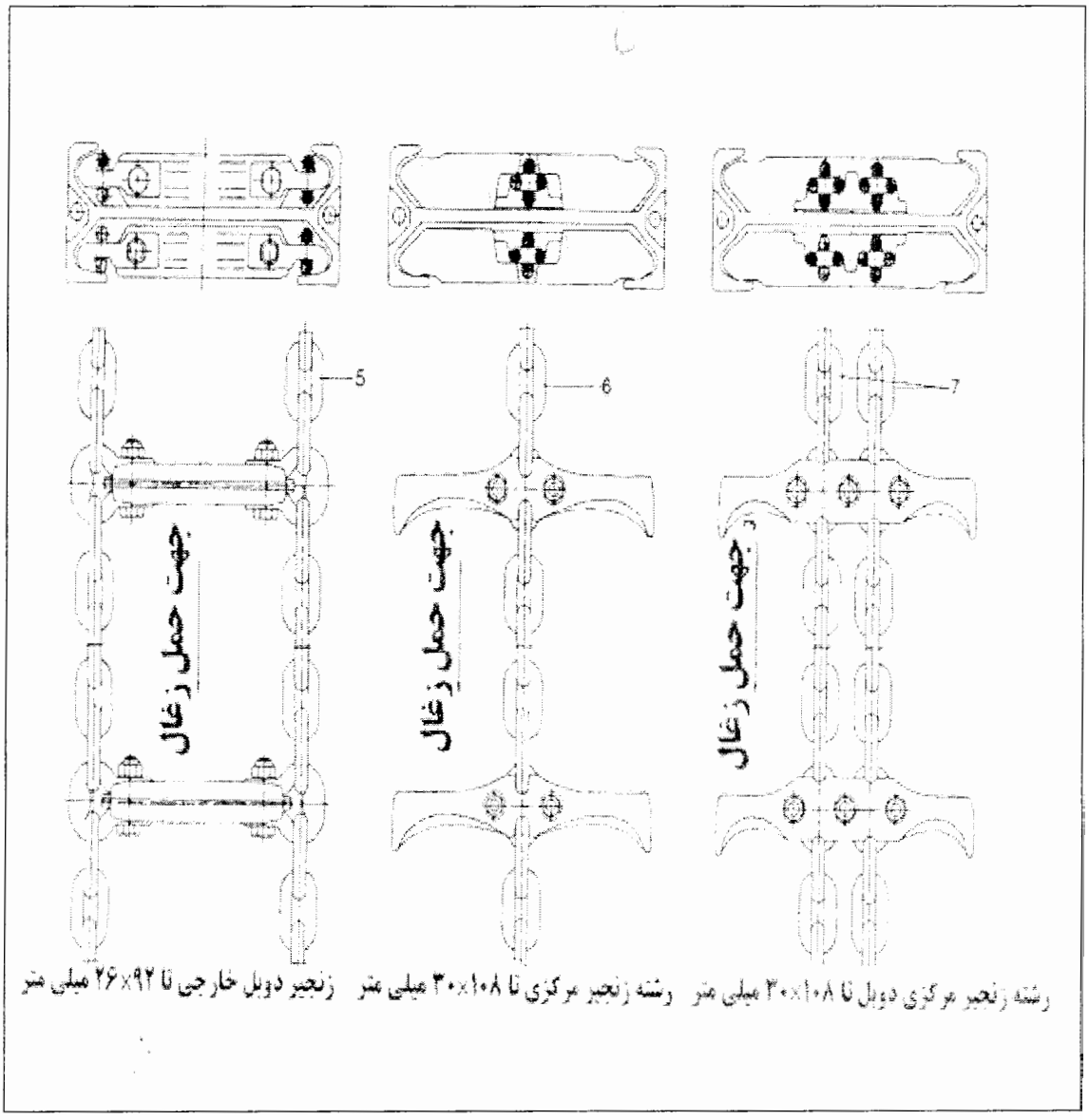
[1] Flights

یک زنجیر بی انتها میان سرگرداننده در ورودی سر و ورودی ته نصب شده است. پره‌ها نیز در فواصل ثابت به حلقه‌های زنجیر متصل شده‌اند. بر اثر حرکت زنجیر، پره‌ها نیز به حرکت در می‌آیند و زغالسنگ کنده شده از جبهه کار را از تقاطع ورودی ته به تقاطع ورودی سر منتقل می‌کنند. پس از تخلیه زغالسنگ، پره‌ها و زنجیر از زیر سینی‌ها به تقاطع ورودی ته باز می‌گردند.

شکل (۳-۱۹) نوع دیگری از ناو زنجیری [۱۶]

اگرچه سینی‌ها دارای ساختمان بسیار ساده ای هستند ولی از مهمترین اجزای ناوزنجیری هستند. سینی‌ها وظیفه نگهداری ساختمان، حرکت پره‌ها، حرکت دادن زغالسنگ شده و ریل راهنما جهت ماشین زغال کنی را به عهده دارند و لذا تحت ساییدگی زیادی قرار می‌گیرند. با توجه به این مطالب ناوها بایستی قوی، سخت و دارای مقاومت ساییدگی بالا باشند.

بر اساس تعداد زنجیرهای بکاربرده شده در ناوزنجیری، و وضعیت قرار گرفتن آنها انواع مختلفی از ناوهای زنجیری طراحی شده‌اند. شکل (۳-۲۰) چند نوع از این ناوهای زنجیری را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۲۰)چند نوع ناوزنجیری با وضعیت های مختلف

۳-٤-۳-۱- انتخاب ناوزنجیری

انتخاب ناوزنجیری بیشتر بر اساس ظرفیت حمل ناوزنجیری، مصرف برق ناوزنجیری و استحکام زنجیر انجام می‌پذیرد. عواملی که در انتخاب ناوزنجیری باید مورد نظر قرار گیرد شامل عرض سینی نوع واندازه زنجیر، ترتیب سینی‌های مستقیم، وسایل اضافی برای ماشین زغال کن، مصرف برق دستگاه گرداننده (واحد محرک) و ترتیب قرار گیری گرداننده‌ها می باشد. هنگام انتخاب ناوزنجیری، نوسانهای ضخامت لایه باید در نظر گرفته شود و ظرفیت آن باید با حالتی که تمام ضخامت بریده می‌شود، متناسب باشد. علاوه بر این ابعاد آن نیز با حالتی که حداقل ضخامت لایه بریده می‌شود تناسب داشته باشد. [۲]

۳-۵- اثرات مکانیزاسیون بر روی سایر کارهای معدنی

دو اثر مهم از پیامدهای مکانیزه کردن کارهای معدنی وجود دارد. یکی افزایش خاکستر زغال خام در معادن زغال و دیگری مصرف زیاد از حد نیروی الکتریسیته. از ذکر اثرات حرارت تهویه اضافی هنگام کاربرد موتورهای دیزلی در اینجا صرف نظر می‌شود.

طراحی ظرفیت کارخانه تغلیظ یا زغال شویی باید با ملاحظه میزان تولید در روش مکانیزاسیون باشد. زیرا زغالهای حاصله از کارگاههای استخراج مکانیزه دارای مقادیر بیشتری خاکستر است. ماشین‌ها در این روش همه لایه را یکجا زغالبری یا زغال کنی می‌کند در حالیکه در کارگاههای غیرمکانیزه امکان بجاگذاری لیچه «پیم گیری» وجود دارد.

شبکه برق معدن باید مقادیر انرژی الکتریکی لازم را که گاهی به چند هزار کیلووات در یک طبقه معدن می‌رسد، تامین کند. طرح و انتخاب‌اندازه‌های ترانسفورماتورها، کلیدها، کابلها و غیره باید با میزان مکانیزاسیون هماهنگ باشد. جا دارد گفته شود که توقف ماشینهای مکانیزاسیون ضرر بیشتری به محصول می‌زند تا توقف‌های کارگاههای غیر مکانیزه.

فصل چهارم

بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران

٤-۱- مقدمه

با توجه به روند رو به رشد معدنکاری در جهان و بکارگیری تکنولوژی مدرن جهت کسب نتایج مطلوبتر، ضرورت اعمال مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ کشور بوضوح مشخص می‌گردد. از اینرو باید اولین گامها برای مطالعات امکان پذیری مکانیزاسیون در معادن و ذخایری که طراحی‌ها جهت استحصال آنها در مراحل آغازین است برداشته شود.

صنعت معدنکاری در مقایسه با برخی صنایع که از نظر سطح تکنولوژی مراحل مکانیزاسیون[1]، کنترل از راه دور و استفاده از روبوت را تجربه کرده اند، هنوز در حال تجربه مرحله مکانیزاسیون می‌باشد و در بعضی از موارد از جمله معدنکاری عملیات مکانیزاسیون در کشور ما هنوز مورد توجه قرار نگرفته و عمده فعالیت‌ها به استفاده از نیروی انسانی می‌باشد.

ارتقاء سطح تکنولوژی معدنکاری زیرزمینی به سطح مکانیزاسیون عملیات استخراج، یکی از مهمترین تجهیزات در راستای بهبود سطح فنی و اقتصادی عملیات می‌باشد. امروزه مکانیزاسیون عملیات استخراج در معادن زغالسنگ بنحو چشمگیری موجب افزایش راندمان عملیات شده است، بطوری که با کاهش نیروی انسانی و افزایش راندمان تولید، مزایای فنی و اقتصادی فراوان بدنبال دارد. لذا بجاست تا در کشور ما به مکانیزاسیون توجه خاصی مبذول گردد. در همین راستا در این فصل سعی شده است به بررسی هرچند اجمالی و تئوریک امکانپذیری مکانیزاسیون در چند نمونه از معادن زغالسنگ ایران، مانند لایه d2 پابدانای کرمان و معدن شماره ۲ طبس که از قابلیت مکانیزاسیون خوبی برخوردار هستند، پرداخته شود. همانطور که می‌دانیم بحث مکانیزاسیون فعلا در کشور ما بطور جدی در حوضه زغالخیز طبس مطرح می‌باشد، بهمین خاطر ما نیز تمرکز بررسی خود را در همین ناحیه زغالی معطوف می‌کنیم.

---

[1] MECHANIZATION

٤-٢- اهمیت و اثرات مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران

استفاده از منابع زیر زمینی داخلی و توسعه معادن زغالسنگ به موازات استخراج نفت برای ایران که یک کشور در حال رشد است از اهمیت زیادی برخوردار بوده و در حقیقت پیش نیاز رسیدن به تعالی اقتصادی است. اهداف برنامه توسعه معادن زغالسنگ ایران بترتیب اهمیت از این قرار است :

الف : بالا بردن بهره‌وری در معادن

این میزان بالا بردن تا جایی است که زغالسنگ بطریقه اقتصادی و با قیمت تمام شده مناسب استخراج شود.

ب: افزایش تولید حداقل تا سطح مورد نیاز در داخل

بدیهی است هرچه بهره‌وری بالا رود، قیمت تمام شده و به همراه آن قیمت بازار (فروش) تنزل کرده، تقاضا برای زغال در داخل زیاد می‌شود

ج : حفظ یا بالا بردن سطح ایمنی

در برنامه‌های ازدیاد بهره‌وری و تولید، امکان کاهش ایمنی وجود دارد. بهبود بخشیدن به وضعیت معادن زغالسنگ، به شرایط زمین شناسی، امکانات فنی موجود و وضعیت اقتصادی کشور بستگی دارد. چنانچه این شرایط فراهم باشد، معادن را می‌توان با انجام هماهنگ و همزمان دو سیاست زیر توسعه داد :

الف) مکانیزاسیون کارگاههای استخراج که در این راه استفاده از ماشین‌آلات مناسب و بهینه ضروری است.

ب) تمرکز کارگاهها یا به عبارت دیگر حذف کارگاههای کوچک و غیر اقتصادی و ادغام کارگاهها و معادن بطریقی که تعداد معادن حداقل و تولید هر معدن حداکثر ممکن باشد.

ازدیاد بهره‌وری با روشهای پرداخت ویژه نیز ممکن است. ولی اغلب دیده می‌شود که این پرداختهای ویژه فقط باعث یک بهبود سطحی و کم دوام در بهره‌وری می‌گردد. در صورتی که مکانیزاسیون و تمرکز، زیربنای صنعت معدنکاری را تقویت کرده، افزایش بهره‌وری و تولید در دراز مدت را همراه خواهند داشت.

هدف کارشناسان از برنامه‌های توسعه معادن زغالسنگ این است که از ذخایر موجود زغالی با کمترین ضایعات استخراجی، نهایت استفاده را به عمل آورند و میزان استخراج زغال‌سنگ به منظور تامین احتیاجات صنایع فولاد را افزایش دهند تا در نهایت زغال به صورت اقتصادی و با رعایت اصول ایمنی استخراج شود. به این ترتیب این ضرورت بوجود می‌آید که معادن موجود، مکانیزه و معادن جدید تجهیز شوند و بطور کامل صنعت زغال‌سنگ را از طریق به کارگیری شیوه‌های صحیح کار، و هماهنگ ساختن قسمتهای مختلف عملیات تولید با یکدیگر، رونق بخشید. امکان بهبود بخشیدن به وضعیت معادن زغالسنگ وابسته به شرایط زمین‌شناسی، اجتماعی، اقتصادی و فنی می‌باشد. [۱۱]

در حال حاضر در حدود ۳۵ معدن زغالسنگ در ایران وجود دارد که استخراج در آنها بصورت دستی یا نیمه مکانیزاسیون انجام می‌شود. تولید زغالسنگ هم اکنون در حدود ۱/۵ میلیون تن در سال است و تعداد کل کارکنان این صنعت ۳۵۰۰۰ نفر می‌باشد که در نتیجه متوسط بهره‌وری در این صنعت ٤۳ تن بر نفر سال می‌شود. همین معیار برای معادن انگلستان و آمریکا ۱۲۰۰ و۲۳۰۰ تن یعنی بترتیب ۲۸ و ۵۳ برابر می‌باشد.

دلایل عمده اختلاف فاحش در بهره‌وری معادن ایران و دو کشور فوق، عدم استفاده از مکانیزاسیون، پراکنده و نامتمرکز بودن معادن و بکارگیری سیستم اقتصادی نا مناسب در تمام صنایع من جمله صنعت معدنکاری می‌باشد. اختلاف بین بهره‌وری در معادن ایالات متحده و انگلستان بیشتر به دلایل مناسب تر بودن ذخایر معدنی در آمریکاست. زیرا در این کشور لایه‌های زغالی، پر ضخامت بوده در اعماق کمتری نیز قرار دارند.

در سال ۱۹۵۰ بهره‌وری در معادن زغالسنگ انگلستان حدود ۳۰۰ تن بر نفر سال یعنی هفت برابر وضعیت فعلی ایران بوده است. در همین سال شرایط کارگاه‌های استخراج جبهه کار طولانی آن کشور از نظر مکانیزاسیون تقریبا مانند وضعیت فعلی کارگاه‌های استخراج ایران بود.

بنابراین بهره‌وری هفت برابر نمیتواند تنها بدلیل عدم استفاده از مکانیزاسیون باشد و عوامل دیگر از قبیل عدم تمرکز درمعادن و وضعیت غیر اصولی اقتصادی نیز باعث این کمبود شده است. در همین سال تعداد کل معادن انگلستان ۹۰۱ و میزان کل تولید آنها ۲۲۰ میلیون تن بوده است. یعنی هر معدن بطور متوسط حدود ۲٤۰۰۰۰ تن در سال تولید داشته است حال آنکه هر معدن در ایران در حال حاضر به طور متوسط ۷۵۰۰۰ تن در سال تولید می‌کند. این بدین معناست که در حال حاضر تولید هر معدن بطور متوسط در ایران در حدود یک سوم تولید معدن مشابه خود در انگستان در سال ۱۹۵۰ است. بنابراین نتیجه می‌شود که با فرض صحت رابطه مستقیم و میزان استفاده از مکانیزاسیون برابر، بهره‌وری در معادن انگلستان در سال ۱۹۵۰ هفت برابر بهره‌وری در معادن ایران در حال حاضر بوده که سه برابرآن (تقریبا ٤۰٪) بدلیل تمرکز بیشتر و چهار برابر (تقریباً ٦۰ ٪) بدلایل دیگر بوده است.

اگر این مطلب به معادن ایران تعمیم داده شود می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه با همین معادن و تجهیزات موجود، عمل تمرکز در معادن انجام شود، تولید و بهره‌وری سه برابر می‌شود. همچنین اگر پارامترهای دیگر که اغلب در قالب یک سیستم اقتصادی رقابتی یعنی اقتصادی بازار ممکن است نیز اصلاح شوند، تولید وبهره‌وری هفت برابر خواهد شد. پس از آن، ازدیاد بیشتر در تولید و بهره‌وری تنها با استفاده از مکانیزاسیون ممکن است.

برای روشن شدن اثر مکانیزاسیون در بهره‌وری مقایسه ای بین تعدادی از معادن زغالسنگ در ایالات متحده که از مکانیزاسیون بالا استفاده می‌کنند با تعداد دیگری که تا حد متوسط مکانیزه هستند انجام شده است. این مقاسیه نشان می‌دهد که در معادن تمام مکانیزه، بهره‌وری بر حسب تن بر شیفت ۷۰ ٪ بالاتر است. همچنین آمار بهره‌وری در معادن امریکا در روش جبهه کار طولانی و روشهای دیگر از قبیل جبهه کار کوتاه و اتاق و پایه نشان می‌دهد که بهره‌وری در روش جبهه کار طولانی بمیزان قابل ملاحظه ای بالاتر بوده و جذابیت آن در سالهای اخیر بطور فزاینده ای زیاد شده است.

بنابراین نتیجه می‌شود که با توجه به جدول (٤-١) و آمار مشابه در کشورهای دیگر، بالاترین بازدهی در معادن زغالسنگ دنیا امروزه مربوط به کارگاههای استخراج تمام مکانیزه جبهه کار طولانی می‌باشد. [۱۲]

جدول ٤-١ مقایسه بهره‌وری در روش جبهه کار طولانی با روشهای دیگر [۱۲]

روش استخراج	بهره‌وری				
	۱۹۸۵	۱۹۸٦	۱۹۸۷	۱۹۸۸	۱۹۸۹
جبهه کار طولانی	۱/٥٤	۱/۸٦	۲/۱۸	۲/۳٤	۲/۳٦
روشهای دیگر	۱/٦٦	۱/۷۷	۱/۹٤	۲/۱۱	۲/۱٤

٤-۳- بررسی شرایط طبیعی جهت مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران [۱۲]

لایه سقف: روش جبهه کار طولانی با ماشین‌آلاتی که امروزه موجود است می‌تواند در بسیاری از انواع سقف‌ها بکار برده شود. اگر سقف بلاواسط آنقدر سست نباشد که حالت روان نداشته باشد و یا آنقدر سخت نباشد که بهیچ وجه تخریب نشود، امکان استفاده از مکانیزاسیون در آن لایه وجود دارد.

وسایل نگهداری قدرتی چند پایه، با تمرکز زیاد خود می‌توانند در سقفهای کاملا سست بکار برده شوند. همچنین وسایل مدرن، پیشروی زیاد را در جبهه کار ممکن ساخته، وقت کمتری برای پایین آمدن به سقف و لایه اصلی می‌دهند و لذا با انتخاب سرعت پیش روی مناسب و پس از عبور کارگاه استخراج سقف آن، می‌ریزد که این خود یکی از مزایای مکانیزاسیون است. بنابراین هر چه سرعت پیشروی بیشتر باشد نیروی کمتری بر روی سقف کارگاه استخراج وارد می‌شود و این سرعت زیاد تنها با استفاده از مکانیزاسیون و ماشین‌آلات تولید پیوسته ممکن است.

اگر سقف بلاواسطه محکمتر از ایده آل باشد، قابلیت تخریب آن در حالت غیر مکانیزه کم است ولی با استفاده از وسایل نگهداری قدرتی می‌توان قابلیت تخریب را افزایش داد.

در یک کارگاه تمام مکانیزه، تعداد زیادی وسایل نگهداری قدرتی چند پایه، پهلوی هم قرار گرفته اند بطوری قسمت عقب آنها خط منظمی را تشکیل می‌دهد. همچنین وسایل نگهداری فشار زیاد بر سقف بلاواسطه وارد کرده و با توجه به سرعت پیشروی زیاد، یک خط مستقیم شکست در سقف بلاواسطه تشکیل می‌شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که اکثر لایه‌های زغالسنگ درحال کار در ایران دارای سقفهایی هستند که استحکام آنها از متوسط تا محکم است و برای مکانیزاسیون مناسب می‌باشند. آمار موجود حاکی از آن است که در مورد تقریبا ۹۰ ٪ لایه‌ها، شرایط سقف محدودیتی برای مکانیزاسیون کامل، ایجاد نمی‌کند.

لایه کف : با پیشرفت تکنولوژی استخراجی، امروزه شرایط لایه کف، عملاً محدودیتی برای بکارگیری مکانیزاسیون ایجاد نمی‌کند. در مواردی که کف لایه زغالسنگ بسیار سست باشد، مشکلات جزیی درعمل پیش می‌آید که اکثرا با تغیر ماشین‌آلات و یا تنظیم روش استخراج قابل حل هستند. مثلاً اگر کف لایه سست‌تر از زغالسنگ باشد، نمی‌توان از ماشینهای رنده سریع برای برش استفاده کرد. در اینگونه مواقع با ازدیاد سرعت پیشروی و تغییرات جزیی در وسایل نگهداری، می‌توان از فرورفتگی پایه‌ها در کف لایه نیز جلوگیری کرد.

لایه‌های زغالسنگ ایران اکثرا دارای کف ماسه سنگ کاملا مسطح هستند. بطورمثال از بین تمامی‌لایه‌ها در معادن پابدانا فقط لایه(d6)دارای کف نسبتا سست ولی در عین حال قابل مکانیزاسیون می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که حدود ۸۰ ٪ لایه‌های ایران دارای کف مستحکم هستند و تقریبا تمامی‌لایه‌ها از نظر استحکام لایه کف، قابلیت مکانیزاسیون بالایی دارند.

ضخامت لایه: مناسب‌ترین ضخامت از نظر قابلیت مکانیزاسیون و بازدهی اقتصادی ۱تا ۲/۵ متر است. در لایه‌های نازک‌تر از یک متر و تا حدود ۵۰ سانتیمتر، قابلیت مکانیزاسیون تغییر محسوسی نمی‌کند بلکه بازدهی اقتصادی کم می‌شود.

حد اقتصادی ضخامت لایه، معمولا بین ۱۰۰ تا ۵۰ سانتیمتر است. این حد بیش از هر چیز بـه شـرایط فنی و اقتصادی منطقه بستگی دارد. بنابراین حد امکان بهره‌گیری از مکانیزاسیون در رابطه با ضخـامت لایـه دقیقا مشخص نیست. اگرچه لایه‌هایی با ضخامتهای تا ٤٠ سانتیمتر هم در برخـی کشـورها از قبیـل آلمـان، فرانسه و انگلستان بطور کاملاً مکانیزه استخراج شده اند.

ضخامت درصد قابل ملاحظه ای از لایه‌های ایران در محدوده ۰/۵ تا ۲/۵ متر است و قـابلیت مکـانیزه شدن را دارا هستند. اگر چه حد اقتصادی مکانیزاسیون در مورد هر لایه بطور جداگانه بـاید محاسـبه شـود. یکنواختی ضخامت نیز قابلیت مکانیزاسیون را کم نمی‌کند بلکه در مزیت اقتصادی روشـهای تمـام مکـانیزه اثرمی‌گذارد.

وسایل نگهداری قدرتی دارای محدودیت ارتفاعی نیستند و به آسانی می‌توان ارتفاع آنها را با ضخـامت استخراج تغییر داد. همچنین بطور مثال از میان ماشـینهای برنـده، شـیررلودر را می‌تـوان نـام بـرد کـه دارای طبلکهایی با بازوی متحرک است و می‌تواند ضخامت استخراج را در قسمتهای مختلـف کـارگـاه اسـتخراج تغییر دهد. یکنواخت بودن ضخامت لایه، عمدتاً در میزان تولید و بنابراین در سرعت پیشروی اثرگذار است.

شیب لایه: اولین ماشین‌آلات مکانیزه که برای تولید پیوسته در روش جبهه کار طولانـی در دهـه ۱۹۵۰ بـه بازار آمد، برای لایه‌های کم شیب مناسب بود و در شیب‌های بالاتر از ۱۵ درجـه عملیـات اسـتخراج دچـار مشکلاتی می‌شد که حل آنها مستلزم هزینه‌های زیادی بود.

یک کارگاه استخراج جبهه کار طولانی امروزه شامل سه نوع ماشین عمده است : ماشین بـرش، ماشـین حمل و وسایل نگهداری سقف. میزان برش در بازدهی ماشین‌های برش مدرن اثر چندانـی نـدارد. بـه‌عنوان مثال ماشین شیرر لودر تا شیب ٤٠ درجه و بدون تغییر عمده در آن بطور موثر کار می‌کند و انواع ماشین‌های رنده ای حتی در شیب‌های نزدیک به قائم هم با مشکلی مواجه نمی‌شوند.

در بین ماشینهای حمل که امروزه ناو زنجیری قدرتی (AFC) همه جا گیر شده، تا شیب ٤٠ درجه برای آن هیچ مشکلی بوجود نمی‌آید و پس از آن تنها مساله ریزش زغال عامل محدود کننده است.

استفاده از وسایل نگهداری قدرتی چند پایه در شیب‌های بالاتر از ۲۰ درجه مستلزم اضافه کردن یکسری تجهیزات نگهدارنده است. لکن استفاده از این وسایل تا شیب حدود ۵۰ درجه ممکن است. اگرچه عدم یکنواختی شیب در طول کارگاه استخراج، انتخاب ماشین‌آلات را محدود می‌سازد، ولی قابلیت انعطاف تجهیزات فوق، مکانیزاسیون در اینگونه لایه‌ها ممکن ساخته است.

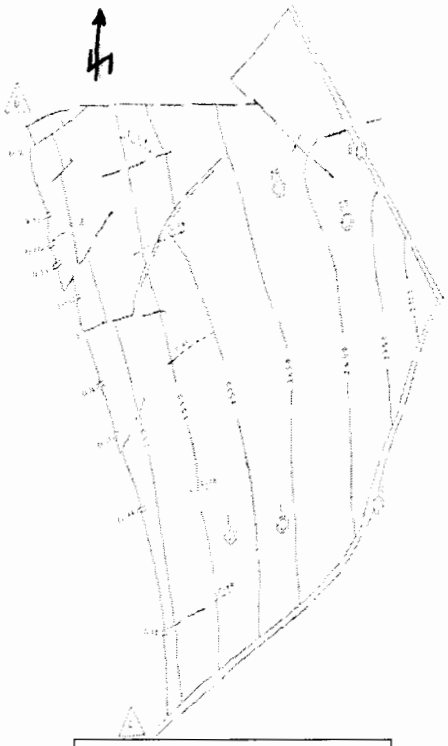
روش جبهه کار طولانی تمام مکانیزه، برای لایه‌هایی که شیب آنها بیشتر از ۵۰ درجه باشد، مناسب نیست و اینگونه لایه‌ها معمولا به روش نیمه مکانیزه استخراج می‌شوند. درصد قابل توجهی از لایه‌های اکتشاف شده در ایران دارای شیبی کمتر از ۵۰ درجه هستند که میتوان آنها را به روش جبهه کار طولانی تمام مکانیزه استخراج نمود.

شکستگی‌ها و گسلها: ماشین‌های برش امروز بخصوص شیرر لودر میتوانند به آسانی از گسلهایی که جابجایی آنها حداکثر ۱-۲ متر باشد عبور کنند. اگرچه اینگونه گسلها باعث پایین آمدن بهره‌وری در کارگاه استخراج می‌شوند.

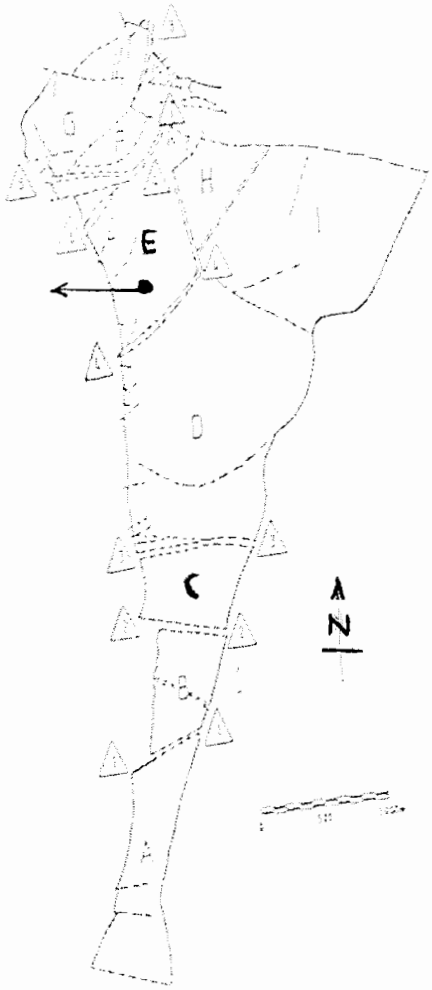
اگر منطقه دارای گسلهای عمده باشد باید پهنه‌ها را طوری انتخاب کرد که این گسلها از میان کارگاه استخراج عبور نکند. اگر تعداد این گسلها زیاد باشد، نمی‌توان ابعاد پهنه‌ها را بطور مناسب طراحی نمود از طرفی سرمایه اولیه مکانیزاسیون کارگاه استخراج زیاد است و نیاز جدی به پیوستگی و یکنواختی تولید دارد و لذا در پهنه‌های کوچک مکانیزاسیون کامل مقرون بصرفه نمی‌باشد. بیش از نیمی از لایه‌های ایران دارای شرایطی هستند که بتوان درآنها پهنه‌های با ابعاد مناسب طراحی نمود.

٤-٤- قابلیت مکانیزاسیون لایه d2 معدن بزرگ پابدانا

یکی از لایه‌های نسبتا منظم در معدن بزرگ پابدانا لایه d2 می‌باشد که در اینجا به‌عنوان یک لایه نمونه انتخاب شده است. ضخامت این لایه از۰/۵ متر تا بیش از۳ متر متغیر است و شیب آن ۱۵- ٦۰ درجه می‌باشد. سقف بلاواسطه از سیلت استون و شیل ناپایدار و سقف اصلی عمدتا از ماسه سنگ محکم تشکیل شده است. کف لایه d2 نیز از ماسه سنگ ریز و نسبتا محکم می‌باشد. با توجه به مطالب بالا و ضخامت متوسط لایه که حدود ۱/۵ متر است، می‌توان ادعا کرد که لایه d2 دارای قابلیت مکانیزاسیون نسبی است. اگرچه میزان آن در تمامی‌وسعت لایه یکسان نیست. لذا برای بررسی و ارزیابی دقیق قابلیت مکانیزاسیون قسمتهای مختلف،مطابق شکل (٤-۱) لایه d2 به نه بلوک تقسیم و این بلوک‌ها به نام A,B,C,... گذاری شده اند. (شکل ۱) [۱۲].



شکل(۴) بلوک E از لایه d2



شکل(۴) بلوکهای مختلف در لایه d2

شکل(٤-١) ناحیه زغالدار پابدانا

٤-٤-١- طراحی سیستم استخراج بلوک E از لایه d2

در این بخش بلوک E که به‌عنوان یک بلوک نمونه انتخاب شده، طراحی سیستم استخراج و انتخاب ماشین‌آلات بهینه برای آن انجام می‌شود. روش استخراج بهینه در این بلوک، جبهه کار طولانی پسرو انتخاب گردید. بدین منظور پهنه ای بطول ۷۰۰ متر و به عرض ۱۸۰ متر در میان بلوک طراحی شده است. این پهنه در جایی انتخاب شده است که بیشترین بازیابی را داشته باشد و نیز تمام شیب به کارگاه استخراج منتقل شده و راهروهای در دو طرف پهنه افقی می‌باشند که برای حمل زغال به بیرون از معدن مناسب است.

تقسیم بندی لایه‌ها برای تعیین محل پهنه‌ها در روش جبهه کار طولانی معمولا با توجه به محل، تعداد و شدت شکستگیها، گسلها و یا عدم یکنواختی‌ها انجام می‌شود. این اصل در اینجا رعایت شده و با توجه به گسلهای موجود و تغییرات ضخامت و شیب لایه، بلوکها مشخص شده اند. بدیهی است میزان تغییرات در منطقه محدودتر یعنی در بلوک کمتر است و بنابراین قابلیت مکانیزاسیون در هر بلوک بیشتر از تمام لایه است. پارامترهای مفید برای ارزیابی قابلیت مکانیزاسیون بلوکهای مختلف در جدول(٤-٢)خلاصه شده اند. عمق از سطح زمین برای کلیه بلوکها ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر است. ماشین‌آلات لازم برای مکانیزاسیون این پهنه عمدتا شامل وسایل نگهداری، ماشین برش و وسیله حمل زغال در طول جبهه کار می‌باشد.

نگهداری جبهه کار: بمنظور نگهداری سقف در پهنه مورد نظر، شیلد دوپایه هیدرولیک انتخاب شده که ظرفیت تحمل آن ۱۵۰ تن، پهنای ۱/۵ متر با طول سپر فوقانی ٤ متر می‌باشد. این شیلد می‌تواند کارگاههایی با ارتفاع ۱ تا ۲ متر را نگهداری کند. در اینجا سیستم تمام مکانیزه پرتولید مدنظر می‌باشد و این فقط با تولید پیوسته ممکن است. شیلدهای قدرتی با قابلیت انعطاف زیاد، خود تولید پیوسته در کارگاه استخراج را ممکن می‌سازند. فشار وارد بر سقف، در این لایه حداکثر ۲۵ تن بر متر مربع محاسبه شده است. بنابراین با توجه به بار عمودی کاملا کم، قابلیت انعطاف زیاد، محدوده ارتفاعی مناسب و سبک و ارزان بودن آنها، شیلدهای دوپایه انتخاب شده اند.

جدول (٤-٢) پارامترهای لازم در ارزیابی قابلیت مکانیزاسیون [۱۲]

بلوک	طول (متر)	عرض (متر)	شیب	ضخامت (متر)	شکستگی‌ها شدت و تعداد	لایه سقف	لایه کف	قابلیت مکانیزاسیون
A	۱۰۰۰	٤۰۰	٤۰	۱	زیاد، کوچک	سیمت استون کاملا محکم	ماسه سنگ و شیل	متوسط
B	٤٥۰	٤۰۰	۳۸، ۳۲	۱	کم، کوچک	شیل پیاد ار	ماسه سنگ و شیل	متوسط
C	٦٦۰	۳۰۰	٤۰	۱٫۱٥	کم، کوچک	سیلت استون	ماسه سنگ و شیل	متوسط
D	۱۰۰۰	۸٥۰	٤۰، ۳۰	۱٫۱٥ متغیر	کم، کوچک	سیلت استون و شیل محکم	ماسه سنگ محکم	خوب
E	٩۰۰	٦۰۰	۲٤	۱٫۲ متغیر	کم، کوچک	شیل متوسط و ماسه سنگ	ماسه سنگ محکم	بسیار خوب
F	٥٥۰	۲۰۰	٤٥	۱٫۲، ۱٫٤	زیاد، کوچک	شیل محکم	ماسه سنگ	متوسط
G	۷۰۰	٤٥۰	٥۰، ٤٥	۱٫٥، ۱٫۸	زیاد، کوچک، تکتونیزه	سیلت استون	ماسه سنگ و شیل	ضعیف
H	٥٥۰	٤٥۰	٤٥۰ ٥۰	۱٫٦، ۱٫۷	زیاد کوچک، تکتونیزه شدید	سیلت استون	ماسه سنگ	ضعیف
I	۱۷۰۰	٩۰۰	٦۰، ٥۰	۱٫٦-۱٫۷	زیاد، کوچک و بزرگ، تکتونیزه شدید	سیلت استون	ماسه سنگ و شیل	ضعیف

برش زغال: ماشین رنده سریع از نوع لغزشی برای برش زغال در این کارگاه انتخاب شده است. این ماشین دو طرفه بوده یعنی در رفت و برگشت کار برش را با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه انجام می‌دهد. لذا با توجه به طول جبهه کار که ۱۸۰ متر است، این ماشین می‌تواند تمام این فاصله را در ٦ دقیقه طی نماید.

ضخامت هر برش ۵ سانتیمتر و ارتفاع رنده انتخابی ٦۰ سانتیمتر است. بنابراین رنده، برشی به ارتفاع ٦۰ سانتیمتر از زیر لایه را برداشته بقیه از بالا به کمک بازوهای شیلدهای دوپایه و با توجه به چسبندگی نسبتا کم زغال به لایه سقف، بر روی نوار می‌ریزد.

رنده دارای سرمته‌های ثابت است و بوسیله زنجیری که در طول جبهه کار بر روی نوار زنجیری گذاشته شده به موازات جبهه کار کشیده می‌شود. موتور این رنده ۱۱۲ کیلووات بوده و وزن کل آن حدود ۵ تن می‌باشد. با توجه به شرایط طبیعی مناسب در این لایه از قبیل وجود شکستگی‌ها و درزه‌های مناسب، چسبندگی کم لایه به سقف، ضخامت نسبتا کم و متغیر لایه و شیب نسبتا زیاد آن، رنده لغزشی مناسب ترین ماشین شناخته شد. بعلاوه این ماشین ارزانترین و ساده ترین ماشین برش پیوسته است و در آینده نیز می‌توان آن را در بلوکهای دیگر لایه d2 و لایه‌های دیگر معدن پابدانا بکار برد.

حمل زغال : برای حمل زغال در طول جبهه کار ناو زنجیری (AFC) با قدرت موتور ۱۱۲ کیلو وات و ظرفیت انتقال ۳۰۰۰ تن در ساعت انتخاب شده است. پهنای این ناو ۶۳ سانتیمتر و قطر زنجیر متحرک آن ۲۲ میلیمتراست. ناو زنجیری تنها وسیله‌ای است که می‌تواند بطریقه پیوسته حجم زیادی از زغال را در طول جبهه کار حمل کند و نیز قابلیت انعطاف پذیری کافی برای پیشروی پیوسته داشته باشد.

٤-٤-٢- بررسی اقتصادی مکانیزاسیون لایه d2

جمع زغال تولید شده از پهنه مورد طراحی ۲۱۰۰۰۰ تن است که تولید آن با توجه به تاخیرهای احتمالی و مدت زمان لازم برای تجهیز کارگاه هشت ماه بطول می‌انجامد. بنابراین متوسط تولید روزانه ۱۳۰۰ تن خواهد بود. تولید روزانه یک کارگاه استخراج جبهه کار طولانی غیر مکانیزه در لایه d2 در حال حاضر در حدود ۱۰۰ تن است.

هزینه‌های این طرح که عمدتا شامل هزینه‌های سرمایه ای (ماشین‌آلات)، کارگری و لوازم یدکی و ملزومات است که در طول عمر هشت ماهه خود مبلغ ٤١٥ میلیون تومان در نظر گرفته شده است. بنابراین قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ حدود ۲۰۰۰ تومان خواهد بود. قیمت تمام شده زغال استخراجی در معادن کرمان هم اکنون هر تن ٦٥٠٠ تومان است (سال ۱۳۷۲).

با توجه به قیمت فروش زغالسنگ که برای هر تن آن قبل از کانه آرایی ٤٨٠٠ تومان در نظر گرفته شده، سود خالص هر تن زغال ۲۸۰۰ تومان می‌باشد. بنابراین سود حاصل از استخراج پهنه مورد نظر مبلغ ۵۸۰ میلیون تومان می‌باشد. در تمامی‌محاسبات اصل محافظه کاری بطور کامل مد نظر بوده است.

٤-۵- بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون درمعادن اولیه شماره ۲و۳ ناحیه زغالدار طبس

درحال حاضر مکانیزاسیون معادن زغالسنگ کشور به ویژه در حوضه زغالسنگ طبس مورد توجه فراوان قرار دارد. در بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در این معادن باید علاوه بر ارزیابی‌های فنی از ارزیابی‌های اقتصادی نیز جهت حصول به نتیجه مناسب بهره برد. همچنین مناسب است تا این تحقیقات به نحوی صورت پذیرند که نتایج حاصله زمینه لازم برای مطالعات بعدی پیرامون مکانیزاسیون معادن را فراهم آورد.

مکانیزاسیون یکی از راههای موثر جهت بهبود سطح فنی و اقتصادی معدنکاری زغالسنگ می‌باشد. در کشور ما بررسی مکانیزاسیون معادن زغالسنگ در ناحیه زغالدار پروده در جریان است. بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در معادن اولیه شماره (۲) و (۳) نیز در همین راستا مطرح می‌باشد. در این معادن روش استخراج جبهه کار طولانی از پتانسیل مناسبی جهت مکانیزاسیون برخوردار است و به‌عنوان سیستم استخراج بهینه مد نظر قرار گرفته است. اجزاء و عناصر اصلی این روش را می‌توان به سه سیستم استخراج -باربری و نگهداری، تقسیم بندی نمود. در هر یک از سیستم‌های عملیاتی مزبور تجهیزات مختلفی بکار گرفته می‌شوند که در گزینش سیستم بهینه و طراحی عملیات مکانیزه باید مورد بررسی قرار گیرند.

جهت بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در هر معدن می‌بایست پس از جمع آوری اطلاعات زمین شناسی منطقه و سایر اطلاعات پیرامون لایه زغالی از امکان بکارگیری سیستم‌های مکانیزه اطمینان حاصل شود.

از اینرو سعی می‌شود تا با انتخاب روش استخراج بهینه، سیستم‌های مکانیزه مورد استفاده جهت اجرای عملیات مورد بررسی قرار گیرند تا از شرایط و ملزومات مکانیزاسیون عملیات اطلاع حاصل شود.

امکان پذیری مکانیزاسیون در واقع یک بررسی فنی و اقتصادی می‌باشد. از آنجا که مشخصات اقتصادی پروژه تابع مشخصات فنی آن می‌باشد. ابتدا طرح کلی از نحوه اجرای عملیات در حالات مختلف تهیه می‌گردد تا به‌عنوان مبنای کار جهت مطالعات فنی و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. پس از تکمیل مشخصات فنی و اقتصادی اجرای عملیات و مقایسه آن، تحلیل نتایج محاسبات و تصمیم گیری مناسب در مورد این معادن اهداف اولیه تحقیقات ممکن می‌گردد.

همچنین در مقایسه حالات مختلف اجرایی با دیدی فراگیر به معادن، شرایطی را که موجب بهبود سطح اقتصادی عملیات از نظر قیمت تمام شده زغالسنگ استخراج پرداخته می‌شود تا بدین ترتیب زمینه مناسب جهت استفاده از نتایج حاصله در سایر معادن (هدف دوم تحقیقات) فراهم آید.

برای این بررسی‌ها می‌توان دو هدف عمده در نظر گرفت. هدف اولیه این تحقیقات بررسی امکانپذیری مکانیزاسیون در این معادن و تعیین روش بهینه جهت اجرای عملیات معدنکاری دراین معدن خاص میباشد. بدیهی است این هدف بر اساس بررسی روی ویژگی‌های فنی و اقتصادی اجرای عملیات در این معادن تحقق می‌یابد.

شناخت پتانسیل‌ها و سایر پارامترهای مربوطه به مکانیزاسیون جهت استفاده در مکانیزاسیون سایر معادن از دیگر اهداف این تحقیق می‌باشد. بر همین اساس دو معدن با ویژگی‌های نسبتا متفاوت جهت بررسی انتخاب شده اند. البته لازم به ذکر است با توجه تشابه عملیات در هر دو معدن، فقط محاسبات برای معدن اولیه شماره(۲)آورده شده است.

نیل به این هدف بر اساس بررسی روی راندمان تولید و سایر مشخصات اجرای مکانیزه عملیات و همچنین قیمت تمام شده در معادن میسر می‌گردد. از اینرو روند و روش تحقیق نیز باید بر اساس ایجاد شرایط لازم برای تحقیق هدف آن تنظیم گردد. [۲۰]

٤-٥-١- مشخصات کلی کانسار و ذخایر معدن اولیه شماره ۲

معدن اولیه شماره (۲) از معادن اولیه ناحیه پروده طبس می‌باشد که در آغاز معدنکاری در این ناحیه تحت عنوان معدن آزمایشی احداث گردید. هم اکنون بهره برداری از این معادن به شرکت زغالسنگ نگین طبس واگذار شده و عملیات استخراج از این معدن آغاز شده است. برای بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در این معدن باید به ویژگی‌های حاکم بر این معدن توجه خاصی مبذول داشت. بدین منظور در ادامه عمده ترین مشخصات کانسار و ذخایر واقع در محدوده این معدن مورد بررسی قرار می‌گیرند.

موقعیت معدن : معدن اولیه شماره ۲ در فاصله ۷۵ کیلومتری شهر طبس و در مجاورت جاده طبس پروده قرار دارد. در حال حاضر منطقه پروده از زیرساختهای لازم جهت توسعه معدنکاری برخوردار نیست که تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز از مهمترین نیازها در سطح این معدن و منطقه می‌باشد.

وضعیت لایه‌های زغالی : در محدوده معدن اولیه شماره (۲) و شماره (۳) لایه زغالی با ضخامت قابل کار وجود دارد که از بالا به پایین عبارتند از : B1 . B2 . C1. ضخیم ترین و مهمترین لایه زغالی در این معدن C1 می‌باشد. در حال حاضر بهره برداری و استخراج این لایه مدنظر قرار دارد. در ادامه مهمترین ویژگی‌های این لایه تشریح می‌شود.

الف- ضخامت لایه : در این معدن لایه C1 از نظر ضخامت در نقاط مختلف معدن متغیر است و تغییرات عمومی داشته و با توجه به اکتشافات بعمل آمده ضخامت لایه مزبور بین ۱/۱۵ تا ۱/۸۳ متر در

نرسان است که البته این اختلاف ضخامت در فواصل کوتاه یا در یک بلوک استخراجی چندان محسوس نمی‌باشد اما در کل ذخیره در اعماق مختلف کانسار این اختلاف ضخامت نمود بیشتری پیدا می‌کند. بطور کلی میانگین ضخامت لایه C1 را میتوان در حدود ۱/۷۸ متر در نظر گرفت.

با توجه به وجود شیلهای غیر زغالی می‌توان ضخامت خالص در لایه را در حدود ۱/۵۵ متر دانست. ضخامت لایه و ضخامت زغال در لایه برای لایه B2 به ترتیب در حدود ۱/۰٦ و ۰/۸٤ متر و برای لایه B1 به ترتیب در حدود ۱/۰٦و ۰/۹۵ متر میباشد.

ب- شیب لایه‌ها : با توجه به فاصله اندک لایه‌های زغالی از همدیگر، میزان شیب و روند تغییرات آن برای این لایه تقریبا یکسان می‌باشد. شیب لایه‌ها از جمله لایه C1 در رخنمون حدود ۳۵ درجه می‌باشد که به تدریج و با دور شدن از رخنمون، شیب آنها کاهش می‌یابد. بطوریکه بعد از زون اکسیده زغالسنگ شیب آنها به حدود ۳۰ درجه می‌رسد. در ادامه نیز با افزایش عمق شیب کانسار بتدریج کاهش می‌یابد تا در افق ۵۰۰+ (انتهای محدوده مول) به ۲۰ درجه می‌رسد.

با توجه به طراحی‌های کنونی برای استخراج بخشهای کم عمق در لایه C1 در فاز اول می‌توان گفت شیب این لایه از ۳۰ تا ۲۵ درجه متغییر است که متوسط شیب ۲۸ درجه را می‌توان برای آن در نظر گرفت. سایر لایه‌ها نیز از نظر شیب وضعیتی مشابه لایه C1 دارند.

ج-مشخصات کمر بالا و کمر پایین لایه‌ها :از محدوده معدن اولیه شماره ۲ وضعیت کمر بالا و کمرپایین لایه‌های زغالی تنها گمانه شماره ۲۰ مورد آزمایش واقع شده است و نتایج این آزمایشها در جدول (٤-۳) آمده است. البته برای طراحی مناسب معدن بویژه طراحی مکانیزه عملیات نیاز به بررسی‌های دقیق و جامعی پیرامون استحکام کمر بالا و کمر پایین لایه‌های زغالی و شناخت کامل نحوه رفتار سقف و مکانیزه تخریب و نگهداری می‌باشد.

جدول ٤-۳ خصوصیات کمر بالا و کمر پایین لایه‌ها بر اساس حفاری شماره ۱۰۹|۲۰|

توصیف لایه	ضریب استحکام	فشار تک محوری	رطوبت ٪	چگالی ظاهری	نوع نمونه	محل برداشت
کاملا محکم	۰/٦	–	۱	۲/٦	آلورولیت	C1کمر بالا
کاملا محکم	۰/۵	–	۱/۱	۲/٦٦	آلورولیت	C1کمر بالا
کاملا محکم	۰/٦	–	۱/۵	۲/۷۳	آرژیلیت	C1کمر بالا
کاملا محکم	۰/۵	–	۰/۹	۲/۵	آلورولیت	C2کمر پایین
کاملا محکم	۷/۵	–	۱/۱	۲/۵٤	آرژیلیت و ماسه سنک	کمر بالای B2
کاملا محکم		–	۱/٤	۲/٦	آرژیلیت و ماسه سنک	کمر بالای B2
محکم	۵	–	۱/٤	۲/٦۲	آلورولیت	کمر بالای B2
کاملا محکم	۷/۵	–	۰/۳	۲/۷۱	ماسه سنک	کمر پایین B2
کاملا محکم	٦	–	۰/۸	۲/٦٤	آلورولیت و ماسه سنک	کمر پایین B2
محکم	۰۵	–	۰/۹	۲/۵۹	آلورولیت	کمر پایین B2
محکم	٦۷	–	۰/٤	۲/٦	ماسه سنک	کمر پایین B2
محکم	۵	–	۱/۵	۲/۵۸	آرژیلیت و آلورولیت	کمرپایین B1
محکم	۳٤	–	۰/٤	۲/۵۲	آرژیلیت و آلورولیت	کمرپایین B1

همانطور که از جدول فوق برمی‌آید. سقف بلاواسط لایه‌های زغالی از استحکام نسبتا بالایی برخوردار بوده و شروع عملیات استخراج نیز موید قابلیت تخریب کم سقف می‌باشد. بنابراین در طراحی عملیات نگهداری و گزینش سیستم نگهداری باید به مشکلات حاصل از تخریب نامناسب سقف توجه خاصی مبزول گردد.

د) گازخیزی لایه‌ها : برای این معدن نتایج مشخصی پیرامون وضعیت گازخیزی لایه‌ها ارائه نشده است و بالاجبار از اطلاعات حاصل از کل منطقه پروده ۲ استفاده خواهد شد. بر این اساس میزان گازخیزی لایه c1 در اعماق ۷۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۴۰۰ متری بترتیب ۶/۳ و ۱۱/۶ و ۱۴/۹ و ۱۷/۳ مترمکعب به ازای هر تن زغالسنگ و میزان گازخیزی لایه‌های B1 ، B2 در این اعماق بترتیب ۸ و ۱۳/۵ و ۱۷/۴ و ۲۰ مترمکعب به ازای هر تن زغالسنگ استخراجی می‌باشد.

وضعیت زمین شناسی و تکتونیک کانسار: منطقه پروده (۲) توسط گسلهای بزرگی به سه بلوک تکتونیکی a, b, c تقسیم شده است. معدن اولیه شماره ۲ در بخشی از بلوک تکتونیکی a در مجاورت رخنمون لایه‌ها واقع است. لایه‌های زغالی قابل کار در این معدن (و همچنین کل ناحیه پروده ۲) مربوط به زون زغالی میانی بخش قدیم از سازند نایبند می‌باشد و از نظر زمین شناسی به تریاس فوقانی تعلق دارند.

تکتونیک کل معدن اولیه شماره ۲ به تبعیت از شکل کل ناحیه بصورت تک شیب می‌باشد که در آن طبقات با امتداد شمال غربی ـ جنوب شرقی که دارای شیبی به سمت جنوب غربی بوده و متداول‌ترین شیب تا انتهای معدن بتدریج کاهش می‌یابد و این کاهش شیب در خارج از محدوده معدن هم ادامه می‌یابد. اما گسلهای بزرگ این محدوده را از بقیه کانسار منطقه پروده (۲) جدا نموده اند. به طوریکه استحصال ذخایردر این محدوده طراحی جداگانه ای را می‌طلبد.

بدلیل انجام اکتشافات کافی ارزیابی دقیقی از میزان گسل‌خیزی این معدن وجود ندارد. پروفیلها و مقاطع موجود لایه نیز گویای تغییراتی در مشخصات هندسی و تکتونیکی کانسار می‌باشد.

میزان ذخایر معدن : ارزیابی دقیقی از میزان ذخایر موجود در محدوده این معدن صورت نگرفته و تنها برآورد ذخایر واقع در فاز اول طراحی معدن انجام پذیرفته است.

کل ذخیره لایه C1 در فاز اول (سه بلوک استخراجی) توسط مجتمع اکتشافی و معدن زغالسنگ طبس حدود ۷۲۲ هزار تن تخمین زده شده که از این مقدار حدود ۵۷۲ هزار تن قابل استحصال می‌باشد. با توجه به اطلاعات موجود در طرح ۳ بلوک استخراجی اولیه، میزان کل ذخیره و میزان ذخیره قابل استحصال آن برای لایه B2 بترتیب حدود ۳۳۳ و ۲۸۵ هزار تن را برای لایه B1 بترتیب ٤۳۷ و ۲۸۰ هزارتن می‌باشند. هنوز گزارش کامل و دقیقی در مورد ذخیره کل معدن تدوین نشده است. پس بطور کلی و با دیدی خوشبینانه در کل محدوده این معدن ذخیره لایه C1 حداکثر یک میلیون تن و کل ذخیره سه لایه دیگر کمتر از دو میلیون تن خواهد بود.

مشخصات فعلی معدن : در حال حاضر طراحی معدن شماره (۲) تنها برای استخراج لایه C1 صورت گرفته و در فاز اول، استحصال این لایه تنها بخشی از لایه تا افق ٦۸۸+ در طرح استخراج قرار دارد و استحصال مابقی ذخایر این لایه در طرح توسعه معدن مدنظر قرار خواهد گرفت. در این طراحی برای باز کردن کانسار و با توجه به توپوگرافی سطح زمین و موقعیت کانسار در این منطقه و در این محدوده از تونل مورب استفاده می‌شود.

روش استخراج در این معدن جبهه کار طولانی بوده و بر اساس این طرح آماده سازی توسط حفر اورکلون ۱ و ۲ در غرب کانسار و اکلون ۳ در شرق کانسار آغاز شده است. این اورکلونها در فواصل دورتر

توسط افقهایی بهم مربوط می‌شوند و بدین ترتیب کانسار در بین این اوکلونها و افقها به چند بلوک تقسیم می‌گردد و استخراج در این بلوکها یا پانلها به روشها و ترتیبهای گوناگون قابل اجرا می‌باشد.

طرح فعلی معدن تنها برای استخراج ۲ بلوک از لایه c1 ارایه شده است که در شکل (٤-۳) نقشه طرح آمده است. در حال حاضر اوکلون‌های سه‌گانه حفر شده‌اند و با توجه به انجام بخشی از عملیات آماده‌سازی در پانل اول، عملیات استخراجی در این پانل آغاز شده است. البته اجرای عملیات در این معدن از طراحی تفصیلی مدونی برخوردار است.

از آنجا که اوکلونهای باز کننده این معدن بصورت درون لایه و با شیبی حدود ۳۰ درجه حفر گردیده اند. باربری توسط نوار نقاله در آنها امکان پذیر می‌باشد و سیستم وینچ و واگن سیستم باربری اصلی در این معدن می باشد. طراحی مزبور استخراجی بالغ بر ۹۰۰۰۰ تن زغالسنگ را برای این معدن پیش بینی نموده است. در این معدن ۲ اوکلون (۱و ۲) در رخنمون لایه c2 با شیب ١٤ درجه حفر شده اند و با توجه به شیب لایه‌های اوکلون ۱ پس از ١١٤ متر پیش روی و اوکلون ۲، ۸۵ متر پیش روی با لایه c1 برخورد نموده اند که از این نقاط به بعد شیب اوکلونها به تبعیت از شیب لایه c1 به حدود ۲۰ درجه افزایش می‌یابد و تا انتهای محدوده معدن با کاهش تدریجی شیب این لایه از مقدار این اوکلون قدری کاسته می‌شود. باربری در این اوکلون‌ها توسط وینچ و واگن صورت می‌گیرد. به تازگی با نصب یک وینچ BL-1600 در دهانه یک اوکلون (۱) با ظرفیت باربری از بازکننده‌ها افزایش یافته است.

کارگاههای استخراجی در این معدن طولی در حدود ۱۰۰ متر دارند که در آنها پیش روی توسط پیکور به‌عنوان سیستم استخراج. از سیستم و ناو ثابت به‌عنوان سیستم باربری و از نگهداری‌های چوبی به‌عنوان سیستم نگهداری استفاده خواهد شد. بطور کل طراحی این معدن در حد طرح مفهومی بوده است که در مراحل و زمانهای مختلف تغییراتی نیز نموده است.

همچنین نحوه اجرای عملیات نیز بدلیل پاره ای مشکلات چندان منظم و بر اساس اسلوب و طرحی مشخص نمی‌باشد. اما می‌توان بطور کلی ویژگی‌ها و مشخصات عملیات معدنکاری در (۳) بلوک اولیه این معدن مطابق جدول (٤-٤) در نظر گرفت.

جدول(٤-٤): خصوصیات آماده سازی و استخراج در ۳ بلوک اولیه طبق اطلاعات مو- [۲۰]

مشخصات عملیات آماده سازی	مشخصات عملیات استخراج
روش حفر: چالزنی و آتش باری	روش استخراج :جبهه کار طولانی(غیر مکانیزه)
شکل مقطع حفریات : قوسی (درعمل گاهی ذوزنقه)	متوسط ضخامت لایه و ارتفاع واقعی کارگاه :۱٫۷۸ متر
ارتفاع مفید حفریات: ۲.۵ متر	ارتفاع ظاهری کارگاه : ۲ متر
عرض مفید اوکلونها : ۳٫۵ متر (اوکلون ۱و۲)و ۳.۱ متر اوکون ۳	متوسط طول کارگاه ۱۰۰ متر
عرض مفید افقها و رابطها : ۳٫۱ متر	شیب کارگاهها در بلوکهای ۳ گانه : ۲۰-۲۵ درجه
مجموع طول اوکلونها سه گانه حدود ۱۱۰۰ متر	طول و عرض لنگه‌های زغالی بالا و پایین کارگاه ۸٫٦ متر
مجموع طول افقهای چهارگانه حدود ٤۰۰۰ متر	مجموع طول سه بلوک استخراجی حدود۳۰۰۰ متر
کل طول حفریات آماده سازی : حدود ۵۲۰۰ متر	عمق برش استخراجی ۰٫۹ متر
نوع نگهداری حفریات : آرک فلزی و در محل گاهی تیرآهن	سیستم نگهداری : نگهداری چوبی
مقدار زغالسنگ حاصل از آماده سازی : حدود ٤۵۰۰۰ تن	حجم کل چوب معدنی برای هر متر پیشروی کارگاهی ۱۱ مترمکعب

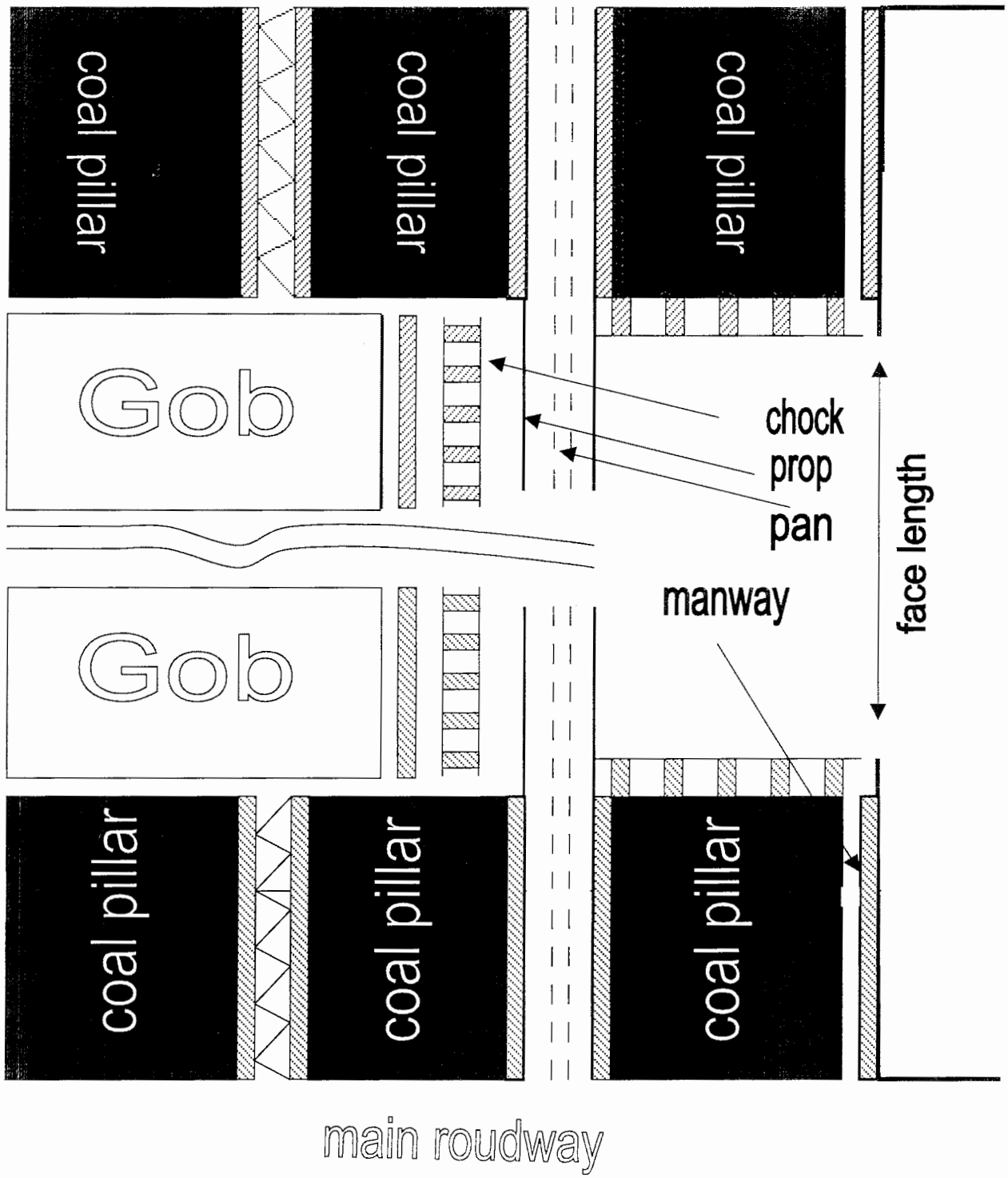
٤-٥-٢- طرح کلی معدن و عملیات استخراج در حالات مختلف

بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در هر معدن شامل بررسی‌های اقتصادی و فنی پیرامون حالات مختلف اجرای عملیات می‌باشد. اجرای روش استخراج جبهه کار طولانی را می‌توان بصورت غیرمکانیزه و نیمه مکانیزه و مکانیزه در نظر گرفت. از آنجا که اجرای عملیات در هر یک از حالات مزبور نیازها و مشکلات خاصی دارند، طرح کلی معدن و مشخصات عملیات استخراج در این حالت می‌تواند با هم کاملا متفاوت باشند.

در یک بررسی اصولی جهت مقایسه حالات مختلف می‌بایست تحلیلهای فنی و اقتصادی پیرامون هر حالت بر اساس طرح کلی معدن و عملیات استخراج در آن حالت خاص انجام پذیرد. بنابراین جهت بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در این معدن طراحی مفهومی‌کل معدن و عملیات در حالات مختلف می‌تواند مفید باشد که در ادامه به این امر پرداخته می‌شود.

۱- طرح کلی معدن و عملیات استخراج در روش غیر مکانیزه

اگر چه طرح فعلی معدن که برای اجرای غیر مکانیزه عملیات طراحی شده چندان جامع و دقیق نمی‌باشد اما طرح کلی معدن و مشخصات عملیات آماده سازی برای عملیات غیر مکانیزه و مقایسه فنی و اقتصادی در حالت نیمه مکانیره و مکانیزه، مناسب بنظر می‌رسد. بر اساس این طرح کلی، معدن در روشهای غیر مکانیزه مشابه طرح فعلی معدن شکل (٤-١) می‌باشد. مشخصات کلی عملیات آماده سازی و استخراج در روش غیر مکانیزه را می‌توان نیز مشابه جدول (٤-٤) در نظر گرفت. در روش نیمه مکانیزه حفر فضاهای آماده سازی (تونلهای مایل و طریقها) توسط چالزنی و آتشباری صورت می‌گیرد که میزان پیشروی در این روش در حدود ۱ متر در روز می‌باشد. در روش غیر مکانیزه طول کارگاههای استخراج در حدود ۱۰۰ متر می‌باشد.



شکل (٤-٢): نمایی کلی از کارگاههای استخراج در معدن اولیه شماره ۲ |۲۰|

مطابق طرح موجود و بکارگیری نگهداری چوبی، عملیات استخراج از این معدن آغاز شده است. در این معدن در پانل استخراج شده امکان ایجاد در کارگاه استخراج و در پانل در دست احداث امکان ایجاد یک کارگاه استخراج وجود دارد.. بنابراین در روش غیر مکانیزه می‌توان همزمان در هر کارگاه استخراج فعال داشت. بطور معمول در مورد هر کارگاه صدمتری از این معدن با بکارگیری حدود ٤ پیکور، استخراج یک برش به ضخامت ۰/۹ متر در یک شیفت در روز امکان پذیر است و دو شیفت دیگر روز صرف سایر عملیات سیکلی استخراج از جمله نگهداری و امور تدارکاتی می‌گردد. به عبارت دیگر سرعت پیشروی کارگاه استخراج می‌تواند ۰/۹ متر در روز (یک برش) باشد. با توجه به این روند و با احتساب ۱۰٪ افت استخراج میزان استخراج روزانه از هر کارگاه غیر مکانیزه برابر است با :

تن در روز ۲۲۵=۹/۰×۱۰۵۸×(۱۰۰×۰،۹×۱،۷۸)= میزان استخراج روزانه از هر کارگاه غیر مکانیزه

پس کل ظرفیت روزانه معدن با سه کارگاه فعال برابر خواهد بود با :

تن در روز ۶۷۵=۳×۲۲۵= ظرفیت روزانه معدن

با توجه به ظرفیت باربری اکلون ۱ با وینچ BL-1600 و استفاده از وینچ کمکی در اوکلون (۳) می‌توان این مقدار تولید روزانه را به سطح زمین منتقل نمود. بدین ترتیب میزان ظرفیت تولید سالانه این معدن با احتساب ۲۸۵ روز کار در سال برابر خواهد بود با :

تن در سال ۱۹۰۰۰۰=۶۷۵×۲۸۵= ظرفیت سالانه معدن

ظرفیت ۱۹۰۰۰۰ تن در سال برای معدنی با این میزان ذخیره، منطقی و معقول بنظر می‌رسد. با این احتساب مدت استخراج (۳) بلوک آن در حدود سه سال خواهد بود که با توجه به عملیات آماده سازی و سایر مراحل زمانبندی بر کل عمر معدن در فاز اول استخراج لایه C1 برای استحصال حدود ۶۰۰۰۰۰ تن زغالسنگ، در حدود چهار سال می‌باشد.

تجهیزات و تاسیسات مورد نیاز در اجرای روش غیر مکانیزه، نظیر سایر معادن مشابه در سطح کشور می‌باشد و می‌توان برآوردی کلی از میزان تجهیزات و سرمایه گزاری مورد نیاز جهت اجرای عملیات بصورت غیر مکانیزه بعمل آورد. در روش غیر مکانیزه بخش عمده‌ای از هزینه‌ها مربوط به نیروی انسانی می‌باشد که با احتساب سه کارگاه فعال نیروی انسانی بکار رفته در بخش استخراج حدود ۱٦۵ نفر شیفت در روز می‌باشد.

نیروی انسانی مورد نیاز در هر سینه کار ۵ در نفر در شیفت می‌باشد که با احتساب دو سینه کار، مجموع نیروی انسانی بخش آماده سازی ۳۰ نفر شیفت در روز می‌باشد. مجموع نیروی انسانی سایر بخشها از جمله خدمات سطحی و بخش عمومی‌و اداری را می‌توان ۵۵ نفر شیفت در روز در نظر گرفت. بدین ترتیب کل نیروی انسانی مورد نیاز این معدن در حدود ۲۵۵ نفر شیفت در روز بوده و راندمان کل تولید در این معدن ۲/٦۵ تن بر نفر شیفت می‌باشد.

۲- طرح کلی معدن و عملیات استخراج در روش نیمه مکانیزه

طرح کلی این معدن برای اجرای روش نیمه مکانیزه استخراج را می‌توان همانند روش غیر مکانیزه در نظر گرفت. علاوه بر نحوه بازکردن معدن و طول کارگاههای نیمه مکانیزه نیز در این معدن در حدود ۱۰۰ متر خواهد بود. اگرچه امکان افزایش طول کارگاهها وجود دارد اما با توجه به شیب زیاد کارگاه، افزایش طول کارگاه‌ها مناسب نمی‌باشد. بنابراین وضعیت بلوک بندی پانل‌ها نیز مطابق حالت غیرمکانیزه خواهد بود و این نشان می‌دهد که این روش اجرا قابلیت تبدیل به یکدیگر را دارند همچنین بدلیل یکسان بودن طرح کلی معدن مشخصات عملیات آماده سازی را می‌توان مطابق حالت غیر مکانیزه در نظر گرفت. تفاوت روش نیمه مکانیزه با روش غیر مکانیزه به نحوه اجرای عملیات در درون کارگاه استخراج بر می‌گردد. در این معدن بدلیل ضخامت ۱/۸۸ متری لایه ol رنده‌ها از کارآیی مناسبی جهت استخراج برخوردار نیستند.

جهت اجرای نیمه مکانیزه عملیات در کارگاهها با شیب در حدود ۳۰ درجه و ارتفاعی نزدیک به ۱/۷۸ متر به لحاظ نظری می‌توان از شیرر یا زغالبری خاص استفاده کرد. به‌عنوان مثال یک شیرر یک طبلکه با قطر طبلک ۱ متر می‌تواند با توجه به تغییرات ضخامت لایه مناسب باشد. زغالهایی که متناسب با وضعیت لایه باشند، قابل بکارگیری اند. اما با توجه به سختی و ضخامت لایه‌ها، زغالهایی که تنها بخش کوچکی از لایه را بصورت زیر برش استخراج می‌کنند، کارآیی مناسبی نخواهند داشت.

در هر صورت ماشین استخراجی بکار رفته در این معدن می‌بایست از ویژگی‌های خاصی برخوردار باشد. جهت باربری درون کارگاه بدلیل شیب زیاد نمی‌توان از ناو زره دار و ناو زنجیری بهره برد و سیستم ثقلی با ناو ثابت برای انجام عملیات باربری پیشرو مناسب خواهد بود.

به‌عنوان سیستم نگهداری نیز می‌توان از پایه‌های فلزی اصطکاکی یا هیدرولیکی در این معدن بهره برد. بکارگیری این پایه‌ها در این معدن با مشکلاتی چند همراه است. به‌عنوان مثال می‌توان به قیمت زیاد و طراحی این پایه اشاره نمود که چنانچه هزینه این پایه‌ها تامین گردد و طراحی مناسبی صورت پذیرد می‌توان از این پایه‌ها استفاده نمود. با اجرای یک طراحی مناسب جهت عملیات نگهداری مشخص می‌شود که در هر کارگاه غیر مکانیزه این معدن با نصب ۵ ردیف پایه‌های فلزی اصطکاکی ۲۰ تن با فاصله عرضی (عرض برش ۰/۹ متر و فاصله طولی ۱ متر (فاصله پایه‌ها در هر ردیف)) عملیات نگهداری از ضریب اطمینان مناسبی برخودار خواهد بود. بدین ترتیب و با توجه به از بین رفتن بعضی از پایه‌ها و عدم امکان بازیابی بخشی از آنها میزان مصرف پایه فلزی اصطکاکی ۲۰۰ تن به ازای هر تن استخراج زغالسنگ در حدود ۰/۰۰۳۳ عدد خواهد بود.

بطور کلی اجرای نیمه مکانیزه عملیات در این معدن بوسیله یک ماشین استخراج پیوسته (شیرر و یا زغالبر) و بکارگیری پایه‌های فلزی به‌عنوان سیستم نگهداری و استفاده از سیستم ثقلی و ناو ثابت برای باربری در کارگاه استخراج صورت می‌گردد. بدین ترتیب در یک شیفت میتوان دو برش ۰/۹ متری از لایه

زغالسنگ را استخراج نمود و دو شیفت دیگر شبانه روز صرف عملیات نگهداری و تدارکاتی گردد. بعبارت دیگر سرعت پیشروی کارگاه نیمه مکانیزه ۱/۸ متر در روز خواهد بود. بنابراین میزان استخراج روزانه هر کارگاه نیمه مکانیزه در این معدن برابر خواهد بود با :

تن در روز ۵۰۰=۱٫۵۸×(۱۰۷۸×۱٫۸×۱۰۰۰)= میزان استخراج روزانه از هر کارگاه نیمه مکانیزه

با توجه به اینکه در روش نیمه مکانیزه حجم نسبتا زیادی از زغالسنگ در یک شیفت از روز استخراج می‌گردد حمل زغالسنگ به سطح زمین با مسایلی بحرانی مواجه می‌گردد. چرا که ظرفیت سیستم « وینچ و واگن» فعال در اوکلون (۱) در حدود ۲۰۰ تن در شیفت می‌باشد. بنابراین بکارگیری سیستمهای باربری پیوسته نظیر نوار نقاله نیز کارآیی ندارد. لذا باید از یک وینچ قوی نظیر BL-1600 در اوکلون ۳ استفاده کرد تا با باربری از دو اکلون مشکل باربری معدن رفع گردد. البته در این حالت نیز باید با مدیریت مناسب باربری معدن را کنترل و هدایت نمود.

ظرفیت سالانه ۱٤۰۰۰۰ تن در سال برای استحصال ذخیره این معدن مناسب بنظر می‌رسد. با این احتساب طول دوره استخراج لایه C1 در فاز اول استحصال ٦۰۰۰۰۰ تن از ذخیره لایه C1 در حدود ٤.۳ سال بطول می‌انجامد که با احتساب مدت زمان آماده سازی عمر معدن در حدود ۵ سال خواهد بود.

تجهیزات و تاسیسات مورد نیاز در اجرای روش نیمه مکانیزه، علاوه بر تجهیزات روش غیر مکانیزه شامل یک ماشین استخراج پیوسته (زغالبر یا شیرر) و یک سیستم وینچ و واگن قوی (BL-1600) می‌باشد. همچنین پایه‌های فلزی مورد نیاز نیز بجای چوب به‌عنوان مواد مصرفی محسوب می‌گردند. نیروی انسانی مورد نیاز هر کارگاه نیمه مکانیزه این معدن در حدود ۳۰ نفر شیفت در روز می‌باشد. در این حالت نیز عملیات آماده سازی نیازمند ۳۰ نفر شیفت و سایر بخشهای خدمات سطحی و امور عمومی‌و اداری نیازمند ۵۵ نفر شیفت کار نیروی انسانی در روز می‌باشد.

بدین ترتیب کل نیروی انسانی مورد نیاز این معدن در روش نیمه مکانیزه در حدود ۱۰۵ نفر خواهد بود و راندمان نیروی انسانی در این حالت ٤/٧٦ تن بر نفر شیفت است.

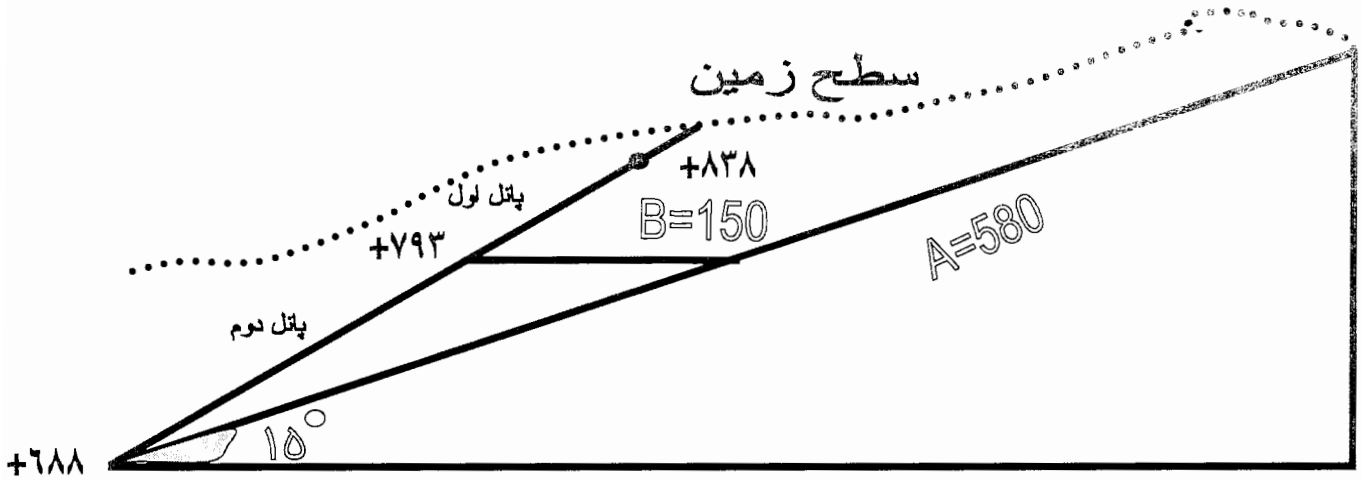
۳- طرح کلی معدن و عملیات استخراج در روش مکانیزه

جهت اجرای صحیح و اصولی روش مکانیزه در این معدن باید طرح کلی معدن و سایر مشخصات اجرایی آن متناسب با خصوصیات روش مکانیزه تغییر یابد. استخراج مکانیزه در کارگاه استخراج میزان تولید معدن را بطور چشمگیری افزایش می‌دهد و بازکننده‌های طراحی شده برای حالت غیر مکانیزه و نیمه مکانیزه جوابگوی نیاز عملیات باربری نخواهد بود. از این رو باید جهت انجام باربری پیوسته با ظرفیت زیاد و تسهیل در سایر امور تدارکاتی بازکننده‌هایی متناسب با حالت مکانیزه حفر گردد. همچنین طول کارگاههای استخراج (عرض پانل‌ها) نیز می‌توانند متناسب با گسترش عرضی کانسار و سایر مسایل فنی و اقتصادی افزایش یابد. بنابراین با بازنگری طرح اولیه معدن جهت اجرای مناسب روش مکانیزه ضروری خواهد بود.

جهت انجام مناسب عملیات باربری در روش مکانیزه می‌بایست از نوار نقاله به‌عنوان سیستم باربری اصلی استفاده گردد که این سیستم تنها در شیبهای کمتر از ١٦ درجه قابل بکارگیری می‌باشد. از آنجا که در شرایط فعلی معدن اوکلونهای ۱و۲و۳ تا محدوده مربوط به اجرای فاز اول معدنکاری تا افق ٦٨٨+ حفر شده‌اند. لذا از این اوکلونها نیز می‌توان در طرح مکانیزه بهره برد. اما با توجه به شیب این اوکلونها احداث یک بازکننده با شیب ۱۵ درجه جهت انجام باربری پیوسته و تدارکات در این معدن مناسب بنظر می‌رسد.

از آنجا که عرض کانسار ازافق ۸۳۸+ تا ٦٨٨+ در حدود ۳۰۰ متر می‌باشد. مناسب است تا با توجه به توان روش مکانیزه این عرض را به دو پانل مساوی تقسیم بندی نمود بطوریکه که کارگاههای استخراج جبهه کار طولانی در دو پانل بطول ۱۵۰ متر احداث گردند. بنابراین در این معدن ۳ تونل افقی در افقهای ۸۳۸+ و ۷٦۳+ و ٦٨٨+ خواهیم داشت.

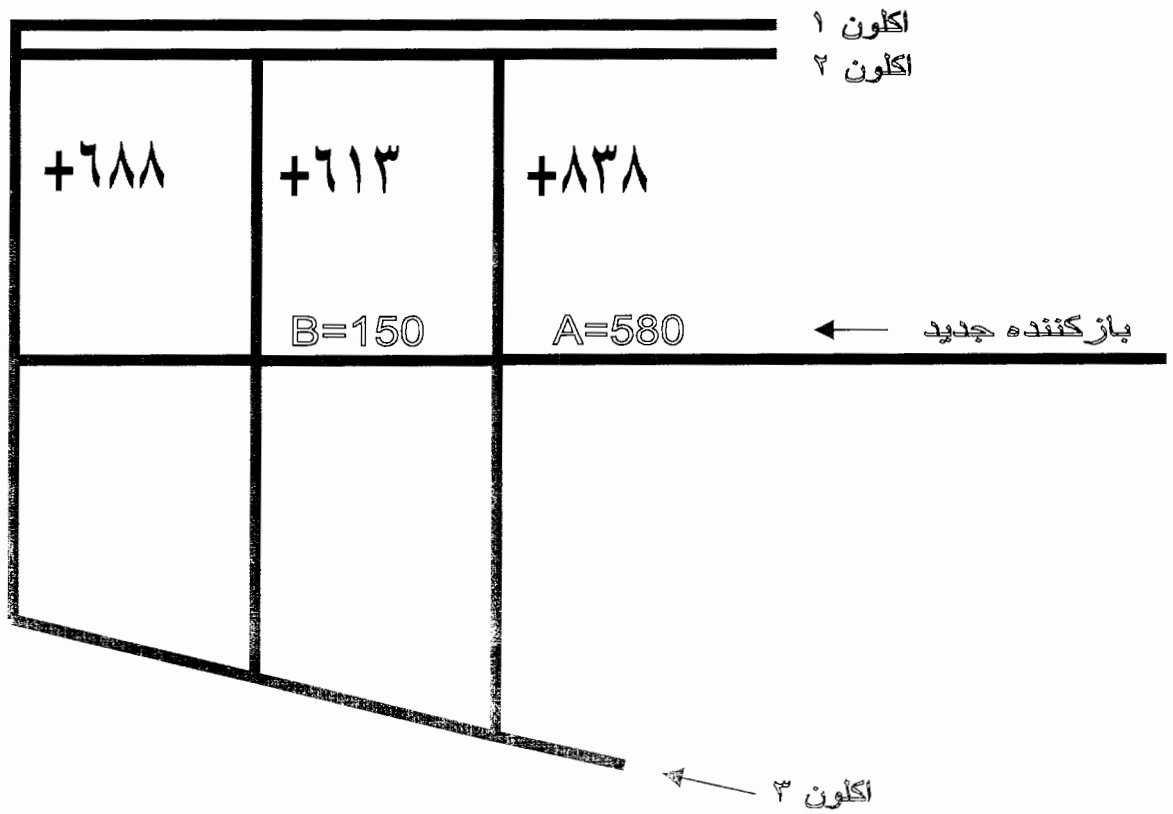
در طراحی کلی معدن بهترین روش این است که اوکلون کمکی عمیق ترین بخش معدن (افق٦٨٨+) را مستقیما به سطح زمین وصل کند. انجام عملیات باربری پانل اول از افق دوم (افق ۷٦۳+) می‌توان با حفر یک رابط کمکی این افق را به اوکلون کمکی متصل نمود. جهت تسهیل در امر باربری و تدارکات همچنین از جنبه فنی و اقتصادی، مناسبترین محل برای حفر اوکلون کمکی و رابط کمکی در وسط گسترش طولی کانسار می‌باشد. کلیات این طراحی در شکل (٤-۲) و (٤-۳) نشان داده شده است.



A=150/(Sin15)=580

B=580Cos15-15Cos30-75Cotg15=150m

شکل (٤-۳) طرح مفهومی جهت اجرای روش مکانیزه[۲۰]



شکل (٤-٤) طرح مفهومی جهت اجرای روش مکانیزه[۲۰]

با توجه به شیب حدود ۳۰ درجه کانسار، مناسب است تا اوکلون کمکی و رابـط آن را در کمـر پـایین لایه C1 حفر گردند تا در طرح توسعه معدن و برای استخراج لایه ای زیرین نـیز بتـوان از آن بـهره بـرد. بـا توجه توپوگرافی نسبتا مسطح این معدن و بر اساس روابط هندسی، طول اوکلـون کمکـی کـه بـا شـیب ۱۵ درجه حفر می‌گردد برابر خواهد بود با :

طول اوکلون کمکی = ۱۵۰/sin۱۵ = ۵۸۰m

بر همین اساس طول رابط کمکی که بطور افقی حفر می‌گردد، برابر خواهد بود با :

طول رابط کمکی = ۵۸۰× cos۱۵ − ۱۵۰× cos۳۰ − ۷۵× cotg۱۵ = ۱۵۰m

بازکننده کمکی باید دارای سطح مقطعی بزرگتر از سایر بازکننده‌ها باشد. لذا این حفریات حداقـل بـاید دارای سطح مقطعی برابر ۱۲ مترمربع باشد . اگرچه در حالت مکانیزه تنها حفر سه تونل افقی(راهرو پانلی) مورد نیاز است، اما در حال حاضر با توجه به حفر افقهای ۸۳۸+ و ۷۸۸+ در این معدن از نظر حفر تونلـهای افقی کمتر روش مکانیزه مزیتی بر دیگر حالات نخواهد داشت.

از نظر اجرایی نیز این طرح علاوه بر حفریات مورد نیاز در حالت غـیر مکـانیزه یـا نیمـه مکـانیزه، بـه احداث مجموعا ۷۳۰ متر بازکننده کمکی با سطح مقطع ۱۲ متر مربع نیاز دارد. جهت احداث ایـن حفریـات کمکی و نیز سایر حفریات بازکننده این معدن در سطح مکانیزه، می‌توان از یک ماشین حفاری پیوسته از نوع رد هدر استفاده کرد. با توجه به عملکرد این ماشین در تجربیات مشابه در سـطح کشـور سـرعت پیشـروی می‌تواند در حدود ۳۰ متر در روز باشد.

جهت انجام باربری پیوسته از افقها و اوکلون کمکی از نوار نقاله استفاده خواهد شـد. بدیـن منظـور بـا توجه به امکانات موجود در سطح کشور بکارگیری نوار نقاله kl-100 مناسب می‌باشد. این نوع نوار نقالـه بـا عرض ۸۰۰ متر مربع و حداکثر ظرفیت باربری ۲۰۰ تن در ساعت و طـول تسـمه ۲۰۰ مـتر در ایـن معـدن کارآیی خوبی خواهد داشت.

از آنجا که هر عدد از این نوار نقاله‌ها در طول ۲۰۰ متر باربری را انجام می‌دهد و حداکثر طول باربری در حدود ۱۱۰۰ متر خواهد بود. حداکثر به ٦ عدد نوار نقاله kl-100 جهت باربری نیاز است.

کارگاههای استخراج مکانیزه کاملا متفاوت با کارگاههای غیر مکانیزه و نیمه مکانیزه خواهند بود. در این معدن طول کارگاههای مکانیزه ۱۵۰ متر می‌باشد. اگر چه از نظر عملی امکان بکارگیری بعضی تجهیزات در این معدن با مشکلات بسیاری مواجه است، اما می‌توان با در نظر گرفتن مناسبترین سیستمی‌که مشکلات کمتری را در پی داشته باشد، مقایسه ای بین روش مکانیزه با دیگر روشها داشت. در این معدن با توجه به ضخامت ۱/۷۸ متری لایه C1 رنده‌ها عملا کارایی مناسبی ندارند و با توجه به شیب زیاد لایه که حرکت رنده را دشوار می‌سازد، بکارگیری رنده‌ها در این معدن مناسب نخواهد بود.

از زغالبرها و شیررها جهت استخراج مکانیزه در این معدن می‌توان استفاده کرد. همانطورکه در روش نیمه مکانیزه تشریح شد، این سیستمها می‌بایست از مشخصات و ویژگیهای خاصی برخوردار باشند. اما برای بکارگیری صحیح این سیستمها و مکانیزاسیون کامل عملیات و رسیدن به بهبود سطح عملیات و افزایش راندمان کلی مجموعه بهره برد.

جهت گزینش و بکارگیری سیستم استخراج بهینه با توجه به کیفیت و نحوه عملکرد زغالبرها و شیررها و بر حسب تولید آنها، استفاده از شیرر یک طبلکه با بازوی متغیر (RANGING ARM) که قطر طبلک آن در حدود یک متر باشد، می‌تواند کارآیی مناسبی داشته باشد. چنین شیرری با توجه به کاهش ضخامت لایه C1در بعضی مناطق این معدن قابلیت کارایی خود را بیشترحفظ می‌نماید. در این معدن جهت انجام باربری درون کارگاه شیب زیاد و تاثیر نیروی ثقلی عامل مهمی‌می‌باشد، به طوری که عملا سیستمهایی نظیر ناوزنجیری و ناو زره دار را فاقد کارآیی می‌سازد. اما بلحاظ انسجام کلی عملیات و سیستمهای مکانیزه باید از یک ناو زره‌دار در این معدن بهره برد. تا شیرر انتخابی با حرکت روی آن وظیفه خود را انجام دهد.

چنین سیستمی عمدتا جهت انجام وظایف جانبی سیستم باربری بکار می‌رود و می‌توان از هر سیستم مشابهی که این وظایف را انجام دهد و ضمن انعطاف پذیری با سیستمهای استخراجی و نگهداری هماهنگ باشد، بهره برد. همچنین جهت اجرای کاملا مکانیزه عملیات باید از نگهداری‌های قدرتی استفاده کرد.

با توجه به قابلیت‌های انواع سیستم‌های نگهداری می‌توان از چاکها در این معدن بهره گرفت. چاکهای چهار پایه که از متداول ترین نوع نگهداریهای قدرتی هستند، ضمن ارایه مقاومتی بالا، هزینه‌های سرمایه ای و عملیاتی کمتری نسبت به انواع دیگر نگهداری‌های قدرتی دارند. با توجه به نبود تجربه مکانیزاسیون در کشور، بکارگیری چاکهای چهار پایه بر سایر انواع نگهداری‌های قدرتی برتری دارد.

به طور کلی در این معدن جهت اجرای روش مکانیزه از شیرر به‌عنوان سیستم استخراج از ناو زره دار یا سیستم انعطاف پذیر مشابه آن به‌عنوان سیستم باربری و در نگهداری‌های قدرتی انواع چاکها به عنوان سیستم نگهداری می‌توان استفاده کرد. اگر چه بکارگیری این سیستم‌ها و حل مشکلات فنی آن نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد، اما جهت مقایسه فنی واقتصادی با سایر روشها بابرآورد توان تولیدی این مجموعه مکانیزه مناسب است. در برآورد میزان تولید روش مکانیزه در این معدن باید به نبود تجربه و سایر مشکلات مربوط به شیب زیاد زغالسنگ توجه کرد. بر این اساس و وجود چنین سیستمی ظرفیت تولیدی کمتری نسبت به سایر معادن مشابه وجود خواهد داشت.

چانچه از یک شیرر یک طبلکه با قطر طبلک یک متر و بازوی متحرک جهت استخراج در کارگاههای ۱۵۰ متری این معدن استفاده کرد. در زمان رفت و در جهت شیب بخش زیرین لایه استخراج شده و در صورت توان مناسب شیرر می‌توان در مسیر برگشت بخش فوقانی لایه را استخراج نمود. بدین ترتیب برشهایی به ضخامت ۰/۶ متر در هر سیکل قابل استخراج هستند.

چنانچه سرعت استخراج شیرر ۵ متر در دقیقه در نظر گرفته شود، کل زمان استخراج یک برش در رفت و برگشت ٦٠ دقیقه خواهد بود که با احتساب ۱۰ دقیقه زمان برای تنظیم و نفوذ (SUMP) شیرر در سینه کار، کل زمان لازم به ۷۰ دقیقه می‌رسد. کل زمان جابجایی ناو زره دار را نیز می‌توان ۲۰ د.قیقه در نظر گرفت. چنانچه هر یک از چاکها، ۲۰ ثانیه برای حرکت به جلو زمان نیاز داشته باشد. کل زمان پیشروی تجهیزات نگهداری ۵۰ دقیقه خواهد بود. با احتساب ۲۰ دقیقه (۱۵ درصد) اتلاف زمانی در هر سیکل عملیات، کل زمان اجرای هر سیکل ١٦ دقیقه خواهد بود. بنابراین در هر شیفت ۸ ساعتی سه برش در کل روز ۹ برش استخراج انجام می‌گیرد.

باتوجه به وزن مخصوص لایه (۱٫۵۸ t/m3)CI میزان تولید در هر سیکل و در روز برابر خواهد بود با:

میزان تولید در هر سیکل(برش) = (۱۵۰ × ۱٫۷۸ × ۰٫٦) × ۱٫۵۸= ۲۵۰ تن

با احتساب ۲۸۵ روز فعال کاری در سال ظرفیت استخراج چینی سیستمی‌برابر است با

تولید روزانه = ۲۵۰× ۹ = ۲۲۵۰ تن

ظرفیت استخراج سالیانه سیستم = ۲۲۵۰ × ۲۸۵ = ٦٤٠٠٠٠ تن

به این ترتیب و با توجه به زمان تجهیز کارگاهها و جابجایی تجهیزات بین دو پانل، ظرفیت استخراج این سیستم در این معدن در حدود ٦٠٠٠٠٠ تن در سال خواهد بود. از این رو طول مدت استخراج ذخیره معدن در طرح مذبور یکسال می‌باشد. اگر چه شیب زیاد موجب تسهیل باربری درون کارگاه می‌گردد، اما از سیستمی‌که به عنوان سیستم باربری انتخاب می‌شود انتظار کنترل مسیر باربری می‌رود. همچنین باید برنامه ریزی و کنترل این عملیات را متناسب با ظرفیت باربری در راهروهای بازکننده انجام داد. با توجه به انجام ۹ سیکل پیشروی در کارگاه استخراج سرعت پیشروی برابر است با :

سرعت پیشروی روزانه کارگاه استخراج = ٦ × ۰/٦ = ٥/٤ متر در روز

بنابراین جهت احداث به موقع حفریات آماده سازی (بخصوص در روش پیشرو) حداقل به دو دستگاه ردهدر با سرعت حفر پیشروی ۳ متر در روز نیاز است. علاوه بر این ضروری است عملیات آماده سازی جلوتر از تجهیز و استخراج معدن برنامه ریزی و انجام گردد.

از آنجا که احداث حدود ۳۰۰۰ متر حفریات آماده سازی مورد نیاز حتی با بکارگیری دو دستگاه ردهدر و مجموع سرعت ٦ متر در روز نزدیک بدو سال بطول می‌انجامد. لذا بکارگیری روش پسرو در این معدن بدلیل تعویق تولید مناسب نمی‌باشد. از اینرو شیوه پیشرو که البته آن هم باید با بجلو بردن اجرای زمانی آماده سازی نسبت به استخراج تا حدودی مشابه پسرو انجام پذیرد، مناسب‌تر خواهد بود.

با توجه به سرعت عملیات آماده سازی و استخراج بخصوص زمان لازم برای حفر اوکلون و رابط کمکی، باید عملیات آماده سازی از نظر زمانی حداقل یکسال جلوتر از عملیات استخراج آغاز گردد. پس انجام آماده سازی‌های اولیه و شروع کار استخراج در پانل اول عملیات آماده سازی در افق سوم (٦٨٨+) انجام می‌گیرد و تا انتهای عملیات معدنکاری می‌توان عملیات استخراج و آماده سازی را متناسب با هم پیش برد. صرفنظر از طول یکساله دوره استخراج برای آماده سازی‌های اولیه نیز مدت مناسب یکسال خواهد بود. در طی این دوره آماده سازی بطور همزمان آموزش نیروی انسانی و احداث زیرساختهای لازم است و خرید و انتقال تجهیزات به سر معدن انجام می‌پذیرد. بنابراین کل عمر پروژه را می‌توان حداقل دو سال در نظر گرفت.

عمده ترین نیازهای تجهیزاتی و تاسیساتی جهت اجرای روش مکانیزاسیون در این معدن (در صورت امکان پذیری فنی) و صرفنظر از مجموعه نیازهای اساسی برای اجرای روش غیر مکانیزه عبارتند از سیستمهای سه گانه استخراج، باربری و نگهداری در کارگاه استخراج برش یاد شده در دستگاه ردهدر حداقل ٦ دستگاه نوار نقاله kl-100 یا حتی سیستمی‌قویتر بر اساس تجربیات مشابه در شرایطی نظیر این معدن کل نیروی انسانی مورد نیاز درون کارگاه استخراج ۲۲ نفر شیفت در روز می‌باشد.

در بخش پیشروی که شامل دو سینه کار می‌باشد مجموعا به ۲۰ نفر شیفت در روز و در سایر بخشهای خدمات سطحی و امور عمومی‌و اداری به ۳۸ نفر شیفت در روز کار نیروی انسانی نیاز است. بدین ترتیب کل نیروی انسانی مورد نیاز در این معدن ۷۰ نفر شیفت در روز می‌باشد. پس بطور کلی با توجه به میزان تولید ۲۲۵۰ تن در روز راندمان کل نیروی انسانی در این معدن در روش مکانیزه در حدود ۲۲ تن بر نفر شیفت خواهد بود. اگر چه در عمل استفاده از روش مکانیزه در این معدن با مشکلات فنی بسیار پیچیده روبرو است بطوریکه حتی می‌تواند امکان پذیری فنی و اقتصادی پروژه را تهدید کند اما این تحلیلها عمدتا جهت مقایسه روشهای غیر مکانیزه و نیمه مکانیزه با روش مکانیزه صورت می گیرد .

٤-٥-٣- قیمت تمام شده زغالسنگ در حالات مختلف

ارزیابی اقتصادی طرح یکی از مهمترین مراحل بررسی امکان پذیری اجرای آن طرح می‌باشد. در مورد مکانیزاسیون نیز باید بررسیهای اقتصادی پیرامون اجرای مکانیزه عملیات و مقایسه آن با دیگر حالات اجرایی بعمل آید.

یکی از مهمترین معیارها در ارزیابی اقتصادی هر طرح قیمت تمام شده محصول تولیدی می‌باشد. از اینرو در ادامه با برآورد قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی از این معدن مقایسه‌هایی بین حالات مختلف صورت خواهد گرفت. برای تعیین قیمت تمام شده کلیه هزینه را به دو دسته هزینه‌های سرمایه ای[1] و هزینه‌های عملیاتی[2] تقسیم بندی می‌شوند. هزینه‌های سرمایه ای تولید هر تن زغالسنگ به سهم هر تن زغالسنگ از کل سرمایه گذاری انجام شده در پروژه (با احتساب استهلاک سرمایه) گفته می‌شود. این هزینه‌ها مجموعی از هزینه‌های اکتشاف و طراحی و مهندسی و خرید تجهیزات، احداث ساختمانها، تاسیسات و آماده سازی می‌باشند.

---

[1] CAPITAL COSTS

[2] OPERATION COSTS

هزینه‌های عملیاتی نیز مجموع هزینه‌های نیروی انسانی، مواد مصرفی، لوازم یدکی و تعمیرات را شامل می‌شود. برای برآورد واقع بینانه طرح از قیمت تمام شده درصدی نیز جهت هزینه‌های متفرقه و پیش بینی نشده به این هزینه‌ها افزوده می‌گردد. در تعیین قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی از این معدن از تجربیات و شاخصهای دیگر معادن زغالسنگ بخصوص از طرح اول معدن اولیه شماره ۳ (دیگر معدن مورد بررسی) طرح معدن شماره ۵ پروده طبس (متعلق به شرکت معدنجو) و معدن قشلاق (متعلق به سیمان شرق) می‌توان استفاده کرد. اگرچه برآورد قیمت تمام شده در این مرحله از بررسی‌ها دشوار می‌باشد، اما با توجه به عملکردی مشابه در تعین قیمت زغالسنگ استخراجی در هر یک از حالات مختلف اجرایی برآورد قیمت‌ها و مقایسه نسبی آنها بسیار مفید و مناسب خواهد بود.

۱-قیمت تمام شده زغالسنگ در حالت غیر مکانیزه :

جهت برآورد هزینه‌های سرمایه ای تولید هر تن زغالسنگ باید ابتدا کل سرمایه گذاری لازم در این طرح را معین نمود. بدین منظور در این طرح بجای تعیین اجزای فراوان هزینه‌های سرمایه ای و نحوه استهلاک هزینه آنها برآوردی از کل سرمایه گذاری‌ها به ازای هر تن ذخیره قابل استخراج و مجموع سرمایه گذاری در این معدن به عمل می‌آید.

با توجه به حجم سرمایه گذاری در معادن مشابه میزان سرمایه گذاری به ازای هر تن ذخیره قابل استخراج این معدن را می‌توان ۸۰۰۰ ریال در نظر گرفت. بدین ترتیب کل سرمایه گذاری لازم در فاز اول عملیات در این معدن در حدود ٤٨٠٠ میلیون ریال خواهد بود. اگر چه می توان جهت تعیین دقیق هزینه‌های سرمایه ای هر تن زغالسنگ با توجه به نحوه استهلاک سرمایه عمل نمود. اما از سوی دیگر ارزش باقیمانده استهلاک سرمایه گذاری پس از طرح و اعمال رویه ای مشابه در سایر حالات سبب می‌شود تا بتوان هزینه‌های سرمایه ای هر تن زغالسنگ استخراجی از این معدن با تقریبی قابل قبول برابر با میزان

سرمایه گذاری به ازای هر تن که ۸۰۰۰ ریال می‌باشد در نظر گرفت. همچنین با توجه به مشخصات عملیات غیر مکانیزه و با توجه اطلاعات حاصل از سایر معادن بویژه معدن ناحیه پروده سایر هزینه‌های عملیات نیز تعیین می گردد.

با احتساب ۲۰٪ هزینه‌های متفرقه و پیش بینی نشده، قیمت تمام شده محصول قابل تعیین است. خلاصه هزینه‌ها و قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ تولیدی در این معدن در جدول شماره (٤-٥) آورده شده است.

جدول (٤-٥): هزینه‌ها و قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روش غیر مکانیزه [۲۰]

اقلام هزینه		هزینه به ازای هر تن (ریال)	سهم از کل هزینه (درصد)
هزینه‌های سرمایه ای		۸۰۰	۱۳/۰۸
هزینه‌های عملیاتی	نیروی انسانی	۳۰۰۰۰	٤۹/۰۵
	مواد مصرفی	۱۲۰۰۰	۱۹/٦۲
	لوازم یدکی و تعمیرات	٥٦۰۰	۹/۱٥
متفرقه و پیش بینی نشده ۱۰٪		٥٥٦۰	۹/۱
قیمت تمام شده		٦۱۱٦۰	۱۰۰

بدین ترتیب با مشخصات در نظر گرفته شده برای اجرای نیمه مکانیزه عملیات در این معدن، قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ تولیدی ٦١١٦٠ ریال خواهد بود. عمده ترین بخش هزینه مربوط به هزینه‌های نیروی انسانی است که نزدیک به ۵۰ ٪ قیمت تمام شده را به خود اختصاص می‌دهد.

۲- قیمت تمام شده زغالسنگ در حالت نیمه مکانیزه :

مطابق مشخصات اجرایی روش نیمه مکانیزه معدن اقلام سرمایه گذاری لازم در این حالت چندان با روش غیرمکانیزه متفاوت نخواهد بود.

بکارگیری پایه‌های فلزی به‌عنوان تجهیزات نگهداری می‌تواند در ردیف هزینه مواد مصرفی قرار گیرد. تنها بخش عمده سرمایه گذاری متفاوت با حالت غیر مکانیزه را می‌توان هزینه خرید شیرر یا زغالبر مناسب و یک وینچ BL-1600 دیگر برای نصب در اوکلون ۳ مربوط دانست.

چنانچه هزینه تعمیر ماشین استخراجی در حدود ۳٦۰۰ میلیون ریال (٤۵۰ هزار دلار) و هزینه وینچ مورد نظر را ٦۰۰ میلیون ریال در نظر بگیریم، با توجه به افزودن این مقادیر به سرمایه گذاری لازم در روش غیر مکانیزه کل سرمایه گذاری لازم در این معدن ۹۰۰۰ میلیون ریال خواهد بود. به این ترتیب صرفنظر از استهلاک سرمایه، میزان سرمایه گذاری به ازای هر تن قابل استخراج این معدن ۱۵۰۰۰ ریال به دست می آید که می‌توان مشابه حالت غیر مکانیزه همین میزان رابه عنوان مبنایی برای هر تن زغالسنگ تولیدی در نظر گرفت.با توجه به سایر مشخصات اجرایی و نیز تجربیات مشابه ودرمقایسه باحالت غیرمکانیزه هزینه‌های عملیاتی وقیمت تمام شده هر تن زغالسنگ تولیدی در روش نیمه مکانیزه مطابق جدول (٤-٦) برآورد می‌گردد.

جدول(٤-٦) هزینه‌ها و قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روش نیمه مکانیزه

اقلام هزینه		هزینه به ازای هر تن (ریال)	سهم از کل هزینه‌ها (٪)
هزینه‌های سرمایه ای		۱۵۰۰۰	۲۳،۳
هزینه‌های عملیاتی	نیروی انسانی	۱۷۵۰۰	۲۷،۲
	مواد مصرفی	۱٤٤۰۰	۲۲،٤
	لوازم یدکی و تعمیرات	٦۷۲۰	۱۰،٤۵
متفرقه وپیش بینی نشده ۲۰٪		۱۰۷۲۰	۱٦،٦۵
قیمت تمام شده هر تن		٦۳۳٤۰	۱۰۰

مطابق جدول فوق قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در این حالت ٦٤۳٤۰ ریال برتن خواهد بود. به این ترتیب مشخص می‌گردد که سهم هزینه‌های سرمایه ای در روش نیمه مکانیزه افزایش یافته و به ۲۳/۳ ٪ می‌رسد. در مقابل هزینه‌های نیروی انسانی کاهش قابل توجهی یافته و ۲۷/۲ ٪ قیمت تمام شده می‌رسد.

۳- قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در حالت مکانیزه

جهت برآورد قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روش مکانیزه می‌بایست خصوصیات طراحی مکانیزه و مشخصات اجرایی آن کاملا در نظر گرفته شود. عمده هزینه‌ها در این حالت مربوط به هزینه‌های سرمایه ای خرید تجهیزات مکانیزه جهت استفاده در کارگاه استخراج می‌باشد. در حالت مکانیزه بدلیل باربری پیوسته از بازکننده کمکی نیاز به وینچ قوی در دهانه اوکلونها نمی‌باشد.

از آنجا که بخش عمده افق دوم در طرح غیر مکانیزه حفر گردیده صرفنظر از افزوده شدن بازکننده ای جدید با مجموع طول ۷۳۰ متر تغییر چندانی در هزینه عملیات آماده سازی ایجاد نمی‌گردد. این افزایش عملیات آماده سازی هزینه ای در حدود هزینه کاهش یافته تجهیزات مورد نیاز دارد. از این رو تا این مرحله می‌توان سرمایه گذاری در این معدن را ٤٨٠٠ میلیون ریال در نظر گرفت.

عمده‌ترین هزینه‌ها در این روش به خرید دو دستگاه ردهدر مجموع تجهیزات سه گانه استخراج مکانیزه (شیرر، ناو زره دار و چاک) و شش دستگاه نوار نقاله قوی حداقل kl-100 تعلق دارد و در این میان بهای تجهیزات کارگاهی که تمام هزینه‌های آن بصورت ارزی خواهد بود تعیین کننده ترین بخش هزینه‌ها می‌باشد. جهت برآورد میزان هزینه‌های خرید تجهی.زات کارگاهی می‌توان از رابطه ای که با توجه به اطلاعات تجربه و بر اساس دلار سال ۱۹۷۸ ارایه شده استفاده نمود. این رابطه هزینه خرید مجموعه تجهیزات مکانیزه (سیستم‌های استخراج، باربری، نگهداری و تجهیزات وابسته) را بر حسب طول کارگاه و طول پانل محاسبه می‌نماید:

EQUPMENT COSTS(هزینه تجهیزات)=C1 * X +C2 * X + 6.C4 * X^0 +C4*Y + + IF

در این رابطه X طول جبهه کار و Y طول پانل بر حسب فوت می‌باشد و سایر ثابت‌ها بر اساس دلار سال ۱۹۷۸عبارتند از :

C1=6000 S / ft هزینه تجهیزات نگهداری (نگهداری قدرتی) در هر فوت از طول جبهه کار

C2 = 7000 S / ft هزینه کانویر (ناو زره دار)

C3 = 5000 S / ft هزینه‌های غیر خطی (غیر طولی) جبهه کار تجهیزات جانبی

C4 = 9 S / ft هزینه ترابری خارج از کارگاه در هر فوت از طول پانل

IF هزینه‌های شیرر لودر مرحله ای و سایر هزینه‌های ثابت

طول کارگاه استخراج مکانیزه مطابق طرح ارایه شده ۱۵۰ متر (۴۹۲ فوت) و طول پانل حدودا ۱۰۰ متر (۳۲۸۱ فوت) می‌باشد. هزینه تجهیزات کارگاهی لازم در سال ۲۰۰۰ میلادی بر حسب دلار جاری و با توجه به متوسط تورم ٤٪ در ایالات متحده بر اساس شاخصهای GDP (GROSS DOMESTIC PRODUCT) و CPI (CONSUMER PRICEINDEX) برابر است با :

=(میلیون دلار)هزینه تجهیزات

{(٦٠٠٠×٤٩٢)+(٧٠٠٠×٤٩٢)+(٥٠٠٠×٤٩٢^٠,٦)+(٩٠+٣٢٨٢)+١٢٠٠٠٠٠}(١+ ٠,٠٤)^٢٢= ١٩/٩

به این ترتیب تجهیز یک کارگاه استخراج ۱۵۰ متری هزینه ای بالغ بر ۱۹/۹ میلیون دلار را در بر می‌گیرد. با احتساب هر دلار ۸۰۰۰ ریال، این هزینه در حدود ۱۵۳۵۲۰ میلیون ریال می‌باشد. با احتساب هزینه هر دستگاه ردهدر ٤۰۰۰ میلیون ریال و هر دستگاه نوار نقاله مناسب ۲٦۰ میلیون ریال و سایر هزینه‌های مشابه با حالت غیر مکانیزه به میزان ٤۸۰۰ میلیون ریال، مجموع هزینه‌های سرمایه گذاری در این معدن جهت اجرای عملیات مکانیزه۱٦۷۸۸۰ میلیون ریال خواهد بود.

چنانچه حتی پس از پروژه معدنی مزبور، ۵۰٪ هزینه‌ها بصورت ارزش اسقاطی باقی بماند، هزینه مستهلک شده در این پروژه ۸۳۹٤۰ میلیون ریال خواهد بود که مشابه حالات قبل با در نظر گرفتن روش استهلاک مستقیم می‌توان نصف میزان سرمایه گذاری به ازای هر تن زغالسنگ استخراجی را به‌عنوان هزینه سرمایه ای هر تن تولید در نظر گرفت. به این ترتیب میزان سرمایه گذاری به ازای هر تن ذخیره ۲۷۹۸۰۰ و هزینه سرمایه ای هر تن تولید ۱۳۹۹۰۰ ریال بر تن خواهد بود. با توجه به مشخصات کلی طرح، راندمان تولید در حالت مکانیزه ۲۲ بر نفر شیفت می‌باشد که با احتساب دستمزد هر نفر ٤۵۰۰۰ ریال، هزینه نیروی انسانی در تولید هر تن زغالسنگ برابر ۱۲۵۰ ریال خواهد بود.

همچنین می‌توان هزینه مواد مصرفی را ٤ ٪ هزینه سرمایه گذاری و هزینه تعمیرات و لوازم یدکی را ۵٪ هزینه سرمایه گذاری در نظر گرفت. با احتساب ۵ ٪ کل هزینه‌ها به عنوان هزینه‌های متفرقه و پیش بینی نشده برآورد هزینه و قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ این معدن به روش مکانیزه بصورت جدول (٤-۷) خلاصه می‌گردد.

جدول (٤-۷): هزینه‌ها و قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روش مکانیزه [۲۰]

اقلام هزینه		هزینه به ازای هر تن (ریال)	سهم از کل هزینه‌ها (٪)
هزینه‌های سرمایه ای		۱۳۹۹۰۰	۸٦٫۷۵
هزینه‌های عملیاتی	نیروی انسانی	۱٤۰٦	۰٫۸۷
	مواد مصرفی	۵۵۹٦	۳٫٤۷
	لوازم یدکی و تعمیرات	٦٦۹۵	٤٫۱۵
متفرقه و پیش بینی نشده		۷٦۸۰	٤٫۷٦
قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ		۱٦۱۲۷۷	۱۰۰

علامت(.) نشانه ممیز ست.

از محاسبات جداول فوق مشخص می‌شود که قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی با روش مکانیزه ۱٦۱۲۷۷ ریال خواهد بود. در این روش سهم نیروی انسانی در قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ بشدت کاهش می‌یابد و به کمتر ۱٪ می‌رسد و این امر از مهمترین مزایای مکانیزاسیون است. در مقابل هزینه‌های سرمایه ای افزایش یافته و به بیش از ۸۵ ٪ می‌رسد.

٤-٥-٤- مقایسه فنی و اقتصادی بین حالات مختلف و نتیجه گیری

در بررسی امکان مکانیزاسیون می‌بایست هم جنبه‌های فنی و هم جنبه‌های اقتصادی اعمال مکانیزاسیون در معدن مورد تحلیل و بررسی قرار گیرند. از مقایسه وضعیت فنی و اقتصادی اجرای مکانیزه عملیات با دیگر حالات اجرایی می‌توان پیرامون امکان پذیری مکانیزاسیون در این معدن به نتیجه رسید. در ادامه بخش مقایسه ای فنی و اقتصادی بین این حالات صورت می‌گیرد

مقایسه فنی : هر یک از روشهای اجرای عملیات معدنکاری (مکانیزه، نیمه مکانیزه و غیر مکانیزه) از ویژگی‌های فنی خاصی برخوردار است. از جنبه فنی امکان بکارگیری تجهیزات مکانیزه در شرایط موجود و با راندمان مناسب از مهمترین موارد قابل توجه در بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون می‌باشد. همچنین میزان تولید و راندمان فنی معدن نیز از دیگر نکات مهم در این بررسی می‌باشد.

از نظر فنی اجرای مکانیزه عملیات در عمل با مشکلات فراوانی مواجه خواهد بود. در این معدن با توجه به ناکافی بودن عملیات اکتشافی در مورد میزان گسلخیزی و تاثیر آن بر عملیات ابهاماتی وجود دارد. وجود گسلهایی با جابجایی قابل توجه می‌تواند بکارگیری و کارآیی سیستم مکانیزه را با مشکل مواجه سازد. صرفنظر از این موارد، شیب زیاد لایه استخراجی در این معدن از مهمترین مشکلات در راستای بکارگیری تجهیزات مکانیزه و اجرایی عملیات با راندمان مناسب می‌باشد. این مشکل بویژه در مورد بکارگیری و پایداری نگهداری‌های قدرتی بروز می‌کند.

استفاده از سیستم TRAIKO می‌تواند راه حل مناسبی برای این مشکل باشد. میزان تولید زیاد روش مقایسه ایمنی بالا و راندمان بسیار بالای نیروی انسانی سبب می‌شود تا علیرغم مشکلات فنی بسیار تمایل اجرای مکانیزاسیون عملیات وجود داشته باشد. در این مشکلات فنی بسیاری از جمله تغییرات ضخامت و وجود گسلهای احتمالی می‌تواند اجرای مکانیزه عملیات را با مشکل مواجه سازد. اگرچه حل این مشکل با بکارگیری تمهیدات میسر است، اما بی تردید در کیفیت اجرای عملیات تاثیرگذار است.

روش اجرای نیمه مکانیزه عملیات گرچه از نظر کاهش نیروی انسانی مورد نیاز و افزایش راندمان نیروی انسانی برتری‌های نسبت به روش غیر مکانیزه دارد، اما ظرفیت تولید آن حتی از اجرای غیر مکانیزه عملیات در این معدن کمتر خواهد بود. همچنین برخی از مشکلات اجرای مکانیزه عملیات در سطحی کوچکتر در روش غیر مکانیزه نیز امکان بروز می‌یابد. علی رغم وجود ویژگی‌های فنی مناسب جهت ارای نیمه مکانیزه عملیات در یک کارگاه بنظر می‌رسد در کل این معدن روش نیمه مکانیزه نسبت به دیگر حالات بویژه روش مکانیزه برتری نداشته باشد.

اجرای غیر مکانیزه عملیات در این معدن اگرچه نسبت به حالت مکانیزه ظرفیت بسیار کمتری خواهد داشت اما سهولت و سادگی عملیات غیر مکانیزه سبب می‌شود تا استفاده از آن در این روش به راحتی میسر باشد. اگرچه راندمان نیروی انسانی در این روش بسیار پایین است، اما وجود تجربه در اجرای غیر مکانیزه عملیات سبب می‌شود تا مشکلات پیش بینی نشده در این حالت کمتر باشد.

برخی از مشکلات اجرای عملیات معدنکاری در این معدن در حالت مکانیزه و نیمه مکانیزه و غیر مکانیزه بطور خلاصه در جدول (٤-٨) نشان داده شده اند. صرفنظر از ارزیابی فنی باید برای گزینش سیستم بهینه عملیات مقایسه‌ای اقتصادی نیز بین این حالات صورت پذیرد.

مقایسه اقتصادی : قیمت تمام شده تولید هر تن زغالسنگ استخراجی می‌تواند معیاری مناسب جهت مقایسه حالات مختلف اجرایی باشد. در این معدن با اجرای مکانیزه عملیات قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی بیشتر از سایر حالات و حتی بیشتراز قیمت فروش زغالسنگ می‌باشد. بنابراین از نظر اقتصادی اجرای مکانیزه عملیات مقرون به صرفه نخواهد بود و همچنین حجم سرمایه گذاری بالا سبب می‌شود تا از جذابیت اقتصادی آن کاسته شود. صرفنظر از هزینه‌های سرمایه ای سایر هزینه‌ها بویژه هزینه نیروی انسانی در این روش کمتر از دیگر روشها است.

بنظر می‌رسد چنانچه میزان ذخایر معدن مورد نیاز زیاد باشد، این روش می‌تواند مقبولیت اقتصادی مناسبتری داشته باشد. چرا که اجرای نیمه مکانیزه عملیات قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ بسیار پایینتر از حالت مکانیزه است اما با این وجود کمی از حالت غیرمکانیزه بیشتر است. در این حالت حجم سرمایه گذاری نیز بسیار کمتر از حالت مکانیزه و قدری بیشتر از حالت نیمه مکانیزه می‌باشد کاهش هزینه نیروی انسانی مورد نیاز نسبت به حالت غیر مکانیزه از مهمترین ویژگی‌های این حالت است وگرنه در کل مزیتی به روش غیر مکانیزه ندارد. بخصوص که با توجه به ظرفیت و تولید کمتر، عمر معدن ودوره بازگشت سرمایه نیز بیشتر خواهد بود.

در اجرای نیمه مکانیزه عملیات قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ نسبت به سایر حالات کمتر است. از مهمترین نکات قابل توجه در این روش هزینه‌های سرمایه ای اندک آن است. در مقابل هزینه‌های عملیاتی بخصوص هزینه نیروی انسانی نسبت به دیگر حالات بیشتر است.

مهمترین مشخصات اقتصادی اجرای عملیات در معدن اولیه شماره (۲) در حالات مختلف در جدول (٤-۸) نشان داده شده اند. با توجه به تلفیق مشخصات فنی و اقتصادی حالات مختلف می‌توان از بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در این معدن نتیجه گیری مناسب نمود.

جدول (٤-٨) مشخصات فنی و اقتصادی اجرای عملیات در معدن (۲) در حالات مختلف اجرایی [۲۰]

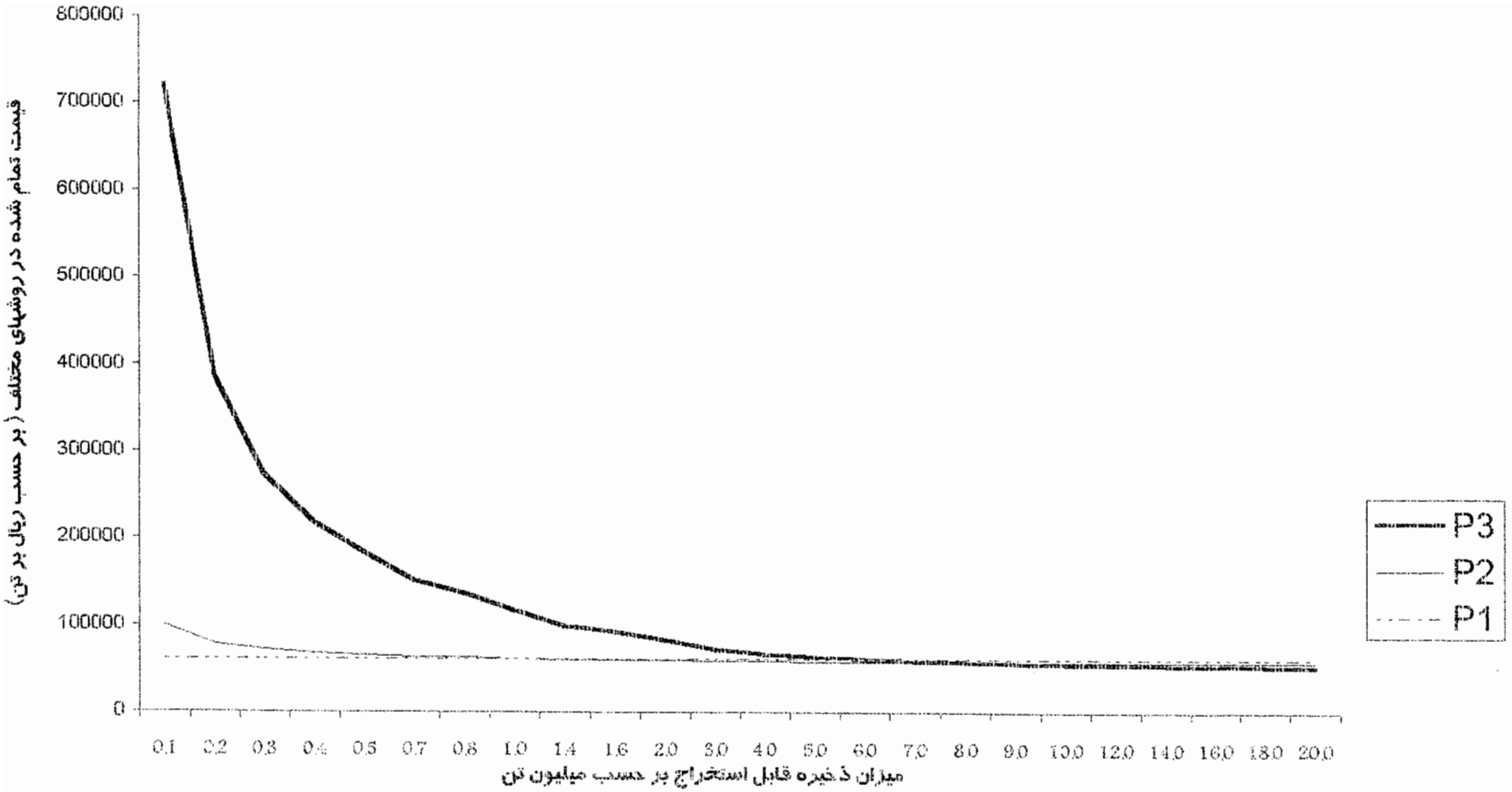
مشخصات	واحد	میزان در حالات مختلف اجرایی		
		مکانیزه	نیمه مکانیزه	غیر مکانیزه
ظرفیت تولید روزانه هر کارگاه	تن	۲۲۵۰	۵۰۰	٦۷۵
تعداد کارگاه	عدد	۱	۱	۳
طول کارگاه	متر	۱۵۰	۱۰۰	۱۰۰
مجموع سرعت پیشروی استخراج	متر در روز	۵/٤	۱/۸	۲/۷
ظرفیت تولید سالانه سیستم	هزار تن	٦٤۰	۱٤۰	۱۹۰
میزان نیروی انسانی مورد نیاز	نفر شیفت	۷۰	۱۰۵	۲۵۵
راندمان تولید نیروی انسانی	تن بر شیفت	۳۲	٤/۷٦	۲/٦۵
عمر معدن	سال	۲	۵	٤
سرمایه گذاری لازم	میلیون ریال	۱٦۷۸۸۰	۹۰۰۰	٤۸۰۰
قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ	ریال	۱٦۱۲۷۷	٦٤۳٤۰	٦۱۱٦۰

با بررسی فنی و ارائه طرح مفهومی عملیات معدنکاری در معدن اولـه شـماره ۲ مشـخص می‌شـود کـه اگرچه روش مکانیزه می‌تواند در صورت وجود شرایط لازم سطح فنی و اجرایـی عملیـات را بسـیار بـهبود بخشد. اما امکان بکارگیری تجهیزات مکانیزه با راندمان مناسب در ابهام قرار دارد و حتی در صورت امکان، مشکلات فنی بسیاری وجود دارند که تاثیر نامطلوبی بر هزینه‌های عملیاتی و اقتصادی پروژه خواهند داشت. همچنین قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی از معدن در حالت مکانیزه بسیار بیشتر از سایر حالات وقتی که قیمت فروش ماده معدنی مناسب نمی‌باشد.

اجرای نیمه مکانیزه عملیات در این معدن نیز اگرچه از نظر کاهش نیروی انسانی مورد نیاز و راندمان مناسب نیروی انسانی به روش غیر مکانیزه برتری دارد اما قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در این روش قدری بیشتر از روش مکانیزه است. در مجموع روش نیمه مکانیزه به روش غیر مکانیزه برتری ندارد. طولانی تر بودن عمر معدن و دوره بازگشت سرمایه در روش نیمه مکانیزه نیز موید همین امر است.

در روش غیر مکانیزه قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ تولیدی کمتر از سایر حالات است. همچنین سرمایه گذاری مورد نیاز دراین حالت کمتر سایر حالات است. از آنجا که از نظر فنی اجرای نیمه مکانیزه عملیات با سهولت و سادگی بیشتر میسر بوده، بررسی فنی و اقتصادی نشان می‌دهد این روش بهترین روش استخراج در معدن اولیه شماره ۲ خواهد بود. با توجه به شیوه استخراج موجود در این معدن امکان بکارگیری پایه‌های فلزی به‌عنوان سیستم نگهداری در کارگاه استخراج وجود دارد و تغییر سیستم نگهداری چوبی به سیستم مزبور تحولی مثبت و ارزنده می‌باشد.

یکی از مهمترین عوامل که باعث می‌شود با اعمال مکانیزاسیون در این معدن قیمت تمام شده محصول بالا باشد و امکان پذیری اقتصادی روش مکانیزه منتفی گردد، هزینه‌های سرمایه ای بالا این روش می‌باشد. البته ذخیره نسبتا اندک این معدن مهمترین عامل در تشدید این امر است. بطوری که اگر معدن مزبور از ذخایر بیشتری برخوردار بود، نسبت به سرمایه گذاری به ازای هر تن زغالسنگ استخراجی و در نهایت قیمت تمام شده هر تن محصول کاهش می‌یافت و روش مکانیزه از نظر اقتصادی نیز قابل رقابت با دیگر روشها می‌گردید. به عبارت دیگر با افزایش ذخیره معدن و کاهش شدید هزینه سرمایه ای استخراج هر تن زغالسنگ قیمت تمام شده استخراج به روش مکانیزه کاهش می‌یابد و از آنجا که هزینه‌های سرمایه ای و عملیاتی روش نیمه مکانیزه با افزایش ذخیره قابل استخراج روند نسبتا ثابت و حتی با اندکی افزایش دارند. می‌توان مقایسه‌ای بین قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در حالات مختلف نسبت به میزان ذخیره معدنی با مشخصات مزبور داشت. نمودار شکل (٤-٥) این مفاهیم را نشان می‌دهد.



شکل (٤-٤): نمودار تغییرات قیمت تمام شده بر حسب ذخیره قابل استخراج در حالات مکانیزه p3، نیمه مکانیزه p2 و غیر مکانیزه p1

در این بررسی با توجه به روند محاسبه قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روشهای مختلف، می‌توان قیمت تمام شده را با فرمولهای زیر نشان داد. ثابت بودن قیمت تمام شده در روش مکانیزه با توجه به تغییرات اندک آن و سطح دقت بررسی قیمت تمام شده است.

در این روابط P1 ،P2 ،P3 بترتیب قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ در روشهای غیر مکانیزه، نیمه مکانیزه و مکانیزه بر حسب ریال بر تن بوده و میزان ذخیره قابل استخراج بر حسب میلیون تن می‌باشد.

P1=61160

P2=57340+4200/A

P3= 49357+67152/A

با توجه به این روابط و نمودار مربوطه مشخص می‌گردد که در ذخایر بزرگتر از ۱/۱ میلیون تن، قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ استخراجی در روش نیمه مکانیزه کمتر از روش غیر مکانیزه می‌گردد. همچنین قیمت تمام شده روش مکانیزه در ذخایر بزرگتر ۵/٦۸۹ میلیون تن کمتر از روش غیر مکانیزه می‌گردد. از نظر قیمت تمام شده در ذخایر بزرگتر از ۷/۸۷۵ میلیون تن روش مکانیزه بر روش نیمه مکانیزه برتری خواهد داشت.

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتیجه گیری و پیشنهادات

با وضعیت کنونی کشور ما و حرکت بسوی تجارت جهانی ، بر مسئولان کشور است تا بیش از پیش توجه و التفات بیشتری نسبت به امر معدنکاری در کشور داشته باشند . زیرا از یک طرف ذخیره‌های نفت کشورمان رو به اتمام است و از طرف دیگر با جهانی شدن تجارت ، با این وضعیت تولید در کشور ، یعنی قیمت تمام شده محصولات معدنی در ایران راه به جایی نخواهیم برد.

یکی از بزرگترین مشکلات اقتصاد کشور ما در حال حاضر عدم بهره وری مناسب در کلیه فعالیت‌های اقتصادی بخصوص در بهره وری نیروی انسانی است. جهت اصلی و نوک پیکان مکانیزاسیون در معادن ، از جمله معادن زغالسنگ ، به سمت افزایش بهره وری است . وقتی از بررسی مکانیزاسیون در معادن زغال صحبت می‌شود ، بدین معنی نیست که حتما باید معدن را از اول تا آخر مکانیزه نمود ، بلکه بدین معنی است که چه کنیم تا با توجه به مسایل فنی و اقتصادی بهترین بهره وری و تولید را داشته باشیم.

اگر شرایط طبیعی طوری است که اجازه مکانیزه نمودن در بخش استخراج را به ما نمی‌دهد ، به فکر مکانیزه نمودن در بخشهای دیگر از قبیل نگهداری ، حمل و نقل و باشیم؟. همانطور که در متن مطالب جمع آوری شده آمده، جهت مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ کشور مشکلات طبیعی عدیده ای مانند ، نامساعد بودن شرایط زمین شناسی ، عدم تخصص کافی نیروی انسانی ، و غیره وجود دارد . اما این بدین معنی نیست که مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ناممکن است ، بلکه مشکل اساسی عدم توجه کافی و جدی نگرفتن بحث مکانیزاسیون است . همانطور که گفته شد شرایط طبیعی لازم برای استفاده از مکانیزاسیون را بیش از نیمی از لایه‌های زغالسنگ ایران بطورکامل دارند .

یکی از بزرگترین و اساسی ترین مشکلاتی که در حال حاضر معادن زغالسنگ کشور را تهدید می‌کند ، مساله تهیه چوب می‌باشد . منابع چوب کشور محدود و در حال اتمام است ، از طرفی دیگر قیمت چوب خارجی آنقدر زیاد است که قیمت تمام شده هر تن زغالسنگ را به حدی افزایش می‌دهد که تولید زغالسنگ داخلی را بیشتر از پیش غیر اقتصادی می‌کند و تنها راه حل پیش رو ، ایجاد مکانیزاسیون و توجه جدی به آن است .

با توجه به نتایج بدست آمده در فصل آخر به این نتیجه می‌رسیم که با توجه به شرایط طبیعی حاکم بر ذخایر زغالسنگ، اگر چه مکانیزاسیون به شکلی که در کشورهای صنعتی موجود است را نمی‌توانیم اجرا نماییم ، اما می‌توانیم در قسمت‌های مختلف عملیات معدنی از قبیل نگهداری و حمل نقل تحولاتی مفید داشته باشیم . مهمترین عاملی که ما را در اجرای مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ محدود می‌کند ، گسل خیزی و تکتونیزه فراوان در ذخیره‌های موجود است . همانطور که گفته شد در کشورهای پیشرفته و صنعتی در لایه‌هایی با شیب تند نیز تا حدود زیادی مکانیزاسیون انجام پذیرفته است . در هر صورت در پایان پیشنهاد می‌گردد اگر قرار است بر روی مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ ایران کاری صورت پذیرد ، لازم است در مورد زمینه‌های دیگر مکانیزاسیون ، از قبیل نگهداری‌های قدرتی و سیستم‌های حمل و نقل ، مطالعات انجام شود و مورد توجه قرار گیرد..

منابع و مواخذ

منابع و مواخذ

۱- کوهساری ، امیر حسن « جزوه درسی زمین شناسی اقتصادی » - دانشگاه یزد، سال ۱۳۷۷

۲- اورعی ، کاظم « روشهای استخراج زیر زمینی (زغالسنگ) » دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) ، مرکز نشر ، ۱۳۸۰

۳- همتیان ، جمال « پروژه کارشناسی ارشد »، سال ۱۳۷٦، بررسی و تحقیق سقف کارگاههای استخراج جبهه کار طولانی، استاد راهنما : دکتر سید کاظم اورعی دانشگاه امیرکبیر

٤- فصلنامه علمی ، فنی ، اقتصادی فراز « فصلنامه شرکت ملی فولاد » زمستان ۱۳۷۷

٥- اطلاعات دریافت شده از بخش مرجع ، دفتر فنی و اکتشاف شرکت زغالسنگ البرز شرقی

٦- اسدی ، زهرا « عملیات اکتشافی در حوضه زغال کرمان » ، انتشارات شرکت معدنی زغالسنگ کرمان

۷- همایش شاهرود و توسعه، دانشگاه شاهرود - ۱۳۷۸

۸- حوضه معادن زغال کرمان ، انتشارات شرکت ملی فولاد ایران

۹- گزارشهای کارآموزی دوره لیسانس تعدادی از دانشجویان دانشگاه شاهرود

۱۰- اقتصاد معدن ، تالیف دکتر کاظم اورعی، نشر علوم دانشگاهی

۱۱- اولین سمپوزیوم معدنکاری ایران ، کرمان ، سال ۱۳٦۲

۱۲- منصوری ، حمید ، پروژه کارشناسی ارشد « بررسی قابلیت مکانیزه کردن لایه d2 معدن بزرگ پابدانا » ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر ، ۱۳۷۲

۱۳- بصیر ،سید حسن « اصول طراحی معادن » ، تهران ، دانشگاه تهران ۱۳۷٥

14-- Peng S.S. , Longwall Mining , John Willey & Sons Inc , 1984

15-Stefanko, R. Coal Mining Technoligy, SME of AIME, 1983

16 - J.Hislop, C,Erickson., Longwall Mining , SME under und MiningcMethods Handbook , W,A Hustrulid. Pp 790-815 , 1982

17- R.V Ramani , Longwall - Shortwall Mining , state of the Art , Socity of Mining Engineers , Inc , Newyork , pp247 253 , 1981

18- R.H Trent W.Horison , Longwall Mining , SME Under Ground Mining Methods Handbook , W.A. Hustrulid, pp 1149-1159 , 1982

19- R.V.Raman , A.K . Chose, Longwall tick Seam Mining , Proceedings of the INDOS - US Seminaron ~ Longwall Mining Sistem for Tick seam Mining Assesment of Progress and needs ~ , Held in Indian School of Mines , Dhanbad , 1986

۲۰ - محمودی ، رضا ، پروژه کارشناسی ارشد ، « بررسی امکان پذیری مکانیزاسیون در معادن زغالسنگ طبس » ، استاد راهنما: دکتر جمال همتیان ، دانشگاه تهران ، سال ۱۳۷۸