بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مطالب

عنوان صفحه

پیشگفتار.....1

بخش اول :اکتشاف

1-1-آشنایی.....7

1-2-تقسیم بندی زغالسنگ.....10

1-2-1-تقسیم بندی بر اساس مواد تشکیل دهنده.....10

1-2-2-تقسیم بندی بر مبنای رده دگرگونی.....11

1-3-ماسرالها.....16

1-3-1-گروه ویترینیت.....16

1-3-2-گروه فوزنیت(اینرتینینیت).....17

1-3-3-گروه لیپتنیت(اگزلینیت).....18

1-4-اختصاصات ماکروسکوپیئزغالسنگ ها.....19

1-4-1-ویترن.....19

1-4-2-کلارن.....19

1-4-3-دورن.....19

1-4-4-فوزون.....20

1-5-ویژگیها وعوامل مؤثر در طبقه بندی زغالسنگ.....21

1-5-1-رطوبت 21

1-5-2-خاکستر.....21

1-5-3-مواد فرار.....22

1-5-4-کربن،هیدروژن واکسیژن.....22
1-5-5-ارزش حرارتی.....22
1-5-6-قابلیت انعکاس نوری ویترینیتیت.....22
1-6-رده بندی کانسارهای زغال از نظر اکتشاف.....23
1-6-1-رده بندی بر اساس وضعیت ساختار زمین شناسی.....23
1-6-2-رده بندی بر اساس ضخامت لایه های زغال 24
1-6-3-رده بندی بر اساس ساختار لایه های زغال.....24
1-6-4-رده بندی بر اساس میزان خاکستر.....25
1-6-5-طبقه بندی براساس قابلیت تغلیظ پذیری.....25
1-6-6-رده بندی براساس ویژگی های پتروگرافی.....26

فصل دوم :کلیاتی درمورد اکتشاف زغالسنگ

2-1-آشنایی 28
2-2-مراحل اکتشاف زغالسنگ.....28
2-3-عملیات اکتشافی زغالسنگ.....28
2-3-1-تهیه نقشه زمین شناسی.....28
2-3-2-حفر ترانشه.....29
2-3-3-حفر اکلون.....30
2-3-4-حفر گمانه.....30
2-3-5-حفر تونل های اکتشافی 30
2-3-6-نمونه برداری اکتشافی.....31
2-4-شبکه بندی اکتشافی 31

2-4-1-مرحله شناسایی.....31
2-4-2-مرحله پی جویی.....31
2-4-3-مرحله اکتشاف عمومی.....31
2-4-4-مرحله اکتشاف تفضیلی.....32
2-5-رده بندی ذخایر در مراحل مختلف اکتشاف.....32

فصل سوم:دستورالعمل مرحله شناسایی منابع زغالسنگ

3-1-آشنایی.....35
3-2-جمع آوری اطلاعات.....35
3-3-برسیها ومطالعات دفتری اولیه.....35
3-4-عملیات صحرایی واجرایی.....36
3-5-مطالعه وپردازش داده ها.....37
3-6-تهیه گزارش مرحله شناسایی.....38
3-6-1-مقدمه.....38
3-6-2-اطلاعات کلی منطقه.....38
3-6-3-زمین شناسی عمومی.....38
3-6-4-وضعیت زغالخیزی.....39
3-6-5-برآورد ذخیره.....39
3-7-پیوست های گزارش.....39

فصل چهارم:دستورالعمل مرحله پی جویی

4-1-آشنایی.....41
4-2-جمع آوری اطلاعات.....41

4-3-بررسی ها ومطالعات دفتری 41
4-4-عملیات صحرایی واجرایی.....42
4-5-مطالعه وپردازش داده ها.....44
4-6-تهیه گزارش.....45
4-6-1-مقدمه.....45
4-6-2-اطلاعات کلی منطقه.....45
4-6-3-زمین شناسی منطقه.....45
4-6-4-عملیات اکتشافی انجام شده.....45
4-6-5-زغالخیزی 46
4-6-6=کیفیت زغال.....46
4-6-7-محاسبه ذخیره.....46
4-6-8-نتیجه گیری.....47
4-7-پیوست های گزارش.....47

فصل پنجم:دستورالعمل مرحله اکتشاف عمومی

5-1-
آشنایی.....49
5-2-جمع آوری اطلاعات.....49
5-3-بررسی ها ومطالعات دفتری 49
5-4-عملیات صحرایی و اجرایی.....50
5-5-مطالعه وپردازش داده ها.....52
5-6-تهیه گزارش.....53

5-6-1-مقدمه.....53
5-6-2-اطلاعات کلی منطقه.....53
5-6-3-رمین شناسی کلی منطقه.....53
5-6-4-عملیات اکتشافی انجام شده.....53
5-6-5-زغالخیزی منطقه.....54
5-6-6-کیفیت زغال.....54
5-6-7-محاسبه ذخیره.....54
5-6-8-مطالعات پیش امکان سنجی.....54
5-6-9-نتیجه گیری.....54
5-7-پیوست های گزارش.....55

فصل ششم:دستورالعمل مرحله اکتشاف تفضیلی

6-1-آشنایی.....58
6-2-جمع آوری اطلاعات.....58
6-3-بررسیها ومطالعات دفتری 58
6-4-عملیات صحرایی واجرایی.....60
6-5-مطالعه وپردازش داده ها.....62
6-6-تهیه گزارش.....63
6-6-1-مقدمه.....63
6-6-2-اطلاعات کلی منطقه.....63
6-6-3-زمین شناسی منطقه.....63
6-6-4-عملیات اکتشافی.....64

6-6-5-زغالخیزی.....64
6-6-6-کیفیت زغال.....64
6-6-7-ویژگی های مهندسی منطقه.....65
6-6-8-وضعیت آب شناسی زغال.....65
6-6-9-برآورد ذخیره.....66
6-6-10-بررسی فنی و اقتصادی.....66
6-6-11-نتیجه گیری.....66
6-7-پیوست های گزارش.....66

بخش دوم :استخراج

فصل اول:استخراج زیرزمینی

1-1-روشهای سطحی.....73
1-1-1-روش استخراج روباز.....73
1-1-2-روش استخراج مسطحی.....74
1-1-3-روش استخراج کنتوری.....75
1-1-4-روش استخراج کنتوری اصلاح شد.....75

فصل دوم:استخراج زیرزمینی

2-1-روش کندن و آکندن (Cut and fill).....79
2-2-روش جبهه کار بلند.....81

2-2-1-انواع تجهیزات نگهداری در روش جبهه کار بلند.....84

2-2-3-جهت استخراج در روش جبهه کار بلند.....85

2-2-4-جهت پیشرو.....87

2-2-5-جهت پسرو.....88

2-2-6-ایجاد کارگاه های مورب.....92

2-2-7-انواع روش های ایجاد کارگاه مورب.....94

2-2-8-روش نواری.....94

2-2-9-پلکانی معکوس.....95

2-2-10-روش دندانه اره ای.....95

2-2-11-روش حفره ای.....95

2-3-روش جبهه کار کوتاه(Shortwall mining).....101

2-3-1-نحوه استخراج.....101

2-2-2-ابعاد پانل جبهه کار کوتاه.....101

2-4-عملیات در روش اتاق و پایه سنتی 102

2-4-1-شرایط بکارگیری روش.....104

2-4-2-تئوری های مربوط به طراحی لنگه ها 106

2-5-روش استخراج انباره ای (Shrinkage Stoping)..... 107

2-5-1-سیکل عملیات.....108

2-6-استخراج ستونی (Stull Stoping) 109

2-6-1-نمونه ای دیگر از روش استخراج Stull stoping 111

2-6-2-روش کرسی چینی 112

2-7-روش تبدیل به گاز در زیرزمین (Underground gasification) 113

2-7-1-شرایط بکارگیری روش تبدیل به گاز در زیرزمین 114

بخش سوم:ایمنی

1-1-چکیده 117
1-2-مقدمه 118
1-3-عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار در معادن زیرزمینی 120
1-4-ریزش 126
1-5-باربری و حمل و نقل 127
1-6-کار با ماشین آلات و ابزارها 128
1-7-سقوط اشیاء 128
1-8-مواد منفجره 129
1-9-اشتعال گرد و غبار 129
1-10-آتش سوزی و احتراق خود به خود 130
1-11-عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار در معادن زیرزمینی 131
1-12-مشخصات عمومی معادن مورد بررسی در طرح 135
1-13-تشریح روش روش تجزیه و تحلیل نقص و اهمیت تأثیرات آن(FMEA) 136
1-14-نتیجه گیری و پیشنهادها 145

بخش چهارم:فرآوری

1-1- تاریخچه 150

1ـــ2ـــ اصول کانه آرائی 150

1-3-خواص سنجی وشناسایی اولیه نمونه ونقش آن در کانه آرایی.....152
1-3-1-نمونه گیری.....152
1-3-2- آنالیز شیمیایی نمونه 154
1-3-3-مطالعات کانی شناسی و میکروسکوپی.....154
1-3-4- خواص کانی ها.....154
1-3-4-1-سختی:.....154
1-3-4-2- شفافیت.....155
1-3-4-3- جلاء 155
1-3-4-4- سطوح ر خ (کلیواژ).....155
1-3-4-5-رنگ.....156
1- 3-4-6- خواص رادیواکتیویته.....156
1-3-4-7-خواص مغناطیسی 156
1-3-4-8- خواص الکتریکی 156
1-3-4-9- خواص سطحی (شیمی ــ فیزیکی) 157
1-3-4-10-خاصیت گرانشی (ثقلی) 157
1-4-اصول خرد کردن.....157
1-4-1-عوامل مؤثر در خرد شدن ماده معدنی 157
1-4-2- حد لازم در خرد کردن.....158
1-4-3- تعیین درجه آزادی 158
1-4-4-سطح مخصوص.....158
1-4-5-تئوری های خرد کردن.....158

1-4-5-1-قانون کیک 159
1-4-5-2-قانون ریتینگر 159
1-4-5-3- قانون باند 159
1-4-6-سنگ شکن..... 159
1-4-6-1-سنگ شکن ضربه ای 159
1-5-نرم کردن مواد..... 160
1-5-1- آسیاها 160
1-5-1-1- آسیای بشقابی افقی..... 160
1-5-1-2- آسیای چکشی 161
1-5-1-3-آسیای غلطکی 161
1-6-کلاسیفایرها..... 162
1-6-1- روش های جدایش با استفاده از خواص فیزیکی 163
1-6-1-1- سنگ جوری..... 163
1-6-2- پرعیار کردن براساس وزن مخصوص..... 164
1-6-3- اصول جدایش با استفاده از مایعات سنگین (H.L.S)..... 165
1-6-4- جدایش مواد با استفاده از واسطه های سنگین(H.M.S)..... 166
1-7-جدایش به روش جیگ..... 168
1-8-فلوتاسیون..... 169
1-8-1-آشنایی..... 169
1-8-2- تئوری فلوتاسیون 169
1-8-2-1- تشکیل کف..... 170

1-8-2-2- تأثیر مواد شیمیایی بر روی کانی 171
1-8-2-3- تشکیل مجموعه حباب و کانی و شناور شدن آن..... 171
1-8-3- معرف های مورد مصرف در فلوتاسیون 172
1-8-3-1-کلکتورها 172
1-8-3-2-تنظیم کننده هاPH..... 174
1-8-3-3- کف سازها 174
1-8-3-4- فعال کننده ها..... 175
1-8-3-5- متفرق کننده ها..... 175
1-8-4- سلول های فلوتاسیون 175
1-8-4-1-سلول های پره دار بدون هوای اضافه شده..... 176
1-8-4-2- سلول هایی که با هوای فشرده کار می کنند..... 177
1-8-4-3-سلول های پروانه دار که با هوای اضافه شده کار می کنند..... 177
1-8-4-4- سلول های ستونی..... 177
1-8-5- مدار فلوتاسیون..... 178
1-9-آب گیری..... 180
1-10-انواع روش های آب گیری..... 180
1-10-1- روش لبریز کردن مواد..... 180
1-10-2- روش سانتریفوژ کردن 180
1-10-3- روش فشرده کردن 181
1-10-4- روش فیلتر کردن..... 181
1-10-5- روش حرارت دادن 181

1-11-روش های آب گیری در سه مرحله صورت می گیرد. 181
1-11-1-تیکنرها 181
1-11-2- فیلترها 182
1-12-خشک کن 183
1-13-کوره ها 184
1-14-استفاده از کلیه روش های گفته شده در زغال شویی زرند..... 185
دیباچه..... 191
فهرست منابع ماخذ..... 201

فهرست جدول ها

جدول1-1-طبقه بندی زغال های ایران..... 27
جدول2-1-شبکه اکتشاف کانسارهای زغالسنگ پیچیده (گروهIII)درمراحل مختلف اکتشافی واختصاصی ذخایر آن ها در رده های مختلف..... 32
جدول2-2-چهارچوب رده بندی بین المللی سازمان ملل برای منابع وذخایر سوخت های جامد وکانی های اقتصادی..... 34
جدول3-1-چک لیست مرحله شناسایی زغالسنگ..... 40
جدول4-1-چک لیست مرحله پی جویی زغالسنگ..... 48
جول5-1-چک لیست مرحله اکتشاف عمومی زغالسگ..... 56
جدول6-1- چک لیست مرحله اکتشاف تفضیلی زغالسگ..... 70
جدول6-2-شرح آزمایشات مورد نیاز در مراحل مختلف اکتشافی..... 71
حدود مواجهه ی صوتی جدوی شماره1..... 122
طبقه بندی وامتیاز ریسک جدول شماره 2..... 139

1-13-6-1-کارگران حفاری دویلهای تهویه.....140
1-13-6-2-کارگران بخش حمل ونقل.....141
1-13-6-3-کارکنان بخش تعمیرات وتخریب.....142
1-13-6-4-کارکنان بخش آتشباری استخراجی.....143
1-13-6-5-کارکنان بخش پیشروی.....144
1-13-6-6-کارکنان کارگاه های استخراج.....145

زغالسنگ

پیشگفتار:

زغال سنگ چگونه ساخته میشود.

زغال سنگ از طریق جنگلهای قدیمی و رستنی هایی تشکیل میشود که طی دورانی طولانی در خاک مدفون شده و توسط لایه های زمین تحت فشار قرار گرفته اند. رستنی های فاسد شده نیز تبدیل به کمپوست شده و تحت فشار تبدیل به زغال سنگ میشوند.

اکنون لایه های حاصل از جنگلهای باستانی تبدیل به خطوط زغال سنگ و در عمق 800 متری شده اندکه صدها کیلومتر در طول ایران کشیده شده اند.

استخراج معدن در طول قرون

کلیه مدارک تاریخی اشاره به این مطلب دارند که زغال سنگ در مکانهای مختلف و در طول سواحل جمع آوری میشده است. بعنوان منبع تآمین زغال سنگ در سطح زمین از آن استفاده میشده و ساکنین نیز شروع به کندن سواحل برای هویدا کردن خطوط زغال سنگ نمودند. برخی از این خطوط تا نزدیکی سطح ادامه یافته است اما اصولآ خطوطمزبور تا زیرزمین کشیده شده و معدن یابان را تشویق به کندن بیشتر زمین برای یافتن زغال سنگ و تولد معدن زغال سنگ بعنوان چیزی که امروزه شناخته شده است نمود. بل پیت نام اولین معدن ساده زغال سنگ بود که به کمک چرخ چاه و چند اسب زمین را کنده و زغال سنگ را به سطح زمین می آوردند. معادن به کمک چراغ قوه های بزرگ روشن میشدند که پیه حیوانات سوخت آنها بود و بدین ترتیب خشکی و تهویه معادن حفظ میشد. بسیاری از معادن اولیه بل پیت به وسیله تارک دنیاها مورد استفاده قرار می گرفتند یعنی کسانی که زغال سنگ را در اختیار صنعتگران قرار میدادند تا از آن در آهن کاری های خود استفاده کنند.

اتاق و ستـــــون (room and pillar)

خطرات بسیار زیادی در اولین معادن بل پیت وجود داشت منجمله قسمتهای داخلی غار و خطر افتادن سنگ و صخره. برای افزایش ایمنی در معادن، مدل « اتاق و ستون« معدنیابی اجرا میشد تا امکان افزایش ثبات معدن و حفظ آن از فرو ریختن فراهم گردد.

مدل « اتاق و ستون« زمانی شروع شد که بل پیت حفر شده بود و به شکل یک « اتاق « در آمده بود. هر معدن شامل « اتاقهای « متصل به هم مختلف است که « ستونهایی« از زغال سنگ برای محافظت از سقف در کنار آن به حالت ایستاده قرار دارد. این امر خصوصاً در زمان استخراج زغال سنگ قابل مشاهده است. قرنهای متمادی از این سیستم استفاده میشد و بسیاری از منابع موجود نیز متعلق به قرون سیزده و چهارده هستند.

معدن یابی دیوار بلند (long wall)

یکی از معایب معدن یابی « اتاق و ستون« این بود که می بایست از مقادیر ارزشمند زغال سنگ درپشت ستونها چشم پوشی کرد تا ثبات معدن حفظ گردد. نیاز به استخراج تمام انواع زغال سنگ از معدن منجر به کشـــف معدن یابی دیوار بلند شد که عملکرد رایج از قرن هفدهم به بعد بود. در روش معدن یابی دیوار بلند ، گروهی از معدن یابان با کمک بیل خط ذغال سنگ را از یک سمت تونل به نام « رخ « می کندند. هرچقدر که زغال سنگ بیشتری از قسمت رخ جدامیشد، معدن یابان چوبهای محافظ سقف را همزمان با حرکت خود به سمت جلو نصب میکردند تا از فرو ریختن معدن پیشگیری شود. ضمناً برای تثبیت این حفاظت، فضای خالی پشت معدن یابان نیز با ضایعات سنگ پر میشد که به « گوف « مشهور بود. جاده به دست آمده همواره از طریق گوف برای دسترسی به شفت تا رخ معدن باز بود.

انواع و موارد مختلف استفاده از زغال سنگ

زغال سنگ به صدها روش مختلف شکل گرفته و لایه لایه آن را میتوان طی پروسه های مختلف تکرار شده در یک منطقه واحد کشف کرد. ضمناً برخی از زغال سنگها عمیقاً در زمین مدفون شده و ضخامت خط آنها به صدها یا هزاران مترزیر زمین میرسد اما در مکانهایی دیگر میتوان آن را در لایه های نازک نزدیک به سطح زمین پیدا کرد.

ضمناً ماهیت زغال سنگ بستگی شدید به نحوه کمپوست و فشرده شدن مواد اولیه آن دارد. سخت ترین نوع ذغال سنگ ، یعنی آنتراسیت دارای 94٪ کربن است در حالیکه نوع استاندارد آن یعنی زغال سنگ قیری دارای 86 تا 88 درصد کربن است.

بیش از 40٪ از زغال سنگ بعنوان سوخت برای تولید برق و بیش از 7000 میلیون تن آن در طول سال از معدن استخراج میشود.

دو نوع اصلی زغال سنگ به شرح ذیل است:

زغال سنگ قهوه ای / نیمه بیتومنی (که بعنوان لیگنیت هم شناخته میشود) دارای ارزش کالری کمتر است (طبق سنجش انرژی در هرواحد). اکثر زغالسنگهای سخت همان زغال سنگ های بیتومنی می باشد.

دو نوع زغال سخت وجود دارد:

زغال سنگ بخار (که به ذغال حرارتی هم مشهور است) که فقط در نیروگاههای برق همراه با استفاده مستقیم در صنایع زیرمجموعه ای استفاده میشود مثل صنایع نفت، گاز ، هسته ای و بازیافتی زغال سنگ کک (که به ذغال سنگ مت هم مشهور است) که از آن برای ساختن کک استفاده میشود. کک ماده خام حیاتی برای اکثر کوره ها جهت ساخت فولاد بشمار میرود. هیچ ماده جایگزین و مؤثری برای زغال سنگ کک وجود ندارد. تولید کنندگان فولاد از زغال سنگ کک برای ساخت کک همراه با بهترین نوع آن یعنی زغال سنگ ککی سخت استفاده میکنند که محصول کارخانه فرآوری زغال سنگ پابدانا بشمار می رود.

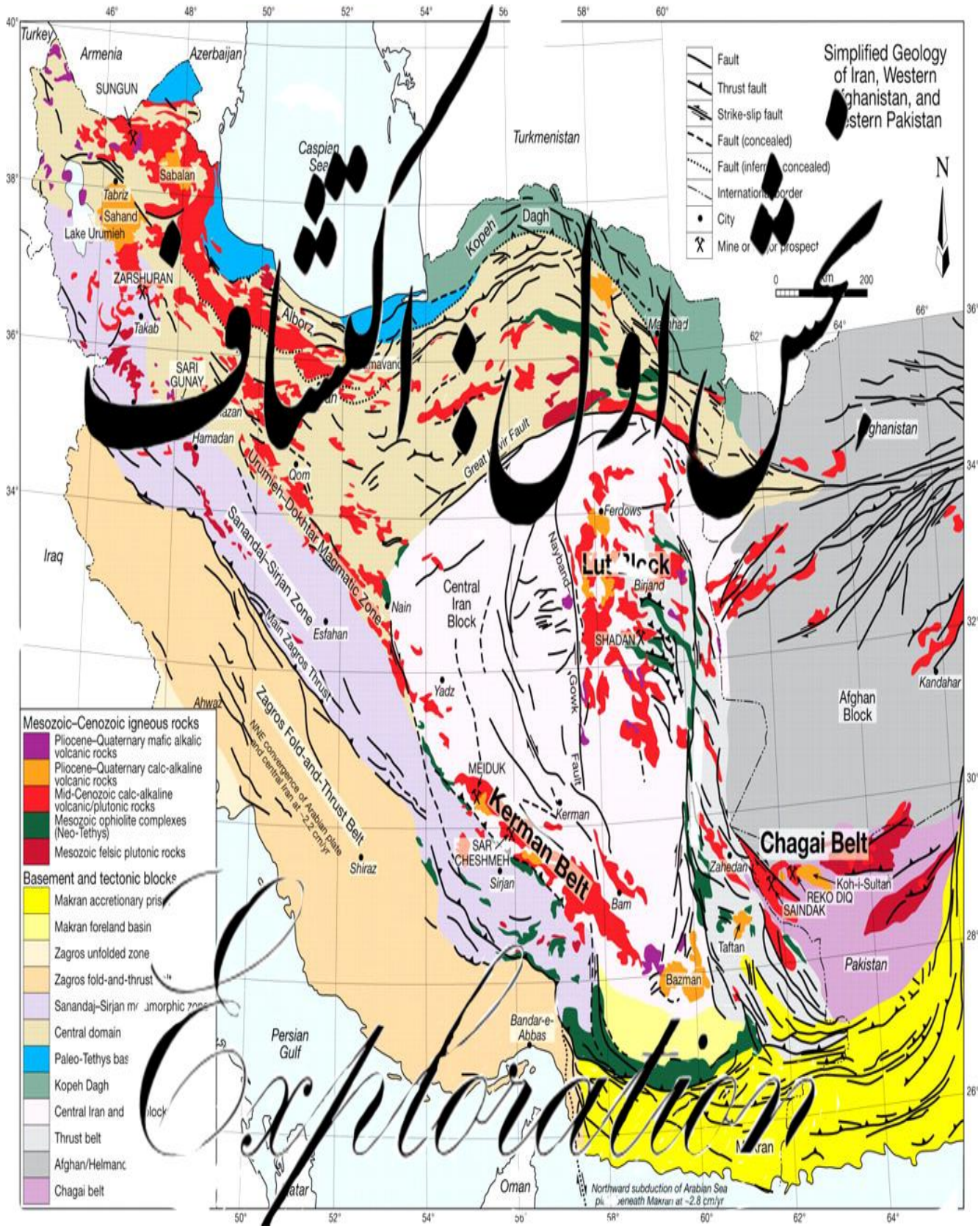
بررسی های زمین شناسی رسوبات زغال دار و معادن زغالسنگ ایران نشان میدهد که اکثر این ذخائر درسازندهای شمشک نای بند و آق دربند قرار دارند و ازنظر زمانی مربوط به تریاس فوقانی تا ژوراسیک میانی هستند این پژوهش برروی مناطق زغالی و 93 معدن با هدف بررسی نقش تکتونیک درپیداسش زغالهای ایران انجام شد حوزه های زغالی ایران بیشتر دردوواحد تکتونیکی رسوبی البرز و ایران مرکزی قرار دارند این حوزههای زغالی اغلب درمحیطهای زمین ساختی فعال و عموما ناودیسی تشکیل شدند سنگهای دربرگیرنده زغال بیشتر شامل کنگلومرا ماسه سنگ شیل سیلت و ماسه سنگ آهکی هستند زغالهای البرز عموما درسازند شمشک و زغالهای ایران مرکزی بیشتر درسازند نای بند و آق دربند با سن تریاس فوقانی تا ژوراسیک زیرین قرارگرفته اند رسوبات زغال دار حوزه البرز اغلب ازنوع تخریبی بودند ودرحوزه ایران مرکزی بیشتر تحت تاثیر رسوبات دریایی قرارگرفته اند فرایند تشکیل زغال سنگ شامل دو مرحله رسوبی و دگرگونی است بررسی شواهد زمین شناسی و ژئوتکتونیکی ایران دراواخر تریاس تا ژوراسیک نشان داد که فاز کوه زایی آلپ پیشین کیمرین پیشین و پسین درپیدایش میادین زغال ایران نقش اساسی داشته اند.

نیروی انسانی به عنوان سرمایه ای ارزشمند در مسیر توسعه ی اقتصادی کشور تلقی می گردد. تأمین و حفظ سلامت کارگران که قشر عظیمی از جامعه را تشکیل می دهند، علاوه بر اینکه یک وظیفه انسانی است، نقش کلیدی در حفظ و افزایش نیروی کار و ازدیاد سرمایه ی ملی دارد. این در حالی است که همه ساله تعداد زیادی از کارگران به علت حوادث مختلف محیط های کاری، جان خود را از دست داده و یا دچار آسیب دیدگی های جدی می شوند.

گاهی شرایط محیط کار به قدری سخت است که اگر تمهیداتی در جهت مساعد نمودن محیط اعمال نگردد، نه تنها فعالیت در چنین محیطی غیر ممکن است، بلکه گاهی اوقات سلامتی و حتی حیات کارکنان را نیز تحت الشعاع قرار می دهد. علاوه بر این، سالانه مبلغ هنگفتی جهت جبران حوادث و آسیب دیدگی های محیط های کاری صرف می شود. از این رو برنامه های بهداشت شغلی، علاوه بر ارتقای سطح بهداشت کارگران، نقش موثری در کاهش هزینه ها و افزایش راندمان صنایع مختلف ایفا می کند.

در میان مشاغل مختلف، معدنکاری یکی از دشوارترین مشاغل محسوب می شود. کارکنان معادن به دلیل سر و کار داشتن با عوامل زیان آوری نظیر گازها، گرد وغبار، مواد شیمیایی و ... با خطرات زیادی مواجه اند. به گونه ای که صنایع معدنی در اغلب کشورها، بالاترین نرخ مرگ و میر را به خود اختصاص داده اند. در بین روش های مختلف استخراج نیز، روش های استخراج زیرزمینی به دلیل قرار داشتن فضای کاری در اعماق زمین و احتمال خطراتی نظیر ریزش، آتش سوزی ، انفجار و مسمومیت های ناشی از گازهای مضر موجود در معدن، جزء پرخطر ترین فضا های کاری طبقه بندی می شوند. در میان معادن زیرزمینی نیز، معادن زغال سنگ به دلیل تصاعد گاز زغال و خطر انفجاری که همیشه با خود به همراه دارد، در رده ی اول از لحاظ حادثه آفرینی قرار دارند. مقصود از گاز زغال، گازی است که از لایه های زغال سنگ و یا سنگ های درونگر آن متصاعد می شود. از آنجا که بیشتر این گاز آن را گاز متان می خوانند.ً (تا 99 درصد) از متان تشکیل شده است، غالبا گاز متان سمی نیست اما اگر مقدار آن افزایش یابد، باعث کاهش درصد اکسیژن هوا می شود. مهمترین خطر گاز زغال، انفجار آن است. زیرا این گاز در اثر حرارت به سهولت با اکسیژن هوا ترکیب می شود. عیار گاز زغال در کارگاهای استخراج و تونل های اصلی خروج هوا، یک درصد و در تونل های فرعی 1/5 درصد می باشد که بهتر است برای رعایت اصول ایمنی، عیار آن در تمام بخش ها، یک درصد منظور شود. براساس آئین نامه ی ایمنی معادن، تکنسین های گروه تهویه و مسئولان اندازه گیری گاز در معادن زغال سنگ، موظفند قبل از شروع هر نوبت کاری، در محل، حاضر شده و کارگاهها و محل های مشکوک را بازدید نموده و عیار گاز زغال را به وسیله ی دستگاه ذغال سنج اندازه گیری نمایند. در صورت بالا بودن عیار زغال از ورود کارگران به آن محل جلوگیری کرده و تحت نظر مسئول مربوطه، نسبت به افزایش میزان تهویه به منظور پایین آوردن عیار گاز زغال تا

حد مجاز اقدام نمایند. با این همه، سالانه تعداد زیادی از کارگران معادن زغال سنگ به دلیل عدم رعایت نکات ایمنی جان خود را از دست می دهند. به دنبال حوادث تلخی که سال گذشته در معادن زغال سنگ استان کرمان رخ داد و منجر به کشته شدن بیش از 02 کارگر شد، در اولین حادثه ی معادن زغال سنگ در سال جاری که در معدن شماره 761 هشونی رخ داد، متاسفانه یک کارگر کشته و یک کارگر دیگر نیز دچار گازگرفتگی شدید شد. کارشناسان علت وقوع این حادثه را تجمع گاز در معدن و ورود پیش از موعد کارگران به معدن اعلام کرده اند. تجربیات تلخ سال گذشته در زمینه ی معادن زغال سنگ و تکرار این حوادث در سال جاری، حاکی از آن است که هنوز مسئله ی ایمنی معادنزغال سنگ جدی گرفته نشده است. دلایل متعددی را می توان در بروز درچنین حوادث تلخی دخیل دانست. شاید یکی از عواملی که مستقیما این امر دخیل است، استفاده از روش های سنتی استخراج زغال سنگ و عدم استفاده از روش های نوین و تکنولوژی به روز در این زمینه باشد. از سوی دیگر، برخی از کارشناسان معتقدند با واگذاری برخی از این معادن به بخش خصوصی، نظر به افت قیمت زغال سنگ در بازارهای جهانی، کارفرمایان این معادن قادر به تأمین هزینه های مربوط به ایمنی و آموزش نیروهای کارگری خود نیستند. بخش اعظم نیروی کار معادن، کارگران ساده ای هستند که حتی از ابتدایی ترین آموزش ها برخوردار نبوده و تمام امور مربوط به معدن را به صورت تجربی فرا گرفته اند. سازماندهی سیستم جامع آموزشی نیروی کارگری اگر چه در ابتدای امر ممکن است بسیار پرهزینه به نظر برسد، این هزینه ها با کاهش میزان خطرات و خسارات ناشی از حوادثاما قطعا معدنی و نیز بهینه سازی عملیات، جبران خواهد شد. البته مسائل اقتصادی یک سوی این جریان است و آنچه مهمتر به نظر می رسد تامین سلامت و حیات نیروی کارگری است که بخش اعظمی از ساعات عمر خود را در محیطی در اعماق زمین به فعالیت می پردازند. بنابراین تأمین فضای کاری ایمن شاید جزء حداقل حقوق یک کارگر باشد. خواه این حوادث ناشی از سهل انگاری بخش خصوصی باشد و خواه عدم حمایت ارگان های دولتی مربوطه، نتیجه ی آن چیزی جز آسیب قشر کارگری نیست. آنچه در این بین اهمیت دارد و باید به آن پرداخته شود، آگاه سازی و آموزش و به موازات آن تلاش بیشتر برای حفظ سلامت و تامین ایمنی نیروی کار است.



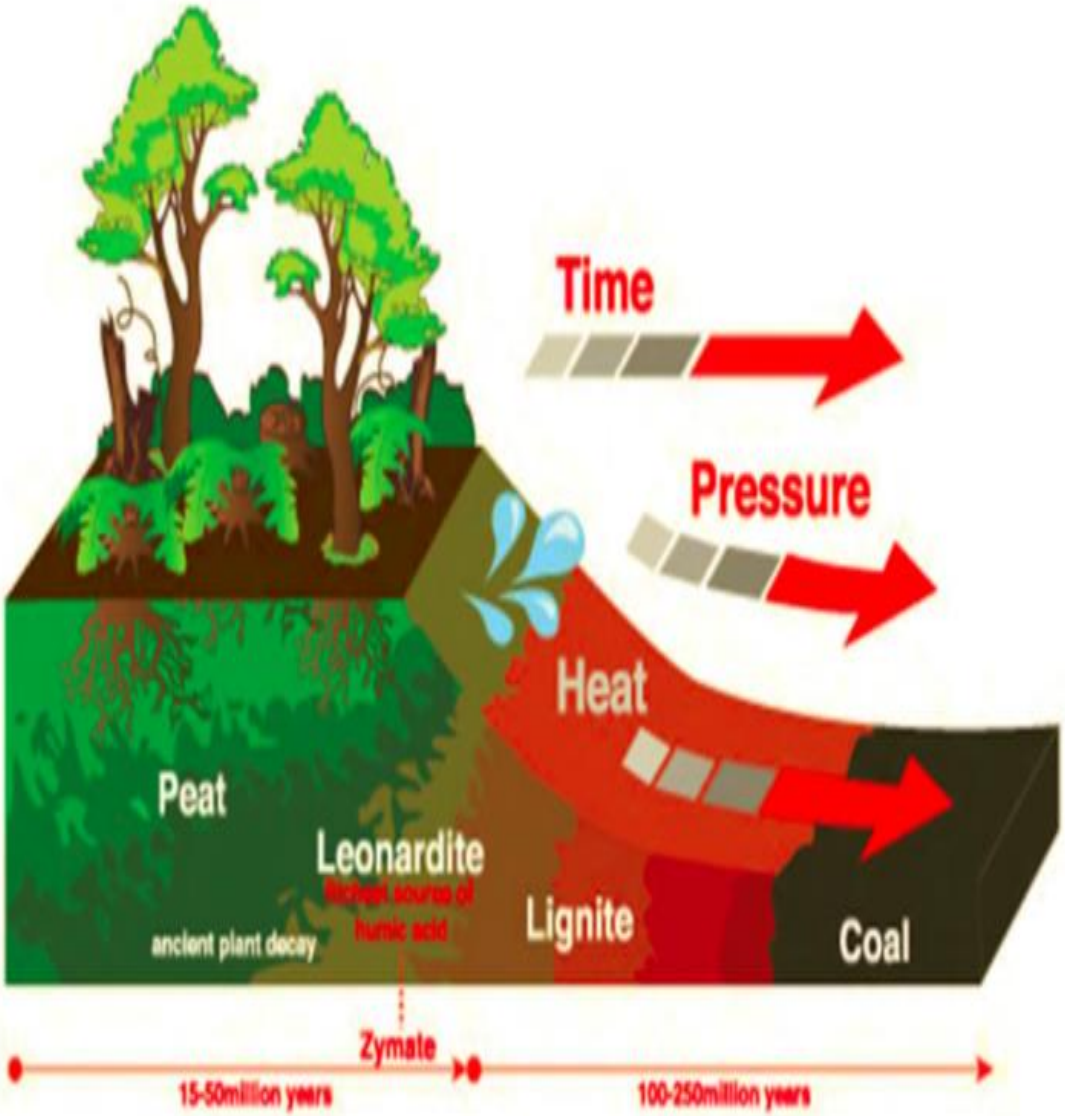
بخش اول اکتشاف
Exploration

فصل اول کلیاتی در باره اکتشاف

1-1 آشنایی

زغالسنگ نوعی سنگ رسوبی سوختنی و ناهمگن است که از اجزای گیاهی مختلفی تشکیل شده . همانگونه که سنگها از اجزایی موسوم به کانیها تشکیل شده اند زغالسنگها نیز از اجزایی تشکیل می شوند که آنها را ماسرال می نامند . ماسرالها بر خلاف کانیها ساختمان بلورین و ترکیب شیمیایی معینی ندارند ، به طور کلی زغالسنگ طی دو مرحله تشکیل می شود . در مرحله اول مواد گیاهی در داخل باتلاق های خاصی رسوب می کنند و پس از تغییر و تحولا تی تورب ایجاد می شود . در مرحله دوم , تورب حاصله به وسیله رسوباتی که بعدها کمربالای آن را تشکیل می دهند پوشیده می شود و بعد از تغییرات فیزیکوشیمیایی، انواع زغالسنگها را به وجود می آورد . تغییرات فیزیکوشیمیایی تورب پس از مدفون شدن در زیر رسوبات یا به عبارت دیگر فرآیند تبدیل تورب به انواع زغالهای قهوه ای ، نیمه بیتومینه بیتومینه، نیمه آنتراسیت و آنتراسیت را زغالی شدن ، یا دگرگونی زغال‌می گویند. این تغییرات تحت تأثیر دما فشار و زمان ایجاد می شود . تغییرات مرحله دگرگونی زغالسنگها طی دو مرحله بیوشیمیایی و ژئوشیمیایی انجام می گیرد. در مرحله بیوشیمیایی، مواد گیاهی انباشته شده در باتلاق در اثر عملکرد باکتریهای بی هوازی تجزیه می شوند و تورب را به وجود می آورند . در مرحله ژئوشیمیایی تورب حاصله در اثر فشارهای قائم طبقات در برگیرنده و گرمای درون زمین, دگرگون می شود و زغالسنگهای مختلف به وجود می آیند.

تشکیل زغالسنگ



فاز بیو-شیمیایی

فاز ژئو-شیمیایی

Figure 1. Illustrates ates through the decomposit ancient mineraloid leonardite. Potassium Humate, extracted from leonardite contains the richest sou used in our blend of Zymate.

1-2- تقسیم بند ی زغالسنگها

1-1-2 - تقسیم‌بندی بر اساس مواد تشکیل دهنده

با توجه به مواد تشکیل دهنده زغال‌سنگهاآنها ، را کلا به دو گروه ساپروپل ها وهومیت ها تقسیم بندی می‌کنند که در زیر به شرح آنها می پردازیم:

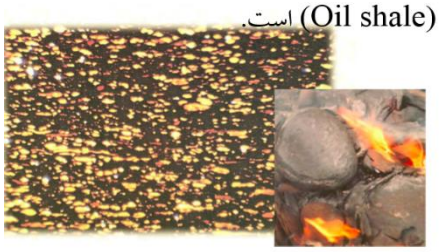
ا لف-ساپروپل ها

این زغالها از بقایای گیاهان پست به وجود می آیند و درصد بسیار کمی از زغالسنگها را شامل می شوند .ساپروپل ها در درجه دگرگونی یکسان نسبت به زغالهای هومیتی فشردگی و سختی بیشتری دارند . سطح شکست آنها صدفی است و با شعله بلندی می سوزند و قابلیت کک دهی آنها بسیار ناچیز است.

انواع زغالسنگ ساپروپل

- **زغال بوگ هد (Boghead) یا توربانیت (Torbanite)**

✓از تجمع جلبکها تشکیل می شوند.
✓رگه های آنها از زغال کانل نازکتر است.
✓مشابه شیل های نفتی (Oil shale) است.



انواع زغالسنگ ساپروپل

- **زغال گاگات (Gagat)**

✓در شیل های بیتومینه یافت می شود.
✓بسیار سخت و مقاوم است.
✓کهربای سیاه نامیده می شود.

انواع زغالسنگ ساپروپل

- **زغال دایزودیل (Dysodil) یا زغال کاغذ**

✓مانند زغال کانل است ولی در زغالهای قهوه ای نرم یافت می شود.
✓اغلب از جلبک ها و گیاهان تشکیل شده است.

انواع زغالسنگ ساپروپل

- **زغال کانل (Cannel)**

✓با جرقه کوچک شعله ور شده و مانند شمع می سوزد.
✓رگه های ضخیم دارد.
✓در بین زغالهای کک ده یافت می شود اما خودش کک ده نیست.
✓دارای مواد فرار زیاد است.

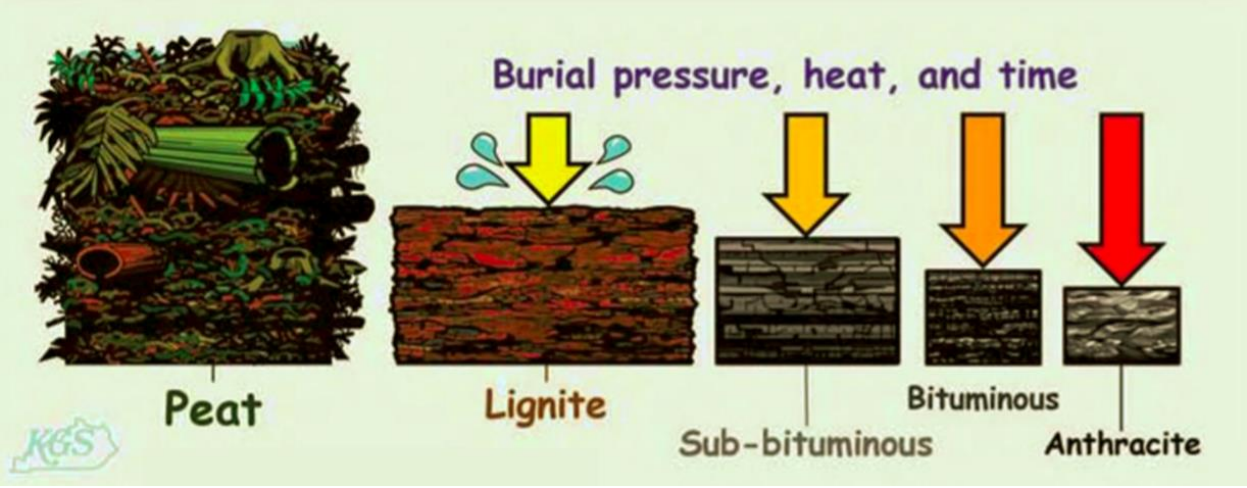
ب- هومیت‌ها (زغالهای هوموسی)

اکثریت ذخایر زغالسنگی دنیا (از آ ن جمله زغالسنگهای ایران) را هومیت ها تشکیل می دهند . زغالهای هوموسی از بقایای گیاهانی به وجود می آیندکه در مرحله اول به تورب، زغال قهوه ای و زغالسنگ و در مراحل آخر به آنتراسیت تبدیل‌می شوند.

برای شناخت انواع زغالسنگها و نامگذاری آنها از پارامترهای مختلفی استفاده می شود که از جمله ویژگی های اساسی مورد استفاده می توان از میزان مواد فرار درصد کربن ثابت ، ارزش حرارتی ، و قابلیت انعکاس نوری ویترینیت نام برد. با توجه به پارامترهای یاد شده, زغالهای هوموسی را به دو گروه اصلی زغا لهای قهوه ای (لیگنیت ها) و زغالسنگ ها تقسیم بندی می کنند که در مرز بین زغالهای قهوه ای و زغالسنگها ، زغالهای شعله خیز قرار می گیرند.

1-2-2 - تقسیم بندی بر مبنای رده دگرگونی

بر اساس رده دگرگونی، زغالها را به انواع زیر تقسیم می کنند:



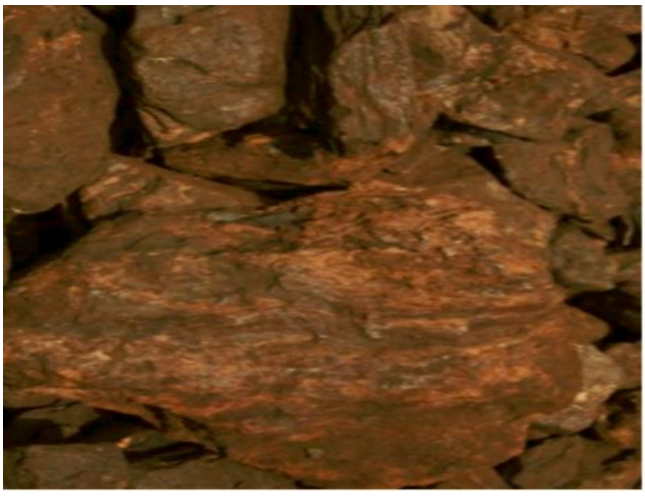
الف- تورب یا پیت

تو رب پست ترین و خام ترین نوع زغالسنگ است و حتی در بعضی از تقسیم بندی ها آنرا جزو زغالسنگ منظور نمی کنند . تورب جسم قهوه ای رنگ متخلخل و سبکی است که در اثر لمس

دست را به رنگ قهوه ای درمی آورد . ضمن سوختن دود فراوانی تولید می کند و بعد از سوختن خاکستر زیادی بر جای می گذارد.

ب- زغال قهوه ای و لیگنیت

این نوع زغال ساختمان الیافی دارد و شبیه تنه درختان است، کربن ثابت آن 60 تا 80 درصد است و ضمن سوختن دود زیادی تولید می کند و خاکستر زیادی هم برجا می گذارد. زغالهای قهوه ای را به دو گروه زغالهای قهوه ای نرم و زغالهای قهوه ای سخت تقسیم می کنند .زغالهای قهوه ای نرم با توجه به تخلخل زیاد، جرم مخصوص پایین و نرم بودن, از نظر ماکروسکوپی قابل تشخیص اند . زغالهای قهوه ای سخت را نیز به دو دسته زغالهای قهوه ای مات و براق تقسیم می کنند . جرم مخصوص زغالهای قهوه ای سخت از زغالهای قهوه ا ی نرم بیشتر است و در ضمن متراکم تر و درخشنده تر هستند.



ج- زغال‌سنگ شعله بلند

زغالسنگ های شعله بلند در حد فاصل زغالهای قهوه ای و زغالسنگ قرار می گیرند و به علت داشتن مواد فرار زیاد به این نام خوانده می شوند . این زغالسنگها خاصیت کک دهی ندارند و به هنگا م سوختن با شعله بلند ی می سوزند و گاز زیادی تولید می کنند . ویترینیت های این نوع زغالسنگ درخشندگی چندانی ندارند و مواد فرار آنها بیش از 41 درصد است . این زغالسنگها مرحله II دگرگونی را تحمل کرده اند و ارزش حرارتی آنها بین 7430 تا 7770 کیلوکالری بر کیلوگرم متغیر و مقدار کربن ثابت آنها بین75 تا 80 درصد در نوسان است .

د - زغالسنگ گازی

این زغالسنگ نیز با شعله بلندی می سوزد و گاز زیادی تولید می کند . خاصیت کک دهی ندارد و یا خیلی ضعیف‌است.

ویترینیت های زغالسنگ گازی شعله خیز نسبت به زغالسنگ شعله بلند درخشان تراند . موادفرار این زغالها در زغالهای ایران بین 37 تا 46 درصد متغیراست. این زغالسنگها مرحله Iدگرگونی را تحمل نموده و مقدار کربن ثابت آنها بین 80 – 85درصد در نوسان است و ارزش حرارتی آنها بین 8033 تا 8485 کیلوکالری بر کیلوگرم تغییر می‌کند.

ه - زغالسنگ گازدار (چرب)

زغالسنگ گازدار با داشتن خاصیت کک دهی ضعیف مشخص می شود . این زغالسنگ نیز به خوبی می سوزد و در طبقه بندی زغالهای ایران مقدار مواد فرار آن بین 37-31درصد متغیر است . دگرگونی را تحمل نموده و مقدار چربی آنها نیز از وجود ماسرالهای گروه لیپتینیت ناشی می شود. این زغالسنگ ها مرحلهIII,IIکربن ثابت آنها بین 83 –87 درصد در نوسان بوده و ارزش حرارتی آنها بین8200 تا 8700 کیلوکالری بر کیلوگرم متغیر است.

و - زغالسنگ چرب

این زغال خاصیت کک دهی خوبی دارد و در تهیه کک صنعتی از آنها استفاده می شود . با کاهش زغالسنگهای چرب مواد فرار، ماسرالهای گروه لیپتینیت روشن‌ترمی‌شود, به گونه‌ای است‌که تشخیص آنها در زیر میکروسکوپ از ویترینیت بسیار مشکل . این زغالسنگ ها را از نظر درصد مواد فرار به زغالسنگهای دو گروه تقسیم می کنند. زغالسنگهای چربی که بیش از33 درصد مواد فرار دارند و چربی که مواد فرار آنها کمتراز33درصد است.

این زغالسنگ ها مرحله III -IV دگرگونی را تحمل کرده اند.

مقدار کربن ثابت آنها بین 97 –86 درصد در نوسان است . ارزش حرارتی آنها بین 8400 تا 8800 کیلوکالری بر کیلوگرم تغییر می‌کند.

ز -زغالسنگ کک شو

زغالسنگهای کک شو خاصیت کک دهی خوبی دارند و برای تهیه کک صنعتی از آنها استفاده می شود . این زغالسنگها را از لحاظ میزان مواد فرار به دو گروه تقسیم می کنند. زغالسنگهای کک شو چرب که مواد فرار آنها بین 25 تا 31 درصد متغیر است و زغالسنگهای کک شویی که مواد فرار آنها بین 17 تا 25 درصد نوسان می کند

این زغالسنگها مرحله IIIو IVدگرگونی را تحمل کرده اند و مقدار کربن ثابت آنها بین 91 – 86

درصد در نوسان بوده و ارزش حرارتی آنها بین 8300 تا 8900 کیلوکالری بر کیلوگرم تغییر می‌کند.

ح - زغالسنگ لاغر

خاصیت کک شوی زغالسنگهای لاغر ضعیف است و این زغالها در مرز بین زغالهای کک شو و آنتراسیت قرار می گیرند . به هنگام مطالعه میکروسکوپی, در آنها فقط ماسرالهای گروه ویترینیت و فوزینیت دیده می شود و از ماسرالهای گروه لیپتینیت اثری نیست . مقدار مواد فرار آنها بین 10تا 17 درصد درنوسان است. این زغالها مرحل Vو VI دگرگونی را نیزتحمل‌کرده اند و ارزش

حرارتی آنها حداقل 8700کیلوکالری بر کیلوگرم است . مقدار کربن ثابت این زغالسنگ‌ها بین 89 تا 93 درصد نوسان می کند.

ط - آنتراسیت

این زغالسنگها خاصیت کک شوی ندارند و در اثر حرارت خمیری نمی شوند و به صورت پودر باقی می مانند . به هنگام مطالعه میکروسکوپی، ماسرالهای گروه ویترینیت در آنها بسیار درخشان و براق به نظر می رسند و ماسرالهای گروه فوزینیت به خوبی مشخص اند . مواد فرار این زغالسنگها کمتر از 10 درصد است و مرحله VIIدگرگونی را تحمل کرده و مقدار کربن ثابت آنها بیش از90 درصد است.

1-3- ماسرالها

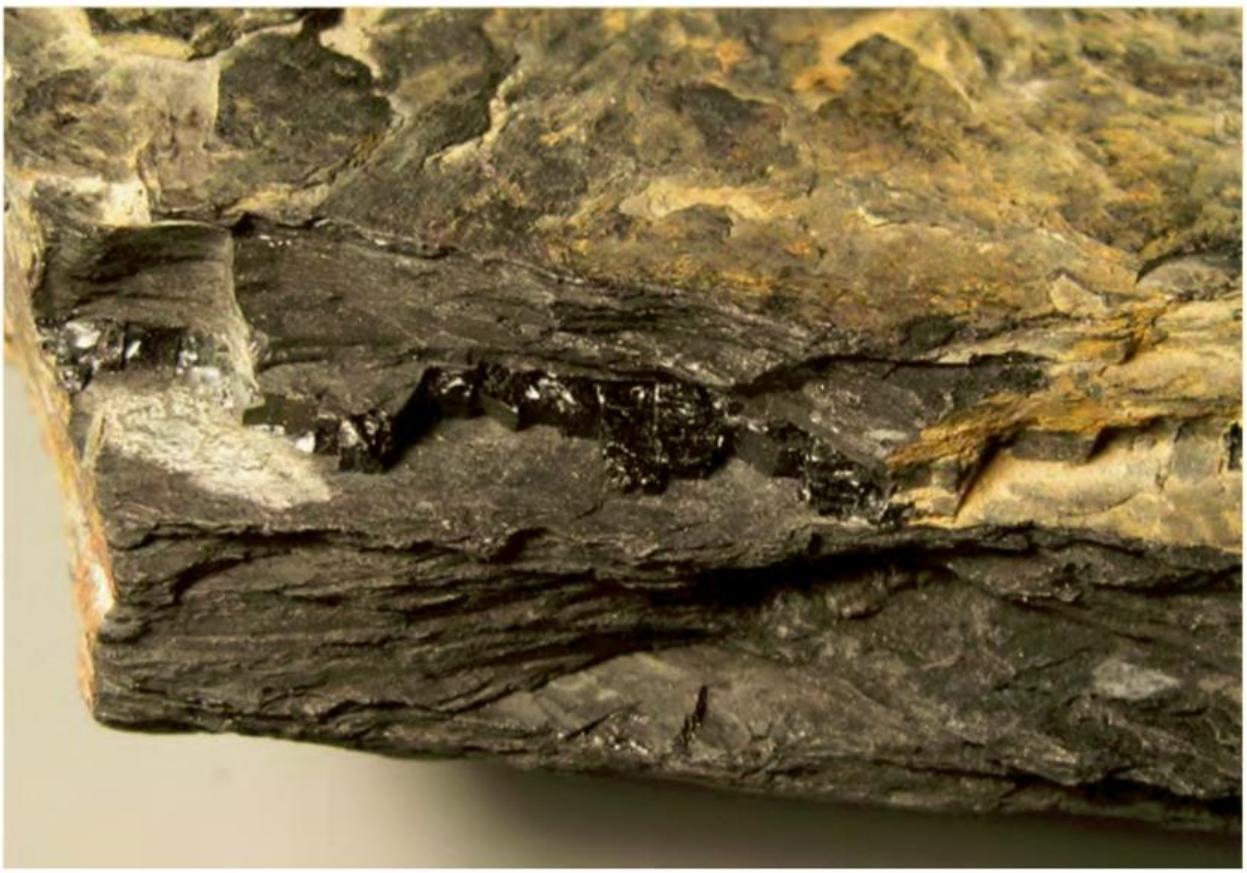
به طوری که گفته شد اجزای تشکیل دهنده زغالسنگ با منشأ گیاهی به نام ، ماسرال نامیده می شود که مترادف کلمه کانی (مینرال) در سنگ ها است . ماسرالها با پسوندinite مشخص

می شوند . برای تشخیص ماسرالها در مقاطع صیقلی از ضریب انعکاس نوری، شکل، ساختار، رنگ برجستگی همچنین ، سختی و ناهمسانگردی نوری استفاده می شود .

. ماسرالها را به سه گروه به شرح زیر تقسیم می کنند

1-3-1 -گروه ویترینیت

گروه ویترینیت مهمترین گروه ماسرال زغالسنگ است که بخشهای شفاف و براق را تشکیل می دهند . این اجزا که قابلیت ذوب هم دارند، در اثر تجزیه مواد گیاهی در آب باتلاق و عملکرد باکتری های بی هوازی تشکیل می شوند .ویترینیت ها در انعکاسی نور خاکستری روشن به نظر می رسند.

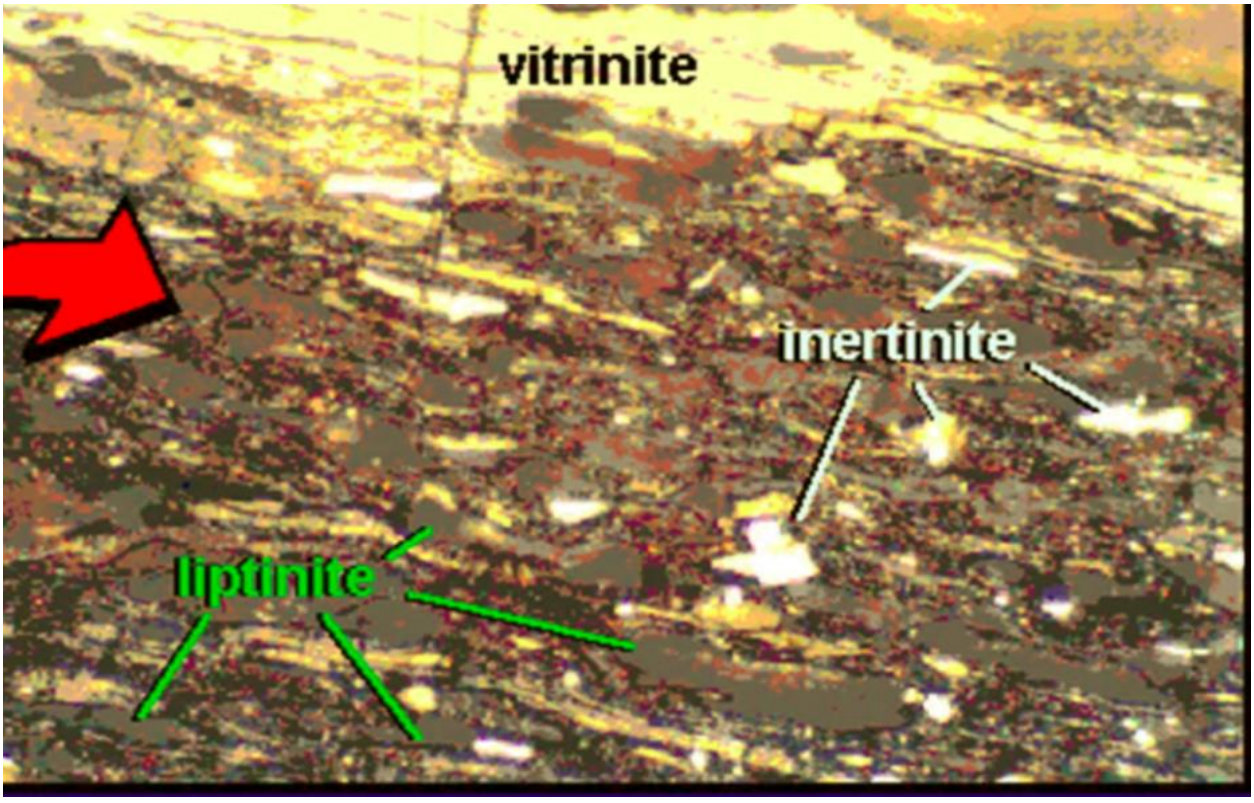


1- 3-2- گروه فوزینیت (اینرتینیت)

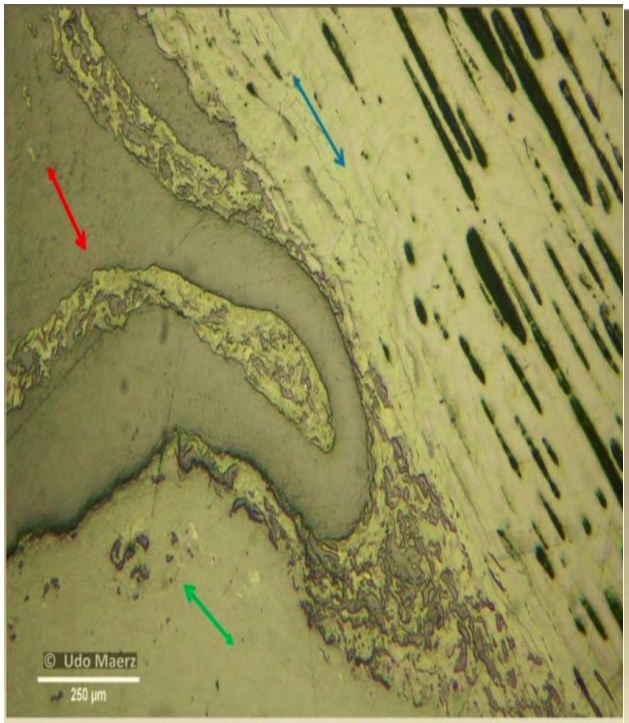
گروه فوزینیت (اینرتینیت) یکی ا ز ماسرال های زغالسنگ است که در اثر اکسایش بافت ها و اجزای کمابیش خرد شده مواد گیاهی به وجود می آیند .فوزینیت ها برخلاف ویترینیت ها مات و کدر اند و قابلیت ذوب ندارند . به طور کلی فوزینیت ها را می توان با زغال چوب فسیل شده مقایسه کرد . خاصیت نوری مشترک این ماسرال ها بالا بودن انعکاس نوری آنها در مقطع صیقلی و مات بودن آنها در مقاطع نازک است.

1-3-3 - گروه لیپتینیت(اگزینیت)

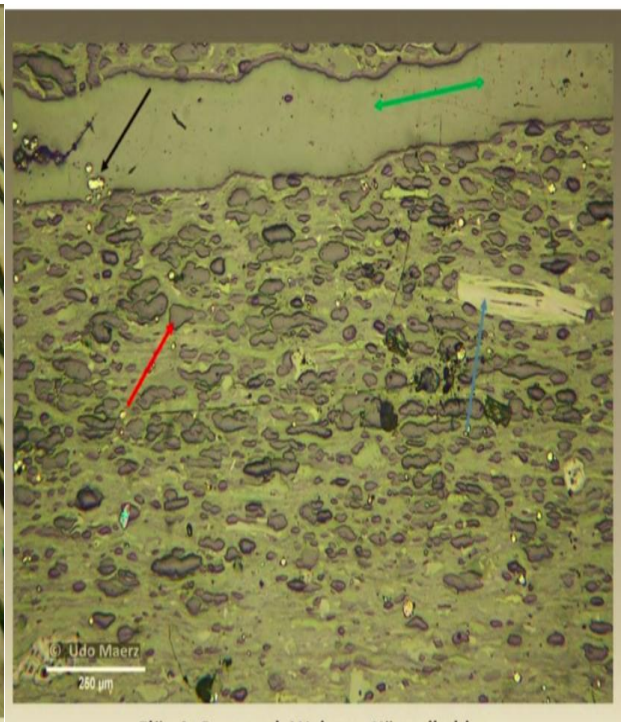
گروه لیپتینیت(اگزینیت)نیز یکی دیگر از ماسرال زغال های سنگ است . این گروه شامل اجزایی است که قدرت انعکاسی پایین دارند و به همین جهت در انعکاسی نور به رنگ قرمز تیره تا خاکستری مات و در نور مستقیم به رنگ زرد دیده می شوند . این‌ماسرال ها بیشتر از تجزیه اجزاء گیاهان که سطح آنها با چربی بیشتری محافظت شده است به وجود می آیند .اگزینیت ها در مراحل اولیه دگرگونی در اثر حرارت می سوزند و از بین می روند.



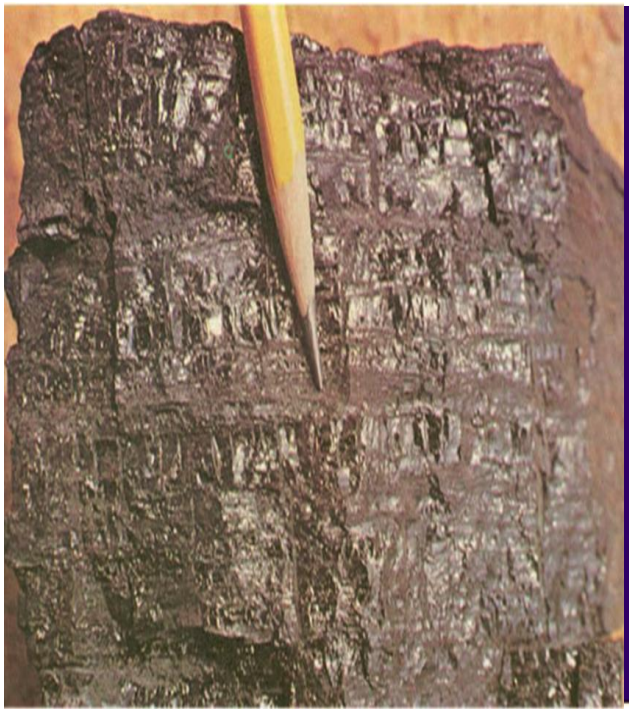
انواع ماسرالها



Flöz Hagen:
Resinit, Collotelinit, Semifusinit



Flöz A, Bergwerk Walsum, Kännelkohle:
Sporinit, Collotelinit, Semifusinit, Pyrit



4-1-اختصاصات ماکروسکوپی زغال سنگ‌ها

زغالسنگها شامل باندهای زغال هوموسی هستند که در یک قطعه یالایه زغالسنگ با چشم غیر مسلح قابل رؤیت اند و به آنها لیتوتیپ می گویند . زغالهای هوموسی اغلب از باندهای تیره و روشن با ضخامت های یک میلیمتر تا بیش از یک سانتیمتر تشکیل شده اند که آنها را تحت عناوین ویترن، کلارن، دورن و فوزن می نامند . در زیر به شرح این باندها می پردازیم:

1-4 - 1 ویترن

اصطلاح ویترن به لایه های براق و نازک زغالسنگ که با چشم غیر مسلح قابل تشخیص اند ، اطلاق می شود . قسمت اعظم ماسرال ویترینیت های تشکیل دهنده ویترن، ه ا هستند .ویترن ها جلای درخشان دارند و خیلی شکننده اند و به هنگام لمس کردن آنها ا ثری بر روی انگشت باقی نمی ماند.

1-4-2-کلارن

اصطلاح کلارن در مورد لایه های نیمه براق زغالسنگهای هوموسی به کار می رود . کلارن از ویترن تیره تر و حد فاصل بین زغال سنگ براق و م ات است. قسمت اعظم کلارن نیز از ماسرال های ویترینیتی همراه با کمی از ذرات فوزینیتی تشکیل شده است . هر چقدر ویترینیت ها در کلارن بیشتر باشند به همان نسبت زغالسنگ درخشان تر و شفاف تر شده و به ویترن نزدیک می شود.

1-4-3-دورن

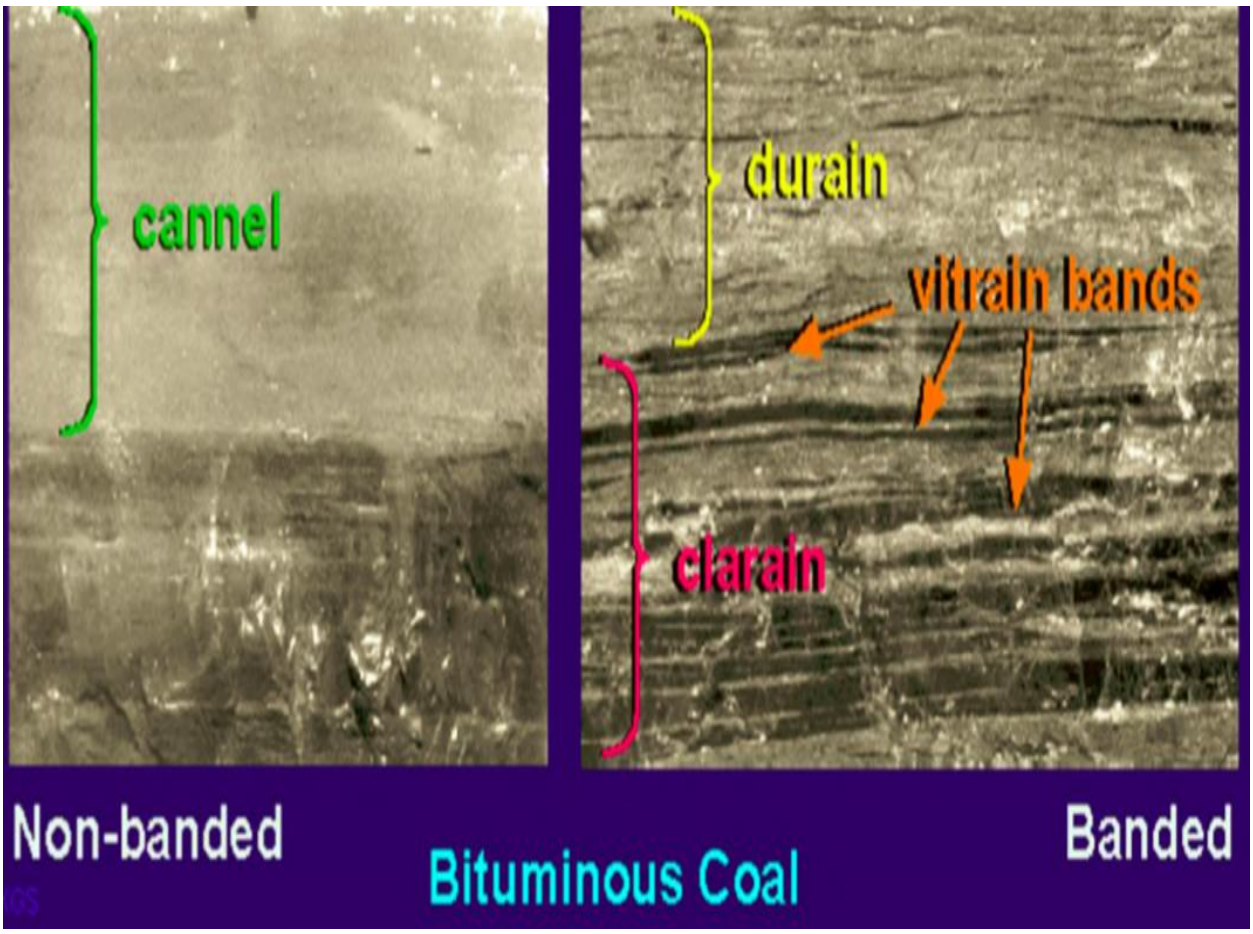
این اصطلاح در مورد باندهای مات زغالسنگ به کار می رود . از مشخصات دورن‌سختی فشردگی و مات بودن آن است و بافت ، مطبق در آن دیده نمی شود . مقطع و سطح شکست آن کاملا صاف نیست بلکه دندانه دار است. رنگ دورن از مات با جلای چرب و خاکستری تا سیاه تغییر می کند . بخش اعظم ماسرال های تشکیل دهنده آن از گروه فوزینیت ها لیپتینیت ها و همراه با کانی های

مختلف است. در مطالعه میکروسکوپی، دورن با زغال پرخاکستر و یا شیل های زغالدار قابل اشتباه است.

1-4-4-فوزن

این اصطلاح به باندهای سیا ه با جلای ابریشمی موجود در زغال سنگ های هوموسی اطلاق می شود . قسمت اعظم فوزن از ماسرال های گروه فوزینیت تشکیل شده است . باندهای فوزن در زغالسنگ، به زغال چوب شباهت دارد . این تیپ زغالسنگ نرم است.

و با دست به آسانی خرد و پودر می شود . در مقاطع صیقلی در زیر میکروسکوپ، ساختار گیاهی آن به خوبی قابل رؤیت است . به هنگام خرد کردن زغالسنگها ، فوزن آنها زودتر خرد شده و باعث ایجاد گرد و غبارمی شود.



شکل برای هر چهار گونه می باشد

1-5-ویژگیها و عوامل مؤثر در طبقه بندی زغالسنگها

زغالسنگها ویژگیهای مختلف شیمیایی و فیزیکی دارندکه بر اساس آنها انواع زغالسنگها را از تورب تا آنتراسیت طبقه بندی‌می‌کنند .هیچ یک از این پارامترها را نمی توان به تنهایی برای طبقه بندی مورد استفاده قرار داد بلکه همواره مجموعه‌ای از این ویژگیها برای طبقه بندی زغال به‌کار می رود برای طبقه بندی زغال در کشورهای مختلف از پارامترهای متفاوتی استفاده می شود .
پارامترهایی که در همه جا به کار می روند عبارتند از :

1 - رطوبت

2 - خاکستر

3 مواد فرار

4 درصد کربن

5 ارزش حرارتی

6 قابلیت انعکاس نوری ویترینیت

1-5-1-رطوبت

رطوبت در زغالسنگ به دو صورت ظاهری و آنالیتیکی وجود دارد . رطوبت ظاهری ممکن است به حالت اتفاقی و پس از استخراج به ترکیب زغالسنگها وارد شود ولی رطوبت آنالیتیکی، رطوبت بین مولکولی است که در زغالسنگها وجود دارد . مقدار رطوبت آنالیتیکی زغالسنگها در مراح ل اولیه دگرگونی سریعا کاهش می یابد و در زغالسنگهایی که دگرگونی بیشتری را تحمل کرده اند تقریبا ثابت و برابر 5/0 تا5/1 درصد است.

1-5-2-خاکستر

درترکیب تمام زغالهاکمابیش مقداری مواد غیرآلی وجود داردکه پس از احتراق به صورت خاکستر باقی می ماند. بخشی از این مواد غیرآلی مربوط به مواد معدنی موجود در ماده اصلی گیاهان است

که به آن خاکستر متن می گویند و بخش دیگر موادی است که در حین استخراج از کمربالا و یا کمر پایین به زغالسنگها اضافه می شود که این بخش، خاکستر آواری نام دارد . از آنجا که ساختار لایه های زغالی یکسان نیست لذا در حین استخراج لایچه های ناخالصی نیز اضافه می شود که به آن خاکستر همراه می گویند.

1-5-3-مواد فرار

قدیمی ترین طبقه بندی زغالسنگها بر اساس میزان مواد فرار(در نمونه خشک بدون خاکستر) انجام می گرفت. میزان مواد فرار زغالسنگ با افزایش دگرگونی‌کاهش می یابد . به دلیل اختلافات قابل توجه دراختصاصات شیمیایی ماسرالها این ویژگی را نمی توان به تنهایی به عنوان یک پارامتر دقیق و مناسب در طبقه قرار بندی زغالها ملاک عمل داد.

1-5-4-هیدروژن و اکسیژن ، کربن

کربن. هیدروژن و اکسیژن سه عنصری هستند که ترکیب اصلی زغال را تشکیل می دهند ، میزان کربن ثابت زغالسنگها باافزایش دگرگونی، افزایش می‌یابد و از میزان اکسیژن و هیدروژن آن کاسته می شود.

1-5-5-ارزش حرارتی

مقدار حرارتی که در اثر سوختن یک کیلوگرم زغالسنگ ایجاد می شود ارزش حرارتی نام دارد ، با افزایش رده دگرگونی، ارزش حرارتی نیز افزایش می یابد ارزش حرارتی زغالسنگها در اثر اکسایش کاهش می یابد.

1-5-6-قابلیت انعکاس نوری ویترینیت

میزان بازتاب نور ازسطح ویترینیت ها، قابلیت انعکاس نوری ویترینیت نامیده می شود . با افزایش درجه زغالی شدن(دگرگونی) قابلیت انعکاس نوری ویترینیت نیز افزایش می یابد . در ایران قابلیت انعکاس نوری ویترینیت را با استفاده از روغن امرسیون اندازه گیری کرده و مقدار آن را در عدد10 ضرب می کنند وبه آن 10R می گویند.

در سال1356 زغال سنگهای ایران را بر اساس ویژگیهای یاد شده رده بندی کرده اند که نتیجه در جدول 1-1 درج شده است

1-6- رده بندی کانسارهای زغال از نظر اکتشاف

مناطق زغالدار را با توجه به وضعیت ساختار زمین شناسی، ضخامت لایه های زغالی، ساختار لایه های زغالی، میزان خاکستر ، قابلیت تغلیظ پذیری و تیپ پتروگرافی طبقه بندی می کنند.

1-6-1- رده بندی بر اساس وضعیت ساختار زمین شناسی

کانسارهای زغالی را با توجه به پیچیدگی ساختار زمین شناسی ،تداوم ضخامت لایه‌ها، پیوستگی لایه ها و مسائل تکتونیکی به سه گروه زیر تقسیم می کنند.[1]

الف-گروهI

کانسارهای زغالی که در این گروه قرار می گیرند ساختارزمین شناسی ساده ای دارند و در آنها پیوستگی گسترش لایه های زغالی و ضخامت آنها در محدوده وسیعی حفظ می شود و بلوکهای آن به وسیله گسلهای واضح و آشکارازیکدیگربه خوبی قابل تفکیک است. بخشی از ذخایر اکتشافی کانسارهای زغالی را که در این گروه جای می گیرند، می توان در رده های (111) یاA و(222) و یاB محاسبه کرد.

ب-گروه II

کانسارهای زغالی این گروه از نظر ساختار زمین شناسی پیچیده اند و گسترش لایه های زغالی و ضخامت آنها تقریبا ثابت و تفکیک بلوکهای آنها در اثر عملکرد گسلها ساده است .

بخشی از ذخایر اکتشافی کانسارهای زغالی را که در ا ین گروه جای می گیرند A و (222)ویا B محاسبه کرد[1]. می توان در رده های (111) ویا

ج-گروه III

در این گروه از آن دسته کانسارهای زغالی قرار می گیرند که ساختار زمین شناسی آنها خیلی پیچیده، گسترش و پیوستگی لایه های زغالی متغیر و تعقیب لایه های زغالی آنها در سطح مشکل بسیارکوچک نیز Aو(222)ویاBاست . ضخامت لایه های زغالی این کانسارها در فاصله های تغییرات شدیدی دارد . اختصاص ذخایر اکتشافی این کانسارهای زغالی در رده های (111) ویا

(به واسطه حجم زیاد و در نتیجه هزینه بالای حفریات اکتشافی) اقتصادی نیست .ذخایراکتشافی این کانسارها را در رده های (333) یا C1 محاسبه می کنند.

با توجه به ساختار زمین شناسی کانسارهای زغالی ایران درگروهIII قرار می گیرند ودر ایران کانسار های زغالی گروهاوII وجود ندارد.[1]

1-6-2- رده بندی بر اساس ضخامت لایه های زغالی یا

مناطق زغالدار را از لحاظ ضخامت لایه ها به شرح زیر طبقه بندی می کنند:[1]

الف - خیلی نازک لایه با ضخامت تا 5 0/ متر

ب - نازک لایه با ضخامت 5 0/ تا 30 / 1 متر

ج- بـ متوسط لایه ضخامت 30/1 ا تا 50/ 3 متر

د- ضخیم لایه با ضخامت 50 3/ تا 00 15/ متر

لایه های زغالی ایران اکثرا در گروه خیلی نازک و نازک و به ندرت در گروه متوسط لایه قرار می گیرند.

1-6-3- رده بندی بر اساس ساختار لایه های زغالی

کانسارهای زغال را از نظر ساختار لایه ها به شرح زیر طبقه بندی می کنند :[1]

الف -لایه های زغالی با ساختار ساده(بدون لایچه های ناخالصی)

ب -لایه های زغالی با ساختار پیچیده(دارای لایچه های ناخالصی)

ج- لایه های زغالی با ساختار خیلی پیچیده(دارای لایچه های ناخالصی متعدد)

لایه های زغالی ایران اکثراً در گروه با ساختار پیچیده و خیلی پیچیده جای دارند و به ندرت درگروه ساختار ساده قرارمی گیرند.

1-6-4- رده بندی بر اساس میزان خاکستر

کانسار زغال را از لحاظ میزان خاکستر به شرح زیر طبقه بندی می کنند :[1]

الف -لایه‌های زغالی با خاکستر خیلی کم که کمتر از 10 درصد خاکستر دارند .

ب -لایه‌های زغالی با خاکستر کم که 10 تا 15 درصد خاکستر دارند .

ج- لایه های زغالی با خاکستر متوسط که 15 تا 25 درصد خاکستر دارند .

د- لایه های زغالی با خاکستر نسبتا زیاد که 25 تا31 درصد خاکستر دارند. .

ه- لایه های زغالی با خاکستر زیاد که 31 تا 40 درصد خاکستر دارند .

و- لایه های زغالی با خاکستر خیلی زیاد یا پرخاکستر که40 تا 50 از درصد خاکستر دارند .

لایه های زغالی کانسارهای ایران از لحاظ خاکستر بیشتر در گروه با خاکستر متوسط تا با خاکستر خیلی زیاد طبقه بندی می شود.

1-6-5- طبقه بندی بر اساس قابلیت تغلیظ پذیری

لایه های زغالی را از لحاظ تغلیظ پذیری به سه گروه زیر تقسیم می کنند :[1]

الف -لایه های زغالی با تغلیظ پذیری آسان

ب - لایه های زغالی با تغلیظ پذیری متوسط

ج -لایه های زغالی با تغلیظ پذیری سخت

لایه های زغالی ایران از لحاظ تغلیظ پذیری به گروه متوسط و سخت تعلق دارند.

1-6-6- رده بندی بر اساس ویژگی های پتروگرافی

لایه های زغالی را از لحاظ تیپ پتروگرافی به شش گروه زیر تقسیم می کنند :[1]

الف - زغالهای اولتراکلارن خیلی براق که 91 تا 100 در صد مواد قابل پخت (ویترینیت ها)دارند .

ب- زغال های کلارن براق که 81 تا 90 درصد مواد قابل پخت دارند .

ج- دوروکلارن های نیمه براق که دارای 66 تا 80 در صد مواد قابل پخت هستند .

د –دورن های نیمه مات که 46 تا 65 درصد مواد قابل پخت دارند .

ه- دورن نیمه مات تا مات که دارای 21 تا 45 درصد مواد قابل پخت است .

و- اولترادورن مات که صفر 20 تا درصد مواد قابل پخت دارد.

مواد قابل پخت در زغالسنگ عبارت از کل اجزای ویترینیت به اضافه یک سوم سمی ویترینیت ها است. بقیه اجزای زغالسنگ

در تیپهای یاد شده را مواد غیر قابل پخت تشکیل می دهند. به مجموع فوزینیت ها و دوسوم سمی ویترینیت ها مواد غیر قابل پخت

اطلاق می شود. زغالسنگهای ایران را از لحاظ تیپ پتروگرافی در گروه اولتراکلارن ، دوروکلارن و کلارودورن طبقه بندی می کنند.

جدول ۱-۱- طبقه‌بندی زغال‌های ایران

مارک	گروه تکنولوژی	پارامترهای اصلی				پارامترهای تکمیلی					
		مواد فرار (٪)		ضریب پلاستومتری (mm)		مراحل دگرگونی	10 R ٪	ترکیب عنصری (٪)			ارزش حرارتی kcal/kg
		از	تا	از	تا			C	H	(O+N)	
Δ تنگه بلند	-	۳۷	۵۱	۰	۰	II(II^1)	۷۵-۸۰	-	-	-	۷۴۳۰
Г گازی	Г 19	۳۷	۴۶	۱۹	۲۵	II(II^2-II^3)	۸۰-۸۵	۸۰-۸۵	۴-۶	۹-۱۶	۸۰۳۳
	Г 14	۳۷	۴۶	۱۴	۱۸						
	Г 10	۳۷	۴۶	۱۰	۱۳						۸۴۸۵
	Г 6	۳۷	۴۶	۶	۹						
Г Ж گازی چرب	Г Ж 19	۳۱	۳۷	۱۹	۲۵	II-III (II^3-III^1)	۸۳-۸۹	۸۳-۸۷	۵-۶	۷-۱۲	۸۲۰۰
	Г Ж 14	۳۱	۳۷	۱۴	۱۸						
	Г Ж 10	۳۱	۳۷	۱۰	۱۳						۸۷۰۰
	Г Ж 6	۳۱	۳۷	۶	۹						
Ж چرب	1 Ж 26	>۳۳	-	>۲۶	-	III-IV	۸۶-۹۷	۸۰-۹۰	۵-۶	۵-۱۵	۸۴۰۰
	2 Ж 26	<۳۳	-	>۲۶	-						۸۸۰۰
К Ж کک‌تو چرب	К Ж19	۲۵	۳۱	۱۹	۲۵	III (III^2-III^3)	۸۶-۹۳	۸۶-۹۰	۴-۵	۵-۱۰	۸۳۰۰
	К Ж14	۲۵	۳۱	۱۴	۱۸						
	К Ж10	۲۵	۳۱	۱۰	۱۳						۸۸۰۰
	К Ж 9	۲۵	۳۱	۶	۹						
К کک‌تو	К 19	۱۷	۲۵	۱۹	۲۵	IV	۹۴-۱۰۲	۸۸-۹۱	≥۴	۵-۸	۸۵۰۰
	К 14	۱۷	۲۵	۱۴	۱۸						
	К 10	۱۷	۲۵	۱۰	۱۳						۸۹۰۰
	К 9	۱۷	۲۵	۶	۹						
НС غیر قابل ذوب	1 НС	۲۵	۳۱	۰	۶	II-IV	۹۳-۱۰۲	۷۰-۸۵	۲-۴	۱۱-۲۸	۵۰۰۰
	2 НС	۱۷	۲۵	۰	۶						۸۰۰۰
ОС لاغر قابل ذوب	ОС 10	۱۳	۱۷	۱۰	-	V	۱۰۳-۱۰۶	۸۹-۹۲	≥۴	۴-۷	۸۵۰۰
	ОС 8	۱۳	۱۷	۸	۹						
	ОС 6	۱۳	۱۷	۶	۷						۸۷۵۰
Т لاغر	-	۱۰	۱۷	۰	۰	VI	۱۰۶-۱۱۶	۹۱-۹۳	<۴	۳-۵	۸۶۰۰
											۸۷۰۰
ПА نیمه نترلیت	-	۷	۱۰	۰	۰	VI-VII	۱۱۴-۱۲۰	-	-	-	۸۶۰۰
											۸۷۰۰

فصل دوم -کلیاتی در مورد اکتشاف زغالسنگ

2-1-آشنایی

قبل از شروع دستورالعمل های مربوط به مراحل مختلف اکتشاف زغالسنگ در این فصل ابتدا در مورد مسایل کلی اکتشاف و ، فعالیت هایی که در تمام مراحل مختلف کمابیش انجام می‌گیرد می پردازیم. نحوه کار در هر یک از مراحل اکتشاف طی فصلهای ، جداگانه شد ای تشریح خواهد.

2-2- مراحل اکتشاف زغالسنگ

برای مطالعه هزینه بررسی و محاسبه ذخایر زغالسنگ و اجتناب از ، های غیر ضروری لازم است تقدم و تأخر مراحل اکتشافی مد نظر قرار گیرد . به منظور شناخت کلی کانسارهای زغالی ایران با دورنمای مناسب اقتصادی در مجموع مرحله اکتشافی با اهداف مشخص به شرح زیر وجود دارد:

الف - مرحله شناسایی 1

ب - مرحله پی جویی 2

ج - مرحله اکتشاف عمومی 3

د - مرحله اکتشاف تفصیلی 4

2-3-عملیات اکتشافی زغالسنگ

عملیاتی که در مراحل مختلف برای روشن شدن وضعیت کانسارهای زغالی انجام می شود به شرح زیر است:

2-3-1- تهیه نقشه زمین شناسی

با توجه به مراحل مختلف اکتشاف (شناسایی پی و ، جویی ، اکتشاف عمومی‌اکتشاف تفصیلی) نقشه های زمین شناسی که در هر مرحله تهیه می شود، از نظر مقیاس دقت و حجم عملیا ت متفاوت استو به شرح زیر انجام می گیرد .

– الف تهیه نقشه های زمین شناسی(پی جویی و شناسایی)

مقیاس تهیه نقشه های زمین شناسی دراین مراحل به پیچیدگی ساختارزمین شناسی تکتونیکی و پوشش منطقه بستگی دارد و بین ، 25،000 :1 تا 50000: 1 تغییر می کند.

به منظور تهیه نقشه زمین شناسی، محدوده مورد نظر را در روی نقشه های توپوگرافی پیاده می کنند و به کمک عکسهای هوایی از طریق فتوژئولوژی ابتدا، آبراهه ها، گسل ها، ساختارهای زمین شناسی مرز سازندها و ویژگی های واحدهای سنگی را مشخص می سازند و با پیمایشهای سطحی وکنترل درروی زمین، نقشه زمین شناسی را تهیه می‌کنند. دراین نقشه ها باید مرزرسوبات زغالدار از واحدهای غیرزغالی‌کاملا مشخص شود.فاصله پیمایشهای سطحی‌دراین نقشه‌ها به وضعیت زمین شناسی محدوده بستگی دارد .

ب - تهیه نقشه های زمین شناسی(اکتشاف عمومی و تفصیلی)

مقیاس‌تهیه نقشه‌های زمین شناسی‌دراین مرحله نیز به پیچیدگی ساختارزمین شناسی، تکتونیکی و پوشش منطقه بستگی دارد و بین 1:2000 تا 1:5000 تغییر می‌کند . پس از مشخص شدن محدوده های پتانسیل دار رسوبات زغالدار از لحاظ زغالخیزی در مرحله شناسایی و پی جویی یک باند سنگی با ویژگیهای قابل تشخیص‌درکمرپائین وکمربالای رسوبات زغالدار را شناسایی کرده و با تعقیب و نقطه گذاری در روی زمین به فواصل 50 متری در امتداد مستقیم (و با فاصله کمتر در محدوده های پیچیده) این دو باند فوقانی و تحتانی را برداشت و بر روی نقشه پیاده می کنند. سپس با نیمرخهایی به فواصل 50 متر لایه های زغالی را برداشت می کنند، و بر روی نقشه پیاده می کنند.

2-3-2-حفر ترانشه

ترانشه گودالی به عرض 80 سانتیمتر است که به حالت عمود بر امتداد طبقات و به عمق معادل ضخامت آبرفت حداکثر 2/5 متر حفر می شود. برای شناسایی وضعیت رسوبات زغالدار گاه ترانشه هایی حفر می شودکه طول آنها به 1000 متر و بیشتر نیز می رسد و به نام ترانشه های سراسری

خوانده می شوند.ترانشه هایی را که برای تعقیب و شناسایی فقط یک لایه زغالی حفر می کنند به نام ترانشه های موضعی می نامند.

2-3-3-حفر اکلون

برای روشن شدن ساختار و ضخامت واقعی لایه ها از کف ترانشه و یا از سطح زمین اکلون ها را در امتداد شیب لایه حفر می کنند . عرض اکلونها 80 سانتیمتر و ارتفاع آنها برابر ضخامت لایه (حداکثر 1/5تا2 متر) و عمق آنها تا عبوراز زون اکسیده و هوازده است.از اکلونها به فواصل معین (معمولا در هر یک متر) نمونه برداری می‌کنند.

2-3-4-حفر گمانه

به منظور روشن شدن وضعیت لایه های زغالی و سنگهای درونگیر آنها در اعماق مختلف به وسیله دستگاههای حفاری ،گمانه حفر می‌کنند. قطرگمانه ها به صورت تلسکوپی از سطح به عمق کاهش می یابد .چند متر اول‌گمانه معمولا با قطر حدود 100تا 150 میلیمتر، تا عمق 150تا100 متری با قطر حدود 100 میلیمتر و از عمق 150متری به بعد با قطر حدود 70 میلیمتر حفر می شود.

2-3-5-حفر تونلهای اکتشافی

به منظور روشن شدن وضعیت لایه های زغالی‌درافقی خاص، تونلهای اکتشافی حفرمی‌کنند. انواع تونلهای اکتشافی عبارت اند از:

الف - تونلهای عمود بر امتداد لایه

ب - تونلهای موازی لایه

ج- تونلهای دنبال لایه

سطح مقطع تونلهای اکتشافی معمولا 5تا 6 متر مربع است.

2-3-6-نمونه برداری اکتشافی

به منظور روشن شدن کیفیت لایه ها ی زغالی از ترانشه ها و اکلونها به شرح زیر نمونه برداری می کنند :

پس از حفر ترانشه و مشخص شدن رخنمون لایه ها ی زغالی در شیاری به عمق10 سانتیمتر و عرض 10 سانتیمتر و طولی معادل ضخامت لایه هر یک از نمونه ها به تفکیک برداری می‌کنند. از همان محلی که نمونه برداری تفکیکی صورت گرفته باید یک نمونه سراسری نیز گرفته شود. نمونه ها طبق ساختار لایه از طرف کمربالا به طرف کمرپایین به ترتیب برداشت می شوند.

2-4- شبکه بندی اکتشافی

برای اکتشاف کانسارهای زغالی در هرمرحله شبکه اکتشافی ویژه ای مورد نیاز است.شبکه اکتشاف کانسارهای زغالسنگ به صورت نیمرخهایی است که در جهت عمود بر امتداد لایه توجیه شده اند. نیمرخها از امتداد بیرون زدگیها آغازمی شودودرجهت شیب لایه ها ادامه می یابد. برحسب مراحل اکتشافی و وضعیت زمین شناسی، تراکم شبکه مختلف و به شرح زیر است که خلاصه آن در 1-2 جدول آمده است.

2-4-1-مرحله شناسایی

در این مرحله منطقه محدوده ، حداکثر به وسیله سه نیمرخ پیمایش‌سطحی با مقیاس 1:5000 که فاصله آنها تا 5 کیلومتر است، پوشش داده می شود.[2]

2-4-2-مرحله پی جویی

درمرحله‌پی‌جویی باتوجه به وسعت وپیچیدگی‌زمین‌شناسی‌منطقه(وضعیت‌زمین شناسی گروهIII) فواصل نیمرخها 2500 متر و فاصله نقاط اطلاعاتی واقع بر روی آنها500 متر است[2] .

2-4-3- مرحله اکتشاف

درمرحله‌اکتشاف عمومی(مناطق پیچیده گروه III)فواصل نیمرخها حداکثر1000متر وفاصله‌گمانه های واقع بر روی آنها 300 تا 500 متر در نظرگرفته می شود .[2]

2-4-4-مرحله اکتشاف تفصیلی

در مرحله اکتشاف تفصیلی (مناطق پیچیده گروهIII) فواصل نیمرخها حداکثر 500 متر و فاصله گمانه های واقع بر روی آنها 150 تا 250 متر در نظر گرفته می شود .[2]

جدول ۲-۱- شبکه اکتشاف کانسارهای زغالسنگ پیچیده (گروه **III**) در مراحل مختلف اکتشافی وتفکیک ذخایر آنها در رده‌های مختلف

مراحل اکتشاف		فواصل بر حسب متردر هر یک از رده های ذخیره			
		(۳۳۴)	(۳۳۳)	(۳۳۲)	(۳۳۱)
شناسائی	بین نیمرخها	بر اساس پیمایش سطحی	---	---	---
	نقاط اطلاعاتی		---	---	---
پی جوئی	بین نیمرخها		۲۵۰۰	---	---
	گمانه‌ها یا نقاط اطلاعاتی		۵۰۰	---	---
عمومی	بین نیمرخها		۲۵۰۰	۱۰۰۰	---
	گمانه‌ها یا نقاط اطلاعاتی		۵۰۰	۳۰۰-۵۰۰	---
تفصیلی	بین نیمرخها		۲۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰ تا
	گمانه‌ها یا نقاط اطلاعاتی		۵۰۰	۳۰۰-۵۰۰	۱۵۰-۲۵۰

2-5- رده بندی ذخایر در مراحل مختلف اکتشاف

ازآنجا که‌کانسارهای بزرگ زغالی ایران عمدتا توسط‌کارشناسان روسی اکتشاف شده لذا رده بندی ذخایر زغالی ایران که جزو کانسارهای پیچیده گروهIIIهستند. بر اساس رده بندی زیر رواج یافته است:

الف - در مرحله شناسایی ذخایر تخمینی تحت عنوان ذخایر زمین شناسی نامگذاری و در رده (334) یا C3طبقه بندی می شوند .

ب -در مرحله پی جویی ذخایر محاسبه شده تحت عنوان منابع‌احتمالی نامگذاری و برای افقهای بالایی درده(334) یاC2 وبرای افقهای درده(333) یا C3عمیق طبقه بندی می شوند(یا 222).

ج – درمرحله اکتشاف عمومی ذخایر محاسبه شده، برای افقهایی بالائی‌در رده ذخایر قطعی(111) یاA و برای افقهای عمیق در رده ذخایر احتمالی (222)یاBطبقه بندی می شوند.

د- در مرحله اکتشاف تفصیلی ذخایر محاسبه شده، برای افقهایی که لایه هایی با ضخامت قابل کار دارند در رده ذخایرقطعی (111) یا A طبقه بندی می شوند .

رده بندی بین المللی ذخایرزغال سنگها به صورت کدهای سه رقمی است که رقم اول آن از طرف راست نشان دهنده اکتشاف، رقم دوم نشان دهنده مرحله مطالعات امکان سنجی و رقم سوم مؤید قابلیت اقتصادی محدوده است . بر این اساس‌کد ذخایر مراحل مختلف به شرح زیر است:[2]

الف - در مرحله شناسایی کد(334)

ب - در مرحله پی جویی کد (333)

ج- در مرحله اکتشاف عمومی کد (222) و (332)

د- در مرحله اکتشاف تفصیلی کد (111) ،(121)،(211)، (221)

درصفحه بعد در جدول مشخص شده است

جدول ۲-۲- چهارچوب رده‌بندی بین‌المللی سازمان ملل برای منابع و ذخایر سوختهای جامد و کانیهای اقتصادی

چهارچوب رده‌بندی UN ←	اکتشاف تفصیلی	اکتشاف عمومی	پی‌جویی	شناسایی
سیستم ↓ / عمومی ↓				
مطالعه امکان سنجی و یا گزارش معدنی	۱ ذخیره قطعی (۱۱۱) ۲ امکان سنجی منبع معدنی (۲۱۱)	معمولاً	وجود	
مطالعه پیش امکان سنجی	۱ ذخیره احتمالی (۱۲۱) + (۱۲۲) ۲ منبع پیش امکان سنجی شده (۲۲۱) + (۲۲۲)			ندارد
مطالعه زمین شناسی	۱-۲- منبع معدنی اندازه‌گیری شده(۳۳۱)	۱-۲ منبع معدنی شناسایی شده (۳۳۲)	۱-۲ منبع معدنی استنباط شده (۳۳۳)	؟ منبع معدنی (۳۳۴)

تقسیم بندی ارزش اقتصادی : ۱ = اقتصادی

۱ – ۲ = اقتصادی تا بالقوه اقتصادی

۲ = بالقوه اقتصادی

؟ = نامشخص

فصل سوم دستورالعمل مرحله شناسایی منابع زغالسنگ

3-1-آشنایی

هدف از این عملیات شناسایی مناطق پتانسیل دار زغالی بر اساس اطلاعات نقشه های حاصله از سازمان زمین شناسی و نقشه شناسایی مناطق زغالدار ایران است که به وسیله شرکت ملی فولاد ایران و سایر مؤسسات تهیه شده است . مطالعات و بررسیهای این مرحله شامل جمع آوری اطلاعات ،بررسیهای دفتری، عملیات صحرایی و اجرایی محدود، مطالعه و پردازش داده ها و تهیه گزارش است که در زیر ارایه می شود.

3-2-جمع آوری اطلاعات

در این مرحله باید اقدامات زیر انجام گیرد :

الف -جمع آوری گزارشات مربوط به منطقه

ب- جمع آوری نقشه های زمین شناسی مورد نیاز منطقه به مقیاس 1:250000 یا 1:100000

ج- جمع آوری نقشه های توپوگرافی مورد نیاز منطقه به مقیاس 1:25000 یا 1:50000

د- جمع آوری عکسهای هوایی منطقه با مقیاس 1:50000 یا 1:20000

ه- جمع آوری اطلاعات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی ، وضعیت آب و هوایی واجتماعی

3-3-بررسیها اولیه و مطالعات دفتری

این مرحله شامل موارد زیر است :

الف - مطالعه کلیه گزارشات، نقشه ها و اطلاعات جمع آوری شده

ب - تهیه طرح شناسایی

ج - تهیه طرح نقشه زمین شناسی سطحی

د- تهیه طرح نیمرخهای پیمایش سطحی و نمونه برداری سطحی

3-4- عملیات صحرایی و اجرایی

در این مرحله باید اقدامات زیر انجام گیرد:

الف - تهیه نقشه زمین شناسی و مشخص کردن سازندهای زغالدار با مقیاس 1:50000 تا 1:100000 که این مقیاس به پیچیدگی ساختار زمین شناسی منطقه بستگی دارد.

ابتدا محدوده موردنظر را در نقشه های زمین شناسی که توسط سازمان زمین شناسی ایران و یا شرکت ملی فولاد تهیه شده و گسترش و رخنمون رسوبات تریاس- ژوراسیک (رسوبات زغالدار) در آنها مشخص شده است، پیاده می‌کنند.سپس با استفاده از نقشه های توپوگرافی، عکسهای هوایی و بررسیهای فتوژئولوژی آبراهه‌ها،گسلها، ساختارهای زمین‌شناسی، مرزسازندها و ویژگی‌های واحدهای سطحی و کنترل صحرایی نقشه زمین شناسی را تهیه می‌کنند.

ب - پیاده کردن نیمرخهای پیمایشی سطحی و برداشت آنها و نمونه برداری از رخنمون لایه ها در سطح با استفاده از نقشه های توپوگرافی و عکسهای هوایی . نقطه شروع و پایان نیمرخهای زمین شناسی را ، که معمولا عمود بر امتداد رسوبات زغالدار طراحی می شوند ، می توان بر روی زمین پیاده کرد. برای برداشت نیمرخها از دو روش می توان استفاده کرد . اگر امتداد نیمرخها بر روی نقشه توپوگرافی پیاده شده باشد، می توان خط بیرون زدگی نیمرخها را با استفاده از ارتفاع منحنی های تراز و فواصل آنها تهیه کرده و سپس نیمرخها را برداشت کرد.در غیر این صورت، به وسیله متر و کمپاس توپوگرافی نیمرخها برداشت می شود.

ج- مشخص کردن ضخامت رسوبات زغالدار . در حین برداشت نیمرخهای زمین شناسی ضخامت ظاهری رسوبات زغالدار با متر در راستای عمود برامتداد طبقات اندازه‌گیری می شود و با استفاده از شیب عمومی سطح نیمرخ ، ضخامت واقعی رسوبات زغالدار به دست می آید . سنگ شناسی رسوبات زغالدارایران معمولا شامل: ماسه سنگ ، لای سنگ ، شیل، شیل های زغالدارو زغال است.

د- تحلیل وضعیت زمین شناسی و بررسی پیچیدگیهای ساختاری ، شرح سنگ شناسی و ضخامت رسوبات زغالدار، تعداد کل لایه های زغالی و تعداد لایه های زغالی قابل کار (با ضخامت بیش از 4/0 متر).

ه- تهیه ستون چینه شناسی با استفاده از برداشت سری های زغالدار و ارتباط آنها. با استفاده از لایه های راهنما (لیتومارکرها)،توالی طبقات و پارامترهای کمی و کیفی لایه ها.

و- نمونه برداری. نمونه برداری شیاری از بیرون زدگی هر یک از لایه های زغالی(پس از حفر ترانشه) به صورت تفکیکی و یک نمونه سراسری به شرحی که در نمونه برداری اشاره شد.

ز - تجزیه نمونه ها،که شامل موارد زیر است :

- تعیین درصد رطوبت

- تعیین درصد خاکستر

- تعیین درصد مواد فرار

- تعیین درصد گوگرد

- تعیین ارزش حرارتی

-اندازه‌گیری انعکاس ویترینیت های زغالی برای رده بندی زغال(مارک زغال)

3-5- مطالعه وپردازش داده ها

این مرحله، شامل موارد زیر است:

الف - تکمیل مطالعات مربوط به وضعیت اقلیمی شامل موقعیت جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی و وضعیت توپوگرافی.

ب -تحلیل وضعیت زمین شناسی و ساختاری

ج- تعیین سازندهای زغالی و مشخص کردن مرز سازندها بر روی نقشه زمین شناسی

د- تهیه ستون چینه شناسی با استفاده از برداشت سری های زغالدار و ارتباط دادن آنها

ه- مشخص کردن بلوک هایی که در آنها باید عملیات اکتشافی مراحل دیگر را انجام گیرد.

و- تحلیل نتایج تجزیه شیمیایی نمونه ها

ز- تنظیم اطلاعات، دسته بندی، کدگذاری و ثبت داده ها در بانک اطلاعاتی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در سیستم GIS

ح - برآورد کلی ذخیره منطقه در رده(334) یا C3

3-6-تهیه گزارش مرحله شناسایی

گزارش مرحله شناسایی باید شامل موارد زیر باشد :

3-6-1- مقدمه

3-6-2- اطلاعات کلی منطقه

این اطلاعات شامل موارد زیر است :

الف - مو قعیت جغرافیایی

ب -وضعیت آب و هوایی

ج-راههای دسترسی

3-6-3-زمین شناسی عمومی

الف- زمین شناسی

ب - چینه شناسی

ج-تکتونیک

3-6-4- وضعیت زغالخیزی

این فصل شامل موارد زیر است :

الف - درصد زغالخیزی با توجه به اطلاعات سطحی

ب - طول گسترش‌لایه های زغالی و ضخامت آنها در سطح

ج- محدوده هایی‌که از لحاظ زغالخیزی پتانسیل بیشتری دارند .

3-6-5-برآورد ذخیره

در این مرحله پیوست های ذخایر زمین شناسی در رده (334)یاC3 محاسبه و در گزارش ارائه می شود.

3-7-پیوست های گزارش

به همراه گزارش مرحله شناسای ،مدارک زیر نیز باید پیوست باشد:

الف - نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:50000 یا 1:100000

ب - نقشه نیمرخهای پیمایش سطحی با مقیاس 1:5000

پ - نقشه ترانشه های سراسری با مقیاس 1:2000

ت- نقشه ساختار لایه های زغالی و ضخامت آنها با مقیاس 1:50

جدول ۳-۱- چک لیست مرحله شناسایی زغالسنگ

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	- جمع‌آوری گزارشات مربوط به منطقه - جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی مورد نیاز با مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ و یا ۱:۲۵۰،۰۰۰ - جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی مورد نیاز منطقه با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۵۰،۰۰۰ - جمع‌آوری عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰ یا۱:۵۰،۰۰۰ - جمع‌آوری اطلاعات عمومی منطقه شامل: موقعیت جغرافیایی ، وضعیت آب و هوایی و اجتماعی	
بررسی و مطالعات دفتری اولیه	- مطالعه کلیه گزارش ها، نقشه‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده - تهیه طرح شناسایی - آماده کردن طرح تهیه نقشه زمین‌شناسی سطحی - تهیه طرح نیمرخهای پیمایش سطحی و نمونه‌برداری	
عملیات صحرایی و اجرایی	- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ یا ۱:۱۰۰،۰۰۰ محدوده - برداشت نیمرخهای پیمایش سطحی و نمونه‌برداری از رخنمون لایه‌های زغالی - مشخص کردن ضخامت رسوبات زغالدار - مشخص کردن ساختارهای زمین‌شناسی بر روی نقشه - نمونه‌برداری و مشخص کردن تجزیه‌های مورد نیاز	
تهیه گزارش	- مقدمه - اطلاعات کلی منطقه (موقعیت جغرافیایی ، وضعیت آب و هوایی و راههای دسترسی) - زمین‌شناسی کلی (زمین‌شناسی - چینه‌شناسی - تکتونیک) - وضعیت زغالخیزی (درصد زغالخیزی، طول و گسترش لایه‌ها و مشخص کردن محدوده‌هایی که از لحاظ زغالخیزی پتانسیل بیشتری دارند) - برآورد ذخایر زمین‌شناسی در رده یا (۳۳۴) Cr	
ضمائم گزارش	- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ یا ۱:۱۰۰،۰۰۰ - نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۵۰،۰۰۰ - نقشه نیمرخهای پیمایشهای سطحی با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - نقشه ترانشه‌های سرلری و موضعی حفر شده با مقیاس ۱:۲،۰۰۰ - نقشه ساختار لایه‌های زغالی و ضخامت آنها با مقیاس ۱:۵۰	

فصل چهارم دستورالعمل مرحله پی جویی

4-1-آشنایی

عملیات پی جویی به منظور کشف مناطق جدید بر اساس اطلاعات حاصل از مرحله شناسایی در بلوکهایی که از لحاظ زغالخیزی پتانسیل بهتری را نشان داده اند، انجام می‌گیرد . در این مرحله فاصله بین نیمرخهای اکتشافی 2500 متر و فاصله گمانه های واقع بر روی آن 500 متر است.در این مرحله مرز محدوده لایه هایی که ضخامتشان بیشتر از40 سانتیمتر است و از نظر اقتصادی قابل بهره برداری اند مشخص می شود .فعالیت های مختلف این مرحله به شرح زیر است:

5-2- جمع آوری اطلاعات

این مرحله شامل موارد زیر است:

الف -جمع آوری و مطالعه کلیه گزارش های موجود و از آن جمله گزارش مرحله شناسایی

ب -جمع آوری نقشه زمین های شناسی مرحله شناسایی با مقیاس 1:50000 تا 1:100000

ج- جمع آوری نقشه نیمرخهای پیمایش شده در مرحله شناسایی

د- جمع آوری نقشه های توپوگرافی به مقیاس1:50000

ه- جمع آوری اطلاعاتکلی منطقه شامل : موقعیت جغرافیایی و وضعیت توپوگرافی

و- جمع آوری اطلاعات از وضعیت آب و هوایی و جدولهای سالانه بارشهای جوی و دما، موقعیت راههای ارتباطی و وضعیتاجتماعی

4-3-بررسی ها و مطالعات دفتری

در این مرحله، اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف -مطالعه گزارش ها، نقشه های زمین شناسی،نیمرخهای پیمایش سطحی، نقشه های توپوگرافی و اطلاعات کلی منطقه

ب - تحلیل داده های زمین شناسی ،تعبیر و تفسیر نتایج مرحله شناسایی

ج- تعیین محدوده ای که باید نقشه زمین شناسی پی جویی آن تهیه شود

د- طراحی شبکه پی جویی

ه- تعیین محل حفریات سطحی از قبیل ترانشه سراسری و موضعی، اکلونها و چاهکهای اکتشافی بر روی نقشه های زمین شناسی

و- گمانه تعیین محل پی های عمیق بر اساس شبکه مرحله زمین جویی بر روی نقشه شناسی

ز- برآورد حجم عملیات ژئوفیزیکی و چاه پیمایی مورد نیاز

ح - تعیین محل و تعداد نمونه برداریها از حفریات سطحی وگمانه ها

ط- تعیین نوع و تعداد آنالیزهای مورد نیاز از نمونه ها

ی- برنامه ریزی و زمان بندی انجام عملیات صحرایی

4-4-عملیات صحرایی و اجرایی

اقدامات این مرحله به شرح زیر است:

الف - تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:25000 تا 1:50000 که انتخاب مقیاس به پیچیدگی ساختار منطقه بستگی دارد .

ب - تعقیب رسوبات زون زغالدار و پیاده کردن آن بر روی نقشه

ج - تعقیب باندهای راهنما در کمربالا و کمر پایین رسوبات زغالدار

د - مشخص کردن محدوده لایه های زغالی و قابل کار

ه - تعقیب گسلها و مشخص کردن آنها بر روی نقشه

و - مشخص کردن چین خوردگیها و محور آنها بر روی نقشه

ز - مشخص کردن مناطق پوشیده و آبرفتی و تعیین ضخامت آن

ح -پیاده کردن موقعیت حفریات اکتشافی سطحی و عمقی در زمین

ط- پیاده کردن موقعیت نیمرخهای اکتشافی در زمین

ی - حفر و برداشت ترانشه های سراسری به فواصل1000 متری برای تعیین ضخامت زون زغالدار

ک - حفر و برداشت ترانشه های موضعی به فواصل 500 متری و اکلون حداقل یک اکلون بر روی هر یک از لایه های قابل کار به منظور روشن شدن و ضعیت لایه های زغالی

ل - حفر و برداشت چاله های دستی بر روی لایه ها در مناطقی که عمق آبرفت زیاد است به منظور روشن شدن ضخامت و ساختار آنها

م - حفر گمانه های اکتشافی و برداشت مغزه های حاصل از آنها به تعداد 2یا 3 حلقه بر روی هر نیمرخ

ن - حفر و برداشت تونلهای اکتشافی

س - نمونه برداری از کلیه حفریات اکتشافی و مشخص کردن نوع تجزیه های لازم[4]

ع - انجام عملیات چاه پیمایی که بسته به مورد شامل روشهای زیر است :

- برداشت های الکتریکی شامل برداشت های‌لاترال، نرمال ،لاترال لوگ الکترودی3 (BTK) بوده برداشت‌لاترال لوگ الکترودی3 با مقیاس 1:50 از 3 متر بالای لایه زغالی تا 3 متر زیر لایه زغالی و برداشت های لاترال و نرمال با مقیاس 1:20 در تمام طول گمانه

- برداشت های رادیومتری شامل روشهای گاما(اندازه‌گیری رادیو اکتیویته طبیعی) وگاما- گاما(اندازه گیری رادیو اکتیویته مصنوعی) به مقیاس1:200 در تمام طول گمانه و با مقیاس 1:50 از3 متر بالاتا3 متر زیرلایه های زغالی

- قطرسنجی گمانه ها به مقیاس 1:200 درتمام طول گمانه‌از پایین به بالا

- انحراف سنجی(اینکلینومتری) اندازه گیری به فاصله 20 متر به 20 متر در تمام طول گمانه

4-5- مطالعه و پردازش داده ها

این مرحله موارد زیر را شامل می شود :

الف -تکمیل مطالعات وضعیت اقلیمی (موقعیت جغرافیایی ، وضعیت آب وهوایی و وضعیت توپوگرافی)

ب - تحلیل وضعیت زمین شناسی، تکتونیکی ارتباط دادن رسوبات زغالدار ،ارتباط دادن باندهای راهنما و ارتباط دادن لایه های زغالی

ج- تهیه ستون چینه شناسی_ سنگ شناسی سری های زغالدار

د- پیاده کردن موقعیت حفریات اکتشافی سطحی و عمقی بر روی نقشه

ه- ترانشه ترسیم دیواره ها با مقیاس 1:100

و- ترسیم دیواره اکلونها با مقیاس 1:100

ز- ترسیم نمودار گمانه ها با مقیاس 1:500

ح - ترسیم نمودار برداشتهای چاه پیمایی،گمانه ها با مقیاس1:200

ط- مشخص کردن تجزیه های شیمیایی مورد نیاز بر روی نمونه ها

ی- تحلیل آنالیز نمونه ها

ک-رسم تغییرات کمی و کیفی لایه های زغالی در امتداد گسترش زون زغالی

ل- تعیین رده زغال

م- رسم نقشه منحنی های تراز ساختاری(هیپسومتری) لایه های قابل کار با مقیاس 1:50000 بر اساس اطلاعات سطحی و عمقی و مشخص کردن محدوده های قابل کار لایه ها بر روی آن

ن- برآورد ذخیره احتمالی در رده C2کد (333)

س- تنظیم، دسته بندی،کدگذاری ، و ثبت داده ها در بانک اطلاعات و تلفیق لایه های اطلاعاتی در سیستمGIS

4-6- تهیه گزارش

گزارش مرحله پی جویی باید شامل قسمت های زیر باشد:

4-6-1-مقدمه

4-6-2-اطلاعات کلی منطقه

این فصل شامل موارد زیر است :

الف - موقعیت جغرافیایی

ب - وضعیت آب و هوایی

ج- وضعیت راهها

د- وضعیت اجتماعی

4-6-3-زمین شناسی منطقه

این فصل موارد زیر را در برمی گیرد :

الف -زمین شناسی عمومی

ب - چینه شناسی

ج- تکتونیک

4-6-4-عملیات اکتشافی انجام شده

طی این فصل موارد زیر ارائه می شود :

الف -نقشه برداری

ب- ترانشه های سراسری و موضعی

ج- اکلونها

د- گمانه ها

ه- عملیات چاه پیمایی

4-6-5-زغالخیزی

طی این فصل باید موارد زیر نوشته شود :

الف - میزان زغالخیزی در سطح با توجه به اطلاعات سطحی و با در نظر گرفتن گسترش و ضخامت لایه های زغالی

ب - میزان زغالخیزی در اعماق مختلف

ج- بلوکهایی از لایه که ضخامت قابل کار دارند.(بیشتر از 0/4 متر)

4-6-6-کیفیت زغال

این قسمت موارد زیر را در بر می گیرد :

الف -نمونه برداری

ب -تجزیه شیمیایی

ج -آزمونهای کک دهی

د- دگرگونی زغال

ه- رده زغال

4-6-7- برآورد ذخیره

در این مرحله ذخایر در رده(333) یا C2 محاسبه ودرگزارش ارایه می شوند.

4-6-8- نتیجه‌گیری

در این قسمت باید پس از درج نتایج کلی، مناطقی که برای اکتشاف مقدماتی مناسب تشخیص داده شده است، مشخص شود.

4-7-پیوست های گزارش

موارد زیر باید با گزارش مرحله پی جویی همراه باشد:

الف - نقشه توپوگرافی ناحیه با مقیاس 1:50000

ب - نقشه زمین شناسی ناحیه با مقیاس 1:50000

ج- نقشه حفریات سطحی(ترانشه های سراسری، ترانشه های موضعی، چاهک، چاله ها واکلون ها) با مقیاس 1:100

د- نقشه برداشت گمانه ها با مقیاس 1:500

ه- نمودار چاه پیمایی گمانه ها با مقیاس 1:200

ز- نقشه نیمرخها با مقیاس 1:5000

ح- نقشه منحنی‌های تراز ساختاری(هیپسومتری) لایه ها با مقیاس 1:50000

ط- جدول های مشخصات کیفی لایه های زغالی

جدول ۴-۱- چک لیست مرحله پی‌جویی ژئوالسنگ

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	- نقشه زمین‌شناسی عمومی با مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰و یا ۱:۲۵۰،۰۰۰ - گزارش زمین‌شناسی تهیه شده در مرحله شناسایی به مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ - نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ - نقشه ترانشه سراسری حفر شده در مرحله شناسایی - نقشه نیمرخهای پیمایشی سطحی مرحله شناسایی - گزارش عملیات ژئوفیزیکی مرحله شناسایی - گزارش مرحله شناسایی	
بررسی و مطالعات دفتری	- بررسی نقشه‌ها - بررسی گزارشها - تعیین محدوده‌ای که باید نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۵۰،۰۰۰ از آن تهیه شود - تهیه طرح پی‌جویی و شبکه بندی مورد نیاز - تعیین تعداد و حجم حفریات سطحی (ترانشه ، اکلون) - تعیین تعداد و حجم حفریات عمیق (گمانه‌ها) - تعیین حجم عملیات چاه‌پیمایی گمانه‌ها - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداری‌ها - تعیین آنالیزهای مورد نیاز	
عملیات صحرایی	- تهیه نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۵۰،۰۰۰ - پیاده کردن شبکه اکتشافی مرحله پی‌جویی - انجام حفریات سطحی و عمقی - انجام عملیات چاه پیمایی گمانه‌ها - تعیین محل وتعداد نمونه‌برداریها - تعیین نوع و تعداد آنالیزهای مورد نیاز - برداشت حفریات سطحی و عمقی - تهیه گزارش برای هر گمانه	
تهیه گزارش	ترسیم نیمرخهای اکتشافی با توجه به حفریات سطحی و عمقی (گمانه‌ها) با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ ترسیم نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ تهیه گزارش عملیات ژئوفیزیکی تهیه گزارش مرحله پی‌جویی	
ضمائم گزارش	نقشه زمین‌شناسی نقشه توپوگرافی نقشه حفریات سطحی نقشه حفریات عمقی (گمانه‌ها) نمودارهای چاه پیمایی گمانه‌ها نقشه نیمرخهای اکتشافی نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها	

فصل پنجم دستورالعمل مرحله اکتشاف عمومی

5-1- آشنایی

در این مرحله مقدمات انجام مطالعات پیش امکان سنجی معدنی محدوده زغالدار از نظر موارد استفاده از زغالسنگ ،شرایط زمین شناسی و معدنی،میزان ذخایر و شرایط فنی و اقتصادی استخراج ذخایر تعیین شود. خصوصیات منطقه زغالدار از لحاظ زغالخیزی، پیچیدگی ساختاری، تکتونیک ، تعداد لایه های قابل کار کیفیت زغال و شرایط آب شناسی منطقه نیز مشخص می شود . در شبکه اکتشافی این مرحله فاصله نیمرخهای اکتشافی حداکثر یک کیلومتر و فاصله نقاط ، اطلاعاتی واقع بر روی آنها 300تا 500 متر است .

عملیاتی که در این مرحله باید انجام گیرد به شرح زیر است :

5-2-جمع آوری اطلاعات

در این مرحله اقدامات زیر انجام می گیرد :

الف-جمع آوری کلیه گزارش های منطقه، از جمله گزارش های مراحل شناسایی و پی جویی

ب -جمع آوری نقشه های زمین شناسی مراحل شناسایی و پی جویی

ج- جمع آوری نقشه نیمرخهای پیمایشی سطحی مراحل شناسایی و پی جویی

د- جمع آوری نقشه های توپوگرافی منطقه با هر مقیاسی که تهیه شده است.

ه- جمع آوری اطلاعات کلی منطقه که در مراحل قبلی تهیه شده است و در صورت لزوم ،تکمیل آنها

5-3-بررسی ها و مطالعات دفتری

این مرحله موارد زیر را شامل می شود :

الف - مطالعه کلیه‌گزارش ها، نقشه های زمین شناسی مراحل شناسایی و پی جویی

ب - مطالعه و بررسی نیمرخهای پیمایشی سطحی مراحل شناسایی و پی جویی

ج - تحلیل داده های زمین شناسی و تعبیر و تفسیر نتایج مرحله پی جویی

د- تعیین محدوده بلوکهایی که باید نقشه زمین شناسی به مقیاس 1:5000 از آنها تهیه شود

ه - طراحی شبکه اکتشاف عمومی

و- تعیین موقعیت ترانشه های سراسری لازم

ز-تعیین موقعیت ترانشه های موضعی بر روی لایه های قابل کار و برآورد حجم آنها

ح - تعیین موقعیت چاهک ها و چاله های دستی و برآورد حجم آنها

ط- تعیین موقعیت اکلونها و برآورد حجم آنها

ی-تعیین موقعیت گمانه های عمیق براساس شبکه مرحله اکتشاف عمومی برروی نقشه زمین شناسی و برآورد حجم عملیات مربوطه

ک-برآورد حجم عملیات چاه‌پیمایی

ل-تعیین موقعیت و مشخصات تونلهای اکتشافی

م-تعیین موقعیت و تعداد نمونه های مورد نیاز از حفریات سطحی ،اکلونها و حفریات عمقی(گمانه ها و تونلهای اکتشافی)

ن- تعیین نوع و تعداد آنالیزهای مورد نیاز از نمونه ها

س-برنامه ریزی و برنامه زمان بندی انجام عملیات صحرایی

5-4-عملیات صحرایی و اجرایی

در این مرحله اقدامات زیر انجام می گیرد :[4]

الف - تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:5000

ب - تعقیب زون زغالدار و پیاده کردن آن بر روی نقشه زمین شناسی

ج- تعقیب کمربالا وکمرپایین لایه های کلیدی در رسوبات زغالدار

د-مشخص کردن محدوده لایه های زغالی قابل کار

ه- تعقیب گسلها و پیاده کردن آنها در نقشه

و- مشخص کردن چین خوردگیها و محور آنها و نمایش آنها در نقشه

ز- مشخص کردن مناطق پوشیده و آبرفتی و تعیین ضخامت آنها

ح - پیاده کردن موقعیت حفریات سطحی و عمقی در زمین

ط-پیاده کردن مسیر نیمرخهای اکتشافی در زمین

ی- حفر و برداشت ترانشه های سراسری به منظور تعیین ضخامت زون زغالدار

ک- حفر ترانشه های موضعی بر روی لایه ها برای روشن شدن وضعیت لایه های زغالی

ل- حفر و برداشت چاله های دستی چاهکهای لازم بر روی لایه به منظور تعیین ضخامت و ساختار لایه ها

م- حفر و برداشت گمانه ها

ن-حفر و برداشت تونلهای اکتشافی

س-نمونه برداری از کلیه حفریات اکتشافی به منظور تجزیه شیمیایی و انجام آزمایشات تکنولوژیکی و فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی :[4]

ع- انجام عملیات چاه پیمایی شامل روش های رادیواکتیویته طبیعی و مصنوعی روش های صوتی ، روش های الکتریکی

ف- قطر سنجی گمانه ها

ص- انحراف سنجی گمانه ها

5-5-مطالعه و پردازش داده ها

در این مرحله باید اقدامات زیر انجام گیرد :

الف - تحلیل وضعیت‌زمین شناسی، ساختاری، ارتباط دادن رسوبات زغالدار ،ارتباط دادن لایه های کلیدی و لایه های زغالی و شماره گذاری لایه ها

ب - تهیه ستون چینه شناسی وسنگ شناسی رسوبات زغالدار

ج- پیاده کردن موقعیت حفریات اکتشافی سطحی و عمقی بر روی نقشه

د-ترسیم نیمرخهای اکتشافی با مقیاس 1:5000 ارتباط دادن لایه های زغالی در سطح و عمق

ه- تحلیل نتایج آنالیزهای شیمیایی و آزمایشات تکنولوژی و تغلیظ پذیری زغال در مقیاس آزمایشگاهی

و-بررسی تغییرات کمی و کیفی لایه های زغالی در طول لایه ها

ز-تعیین رده زغال

ح - ترسیم نقشه های منحنی تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه های قابل کار با مقیاس 1:5000 بر اساس آخرین اطلاعات سطحی و عمقی

ط- نقشه بندی بلوک های تراز ساختاری(هیپسومتری)

ی- تعیین ضخامت متوسط هر بلوک

ک-تعیین کیفیت متوسط هر بلوک

ل- محاسبه مساحت هر بلوک

م- محاسبه ذخیره هر بلوک و تعیین رده آن

ن-برآورد ذخیره در رده (332) یا C1 در بلوکهای عمیق و رده (322) یا C1 در بلوکهای سطحی

س- برآورد ذخیره هر متر مربع بلوکهای سطحی که در رده (332)C1 تعیین ذخیره شده اند.

ع - تنظیم اطلاعات، دسته بندی، کدگذاری و ثبت داده ها در بانک اطاعات و تلفیق لایه های اطلاعاتی در سیستمGIS

5-6- تهیه گزارش

گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی باید شامل موارد زیرباشد :

5-6-1- مقدمه

5-6-2- اطلاعات کلی منطقه

این فصل شامل اطلاعات زیر است:

الف - موقعیت جغرافیایی

ب - وضعیت آب و هوایی

ج- وضعیت راهها

د- وضعیت اجتماعی

5-6-3-زمین شناسی کلی منطقه

این فصل باید شامل موارد زیر باشد :

الف -زمین شناسی عمومی

ب - چینه شناسی ساختمانی

ج -زمین شناسی

5-6-4-عملیات اکتشافی انجام شده

در این فصل ،عملیات اکتشافی انجام شده به شرح زیر ارائه می شود:

الف - عملیات نقشه برداری

ب - حفریات سطحی

ج- گمانه ها

د- عملیات پیمایی چاه

ه- تونلهای اکتشافی

5-6-5-زغالخیزی منطقه

در این فصل موارد زیر ارائه می شود :

الف- زغالخیزی بلوکهای معدنی

ب - زغالخیزی لایه های زغالی قابل کار(ساختار، ضخامت و فاصله لایه ها نسبت به یکدیگر)

5-6-6- کیفیت زغال

این فصل شامل موارد زیر است :

الف -نمونه برداری

ب- نتایج تجزیه های شیمیایی(رطوبت ، خاکستر ، مواد فرار ، گوگرد ، فسفر و ارزش حرارتی)

ج- بررسی نتایج آزمایشگاهی فرآوری و تکنولوژیکی

د-دگرگونی زغال

ه-رده زغال

5-6-7- محاسبه ذخیره

5-6-8- مطالعات پیش امکان سنجی

5-6-9- نتیجه گیری

در این قسمت بخشهایی از منطقه که باید مورد اکتشاف تفصیلی قرار گیرند مشخص می شود.

5-7- پیوست های گزارش

الف - نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:5000

ب -زمین نقشه شناسی با مقیاس 1:5000

ج- نقشه حفریات اکتشافی سطحی شامل: ترانشه های موضعی، چاهک و اکلونها با مقیاس 1:100

د- نمودار چاه پیمایی گمانه ها با مقیاس 1:200

ه- نمودار نهایی گمانه ها که از تلفیق برداشتهای سطحی و چاه پیمایی و با مقیاس1:500 تهیه شده است .

و- نقشه نیمرخهای اکتشافی با مقیاس 1:5000

ز - نقشه منحنی های تراز ساختاری(هیپسومتری) لایه ها با مقیاس1:5000

ح- جدول های‌کیفیت لایه های زغال

جدول ۵-۱- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی زغالسنگ

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	- نقشه زمین‌شناسی مرحله پی‌جویی - نقشه توپوگرافی - نقشه حفریات سطحی (ترانشه‌ها و اکلونها) - نقشه گزارش نهایی گمانه‌ها - نمودارهای چاه پیمایی - نقشه نیمرخهای مرحله پی‌جویی - نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) مرحله پی‌جویی - گزارش عملیات چاه پیمایی - گزارش مطالعات مرحله پی‌جویی	
بررسی و مطالعات دفتری	- بررسی نقشه‌ها - تعیین محدوده بلوکهایی که باید نقشه زمین‌شناسی آن به مقیاس ۱:۵،۰۰۰ تهیه شود - تهیه طرح اکتشاف عمومی - تعیین تعداد و حجم حفریات سطحی (ترانشه ، اکلون)	

ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی زغالستگ

بررسی و مطالعات دفتری	- تعیین تعداد و حجم حفریات عمقی (گمانه‌ها) - تعیین تعداد و حجم عملیات چاه‌پیمایی گمانه‌ها - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداری‌ها - تهیه نمونه‌های مطالعات تکنولوژیکی - تعیین تجزیه های مورد نیاز	
عملیات صحرایی و اجرایی	- تهیه نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - پیاده کردن شبکه اکتشاف عمومی - اجرای حفریات سطحی و عمقی - اجرای عملیات چاه پیمایی گمانه‌ها - تهیه نمونه های تجزیه زغال - تهیه نمونه های تکنولوژیکی برای انجام آزمایشهای کک شوندگی و فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی - برداشت حفریات سطحی و عمقی	
تهیه گزارش	- ترسیم نقشه ترانشه‌های سراسری و موضعی - ترسیم نقشه اکلونها و مشخص کردن محل نمونه‌برداری در روی آنها - ترسیم نمودار نهایی گمانه ها با تلفیق عملیات چاه پیمایی - ترسیم نقشه نیمرخهای اکتشافی با مقیاس ۱:۲،۰۰۰ - ترسیم نقشه‌های تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - تهیه نمودارهای ژئوفیزیکی گمانه‌ها با مقیاس ۱:۲۰۰ - تهیه نقشه ها و گزارش عملیات چاه پیمایی - مطالعات پیش امکان سنجی - تهیه گزارش مرحله اکتشاف عمومی	
ضمائم گزارش	- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - نقشه حفریات سطحی - نقشه حفریات عمقی (گمانه‌ها) - نمودار چاه پیمایی گمانه‌ها - نقشه نیمرخهای اکتشافی با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ - نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها با مقیاس ۱:۵،۰۰۰	

فصل ششم دستورالعمل مرحله اکتشاف تفصیلی

6-1- آشنایی

دراکتشاف تفصیلی افقهای فوقانی کانسارهایی انجام می شود که براساس اطلاعات حاصل‌از اکتشافات عمومی ارزش اقتصادی آنها تأیید شده باشد . در این مرحله شبکه اکتشافی نسبت به مرحله اکتشاف عمومی انبوه تر است و در آن فاصله نیمرخها حداکثر500 متر و فاصله نقاط اکتشافی واقع بر آنها 250تا 300 متر است. در این مرحله عملیات اکتشافی مفصل تر است و در محدوده بلوکهایی انجام می‌گیرد که دارای شرایط استخراجی مناسبی هستند و وضعیت کمی و کیفی زغال آنها(ضخامت، ساختار ثابت لایه، پایداری) مرغوبتر است و شرایط زمین شناسی و معدنی بهتری دارند . نتایج حاصل از این مرحله از اکتشاف باید جوابگوی مرحله طراحی باشد . عملیاتی که در این مرحله انجام می گیرد به شرح زیر است :

6-2- جمع آوری اطلاعات

این مرحله شامل موارد زیر است :

الف -جمع آوری کلیه گزارش های مربوط به منطقه شامل گزارشهای مراحل شناسایی پی جویی و اکتشاف عمومی

ب -جمع آوری نقشه های زمین شناسی مراحل شناسایی ، پی جویی و اکتشاف عمومی

ج- جمع آوری نقشه نیمرخهای پیمایش سطحی مراحل شناسایی ، پی جویی و اکتشاف عمومی

د -جمع آوری نقشه های توپوگرافی موجود

6-3- بررسیها و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف - مطالعه کلیه گزارش ها و نقشه های زمین شناسی مراحل شناسایی ،پی جویی و اکتشاف عمومی

ب -مطالعه و بررسی نیمرخهای پیمایش سطحی مراحل شناسایی ، پی جویی و اکتشاف عمومی

ج- داده تحلیل زمین های پی ، شناسی و تعبیر و تفسیر نتایج مراحل شناسایی جویی و اکتشاف عمومی

د - تعیین محدوده بلوکهای فوقانی، بر روی بلوکهایی که اکتشاف عمومی بر روی آنها انجام شده است به منظور تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:2000

ح- طراحی شبکه اکتشاف تفصیلی

و- تعیین موقعیت حفریات سطحی بر روی نقشه به منظور تعقیب دقیق لایه ها در سطح

ز- تعیین موقعیت ترانشه های موضعی بر روی لایه های قابل کار و برآورد حجم آنها

خ - تعیین موقعیت چاهک ها و اوکلونها و برآورد حجم آنها

ط- تعیین موقعیت گمانه های عمیق بر اساس شبکه اکتشاف تفصیلی بر روی نقشه زمین‌شناسی و برآورد حجم عملیات مربوطه

ی- برآورد حجم عملیات چاه پیمایی

ک -تعیین موقعیت ،تعداد و نمونه های مورد نیاز

ل- تعیین موقعیت تهیه نمونه های بزرگ به منظور انجام آزمایش های تکنولوژیکی زغال(کک دهی ، تغلیظ پذیری و تعیین‌مصرف زغالسنگ در صنعت)به صورت پایلوت

م- نمونه تعیین موقعیت و تعداد لازم های فیزیکی و مکانیکی

ن- تعیین موقعیت و تعداد نمونه های گاز

س -برنامه ریزی و برآورد حجم عملیات آب شناسی زغال

ع- برنامه ریزی و برآورد حجم عملیات شناسایی کمربالا و کمرپایین لایه‌های زغالی اقتصادی

ف -برنامه لایه ریزی و برآورد حجم عملیات شناسایی زون اکسیده ها

ص- برنامه ریزی و برآورد حجم عملیات تعیین شیب زمین‌گرمایی منطقه

ق- تعیین موقعیت، تهیه نمونه به منظور اندازه گیری مقدار سیلیس آزاد شده در فضا

ر- برنامه ریزی و برآورد حجم عملیات لازم به منظور تعیین قابلیت خودسوزی زغال

ش -برنامه ریزی و زمان بندی انجام عملیات صحرایی

6-4- عملیات صحرایی و اجرایی

این مرحله شامل عملیات زیر است :

الف - تهیه نقشه زمین شناسی مرحله تفصیلی با مقیاس 1:2000 و پیاده کردن تمام پدیده های زمین شناسی شامل ویژگی های ساختاری ، زمین شناسی ساختمانی، لایه های راهنما، لایه های زغالی و نظایر آنها به صورت تفصیلی بر روی نقشه (باپیکت‌گذاری به فواصل 50تا100 متر بر روی پدیده های برداشت شده)

ب - مشخص کردن چین خوردگیها و محور آنها با تعقیب لایه های کلیدی

ج- مشخص کردن ضخامت زون آبرفتی در مورد هر یک از لایه ها

د- پیاده کردن موقعیت ترانشه های سراسری به کمک مختصات ابتدا و انتهای آنها بر روی زمین و نقشه

ه- پیاده کردن موقعیت گمانه ها به‌کمک مختصات دهانه آنها بر روی زمین و نقشه

و -پیاده کردن موقعیت تونل های اکتشافی بر روی نقشه و زمین

ز - اجرای حفریات سطحی

ح - حفر و برداشت ترانشه های موضعی بر روی لایه ها برای روشن شدن ضخامت، ساختار و مشخصات لایه ها به مقیاس 1:100 به فواصل 250متر

ط- حفر و برداشت چاله های دستی و چاهک ها در موارد لز وم به منظور تعیین ساختار ثابت لایه ها با مقیاس 1:100

ی - حفر و برداشت گمانه ها با مقیاس 1:100

ک- حفر و برداشت تونلهای اکتشافی با مقیاس 1:100 بدین منظور در مورد تونلهای عمود بر لایه ،دیواره سمت راست در مورد تونلهای موازی و یادنبال لایه سقف آنها برداشت می شود .

ل- نمونه برداری از اکلونها به منظور تجزیه زغال

م- نمونه برداری از اکلونها به وسیله استکانهای گاز ، برای بررسی ترکیب و میزان گاز زغال در نیمرخهای مادر

ن- نمونه برداری از گمانه ها به منظور تجزیه زغال آنها

س- نمونه برداری از گمانه ها به وسیله لوله های ویژه نمونه های گاز به منظور بررسی ترکیب و میزان گاز زغال در نیمرخهای مادر

ع -نمونه برداری از گمانه های آبدار به منظور آنالیز آب آنها

ف- نمونه برداری از طبقات کمربالا و کمرپایین زغال برای انجام آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی در نیمرخهای مادر

ص- نمونه برداری تکنولوژیکی به منظور انجام آزمایشات پایلوت(کک شو ندگی و فرآوری)

ق- نمونه برداری به منظور انجام آزمایشات خودسوزی ،تعیین ضریب شکنندگی و دانه بندی زغالها

ر- انجام عملیات چاه پیمایی در گمانه ها

ش- قطر سنجی گمانه ها

ت- انحراف سنجی گمانه ها

ث- اندازه گیری سطح ایستابی در گمانه ها به فواصل زمانی مشخص

خ- نمونه گیری و اندازه گیری شدت جریان آب چشمه ها ، رودخانه ها ، قنوات و تعیین رژیم آبها در محدوده اکتشافی و مشخص‌کردن کمپلکس های آب دار

ذ- انجام عملیات پمپاژ در گمانه های آب دار و مشخص کردن سطح استاتیک آب در مراحل مختلف پمپاژ

ض- تهیه نقشه آب شناسی منطقه و کمپلکسهای آب دار با مقیاس 1:5000

6-5- مطالعه و پردازش داده ها

این مرحله مطالعات زیر را شامل می شود :

الف - ترسیم نقشه ترانشه های سراسری و موضعی با مقیاس1:100 و رسم ساختار لایه های زغالی با توجه به ضخامت اجزای آنها

ب - ترسیم نقشه اکلونها با مقیاس 1:100 و رسم ساختار لایه ها با توجه به ضخامت اجزای آنها

ج- ترسیم نیمرخهای اکتشافی با مقیاس 1:2000

د - تحلیل نتایج تجزیه شیمیایی زغال

ه- تحلیل تجزیه های شیمیایی نمونه گاز

و- تحلیل تجزیه های مکانیکی‌و فیزیکی

ز - تحلیل داده های آب شناسی،پمپاژ، رژیم آب و تجزیه شیمیایی نمونه های آب و تعیین میزان خورندگی آبها

ح - برآورد شدت جریان نفوذ آب به داخل تونلها و کارگاههای استخراج

ط - رسم منحنی های تغییرات کمی و کیفی لایه های قابل کار زغالی در طول و گسترش آنها

ی -تعیین رده زغالها

ک- ترسیم نقشه های تراز ساختاری(هیپسومتری)لایه های قابل کار با مقیاس1:2000

ل- بلوک بندی نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) هر لایه

م- تعیین ضخامت متوسط هر بلوک

ن- تعیین کیفیت متوسط زغال هر بلوک

س -اندازه گیری مساحت هر بلوک

ع- تعیین ذخیره هر بلوک و نسبت دادن ذخایر آن با توجه به نقاط اطلاعاتی در رده های مختلف

ف- برآورد ذخیره کل منطقه در رده های مختلف

ص- تنظیم اطلاعات، دسته بندی، کدگذاری و ثبت داده ها در بانک اطلاعات و تلفیق لایه های اطلاعاتی در سیستم GIS

6-6- تهیه گزارش

گزارش نهایی باید شامل موارد زیر باشد :

6-6-1- مقدمه

6-6-2- اطلاعات کلی منطقه

این فصل شامل اطلاعات زیر است :

الف- موقعیت جغرافیایی

ب -وضعیت آب و هوایی

ج -وضعیت راه ها

د- وضعیت اجتماعی

6-6-3-زمین شناسی منطقه

این فصل باید شامل موارد زیر باشد :

الف -زمین شناسی عمومی منطقه

ب- چینه شناسی ساختمانی زون زغالدار

ج -زمین شناسی

د - توصیف، نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسلها و عملکرد آنها

6-6-4- عملیات اکتشافی

این فصل خود باید شامل موارد زیر باشد :

الف- اجرای عملیات نقشه برداری و بررسی خطاها

ب- اجرای عملیات حفاری گمانه

ج حفر گمانه ها و مشخصات آنها

د - وضعیت گمانه ها از نظر سیمان کردن محل لایه ها

ه -نمونه برداری های انجام شده

و- اجرای عملیات چاه پیمایی

6-6-5- زغالخیزی

این فصل از گزارش باید حاوی مطالب زیر باشد :

الف -زغالخیزی هر یک از لایه ها

ب - زغالخیزی هر لایه در هر بلوک تعیین ذخیره

پ - زغالخیزی‌کلی لایه های زغالی قابل کار از نظر ضخامت وگسترش

6-6-6- کیفیت زغال

این فصل موارد زیر را در برمی گیرد :

الف -نمونه برداری

ب - آنالیزهای شیمایی (رطوبت، خاکستر، مواد فرار ،گوگرد، فسفر و ارزش حرارتی به صورت حداقل و حداکثر و تعدادتجزیه های انجام شده و متوسط در مورد هر لایه مطابق جدول 1-6)

ج- پتروگرافی زغالها

د - ماسرالهای قابل پخت و غیر قابل پخت

ه- کانیهای موجود در زغال

و- تعیین تیپ لایه های زغالی و مشخص کردن شرایط لیتوژئوگرافی رسوبات زغالدار

ز- تعیین رده زغال

6-6-7- ویژگی های مهندسی منطقه

این فصل شامل موارد زیر است :

الف - خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگهای کمربالا و کمرپائین لایه های زغالی

ب - خصوصیات سنگ شناسی کمربالا و کمرپائین لایه ها

ج- گازخیزی لایه‌های زغالی

د- گازخیزی طبقات در برگیرنده لایه های زغالی

ه- تعیین زونهای گازدار

و- برآورد گازخیزی در افقهای مختلف

6-6-8- وضعیت آب شناسی زغال

این فصل باید موارد زیر را در برداشته باشد :

الف -نمونه برداری

ب -آزمایشهای آب شناسی

ج- کمپلکس های آب دار

د- پتانسیل خورندگی آبها

ث - برآورد شدت جریان آب در داخل تونلهای مختلف

6-6-9- برآورد ذخیره

در این فصل موارد زیر ارائه می شود :

الف - ذخایر هر بلوک برای هر لایه

ب - مساحت هر بلوک

ج- متوسط ضخامت لایه در هر بلوک

د- جرم مخصوص متوسط زغال در هر بلوک

ه- شماره گذاری بلوک با رده آن و ضخامت متوسط آن در روی نقشه تراز ساختاری(هیپسومتری)

و- ذخیره هر لایه

ز- ذخایر کل منطقه در رده های مختلف

6-6-10-بررسی فنی و اقتصادی

6-6-11-نتیجه گیری

6-7- پیوست های گزارش

موارد زیر باید با گزارش نهایی همراه باشد :

الف- نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:2000

ب - نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:2000

ج - نمودار چاه پیمایی گمانه ها با مقیاس 1:200

د - نقشه حفریات سطحی با مقیاس 1:100

ه- نمودار نهایی گمانه ها که از تلفیق برداشتهای صحرایی و چاه پیمایی به دست آمده است با مقیاس 1:500

و- نقشه نیمرخهای اکتشافی با مقیاس 1:2000

ز- نقشه منحنی های تراز ساختاری(هیپسومتری) لایه ها با مقیاس 1:2000

ح - نقشه گازخیزی در افقهای مختلف

ط- جدول خواص فیزیکی و مکانیکی زغال و سنگهای درونگیر آن

ی- نقشه آب شناسی

جدول ۶-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی زغالسنگ

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	- نقشه زمین‌شناسی مرحله اکتشاف عمومی - نقشه توپوگرافی - نقشه حفریات سطحی (ترانشه‌ها و اکلونها) مرحله اکتشاف عمومی - نقشه تلفیقی نهایی گمانه‌ها با مطالعات چاه پیمایی - نمودار چاه پیمایی گمانه‌ها - نقشه نیمرخهای پیمایشی مراحل شناسایی پی‌جویی و اکتشاف عمومی - نقشه منحنی‌های تراز ساختاری (هیپسومتری) مراحل پی‌جویی و اکتشاف عمومی - نقشه منحنی‌های تراز ساختاری (هیپستومتری) مرحله اکتشاف عمومی - گزارش عملیات ژئوفیزیکی مراحل شناسایی، پی‌جویی و عمومی - مطالعه امکان سنجی - گزارش مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی	
بررسی و مطالعات دفتری	- بررسی نقشه‌ها - تعیین محدوده بلوکهای قابل کار که باید نقشه زمین‌شناسی آن با مقیاس ۱:۲،۰۰۰ تهیه شود - تهیه طرح اکتشاف تفصیلی - تعیین تعداد و حجم حفریات سطحی (ترانشه ، اکلون) - تعیین تعداد و حجم حفریات عمقی (گمانه‌ها ، تونلها) - تعیین حجم عملیات چاه‌پیمایی گمانه‌ها - تعیین حجم عملیات آب شناسی زغال – رژیم – پمپاژ تعیین کمپلکس‌های آبدار، نمونه‌برداری و تعیین آنالیزهای آب - تعیین حجم عملیات نمونه‌برداری‌های گاز - تجزیه نمونه های گاز - تعیین زون‌های گازدار - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداری‌های آنالیز زغال	

ادامه جدول ۶-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی زغالسنگ

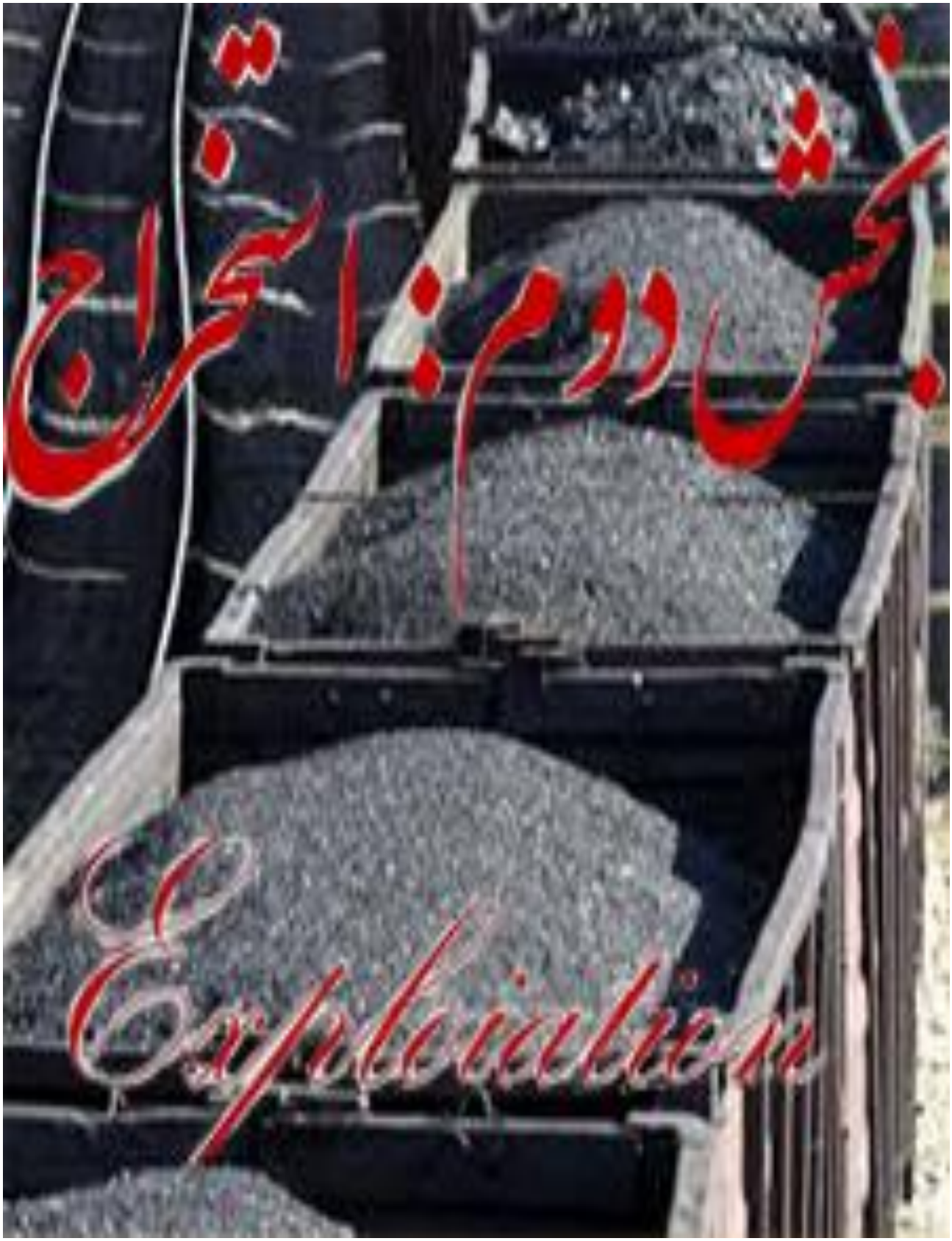
شرح	عملیات	انجام شده
بررسی و مطالعات دفتری	- تعیین محل و تعداد نمونه‌برداریهای پتروگرافی زغال - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداریهای فیزیکی و مکانیکی - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداریهای تکنولوژیکی زغال در مقیاس پایلوت - تعیین محل و تعداد نقاط مشاهداتی به منظور مشخص کردن وضعیت کمربالا و کمرپایین	
عملیات صحرایی	- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ - پیاده کردن شبکه اکتشاف تفصیلی - انجام حفریات سطحی و عمقی - انجام عملیات چاه پیمایی - انجام عملیات صاندجی به منظور تعیین شیب زمین گرمایی - انجام عملیات آب‌شناسی زغال در گمانه‌ها - مطالعه و تعیین رژیم آب - انجام عملیات پمپاژ - تعیین محل و تعداد نمونه‌برداری‌های آب‌شناسی - تهیه نقشه آب‌شناسی محدوده با مشخص کردن کمپلکس‌های آبدار - انجام عملیات نمونه‌برداری‌های گاز از اکلوزها و تونلهای اکتشافی - انجام عملیات نمونه‌برداریهای گاز از گمانه‌های حفرشده در اعماق مختلف - انجام عملیات نمونه‌برداری‌های فیزیکی و مکانیکی به منظور شناسایی استحکام سنگهای کمربالا و کمر پایین - انجام مطالعات شناسایی کمربالا و کمرپایین لایه‌ها - برداشت حفریات سطحی، ترانشه‌های موضعی و اکلوزها - برداشت حفریات عمقی (گمانه‌ها و تونلها) - تهیه نمونه‌های پتروگرافی زغال - تهیه نمونه‌های تکنولوژیکی زغال در مقیاس پایلوت	
تهیه نقشه و گزارش	- تهیه نقشه زمین‌شناسی شامل لایه‌های تعقیب شده محل حفر کلیه ترانشه‌ها، اکلوزها، گمانه‌ها و تونلها - ترسیم نقشه کلیه ترانشه‌ها ، اکلوزها - ترسیم نمودار نهایی گمانه‌ها با تلفیق عملیات چاه پیمایی و مشخص کردن محل کلیه نمونه‌برداری‌ها اعم از زغال، آب و گاز - ترسیم نیمرخهای اکتشافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰ - ترسیم نقشه‌های تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها با مقیاس ۱:۲۰۰۰ - نمودار چاه‌پیمایی گمانه‌ها با مقیاس ۱:۲۰۰ - گزارش عملیات چاه پیمایی - گزارش آب‌شناسی زغال - گزارش گازخیزی زغال - گزارش خواص فیزیکی و مکانیکی	

ادامه جدول ۶-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی زغالسنگ

شرح	عملیات	انجام شده
تهیه نقشه و گزارش	- وضعیت سنگهای درونگیر زغال - گزارش وضعیت کمربالا و کمرپایین لایه‌ها - گزارش کک شوندگی زغال - گزارش تغلیظ پذیری زغال - گزارش پتروگرافی زغال - گزارش زغالخیزی محدوده - گزارش اطلاعات عمومی منطقه	
ضمائم گزارش	- نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲،۰۰۰ - نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲،۰۰۰ - نقشه برداشت حفریات سطحی (ترانشه و اکلون) - نقشه برداشت حفریات عمقی (گمانه‌ها و تونلها) - نقشه برداشت چاه پیمایی گمانه‌ها - نقشه آب شناسی منطقه - نقشه شیب زمین‌گرمایی منطقه - نقشه گازخیزی منطقه - نقشه نیمرخهای اکتشافی با مقیاس ۱:۱،۰۰۰ یا ۱:۲،۰۰۰ - نقشه تراز ساختاری (هیپسومتری) لایه‌ها با مقیاس ۱:۲،۰۰۰	

جدول ۶-۲- شرح آزمایشات مورد نیاز در مراحل مختلف اکتشافی

شرح آزمایشات	شناسایی	پی‌جوئی	مقدماتی	تفصیلی
تعیین میزان رطوبت	×	×	×	×
تعیین خاکستر	×	×	×	×
تعیین مواد فرار	×	×	×	×
تعیین شماره کک	--	×	×	×
تعیین ضرایب پلاستومتری (X و Y)	--	×	×	×
تعیین میزان گوگرد کلی	×	×	×	×
تعیین انواع گوگرد	--	--	×	×
تعیین میزان فسفر	--	×	×	×
تعیین ترکیب پترو گرافی زغال	--	--	×	×
تجزیه عنصری زغال(C , H و O+N)	--	--	--	×
تعیین ارزش حرارتی	×	×	×	×
تعیین جرم مخصوص	--	--	--	×
تعیین انعکاس ویترینیت	×	×	×	×
تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی	--	--	×	×
قابلیت تغلیظ پذیری	--	--	× در مقیاس آزمایشگاهی	× در مقیاس پایلوت
تجزیه های غربالی و فراکسیونی	--	--	× در مقیاس آزمایشگاهی	× در مقیاس پایلوت
تعیین قابلیت کک شوندگی به صورت پایلوت	--	--	--	×
تعیین استحکام کک به صورت پایلوت	--	--	--	×
تعیین قابلیت اکسید شوندگی	--	--	--	×
تعیین قابلیت خودسوزی	--	--	--	×
تجزیه خاکستر	--	--	--	×


بخش دوم: استخراج

برای استخراج معادن زغال از دو روش زیر استفاده می شود،که دردوفصل جداگانه شرح داده می شود.

فصل اول معادن روباز

روشهای سطحی:

روش استخراج روباز ،روش استخراج مسطحی ،روش استخراج کنتوری،روش استخراج کنتوری اصلاح شده، روش استخراج هیدرولیکی

1-1-روشهای سطحی:

1-1-1-روش استخراج روباز:

این روش اغلب در مورد معادن فلزی و عمدتاً مس،آهن و ذخایری با لایه های ضخیم و یا به صورت توده ای و انبوه و از عیار کم تا متوسط بر خوردار باشند، کاربرد دارد. در این روش باطله های بالای ماده معدنی به نقطه ای دورتر از محل معدن حمل و ذخیره می شوند. نتیجه کاربرد این روش ایجاد گودالی بزرگ است. عملیات استخراج به منظور دستیابی به ماده با ارزش نیاز به روباره برداری دارد، بدین منظور یک یا چند پله طراحی شده و استخراج ماده معدنی صورت می گیرد. شعاع این پله ها از بالا به پایین کم می شود، به طوریکه در نهایت تشکیل یک کاواک مخروطی شکل می دهد. پارامترهای مهم در این روش شیب پله ها، عرض و ارتفاع آنها می باشد، که فاکتورهای مهمی همچون اندازه ماشین آلات مورد استفاده در تعیین آنها موثرند. آلودگی آب : اه لصورت توده ای و انبسط بر خوردار باارربرد دارد. در این روش باطله های بالای ماده معدنی به نقطه ای دورتر از محل معدن حمل و ذخیره می شوند. نتیجه کاربرد این روش ایجاد گودالی بزرگ است. عملیات استخراج به منظور دستیابی به ماده با ارزش نیاز به روباره برداری دارد، بدین منظور یک یا چند پله طراحی شده و استخراج ماده معدنی صورت می گیرد. شعاع این پله ها از بالا به پایین کم می شود، به طوریکه در نهایت تشکیل یک کاواک مخروطی شکل می دهد. پارامترهای مهم در این روش شیب پله ها، عرض و ارتفاع آنها می باشد، که فاکتورهای مهمی همچون اندازه ماشین آلات مورد استفاده در تعیین آنها موثرند.

آلودگی آب : در صورتی که عمق معدن زیاد باشد و با سطح ایستابی برخورد کند باعث بروز مشکلاتی در آبهای زیرزمینی می شود. اگر باطله های حاصل از معدنکاری در داخل دریاچه ها و رود خانه

های اطراف تخلیه شود، موجب آلودگی آب : خواهد شد. اگر پیت بازسازی نشود، ممکن است محل تشکیل حوضچه های اسیدی ناشی از نزولات جوی گردد .
آلودگی خاک : زمین های اطراف را در حد وسیعی تخریب می کند.
آلودگی صوتی :آلودگی صوتی : ناشی از فرایندهای حفاری و آتشباری وجود دارد.
آلودگی هوا : آلودگی ناشی از این روش مربوط به عملیات حفاری، انفجار، بارگیری و تخلیه است. در مورد حفاری می توان با بهره گیری از ماشینهای حفار مجهز به سیستم تغذیه آب داخلی و خارجی میزان گرد وغبار را کاهش داد. در مورد انفجار با عملیات کنترل شده می توانآلودگی هوا : را کاست. در زمان حمل و نقل نیز پاشیدن آب در جاده ورودی به مواد داخل کامیونها بسیار موثر است.
تأثیر بر انسان : کار در محیط پر سر وصدا در طول زمان منجر به تاثیرات سویی در سیستم شنوایی انسان می گردد و همچنین سرو صدا باعث سلب آرامش افراد ساکن در منطقه می گردد. از آنجاییکه در این روش از مواد منفجره استفاده و در نتیجه حفاری زیاد استفاده می شود، آثار ناشی از آن نیز زیاد می باشد.
تاثیر بر حیات وحش : در شرایطی که باطله های معدن به حال خود رها شوند ممکن است در صورت سمی بودن، خاک منطقه را آلوده کرده که این امر برای حیوانات علفخوار مضر است. در صورت تشکیل حوضچه های اسیدی، ممکن است باعث مسمومیت پرندگان منطقه شود.

1-1-2-روش استخراج مسطحی :

این روش عمدتاً برای آن گروه از معادن زغالسنگ به کار می رود که اولاً ذخیره در منطقه کم ارتفاع و کم وبیش مسطح واقع باشد وثانیاً ضخامت باطله ها کم باشد. حداکثر ضخامت سنگهای پوششی حدود 50 متر و ضخامت لایه 1/8 تا 3 متر می باشد. در این روش ابتدا یک برش جعبه گونه در انتهای لایه زغال ایجاد می شود تا لایه زغال نمایان شود. سپس باطله های روی زغال برداشت و در مجاورت برش دپو می شود .
آلودگی آب : در صورتی که با سطح ایستابی برخورد داشته باشد ممکن است بر آب تأثیر گذاشته که با حفر چاههایی در اطراف معدن می توان سطح ایستابی را پایین برد.
آلودگی خاک : در این روش خاک زیادی جابجا می شود ولی به دلیل اینکه باطله ها در محل معدن به مصرف می رسند باعث آلودگی سایر مناطق نمی شوند. در کل این روش آلودگی کمتری نسبت به سایر روشها دارد.

آلودگی صوتی : صدمه زیادی وارد نمی شود.
آلودگی هوا : این روش به دلیل حجم بسیار کم انفجار، آلودگی حفاری و انفجار ندارد ولی ازآنجا که عملیات با دراگلاین صورت می گیرد، استخراج وبار گیری همراه با انتشار گرد و غبار خواهد بود.
تأثیر بر انسان :آلودگی صوتی زیادی تولید نمی شود.
تاثیر بر حیات وحش : تأثیر قابل ملاحظه ایی بهمراه ندارد.

1-1-3-روش استخراج کنتوری:

این روش برای آن دسته از معادن زغالسنگ به کار می رود که رگه معدنی به صورت افقی یا با شیب بسیار کم و در مناطق کوهستانی و مرتفع واقع شده و ضخامت باطله روی زغالسنگ در بعضی مناطق به حدی است که امکان استخراج همه زغال وجود ندارد. روش استخراج تقریباً مانند روش مسطحی است. مسئله مهمی که در این روش مطرح است این است که سنگهای باطله و پوششی باید در نزدیکترین محل ممکن انباشته شوند و اکر این کار کنترل شده نباشد، ممکن است باعث تشکیل لجن در نهرها شود.
آلودگی آب : به علت انجام عملیات استخراج در ارتفاع بجز در صورت تخلیه باطله به داخل رودخانه
آلودگی آب : مشاهده نمی شود.
آلودگی خاک : از آنجا که در این روش تنها ماده معدنی استخراج می شود و سطح برداری کاملی صورت نمی گیرد، تأثیرات منفی بر روی ساختار خاک منطقه قابل توجه نمی باشد.
آلودگی صوتی : در این روش آلودگی صوتی زیادی تولید نمی شود.
آلودگی هوا : از آنجا که حجم زیادی از مواد جابجا می شود، در حین عملیات تخلیه باطله به داخل دره ها گرد و خاک زیادی تولید می گردد.
تاثیر بر حیات وحش: امکان مهاجرت گونه های حیوانات از منطقه وجود دارد.

1-1-4-روش استخراج کنتوری اصلاح شد :

این روش، روش مسطحی برای استخراج زغال در شرایط کنتوری است که ضخامت پوشان سنگ در حدود 50 متر و رگه معدنی دردو طرف کوه رخنمون داشته باشد. در این روش تمام سنگهای روی زغال برداشته و راندمان 100٪ است. باطله ها در دره ها ، کوهها و گودال های از پیش تعیین شده دپو می شوند.
آلودگی آب : از آنجا که عملیات درارتفاعات صورت می گیرد، آلودگی آب : نداریم، مگر اینکه با طله ها در رودخانه تخلیه شوند.

آلودگی خاک : از آنجا که کل روباره برداشت می شود، زمین از حالت عادی خارج می شود.
آلودگی صوتی : آلودگی صوتی این روش از روش کنتوری بیشتر و از سایر روشهای سطحی کمتر است.
آلودگی هوا : از آنجا که کل روباره برداشته می شود آلود گی هوا بیشتر ازروش کنتوری است.
تاثیر بر حیات وحش : ممکن است به دلیل نا امن شدن کوهستان حیوانات مهاجرت کنند.
1-این روش معمولا" برای استخراج ذغال به کار می رود و در مواردی کاربرد دارد که ماده معدنی بصورت لایه کمابیش افقی و در مناطق کوهستانی با دامنه های پرشیب واقع باشد . در شروع کار یک برش اولیه در کنار دره جایی که ذغال رخنمون دارد احداث و مواد باطله در پایین دره جمع می شود و ماده معدنی موجود در زیر باطله استخراج می شود و در مرحله بعد باطله بدست آمده از برش بعدی را در محل ماده معدنی استخراج شده دمپ می شود و به همین ترتیب ادامه می یابد که در اثر آن این قسمتها به صورت تپه ماهورهای سینوسی شکل در می آید ، در نهایت ضخامت باطله به حدی میرسد که دیگر استخراج به روش روباز مقدور نیست .
در صورتی که میزان ماده معدنی بجا مانده زیاد باشد باید از روشهای زیرزمینی استخراج گردد و در غیر اینصورت چنانچه از نظر اقتصادی توجیه پذیر نباشد برای ادامه استخراج از روش استخراجی آگر استفاده می شود که معمولا" به همراه روش کنتوری مورد استفاده قرار می گیرد .
در این روش از ماشین آگر جهت حفر چال در لایه ذغال به اندازه 2/3ضخامت لایه و نفوذ تا عمق 60 متر در چالهای افقی می تواند حجم قابل توجهی از ذغال را استخراج کند .
مهمترین روشهای زیرگروه این متد استخراجی عبارتند از :
الف (روش قله برداری : (Mountaintop removal) در این روش کل باطله موجود برداشته شده و ماده معدنی زیر آن به طور کامل و صد در صد استخراج می شود و چنانچه در نزدیکی معدن دره پرشیبی وجود داشته باشد که باطله را بتوان به صورت قشرهای افقی در آن ریخت به این روش ، روش دره پرکنی (valley fill) می گویند .پس از پایان عملیات استخراج منطقه که به شکل قله بود به صورت منطقه ای مسطح درمی آید زیرا علاوه بر بر استخراج قسمتهای مرتفع قسمتی از دره اطراف معدن نیز در نتیجه برش اولیه و اضافه حجم سنگها پرمی شود .
ب) روش قطعه ای یا بلوکی یا جعبه ای : (Box cut) (Block cut) این روش نیز همانند روشهای قبلی است و مهمترین تفاوت آن این است که استخراج (برش) از مرکز ذخیره ماده معدنی صورت می گیرد .

2-در این روش نیز مثل روش کنتوری استخراج بصورت برشهای جعبه ای که عمدتا" برای استخراج لایه ذغال انجام می شود و در مواردی که ماده معدنی به صورت لایه ای تقریبا" افقی و در دو طرف تپه نسبتا" مسطح رخنمون داشته باشد استفاده می شود در این روش ضخامت باطله نباید از 50 متر بیشتر باشد که با افزایش ضخامت لایه ماده معدنی این روش برای معادنی که بیش از 50 متر نیز یاطله برداری دارد نیز موزد استفاده قرار می گیرد که تبدیل به روش کنتوری می شود .
مهمترین زیرگروه این روش :
الف (روش اصلاح شده مسطحی (Modified area mining) یا نواری : این روش در مواردی کاربرد دارد که گسترش لایه ذغال همانند حلقه ای منطقه ای نه چندان مرتفع را دور می زند و یا بیرون زدگی زغال در سمت دیگر منطقه نیز ظاهر شده است.
3-روش استخراج روباز عمدتا" برای استخراج کانسارهای فلزی نظیر آهن ، مس ، سرب و روی ... و در بعضی موارد زغال سنگ به کار می رود ، با احداث چندین پله در باطله و ماده معدنی به ماده معدنی دسترسی می یابند و آن را استخراج می کنند .
تصویر افقی پله ها معمولا" دایره یا بیضی است و پله های مختلف به وسیله جاده مورب (ramp) به یکدیگر ارتباط دارند.
روش کلاسیک روباز در مورد کانسارهای تک لایه ای ، چند لایه ای و توده ای تا حدودی متفاوت است :
الف **(کانسارهای تک لایه ای** : بسته به ضخامت باطله و لایه یک یا چند پله در باطله و ماده معدنی احداث می شود به گونه ای که پله های باطله به اندازه کافی جلوتر از ماده معدنی باشد .
ب **(کانسارهای چند لایه ای** : در مواردی که کانسار مرکب از چندین لایه شیب دار باشد در مورد هرلایه پله جداگانه ای احداث می شود ، پس از آنکه پله مربوط به پایین ترین لایه آماده شد عملیات استخراجی آغاز می شود . بدیهی است پله های باطله برداری و استخراج لایه های مختلف بایستی به اندازه کافی از هم فاصله داشته باشد و عملیات استخراجی تا جایی ادامه می یابد که با توجه به نسبت خاکبرداری استخراج ماده معدنی مقرون به صرفه باشد .
ج **(کانسارهای توده ای** : روش کلاسیک روباز عمدتا" برای استخراج کانسارهای توده ای به ویژه کانسارهای مس و آهن به کار میرود و در مواردی که کانسار به صورت توده ای با ابعاد مساوی و

ضخامت مواد پوشاننده آن کم و یا **در مورد کانسارهای توده ای با گستره وسیع حتی اگر در عمق قرار داشته باشد** این روش بسیار مناسب است .

الف **(مصالح لایه ای** : مصالح لایه ای را بصورت پله های پر شیب (قائم) استخراج می کنند .

ب **(مصالح توده ای** : نظیر سنگهای آذرین و آهکهای معمولی را به وسیله آتشباری ، سیم برش و به صورت پله پله استخراج می کنند و برای مصالح نرم مانند شن و ماسه مستقیما "از بیل مکانیکی ، بلدوزر و لودر استفاده می شود.

فصل دوم:استخراج زیر زمینی

روشهای زیرزمینی:

روش استخراج اتاق وپایه، روش استخراج از طبقات فرعی ، روش استخراج انباره ای ، روش استخراج جبهه کار طولانی ، روش استخراج کند و آکند ، روش استخراج با تخریب در طبقات فرعی ، روش استخراج با تخریب بزرگ

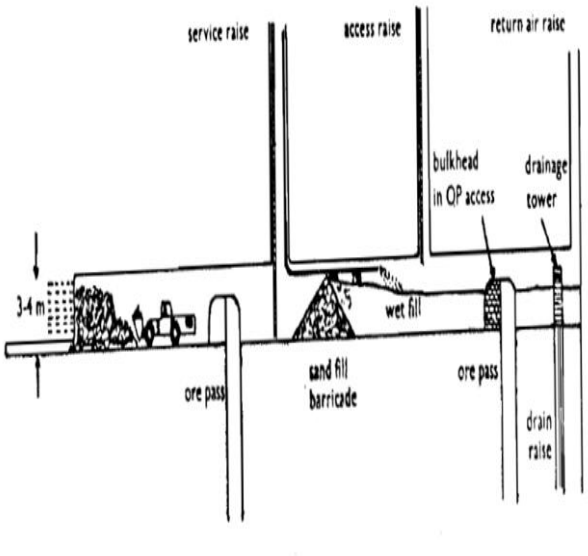
2-1-روش کندن و آکندن (Cut and fill)

این روش به صورت بالادستی و پایین دستی بکار گرفته می شود که طی آن برش هایی از ماده معدنی جدا شده و بجای آن خاکریز اضافه می شود. فضای خالی حدود 3 متر برای کار کردن بدون خاکریز باقی می ماند.خاک ریز به صورت پریودیک همزمان با استخراج اضافه می شود نه بعد از کلیه فعالیت های معدنی.حدود 3 ٪ استخراج مواد معدنی آمریکا از معادن زیرزمینی به کمک این روش استخراج می شوند.

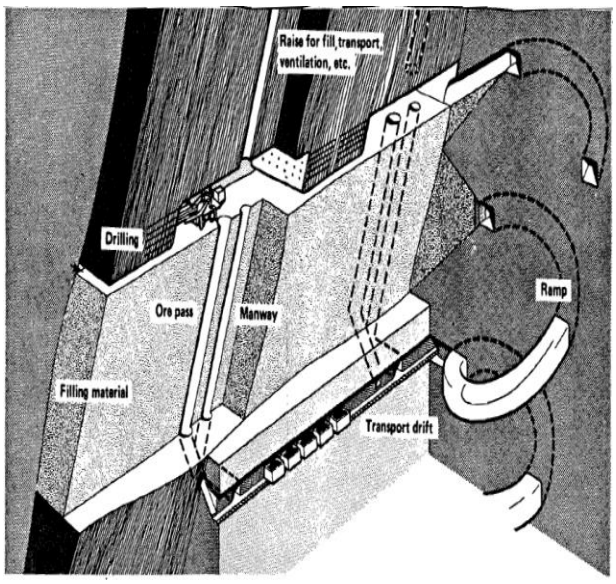
مهمترین وظیفه خاک ریز عبارتند از:

1)نگهداری دیواره های ضعیف کارگاه که در این ارتباط تراکم پذیری خاک (Compressibility) اهمیت دارد.

2)ایجاد سکوی کار

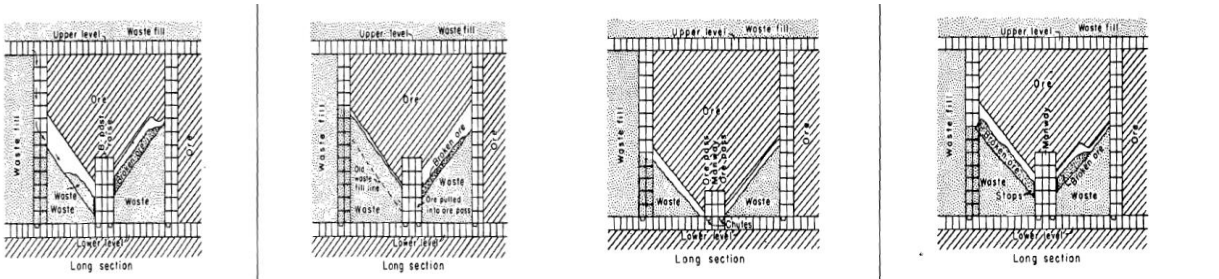


خاک ریزی درروش کندن و آکندن



روش استخراج کندن و آکندن

ابعاد کارگاه کندن و آکندن به ملاحظات مکانیک سنگ، نحوه پرکردن و عوامل مکانیزاسیون (راحتی دستیابی، قابلیت حرکت و مانور تجهیزات و مقدار تولید) بستگی دارد. ارتفاع کارگاه از 45 تا 90 متر - عرض کارگاه 2 تا 30 متر- طول کارگاه 60 تا 600 متر .ضخامت هر برش 4/2تا6/3 متر تابعی از روش حفاری است- سطح مقطع دویل ها 8/1 تا 4/2 مترمربع و فاصله آنها بستگی نوع تجهیزات تا 60 متر می رسد



E. In cut on left the ore has been removed and waste fill is being introduced

F. Cut on left has been filled with waste, and ore is being removed from cut on right

C. End cuts have progressed far enough that the 8-post center raise is started

D. Stope in mining cycle showing the ore-breaking process

سیکل عملیات

تفاده از مکانیزاسیون در این روش باعث ورود تجهیزات متحرک چالزنی، بارگیری، حمل و نقل در داخل کارگاه شده است. این امر باعث افزایش مقدار تولید و راندمان شده و در بسیاری جهات سیکل در سنگ نرم تا Roadheaderتولیدی مشابه روش کارگاه و پایه است.استخراج پیوسته توسط متوسط.

استخراج سنتی در سنگ های سخت شامل:

1)چالزنی: دستگاههای چالزنی دستی پایه دار با هوای فشرده و جامبو هیدرولیکی یا هوای فشرده و ضربه ای یا ضربه ای دورانی با قطر چال 51 تا 76 میلیمتر

2)آتشباری: آنفو، اسلاری، خرج گذاری فشنگی یا توده ای با پمپ یا دستگاههای هوای فشرده

3)انفجار: برقی یا فتیله

4)خردایش ثانویه داخل کارگاه (secondary breakage) : چکش هیدرولیکی، چالزنی و آتشباری

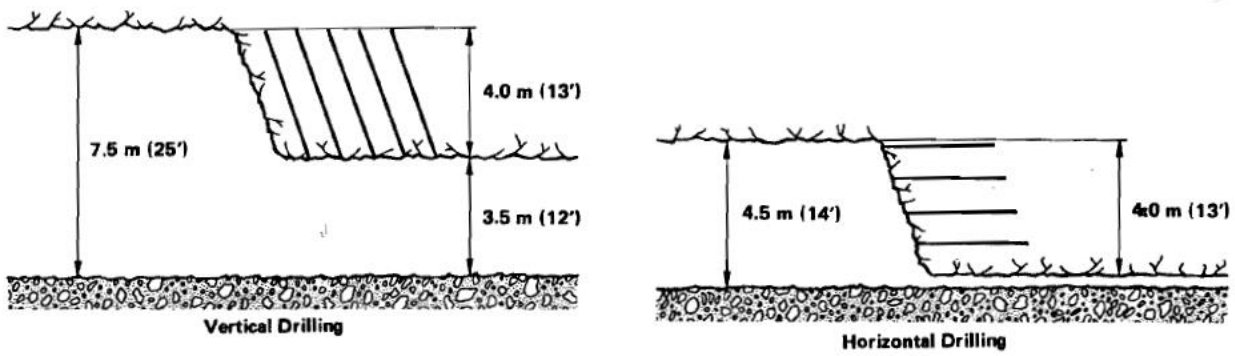
5)بارگیری: در داخل کارگاه توسط LHD ، اسلاشر تا دویل های ماده معدنی و از آن جا با نیروی ثقل تا نقاط تخلیه در افق- در افق توسط LHD و لودر و شاول

6)حمل و نقل: LHD، کامیون و یا ریل

چال ها به دو صورت ممکن است حفر شوند:

1)افقی: در این حالت کارگاه را می توان تا جایی که فاصله کمی بین مواد پرکننده و سقف باقی بماند (5/0 متر) پر کرد- سقف آتشباری شده صاف تری ایجاد می شود و همچنین آتشباری کنترل شده ای ایجاد می شود

2)قائم: برای حفر این چال ها ارتفاع 3 تا 5/3 متر نیاز است. و طول چالها 4 متر است بنابراین حفر این چال ها با خطرات بیشتری مواجه است



مقایسه سیستم های چالزنی در روش استخراج کندن و آکندن

2-2-روش جبهه کار بلند

ماشین آلات استخراج در روش جبهه کار بلند

1)شیررلودر(Shearer loader):

این ماشین بیشتر در آمریکا و کشورهای اروپایی(به جزء آلمان) بکار گرفته می شود.روی ناو زنجیری حرکت می کند و برش هایی با عمق 60 تا 90 سانتیمتر ایجاد می کند.قابل انعطاف هستند و از گسل ها به راحتی عبور می کنند.ضخامت قابل استخراج با این ماشین 2/1 تا 5/4 متر است.راندمان

بالا، قابلیت اعتماد بالا، انعطاف پذیری بالا و ارزان بودن از مزایای شیررلودرها است.انواع شیررلودرها به شرح زیر است:

1-تک طبلکه ثابت Single ended fixed drum Shearer (SEFDS)

2-دو طبلکه ثابت Double ended fixed drum Shearer (DEFDS

3-تک طبلکه قابل تنظیمSingle ended ranging drum Shearer (SERDS)

4-دو طبلکه قابل تنظیمDouble ended ranging drum Shearer (DERDS)

ارتفاع قابل استخراج توسط شیررلودر:

$$H_c = H_b - \frac{B}{2} + L_a \sin\alpha + \frac{D}{2}$$

H_c ارتفاع قابل استخراج

H_b ارتفاع بدنه

B ضخامت بدنه

L_a طول بازوی متحرک

α زاویه چرخش بازو

D قطر طبلک

در شیررهای دو طبلکه قابل تنظیم ضخامت لایه نباید از دو برابر قطر طبلک بیشتر باشد.

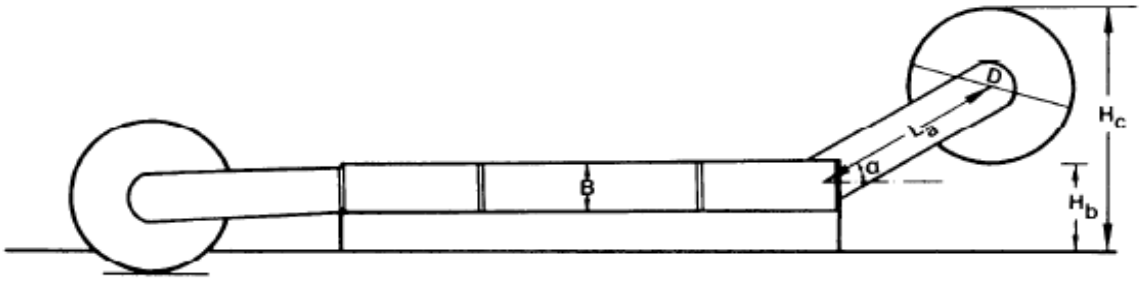


Fig. 20.1.4. Components for determining shearer dimensions and mining height.

2)ماشین رنده (Plow or Plough)

این ماشین در سال 1940 در آلمان مورد استفاده قرار گرفت و شبیه گاوآهن است.عمق برش 5 تا 18 سانتیمترکاربرد آن به لایه های نازک و یا دارای ضخامت متوسط محدود می شود.(6/0 تا 8/1 متر)،سرعت حرکت رنده ها 1 تا 4 متر در ثانیه است.تجهیزات حمل و نقل در روش جبهه کار بلنددر شیب های بیشتر از 30 درجه عموماً از ناو ثابت استفاده می شود.در شیب های کمتر و جبهه کارهای پرتولید معمولاً از ناوزنجیری استفاده می شود.

ناو زنجیری (AFC)**(Armored Face Conveyor)** نوعی ناو است که در روش جبهه کار بلند استفاده می شود و ماشین زغال بر روی آن قرار می گیرد.

انواع ناو زنجیری:

1)ناو زنجیری با یک زنجیر مرکزی(Single center strand (SCS

2)ناو زنجیری با دو زنجیر مرکزی(Double center Chain strand (DCCS

3)ناو زنجیری با دو زنجیر کناری(Double Outboard Chain strand (DOCS

4)ناو زنجیری با سه زنجیر کناری(Triple Chain strand (TCS

تجهیزات نگهداری در روش جبهه کار بلند

پس از استخراج یک برش در منطقه تخریب سه زون تحت عنوان زون تخریب(Caved Zone)، زون شکسته شده (Fractured zone) و زون تغییرشکل یافته پیوسته (Continuous deformation zone) تشکیل می شود؛ناحیه تخریب حدود 2 تا 8 برابر ضخامت لایه استخراجی است.

حداکثر ارتفاع تخریب (Caving height) از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$h_{im} = \frac{m}{K-1}$$

K ضریب افزایش حجم مواد

mضخامت لایه

عوامل موثر درطراحی سیستم نگهداری قدرتی در روش جبهه کار بلند

1)ارتفاع تخریب

2)شیب لایه

3)ضخامت لایه

4)شرایط کف

5)شرایط زمین شناسی و تکتونیکی

2-2-1-انواع تجهیزات نگهداری در روش جبهه کار بلند

1)نگهداری چوبی (Wooden support)

2)نگهداری با استفاده از پایه های اصطکاکی (Friction props)

3)نگهداری با استفاده از پایه های هیدرولیکی (Hydraulic props)

4)نگهداری قدرتی (Powered support)

انواع نگهداری قدرتی

الف)قاب (Frame)

ب)گوه (Chock)

ج)سپر (Shield)

د)سپر گوه ای (Chock Shield

ابعاد یک پانل در روش جبهه کار بلند

1)طول پانل :

طول پانل را طبیعت دیکته می کند و بین 900 تا 2700 متر است.با افزایش طول پانل تولید افزایش یافته و از آماده سازی ها استفاده بیشتر می شود. ولی در عوض هزینه های باربری افزایش می یابد.عوامل زمین شناسی نظیر گسل های بزرگ، مرز ذخیره، کاهش ضخامت لایه، کیفیت پایین زغال و باندهای باطله محدود کننده طول پانل است.

2)عرض پانل یا طول جبهه کار بین 150 تا 300 متر متغیر است.

مزایا کارگاههای با طول بیشتر:

الف)کاهش تعداد پانل ها و در نتیجه کاهش هزینه های آماده سازی

ب)افزایش بازیابی به علت کمتر باقی گذاردن لنگه ها

ج)کاهش زمان جابه جایی ماشین آلات و در نتیجه کاهش زمان راه اندازی جبهه کارها

د)استفاده بیشتر از سرمایه گذاری برای حفر و تجهیز راهروهای جبهه کار

عیب کارگاههای با طول بیشتر:

با افزایش طول کارگاه سرعت پیشروی کمتر می شود بنابراین بار وارده بر روی سقف افزایش می یابد در نتیجه به وسایل نگهداری قوی تری نیاز است

2-2-2-عوامل موثر در انتخاب طول جبهه کار

الف)فشار وارد بر وسایل نگهداری: با افزایش طول کارگاه فشار وارد بر وسایل نگهداری افزایش می یابد.

ب)کنترل و سرپرستی کارگاه: با افزایش طول کارگاه کنترل و سرپرستی کارگاه افزایش می یابد.

ج)مقدار انتشار گاز متان: با افزایش طول کارگاه کنترل و انتشار گاز متان افزایش می یابد.

د)عوارض زمین شناسی

و)نوع حفاری

ن)حمل و نقل

س)درجه حرارت

ش)روش پرکردن کارگاه: در کارگاههای طویل تر باید از پر کردن توسط ماشین استفاده کرد.

از دیدگاه اقتصادی طول پانل بهینه طولی است که به ازای آن هزینه های تولید یک تن ماده معدنی حداقل شود. در این ارتباط سه دسته هزینه را می توان در نظر گرفت:

1)هزینه هایی که با طول کارگاه نسبت مستقیم دارند: هزینه مربوط به استهلاک و تعمیر و نگهداری سیستم نگهداری و ناو زنجیری (منحنی f_1)

2)هزینه هایی که با طول کارگاه نسبت عکس دارند: هزینه مربوط به استهلاک و تعمیر و نگهداری ماشین شیرر، هزینه تامین برق و نیرو برای تجهیز کارگاه (منحنی f_2)

3)هزینه های ثابت که مستقل از طول کارگاه هستند: هزینه های جابجایی تجهیزات در کارگاه (منحنی f_3)

تابع هزینه ها عبارت است از:

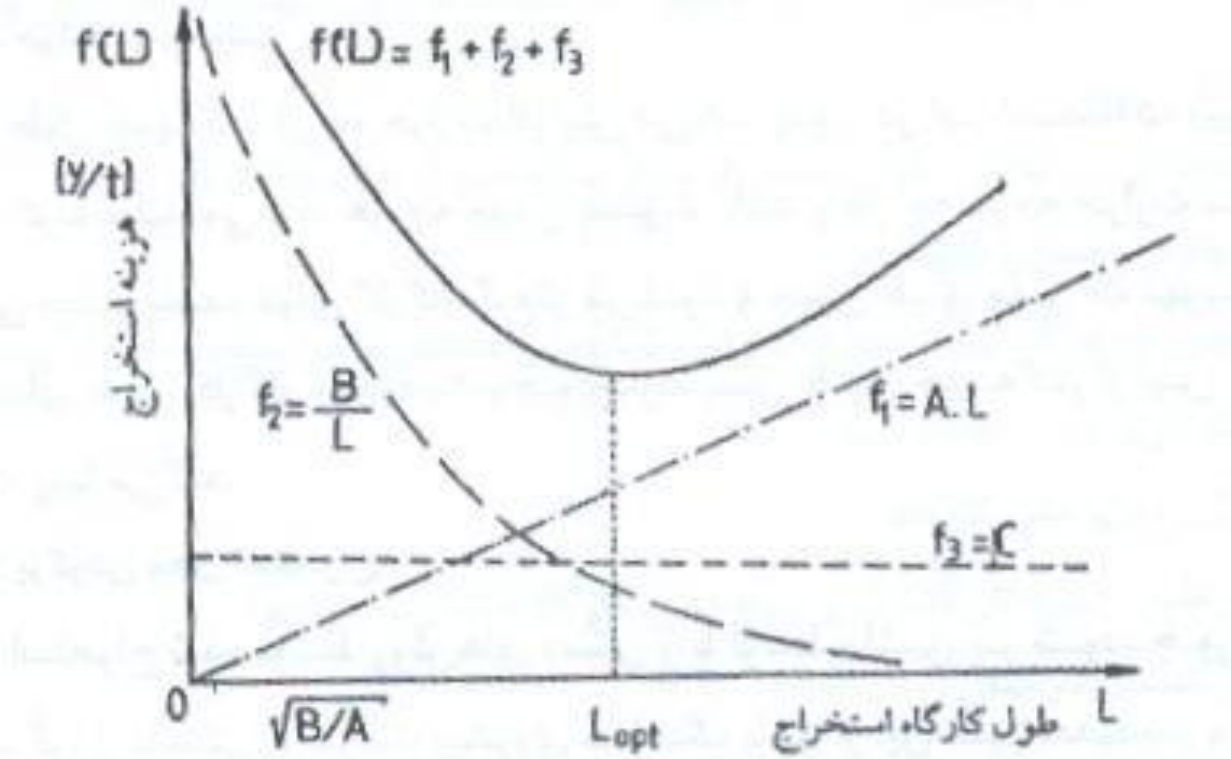
$$f(L) = A.L + \frac{B}{L} + C$$

$$f'(L) = 0 \Rightarrow A - \frac{B}{L^2} = 0$$

$$\Rightarrow L = \sqrt{\frac{B}{A}}$$

با مشتق گیری از رابطه بالا

طول بهینه به دست می آید:



تعیین طول بهینه روش جبهه‌کار طولانی

2-2-3-جهت استخراج در روش جبهه کار بلند

جهت پیشرو (Advance longwall)

جهت پسرو (Retreating longwall)

2-2-4-جهت پیشرو:

در این روش عملیات حفر راهروهای بالایی و پایینی کمی جلوتر از جبهه کار پیش می روند.(به منظور جلوگیری از تداخل حفر راهروها و استخراج)؛ عملیات دیوار چینی برای حفظ راهروهای بالایی و پایینی جهت **حمل و نقل** و **تهویه** انجام می شود.

مزایای روش پیشرو:

1)به علت کم بودن حجم آماده سازی ها سریعتر می توان به تولید دست یافت؛

2)استفاده از باطله های برای دیوارچینی یا ریختن آنها در منطقه تخریب؛

3)در صورت وجود گاز میتوان گاززدایی انجام داد؛

معایب روش:

1)حفظ راهروهای بالایی و پایینی تا پایان عمر پانل. بنابراین هزینه های تعمیر و نگهداری افزایش می یابد؛

2)افزایش مشکل آتش سوزی به علت نشت هوا به قسمت تخریب؛

انواع سیستم پیشرو:

الف)تک انتری (Single Entry)

ب)دو انتری (Double Entry)

2-2-5-جهت پسرو:

در این روش پانل استخراجی به طور کامل آماده سازی می شود و راهروهای دو طرف حفر و نگهداری و به یکدیگر وصل می شوند.خط اتصال دو راهرو، کارگاه استخراج است و کارگاه به سمت عقب استخراج می شود.

مزایای روش پسرو:

1)کاهش ریسک ناشی از عوارض زمین شناسی

2)تعمیر و نگهداری راهروها در داخل زغال سالم ارزانتر از راهروها در قسمت استخراج شده است.

3)به علت جدا بودن عملیات آماده سازی و استخراج هیچ گونه تداخلی بین عملیات پیش نمی آید و راندمان و سرعت افزایش می یابد.

4) به علت جداکردن پانل ها خطر خودسوزی کاهش می یابد.

5)به علت کم بودن نشت هوا تهویه راحتر انجام می شود.

6)باربری راحتر است.

انواع روش پسرو

1)روش استخراج میانی(Finger extraction)

در این روش بعد از استخراج دو پانل دو طرف به روش پیشرو، پانل وسط به روش پسرو استخراج می شود.به هنگام پیشروی پانل های دو طرف با عملیات دیوارچینی راهروهای بالائی و پایینی جبهه کار پسرو ایجاد خواهد شد.آماده سازی کم، تجهیزات کم، بازیابی زیاد از مزایای روش است.راهروهای نامناسب در دو طرف جبهه کار و مشکلات ناپایداری از معایب روش است.

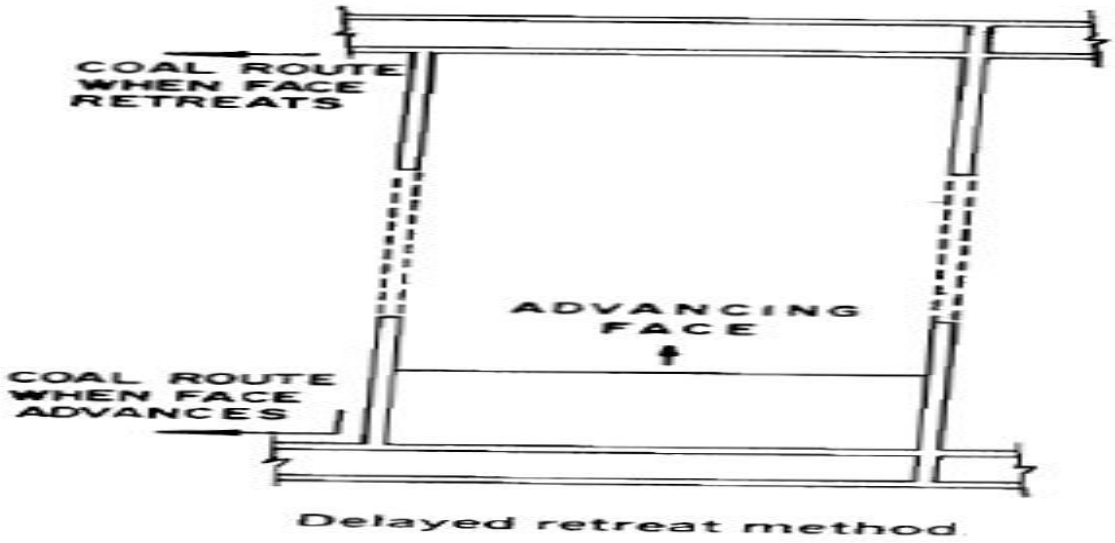
2)روش استخراج پسرو تکی (Unit retreat)

این روش برای محل هایی با تصاعد گاز کم مناسب است. طول راهروهای بالایی و پایینی بستگی به مرزهای زمین شناسی داردپس از حفر راهروها، انتهای آنها به هم وصل می شود و عملیات استخراج به صورت پسرو انجام می شود.بازیابی نسبتاً زیاد، امکان ایجاد راهروها با طول های متفاوت بسته به ابعاد ذخیره، تهویه مناسب، امکان کار در چند پانل به طور هم زمان و کم بودن احتمال خودسوزی از برتری های روش ات.

3)روش استخراج پسرو تاخیری (Delayed retreat)

این روش برای حالتی است که تقاضا برای تولید زغالسنگ، امکان استخراج تمامی جبهه کار به روش پسرو را ندهد.یا زمانی که در روش پیشرو فشار وارد بر سقف راهروها زیاد باشد در ادامه روش پسرو ادامه می یابد.

شکل این روش درزیر نمایش داده شده است.

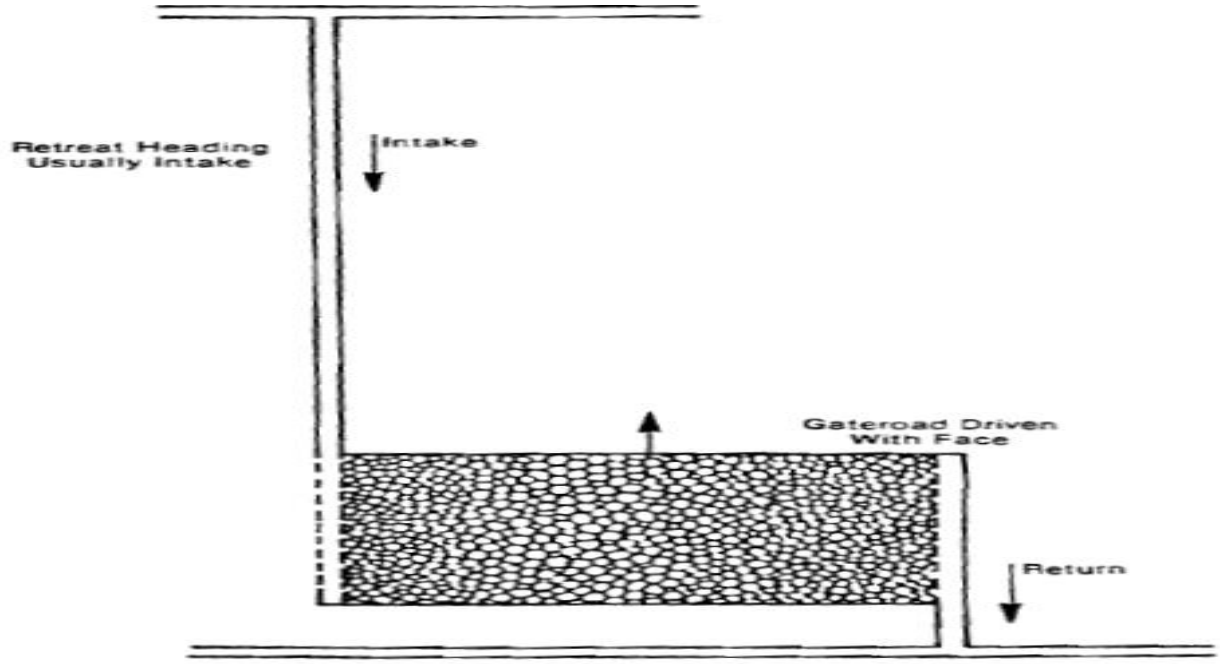


Delayed retreat method

4)سیستم Z(Z-System)

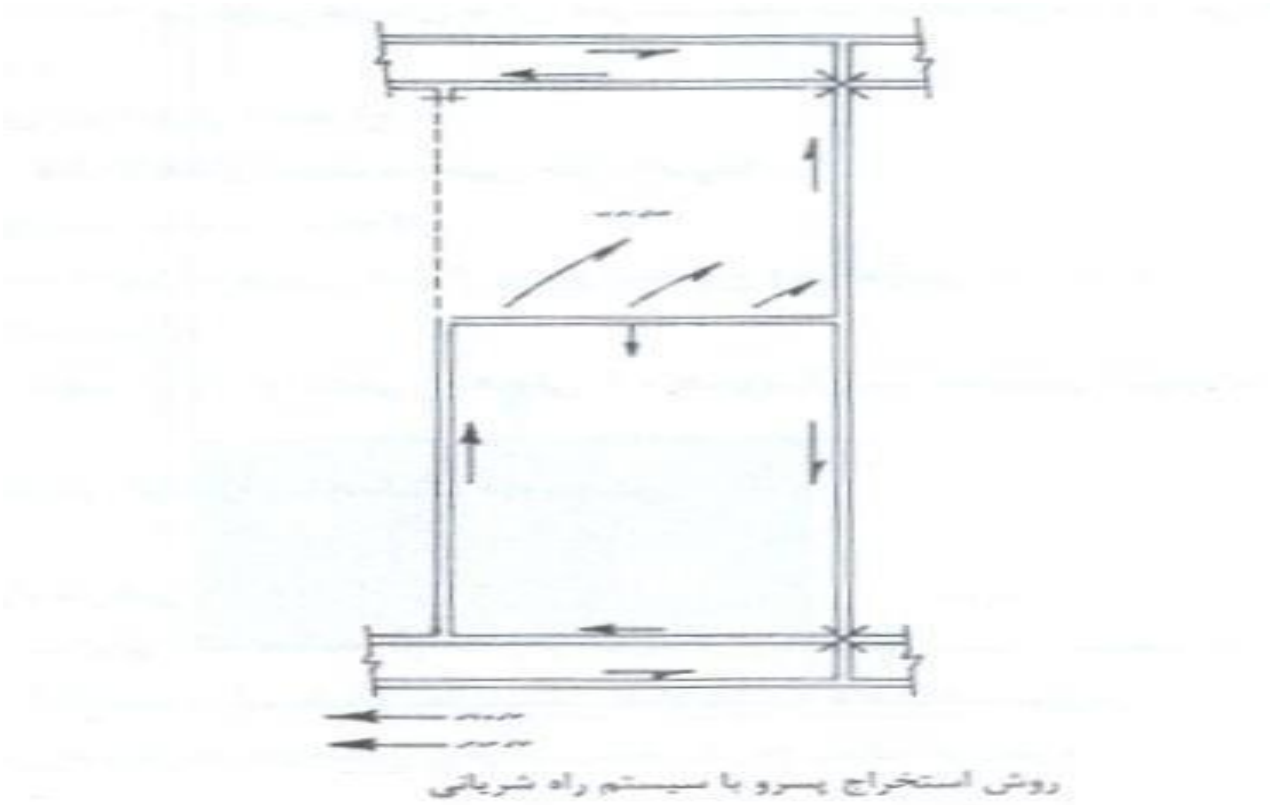
در این روش راهروی بالایی شکل می گیرد و راهروی پایینی همزمان با پیشروی شکل می گیرد.این روش به حذف مشکلات پایداری خصوصاً در زمین های سست کمک می کند.آماده سازی کم قبل از استخراج، شناسایی رفتار لایه های سقف، شرایط تهویه مناسب و امکان نصب تجهیزات باربری قبل از شروع استخراج تداخل عملیات استخراج با دیوارچینی از مشکلات این روش است.

سیستم Z(Z-System)



5)سیستم راه شریانی(Bleeder road system)

این روش برای شرایطی که تصاعد گاز متان از جبهه کار زیاد باشد بسیار مناسب است. این روش مشابه روش پسروی تکی است با این تفاوت که همزمان با پیشروی جبهه کار، تنها راهروی بالایی نگهداری می شود و راهروی پایینی تخریب می شود.



روش استخراج پسرو با سیستم راه شریانی

6)سیستم با راهروهای چندگانه(Multi-entry system)

در شرایطی که گازخیزی و تولید زیاد باشد به هوای فراوان برای تهویه جبهه کار و پهنه نیاز خواهد بود.از آن جا که با افزایش دبی هوا و ثابت بودن سطح مقطع، سرعت هوا افزایش می یابد بایستی با در نظر گرفتن سرعت مجاز، سطح مقطع و ابعاد راهروها را افزایش داد.با افزایش سطح مقطع و ابعاد راهروها مشکلات مربوط به نگهداری و حفر زیاد می شود برای رفع این مشکل باید از چند راهرو استفاده کرد افزایش تعداد راهروها علاوه بر کاهش مشکلات نگهداری و حفر و بالا بردن سرعت هوا، از تداخل هوا با تجهیزات جلوگیری می کند.

استخراج لایه های ضخیم با استفاده از روش جبهه کار طولانی

1)روش جبهه کار طولانی با برش های چند گانه

2)روش جبهه کار طولانی با تخریب زغال بالایی

جهات پیشروی در روش جبهه کار بلند

1)در امتداد لایه (Along the Strike)

2)در امتداد شیب به صورت بالا رو(Working to the rise)

3)امتداد شیب به صورت پایین رو(Working to the dip)

2-2-6-ایجاد کارگاه های مورب

انتخاب طول پانل تا حد امکان، آسان بودن آبکشی، آسان بودن حفر گالریهای دنبال لایه، آسان بودن حمل و نقل پرسنل و تجهیزات، راحت بودن بارگیری مواد معدنی از محاسن روش امتداد لایه است.

معایب استخراج در امتداد لایه:

1)با افزایش شیب، نصب ناو زنجیری و ماشین زغالبر مشکل است.

2)در شیب های زیاد امکان افتادن مواد معدنی از وسایل حمل و نقل وجوددارد.

3)در صورت وجود شکستگی ها در جهت عمود بر امتداد لایه طول پانل کوچک می شود.

4)کنترل سقف نسبت به سایر روش ها نسبتاً مشکل است

محاسن استخراج در امتداد شیب بالارو:

1)بارگیری آسان است

2)آسان بودن نصب ماشین های حفاری و حمل و نقل

3)افتادن سنگ از وسایل حمل و نقل وجود ندارد

4)در صورت وجود گسل و شکستگیهای عمود بر امتداد لایه، مفید است.

معایب روش بالارو:

1)با افزایش شیب طول پانل کاهش می یابد و برای مکانیزاسیون مناسب نیست.

2)با افزایش شیب آبکشی و حفر گالریها مشکل است.

3)اگر سنگ کف نرم باشد کف کارگاه باید به صورت پلکانی درآید.

محاسن استخراج در امتداد شیب پایین رو:

1)تمرکز گاز متان کمتر است

2)نصب وسایل حمل و نقل راحت است

3)خطر لغزش زغال وجود ندارد.

معایب روش پایین رو:

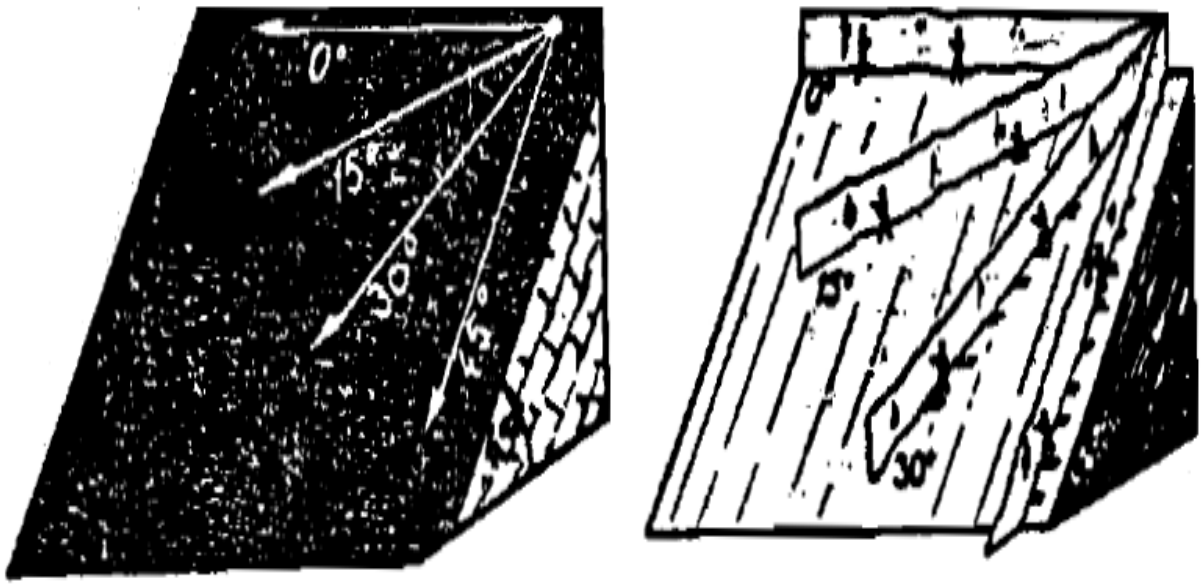
1)با افزایش شیب بارگیری مشکل است.

2)برای جلوگیری از ورود مواد به داخل کارگاه باید تدابیری اندیشید.

3)با افزایش شیب طول پانل کاهش می یابد.

روش های ایجاد کارگاه مورب

در لایه های شیب دار که شیب بیش از 30 درجه است مواد تحت نیروی ثقل حرکت می کنند.به علت شتاب گرفتن مواد و احتمال برخورد با پرسنل، بایستی کارگاه استخراج را نسبت به خط بزرگترین شیب مورب کرد.



2-2-7-انواع روش های ایجاد کارگاه مورب

1)روش نواری یا پلکانی

2)پلکانی معکوس

3)دندانه اره ای

4)حفره ای

2-2-8-روش نواری

در این روش اکیپ حفاری نوارهایی (Strip)از ماده معدنی در جهت شیب به پایین استخراج کرده و حالت پلکانی ایجاد می شود.این شکل حفاری فقط در تعداد محدودی از نوارها قابل استفاده است. در صورت سالم بودن سقف تعداد نوارها حداکثر به 4 عدد می رسد.عرض برش 1 تا 3 متر و در هر شیفت می توان 10 تا 20 متر از طول جبهه کار را استخراج کرد.پس از پیشروی چند متر از جبهه کار، پشت سر آن را در فواصل 5 تا 10 متری تخته کوبی و سپس از طریق تونل بالایی پر می کنند.

این روش حفاری به علت افزایش تعداد نوارهای همزمان، عرض کارگاه بیشتر شده و مشکل کنترل سقف و نگهداری آن ایجاد می شود.روش قدیمی است و کاربرد چندانی ندارد.

2-2-9-پلکانی معکوس

در این روش، حفاری افقی با ایجاد پله هایی در سینه کار انجام می گیرد. این روش در لایه هایی که شیب آنها بیش از 45 درجه است انجام می گیرد.در این روش تعداد زیادی محل کار در کارگاه ایجاد می شود. بنابراین تولید افزایش می یابد.عرض پله ها از 2 متر کمتر نمی شود زیرا در پله های کم عرض غلتیدن زغال استخراج شده، کارگران پایین دست را تهدید می کند. عرض پله ها از 6 متر بیشتر نمی شود زیرا بار وارد بر زغال بکر زیاد شده و باعث شکستن آن می شود.فاصله دندانه پله ها تا خاک ریز 5/0 تا 2 متر می باشد تا راه عبور هوا و افراد مسدود نشود.طول پله از 5/2 متر تا 6 متر متغیر است. با افزایش طول، عرض پله نیز افزایش می یابد.همچنین با افزایش طول پله تعداد اکیپ حفاری کاهش می یابد در نتیجه سرعت و مقدار تولید کاهش می یابد. از طرف دیگر بار وارد بر وسایل نگهداری افزایش خواهد یافت.با افزایش تعداد پله ها مدت زمان آماده سازی افزایش می یابد.از مزایای دیگر روش تهویه مناسب آن است.

2-2-10-روش دندانه اره ای

فرق این روش با روش پلکانی معکوس در طرز قرارگرفتن جبهه کار است که به شکل دندانه اره قرار دارند.جهت پیشروی زغال کنی به سمت پایین متمایل استبه دلیل عدم وجود گوشه های بسته، گاز در گوشه ها انباشته نشده بنابراین عمل تهویه بهتر انجام می شود.برخلاف روش پلکانی معکوس در این روش فاصله سینه کار تا خاکریز و در نتیجه سطح بدون نگهداری کمربالا کمتر است لذا استخراج لایه های زغال با کمرهای سست امکان پذیر است. همچنین ارتفاع سقوط زغال کمتر، لذا زغال کمتر خرد شده و ایجاد گردو غبار کمتر است.

2-2-11-روش حفره ای

در این روش در شروع استخراج سینه کار مستقیم بوده و در طول جبهه کار حفره هایی به طول 1 تا 5/1 متر و به عمق 5/0 تا 1 متر در کل ضخامت لایه ایجاد می شود.کارگران در داخل حفره ها

قرار گرفته و به اندازه عمق برش به طرف پایین زغال را استخراج میکنند.ایمنی کارگران، صرفه جویی در مصرف وسایل نگهداری به علت کوتاه بودن فاصله بین خط سینه کار و خاک ریز از مزایای این روش است.از آن جا که ایجاد حفره ها در داخل زغال سخت مشکل است، این روش فقط برای لایه های نرم به کار برده می شود.

کارگاههای جبهه کار طولانی از نظر نحوه نگهداری قسمت استخراج شده

1)تخریبی

2)خاک ریز

مزایای تخریب:

1)احتیاج به مواد خاک ریز ندارد لذا سرعت پیشروی و طول کارگاه مستقل از خاک ریز هستند.

2)به علت عدم نیاز به مواد خاک ریز برنامه ریزی راحت تر است

3)خاک ریز راندمان را کاهش می دهد.

4)از نظر ایمنی و اقتصادی تخریب بهتر از خاک ریز است

معایب تخریب:

1)اثرات منفی تخریب بر روی سطح زمین بیشتر ازخاک ریز است.

2)در روش تخریب نمی توان از باطله های به دست آمده از سینه کارها استفاده کرد.

3)در روش تخریب نسبت به خاک ریز 25٪ نگهداری افزایش می یابد.

4)در حین تخریب گاز و حرارت زیادی به صورت آنی رها می شود که باعث اختلال در تهویه می شود

5)خودسوزی در تخریب بیشتر است.

از آنجا که خاک ریز علاوه بر افزایش هزینه ها باعث مشکل شدن در برنامه ریزی نیز می شود به غیر از موارد ضروری و اجباری بایستی از تخریب استفاده کرد. این موارد عبارتند از:

1)انتشار گاز متان

2)در چند متر بالاتر از سقف لایه های نازک زغال حساس به خودسوزی وجود داشته باشد.

3)در اعماق زیاد و لایه های ضخیم

4)در جاهایی که نشست مضر باشد

5)جاهایی که خطر انفجار سنگ وجود داشته باشد.

6)وقتی کمربالا خیلی مقاوم باشد.

چند مسئله مهم در مورد روش جبهه کار طولانی

1)نشست (Subsidence)

زمانی که تخریب و ریزش لایه های بالای فضای استخراج شده تا سطح زمین ادامه داشته باشد، نشست رخ می دهد.میزان نشست به عمق و سطح استخراجی بستگی دارد

2)باریکه شدن جبهه کار (Slabbing)

زمانی که ضخامت لایه بیش از 8 فوت (4/2متر) باشد و طول جبهه کار زیاد باشد فشار جلویی (Front abutment pressure) باعث جدا شدن قطعات زغال از جبهه کار به صورت لوح سنگ به داخل کارگاه می ریزد که به آن باریکه باریکه شدن جبهه کار می گویند.ریزش این قطعات باعث مشکلات ایمنی و آسیب رساندن به تجهیزات و سیستم نگهداری کارگاه گردد.برای جلوگیری از این پدیده بایستی از بولت های چوبی یا رزینی در جبهه کار استفاده کرد.

3)انفجار سنگ (Rock burst)

ترکیدن سنگ های ترد و سخت (نظیر کوارتزیت) در اعماق بیش از 750 متر باعث این پدیده می شود.این پدیده اغلب با خروج انفجارگونه گاز همراه است که پیش بینی آن مانند پیش بینی زلزله

مشکل است.برای جلوگیری از وقوع آن از طریق رهاسازی تنش می توان استفاده کرد. برای این کار می توان یک سری چال هایی در سینه کار ایجاد کرد و داخل آنها آب تزریق کرد

همچنین با برداشتن گوشه های تیز در کارگاه، استخراج لنگه های با ابعاد نامناسب و اعمال سرعت معقول از وقوع آن کاست

4)خودسوزی زغال(Spontaneous combustion)

این پدیده در معادن زغال رخ می دهد و زمانی که زغال گرم می شود، شروع به خود سوزی می کند.علت خودسوزی بیشتر ترکیبات گوگرد است. پدیده خودسوزی در زغال هایی که درصد مواد فرار بیشتری دارند بیشتر رخ می دهد.

راههای جلوگیری از خودسوزی:

الف)کنترل درصد CO

ب)عدم گردش هوا در قسمت های استخراج شده

ج)به حداقل رساندن زغال های برجامانده

د)پرکردن کارگاه و جدا کردن پانل ها تا حد امکان

سیکل عملیات روش جبهه کار بلند

1)آماده سازی پانل

2)کندن ماده معدنی با استفاده از پیکور یا ماشین

3)نصب پایه های چوبی یا فلزی و یا جلوکشیدن نگهداری قدرتی

4)پرکردن ناحیه استخراجی در صورتی که تخریب مجاز نباشد

سیکل عملیات در روش جبهه کار بلند بسته به سخت بودن سنگ ها عبارت است از:

1)غیر پیوسته

2)پیوسته

چرخه غیر پیوسته برای کانسارهای فلزی و غیر فلزی سخت بکار می رود و مشابه روش کارگاه و پایه است. این چرخه عبارت است از:چرخه تولید غیر پیوسته=چالزنی+آتش کاری+بارگیری+باربری

در این حالت از LHD یا اسکریپر برای بارگیری و باربری ماده معدنی و از پایه های چوبی، فلزی یا بتنی برای نگهداری استفاده می شود.چرخه پیوسته برای استخراج زغال بکار می رود. این چرخه مشابه روش اتاق و پایه وعبارت است از: چرخه تولید پیوسته=استخراج+باربری

در این حالت از شیرر و رنده برای استخراج و از ناو زنجیری برای باربری در کارگاه و نوار نقاله برای باربری در راهروها استفاده می شود.

عملیات جنبی عبارتند از:

کنترل زمین، کاهش گاز متان، ایمنی و بهداشت (کنترل گاز، گردو غبار و تهویه)، کنترل محیط زیست، تهیه و توزیع برق، آب کشی، سنگ جوری و انتقال باطله، تعمیر و نگهداری، روشنایی، مخابرات، حمل و نقل پرسنل

شرایط بکارگیری روش جبهه کار طولانی

1)مقاومت ماده معدنی: هر مقاومتی، ترجیحاً سست و نرم تا بتوان با ماشین؛

2)مقاومت سنگ های جانبی: ضعیف تا متوسط-سقف بایستی شکننده و تخریب پذیر باشد و کف مقاوم و غیرالاستیک؛

3)شکل کانسار: صفحه ای یا لایه ای؛

4)شیب کانسار: کم زیر 12 درجه، ترجیحاً افقی و یکنواخت؛

5)ابعاد کانسار: با گسترش سطحی زیاد(بیش از 260 هکتار) و ضخامت حدود 1 تا 5 متر؛

6)عیار ماده معدنی: متوسط؛

7)یکنوانی کانسار: یکنواخت به ویژه در ضخامت؛

8)عمق : 150 تا 900 متر برای زغال و 3500 متر یا بیشتر برای غیر زغال؛

محاسن روش جبهه کار طولانی

1)بالاترین راندمان در بین روش های زیرزمینی (97 تن بر نفر شیفت زغال شسته)؛

2)هزینه معدن کاری نسبتاً کم (20 درصد)؛

3)مقدار تولید بالا، روش بزرگ مقیاس است؛

4)سیستم تقریباً پیوسته بوده و امکان عملیات پیوسته وجود دارد؛

5)مناسب برای مکانیزاسیون کامل و کنترل از راه دور؛

6)تعداد نیروی کاری کمتر؛

7)درصد بازیابی نسبتاً بالا (70 تا 90 درصد)؛

8)رقت کم (10 تا 20 درصد)؛

9)تمرکز عملیات و تامین وسایل مختلف و تهویه مناسب؛

10)شرایط ایمنی و بهداشتی خوب بویژه در مورد ریزش سقف(مکانیزه)؛

معایب روش جبهه کار طولانی؛

1)تخریب و نشست در سطح وسیعی به شدت 10 تا 80 درصد ارتفاع استخراجی؛

2)روش غیر قابل انعطاف و استخراج انتخابی وجود ندارد؛

3) معدن کاری بایستی به صورت یکنواخت صورت گیرد تا از مشکلات نشست و کنترل سقف جلوگیری شود؛

4)هزینه سرمایه گذاری بالا به طور متوسط(98 تا 131 $) به ازای هر متر طول کارگاه؛

5)به علت تکیه بر استخراج از یک کارگاه، هر گونه تاخیر در تولید باعث ایجاد مشکلات زیادی می شود؛

6)هزینه جابه جایی تجهیزات بالاست؛

7)افزایش گرما در قسمت تخریب باعث مشکلات خودسوزی می شود؛

2-3-روش جبهه کار کوتاه(Shortwall mining)

این روش در سال 1972 در معادن آمریکا به وجود آمد و بیشتر در استرالیا بکار گرفته می شود.این روش بینابین روش اتاق و پایه و روش جبهه کار طولانی است. به طوری که از تجهیزات استخراجی اتاق و پایه و از تجهیزات نگهداری جبهه کار طولانی استفاده می شود.از آن جا که طول جبهه کار کوتاه کمتر از جبهه کار طولانی است تجهیزات نگهداری آن نیز نسبت به جبهه کار طولانی کمتر است بنابراین به سرمایه گذاری اولیه کمتری نیاز دارد و میتوان به راحتی قابلیت بکارگیری تبدیل اتاق و پایه به جبهه کار بلند آزمایش کرد.

2-3-1-نحوه استخراج

عملیات استخراج شامل مراحل زیر است:

1)کندن زغال: توسط ماشین استخراجی اتاق و پایه

2)نگهداری: وسایل نگهداری قدرتی

3)حمل ونقل مواد: استفاده از شاتل تا بیرون از کارگاه و از آنجا توسط نوار باربری داخل تونل های پانل به بیرون انتقال می یابد.

2-2-2-ابعاد پانل جبهه کار کوتاه

طول پانل 600 تا 1200 متر، عرض پانل (طول جبهه کار) 30 تا 60 متر (یک سوم طول جبهه کار در روش جبهه کار بلند)عرض برش 3 تا 5 متر که از روش جبهه کار بلند بیشتر است

شرایط بکار گیری روش جبهه کار کوتاهشرایط بکار گیری این روش مشابه روش جبهه کار طولانی است

محاسن روش نسبت به روش جبهه کار طولانی

1)سیستم از انعطاف پذیری بالایی برخوردار است

2)هزینه آماده سازی کمتر است.

3)به سرمایه گذاری کمتری نیار دارد.

4)به علت کوتاه بودن طول کارگاه کمتر تحت تاثیر عوارض و شکستگی ها قرار می گیرد.

معایب روش نسبت به روش جبهه کار طولانی

1)بازیابی کمتر است زیرا مقدار زغالی بیشتری به عنوان لنگه جای گذاری می شود؛

2)بازده از جبهه کار طولانی کمتر است؛

3)هزینه نسبی بیشتر است(حدود 40 درصد)؛

4)ایمنی جبهه کار طولانی بیشتر است؛

5)تولید در روش جبهه کار طولانی بیشتر است؛

2-4-عملیات در روش اتاق و پایه سنتی

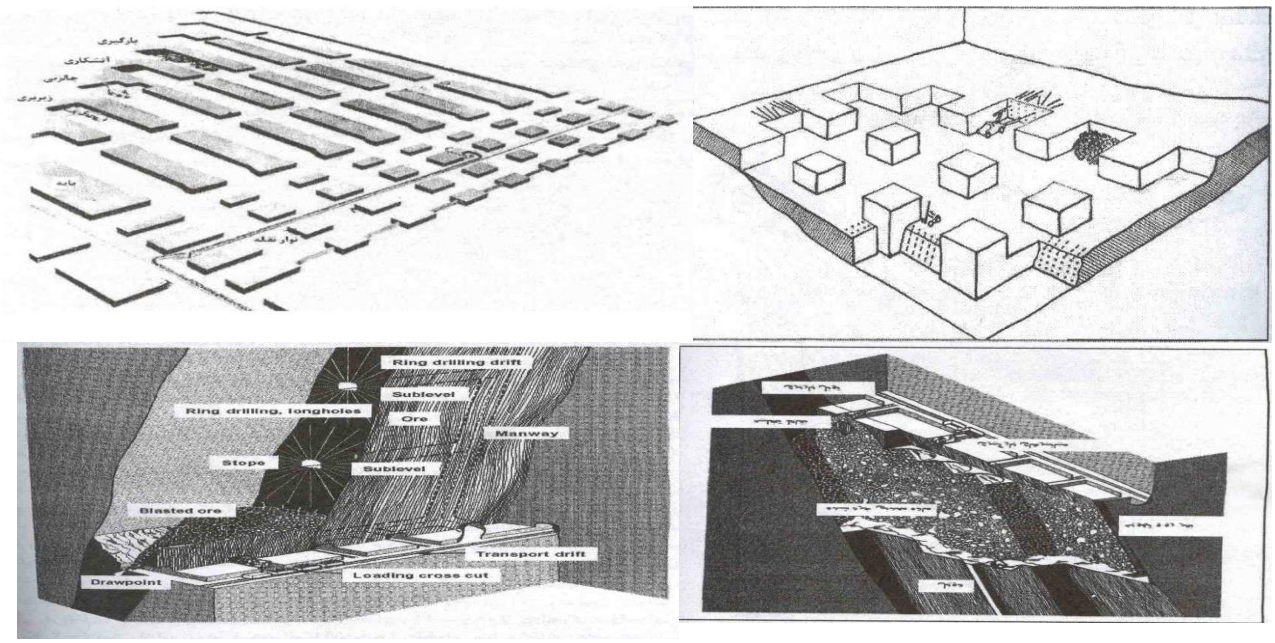
1)زیربری توسط زغالبر برای زغال– در سنگ های سخت زیربری نیاز نیست؛

2)چالزنی توسط دستگاههای چرخشی متحرک در زغال و ضربه ای در سنگ های سخت؛

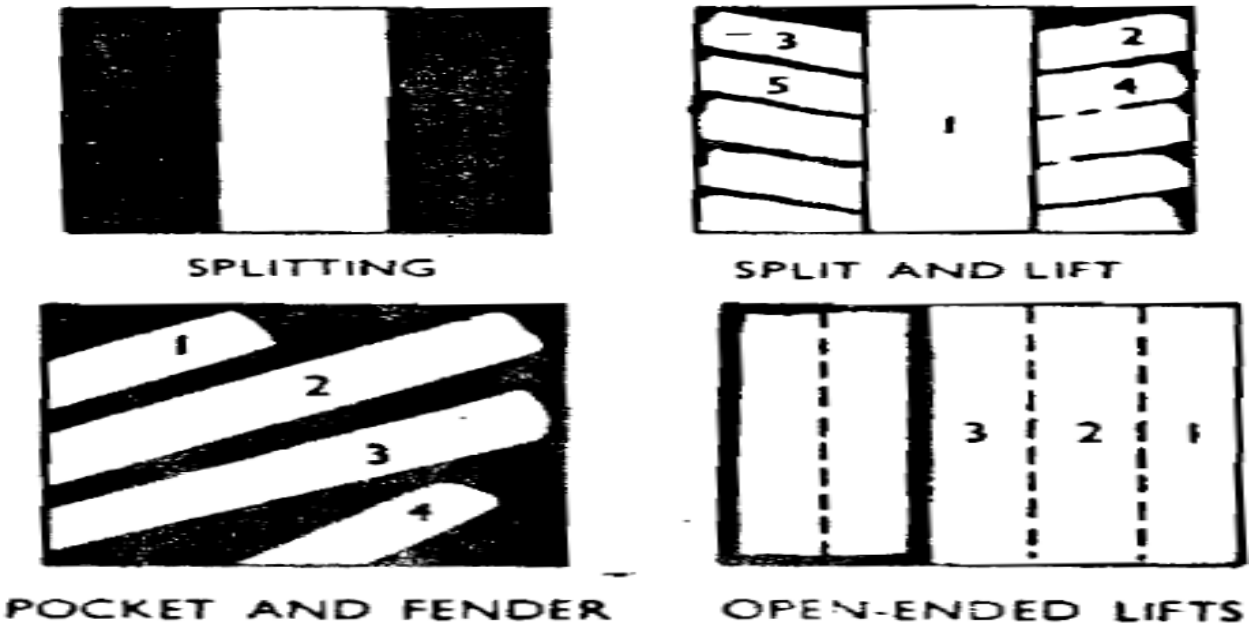
3)آتشباری: هوای فشرده (Air dox) یا گاز دی اکسید کربن (Car dox) و یا نیتروگلیسرین و نیترات آمونیوم در زغال، آنفو و اسلاری برای سنگ های سخت- خرج گذاری توسط دست یا ماشین- آتشباری توسط برق؛

4)بارگیری توسط دستگاه متحرک به نام Mobile Gathering arm و LHD و لودر و اسلاشر (برای سنگ سخت)؛

5)حمل و نقل توسط شاتل کار های برقی یا دیزلی، نوار نقاله ریل برای زغال و کامیون، ریل و نوار نقاله برای سنگ سخت؛



مرسوم ترین روش های بازیابی لنگه



در روش سنتی حداقل به 5 جبهه کار برای تولید متوسط نیاز است و به 8 تا 12 جبهه کار هم می رسد.

سیستم استخراج پیوسته

چرخه تولید=استخراج (خردکردن و بارگیری)+باربری

برای استخراج معمولاً از ماشین استخراج پیوسته و برای باربری معمولاً از شاتل یا نوار نقاله استفاده می شود. هر چند روش پیوسته است ولی مطالعات نشان می دهد که فقط 20 درصد از زمان صرف استخراج می شود مابقی زمان صرف تعمیرات، جابجایی و برنامه ریزی می شود.ماشین های پیوسته معمولاً برای مواد نرم غیر فلزی بکار می رود در مواد سخت (Hard rock) معمولاً از ماشین های حفر تونل(TBM) استفاده می شودعملیات فرعی در این روش عبارتند از: ایمنی و بهداشت (Health and Safety)، کنترل محیط زیست (Environmental Control)، کنترل زمین (Ground Control)، تهیه و توزیع برق (Power supply and distribution)، آبکشی، انتقال باطله، روشنایی و ...

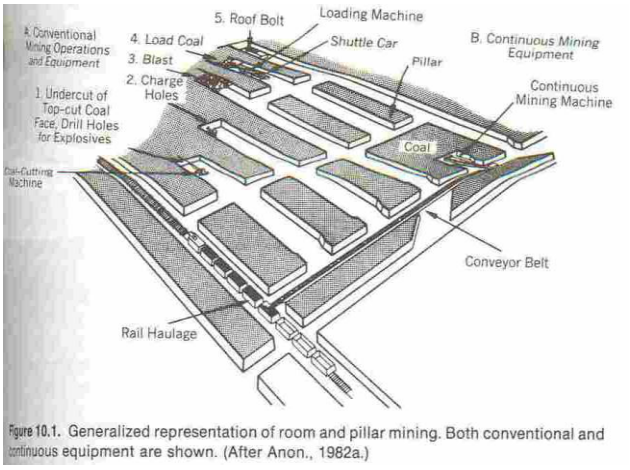
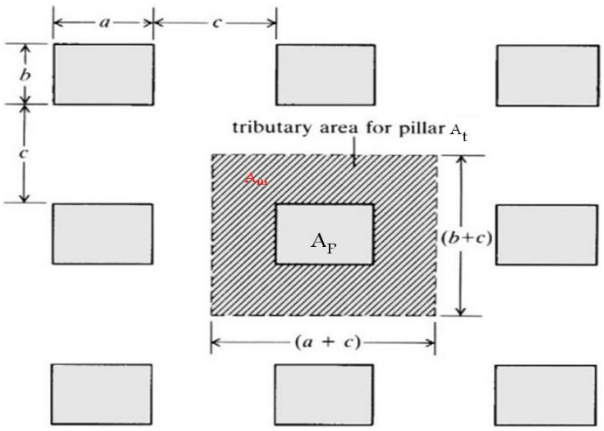


Figure 10.1. Generalized representation of room and pillar mining. Both conventional and continuous equipment are shown. (After Anon., 1982a.)



2-4-1-شرایط بکارگیری روش

1)مقاومت ماده معدنی: ضعیف تا متوسط

2)مقاومت سنگ های دربرگیرنده: متوسط تا مقاوم

3)شکل کانسار: صفحه ای

4)شیب: کم (کمتر از 15 درجه)،ترجیحاً افقی

5)اندازه کانسار: گسترش افقی زیاد، ترجیحاً لایه های با ضخامت کمتر از 5/4 متر

6)عیار: متوسط

7)توزیع عیار : نسبتاً یکنواخت

8)عمق: کم عمق تا متوسط (کمتر از 450 متر برای زغال و 600متر برای غیر زغال)

مزایای روش

1)راندمان متوسط تا زیاد تولید بالا (در آمریکا 27 تا 72 تن به ازای هر نفر شیفت)

2)هزینه استخراج متوسط (30 درصد)

3)نرخ تولید متوسط تا زیاد

4)در صورت بازیابی لنگه ها، میزان بازیابی 70 تا 90 درصد

5)رقت کم تا زیاد (0تا40٪)

6)مناسب برای مکانیزاسیون کامل و نیاز به نیروی انسانی کمی دارد

7)تمرکز عملیات بالاست

8)چند منظوره (Versatile) برای شرایط مختلف سقف

9)تهویه خوب با دهانه های چندگانه

معایب روش

1)در اثر بازیابی لنگه تخریب و نشست رخ می دهد.

2)روش غیر قابل انعطاف، صلب در جانمایی و غیر انتخابی در جا گذاشتن مواد باطله است.

3)درصد بازیابی بدون استخراج لنگه ها کم است(40 تا60 درصد). درصد بازیابی متوسط با بازیابی لنگه ها 60 تا 80 درصد است

4)فشار وارد بر نگهداری با افزایش عمق افزایش می یابد.

5)سرمایه گذاری زیادی برای مکانیزاسیون نیاز است

6)نیاز به آماده سازی زیادی قبل از شروع استخراج داریم (مخصوصاً در زغال)

7)از پتانسیل تصادف و حوادث ناشی از کار زیادی برخوردار است (مخصوصاً در معادن زغال)

طراحی لنگه های در روش اتاق و پایه

انواع لنگه ها:

1)لنگه های نگهداری (Support pillar) :این نوع لنگه برای نگهداری کارگاه استفاده می شود.

2) لنگه های حفاظتی (Protective pillar) : برای جلوگیری از نشست سطح زمین بکار می رود. مثل لنگه های حائل چاه

3)لنگه های کنترل(Control pillar): برای جلوگیری از انفجار سنگ (Rockburst) می رود.

2-4-2-تئوری های مربوط به طراحی لنگه ها

برای ارزیابی شکست لنگه ها دو نظریه وجود دارد:

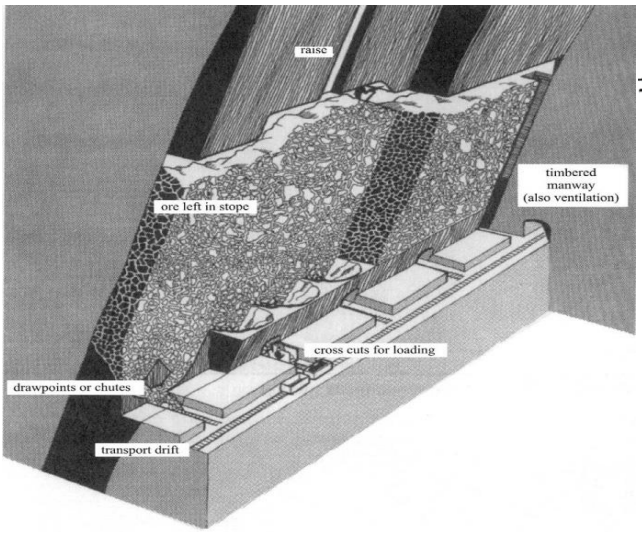
1) نظریه مقاومت نهایی (Ultimate strength theory): در این نظریه زمانی که تنش اعمالی بر لنگه معادل مقاومت لنگه شود لنگه شکست پیدا می کند.

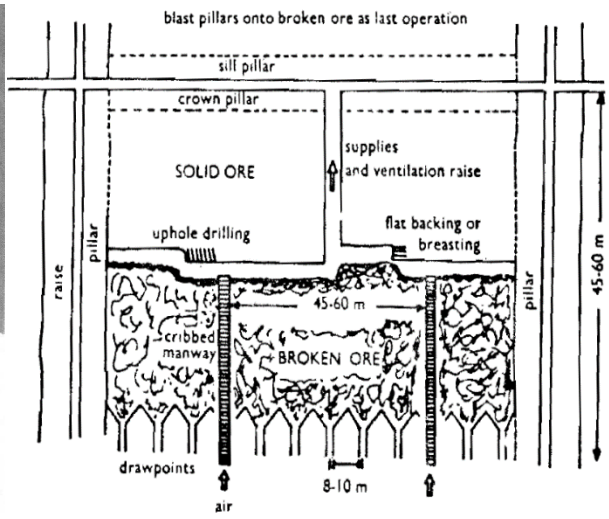
2)نظریه شکست پیش رونده (Progressive strength theory): در داخل لنگه یک سری صفحات ضعیف وجود دارد که اول می شکند و کم کم به جاهای دیگر سرایت می کند. صرف نظر

از تئوریهای مربوط به طراحی لنگه، بارگذاری قبل از استخراج، فشار در حین استخراج و مقاومت لنگه از پارامترهای اساسی در طراحی مربوط به لنگه ها محسوب می شوند.

2-5-روش استخراج انباره ای (Shrinkage Stoping)

این روش جزء روش های استخراج بالارو بوده که در یک صفحه قائم و یا نزدیک به قائم با زاویه بزرگتر از زاویه ایستایی مواد خرد شده (Angle of repose) انجام می گیرد.این روش یک روش بالادستی (Overhand method) است که تحت آن مواد معدنی به صورت برش های افقی کنده شده به عنوان نگهداری موقت کمرها و همچنین سکویی (Platform) برای کارگران استفاده می شود.به علت افزایش حجم مواد خردشده حدود 30 تا 40درصد آنها بایستی از کارگاه خارج شود تا فضای کافی برای کارگران فراهم آید.





بدین ترتیب حدود 60 تا 70 درصد ماده معدنی خردشده در داخل کارگاه بلوکه می شود.این هزینه بایستی در حین انتخاب روش استخراج مد نظر قرار بگیرد.

حسن این کار این است که:

1)یک ظرفیت ذخیره و یا انبار کردن محسوب می شود

2)مواد با هم ترکیب می شوند و یک مخلوط همگن ایجاد می شود.

این روش جزء روش های کوچک مقیاس است و به علت هزینه بالا و کمبود کارگران ماهر و روند حرکت به سوی مکانیزاسیون این روش ارزش و اعتبار خود را از دست داده است. به طوری که این روش در تولیدات مواد معدنی آمریکا کمتر از 1٪ سهم داشته است.مهمترین پارامترهای طراحی در این روش ابعاد کارگاه می باشد که تا حدودی توسط شکل و ابعاد کانسار دیکته می شود.در کانسارهای با عرض کم کارگاه به صورت طولی و در کانسارهای بزرگ و عریض کارگاه به صورت عرضی جایابی می شود. عرض کارگاه از 1 تا 30 متر و طول کارگاه 45 تا 90 متر و ارتفاع کارگاه از 60 تا 90 متر است.

2-5-1-سیکل عملیات :

خردایش ماده معدنی داخل کارگاه مهمترین فعالیت در یک سینه کار پله ای است.در این سینه کار در عرض یکسری چال های افقی با استفاده از دستگاه های چالزنی حفر می شود و خرج گذاری می شود قبل از انفجار مواد معدنی بایستی از کارگاه تخلیه شود. قبل از فروکش کردن کف کارگاه (Reentering the stope area) کارهای لازم در ارتباط با نگهداری شامل لق گیری، نصب بولت و تور سیمی باید انجام شود.

عملیات تولیدی در این روش عبارتند از:

1)چالزنی توسط دستگاههای هوای فشرده و جامبو هیدرولیکی؛

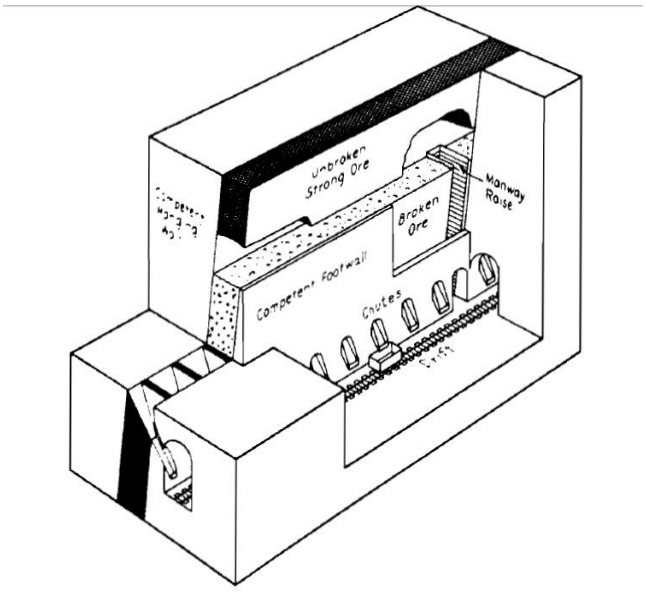
2)انفجار توسط آنفو و اسلاری، خرج گذاری دستی(در صورتی که فشنگی باشد) در غیر این صورت با پمپ و دستگاههای مکانیزه، انفجار توسط چاشنی الکتریکی یا فتیله انفجاری؛

3)خردایش ثانویه: دینامیت - چالزنی و آتشباری- چکش هیدرولیکی؛

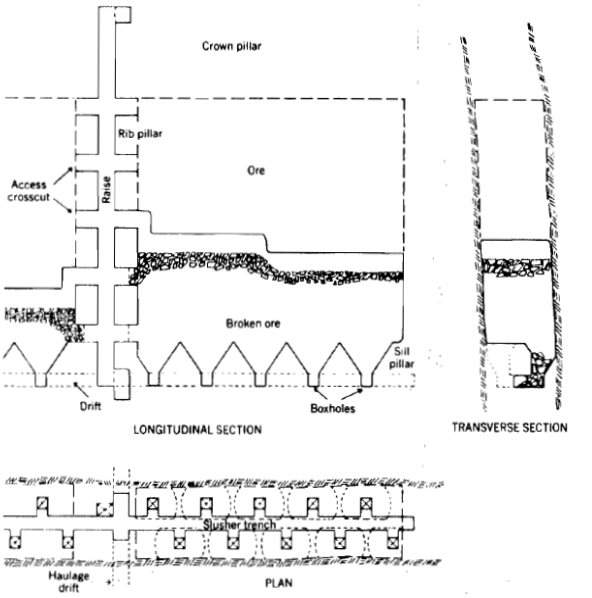
4)بارگیری: نیروی ثقل، لودر، LHD، اسلاشر؛

5)حمل و نقل: کامیون، LHD، ریل، نوار نقاله؛

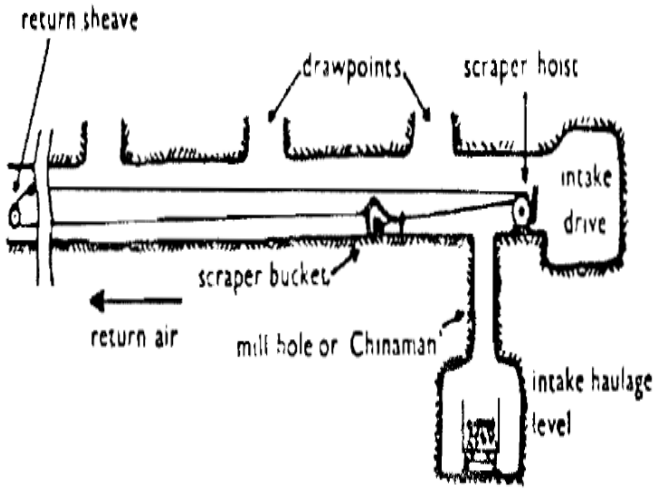
6)عملیات فرعی: مشابه روش قبلی؛

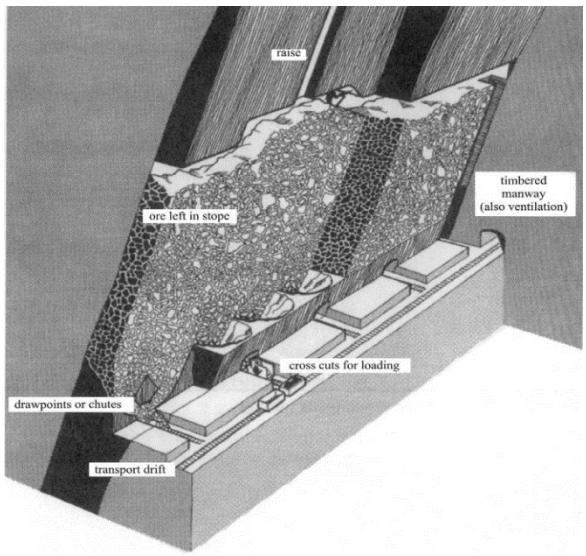


Shrinkage stoping using gravity draw and chutes to load mine cars. (After Lewis and Clark. 1964. Copyright © 1964, John Wiley & Sons, New York.)



. Shrinkage stoping using a scraper and slusher drift. (After Henderson, 1982. By permission from Society of Mining Engineers, Inc., Littleton, CO.)



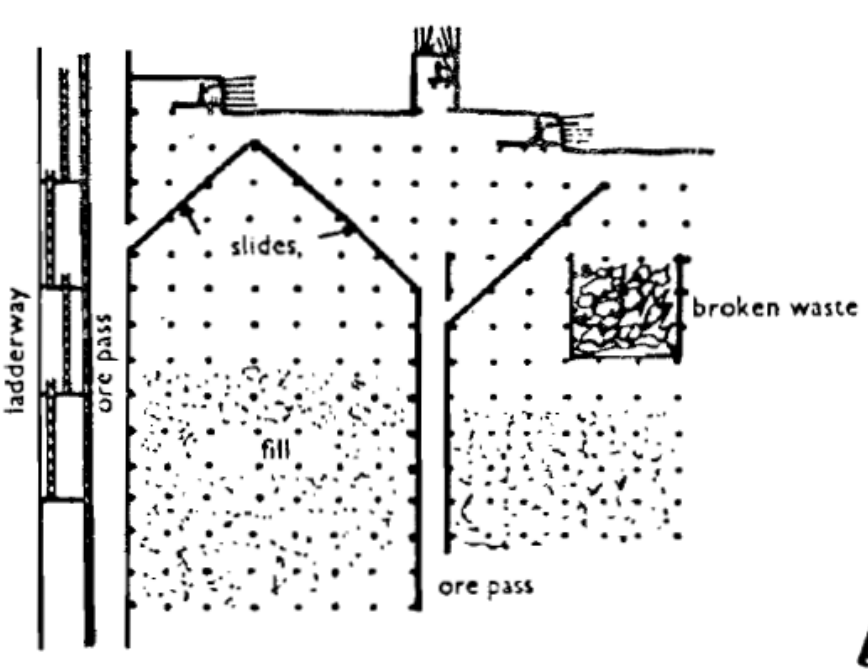


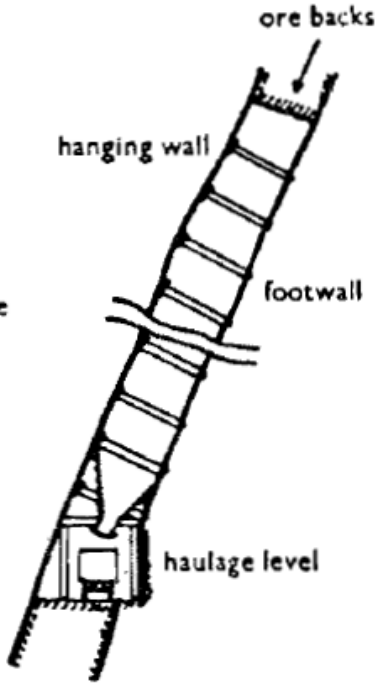
2-6-استخراج ستونی (Stull Stoping)

تک ستونی است که برای نگهداری لایه های غیر افقی استفاده می شود. این روش به ندرت استفاده می شود بطوری که 1٪ مواد معدنی آمریکا با این روش استخراج می شوند.روش بالادستی بوده که در لایه های نازک (thin) و پرشیب (pitching) وکمرهای ضعیف بکار می رود.نگهداری بصورت سیستماتیک یا تصادفی است که وظیفه آن عبارت است از:

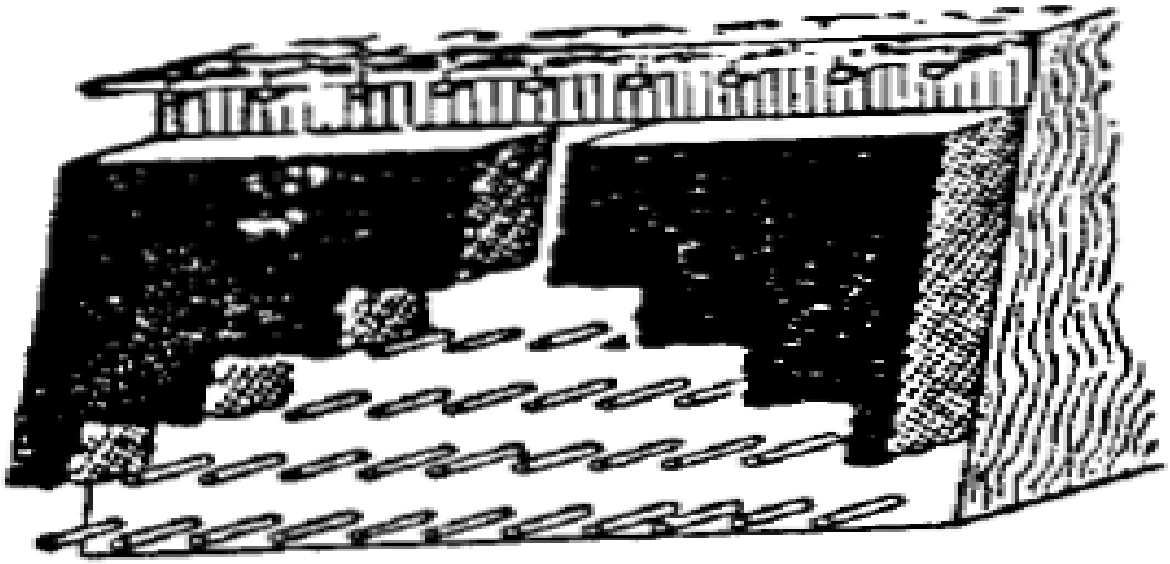
1)نگهداری سقف و انتقال نیرو از سقف به کف

2)تهیه یک سکو برای کار کارگران





روش استخراج Stull stoping



2-6-1-نمونه ای دیگر از روش استخراج Stull stoping

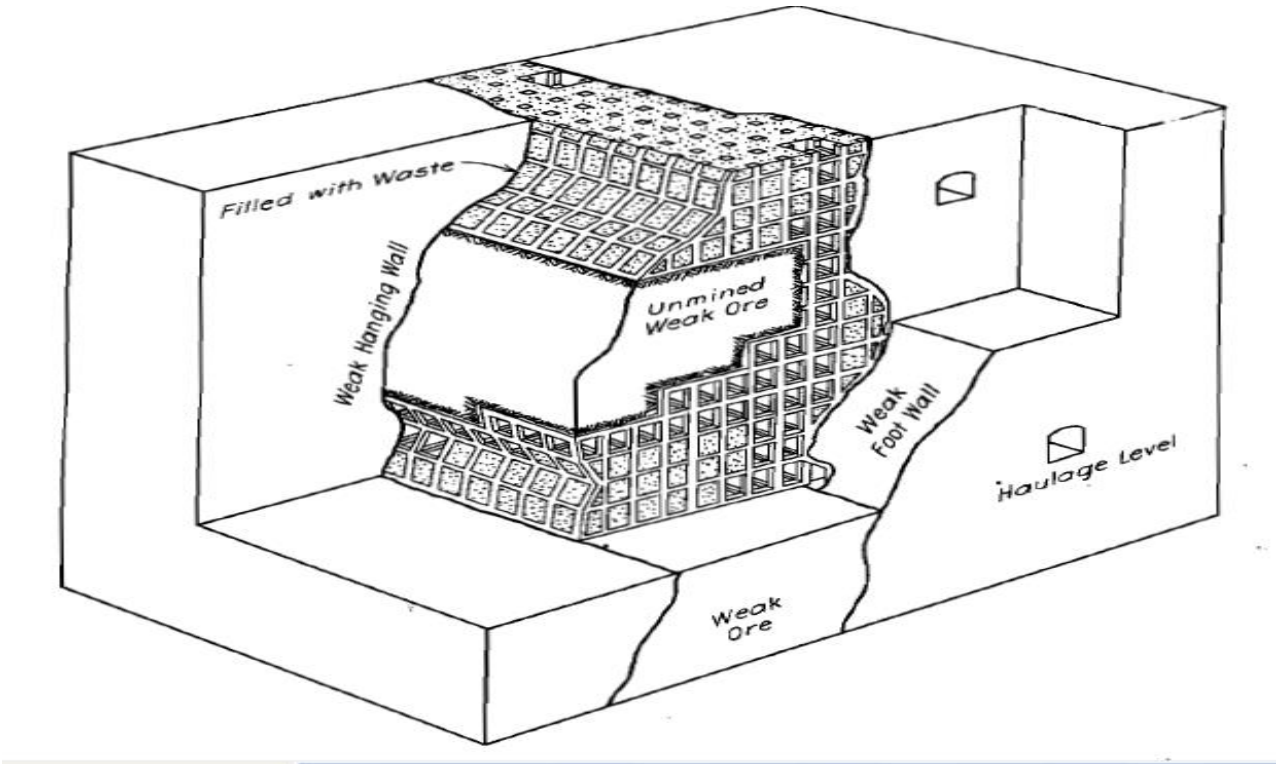
برش های ماده معدنی به صورت افقی یا مورب از پایین به بالا گرفته می شوند.با نصب ستون های نگهداری، بر روی آنها تخته کوبی (Flooring) انجام گرفته تا کارگران بر روی آنها قرار گرفته و به کار خود ادامه دهند.ستون های نگهداری در لایه های افقی به Post or prob معروف هستند که همراه کلاهک (Cap) یا سرلای (Brace) بکار می روند.در شرایط بد زمین می توان از پایه های فولادی، جک های هیدرولیکی، پیچ سنگ و تورسیمی استفاده کرد.در این روش جایگزاری سیستماتیک لنگه ها انجام نمی شود ولی باطله می تواند به صورت موضعی جایگزاری شود.

عملیات فرعی

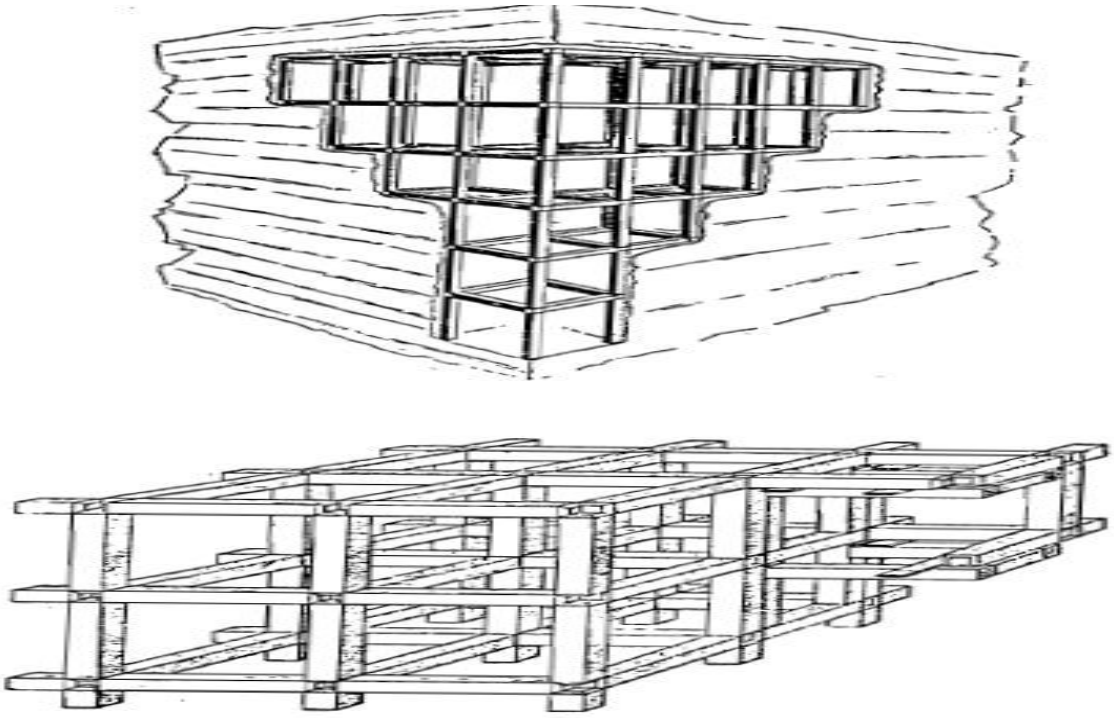
شامل نصب ستون های نگهداری(setting stulls) که بلافاصله بعد از آتشباری و هر چه نزدیک تر به سینه کار انجام می شود.تخته کوبی یا کف سازی (Flooring) با بالا رفتن سینه کار جابجا شده تا ارتفاع مناسبی جهت کار کردن ایجاد شود.همچنین تهویه نیاز به توجهی خاص دارد.سایر عملیات مشابه روش های قبلی است.

2-6-2-روش کرسی چینی

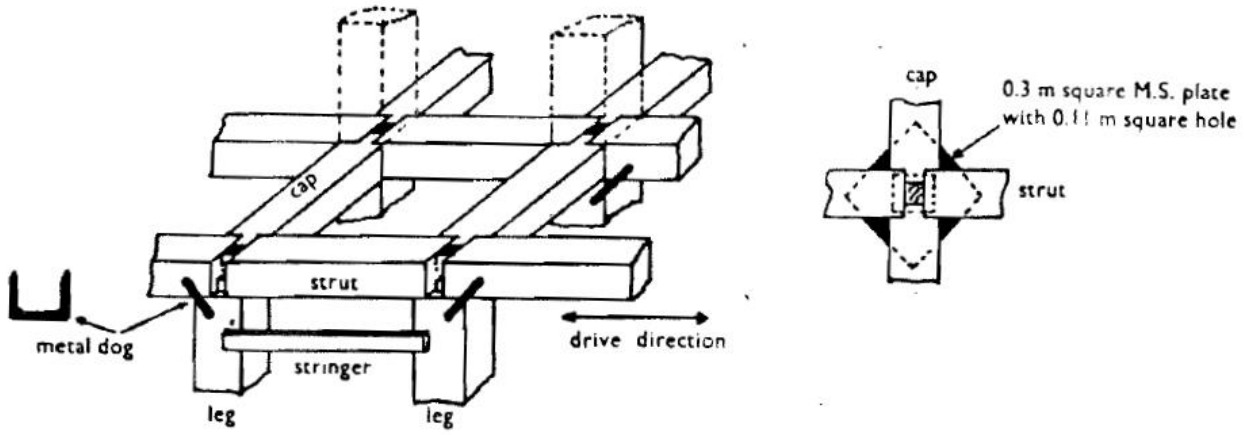
این روش پرهزینه ترین، گرانترین و کم کاربردترین و آخرین روشی است که در معدنکاری به آن مراجعه می شود.در حال حاضر کمتر از 1٪ استخراج زیرزمینی در آمریکا را تشکیل می دهد.این روش ماده معدنی به صورت بلوک های مکعبی شکل استخراج شده و فضای استخراج شده به کمک قاب های چوبی مکعبی شکل نگهداری می شود.



روش کرسی چینی نمون



نمونه های از سیستم نگهداری در روش کرسی چینی

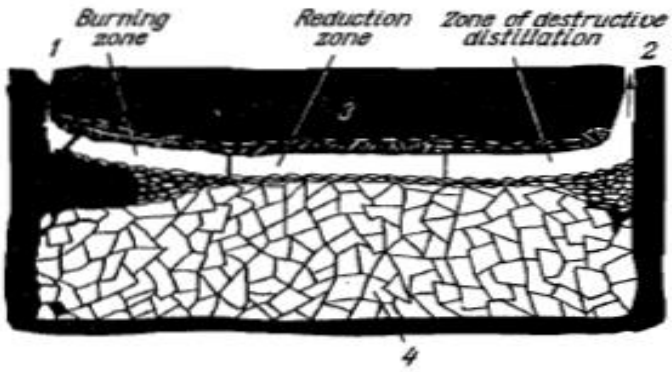


نحوه نصب و اتصال قطعات چوبی

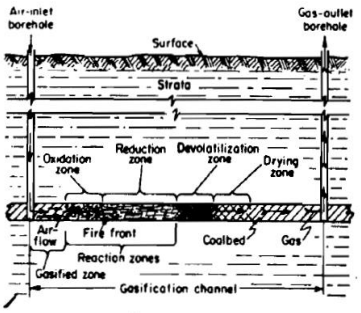
از قابلیت انطباق (Versatil) خوبی برخوردار است بطوریکه می توان آن را به صورت بالادستی(Overhand)، پایین دستی (Underhand)، افقی (Breast) در هر شکلی از کانسار استخراج کرد. این روش برای معدنکاری اولیه یا بازیابی لنگه ها بکار برده می شود.در حین استخراج کرسی ها در محل نصب می شود ولی قطعات لازم برای نگهداری در خارج معدن آماده می شود. کرسی ها همچنین به عنوان دویل های ماده معدنی و دویل نفرو انجام وظیفه می کند.

2-7-روش تبدیل به گاز در زیرزمین (Underground gasification)

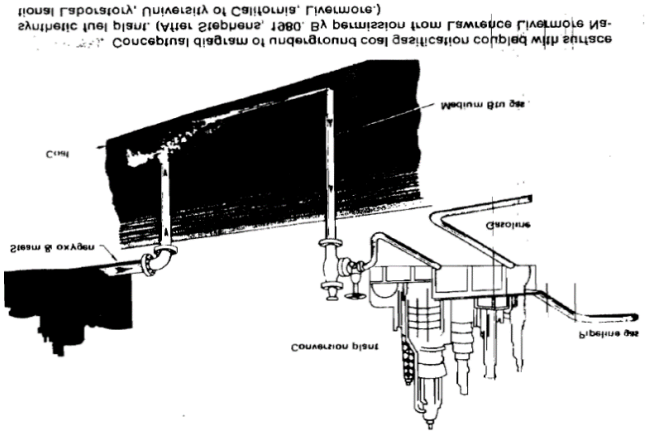
این روش در کشورهای اروپایی و آمریکایی تجربه شده است، ولی روسیه تنها کشوری است که سالانه 900000 تن زغال را با این روش بازیابی می کند.روش بر اساس سوزاندن زغال و جمع آوری گازهای حاصل از سوختن است.از گازهای حاصل از سوختن زغال، انرژی گرمایی و مواد پتروشیمی نظیر بنزین، نفت، و سایر مواد سوختی تولید می شود.



1—blast borehole; 2—exhaust borehole; 3—area of seam to be gasified; 4—area worked out by gasification



Borehole method of underground coal gasification, using backward-burning percolation. Shown are the seam, boreholes, linkage or gasification channel, combustion front, and reaction zones. (After Marsden and Lucas, 1973. By permission from Society of Mining Engineers, Inc., Littleton, CO.)



2-7-1-شرایط بکارگیری روش تبدیل به گاز در زیرزمین

1)حداقل ضخامت لایه 9/0 تا 8/1 متر؛

2)حداقل عمق 60 تا 120 متر؛

3)فاصله بین گمانه ها 24 تا 30 متر؛

4)فشار هوای ورودی و یا گاز و غیره 690 تا 860 کیلوپاسکال؛

5)مقدار زغال مصرفی برای هر جفت گمانه 90 تن در روز؛

6)گازدهی زغال 9/1 متر مکعب برکیلوگرم زغال؛

7)مقدار گاز مصرفی به ازای هر جفت گمانه 17/0 میلیون متر مکعب در روز؛

8)کیفیت گاز 79/2 تا 66/4 مگاژول بر مترمکعب؛

مزایای روش تبدیل به گاز در زیر زمین

1)می تواند با هزینه کمتری در مقایسه با روش های زیرزمینی جایگزین آنها شود.

2)مشکلات زیست محیطی کمتر است

3)قابل استفاده در زغال های با کیفیت پایین و با شرایط بد، نازک، پرشیب و عمیق و شرایط بد زمین شناسی و جاههایی که قبلاً کار شده باشد

4)گاز حاصل بدون هیچ گونه کار اضافی در محل قابل استفاده است. فقط برای پالایش بایستی با لوله به نقاط دوردست فرستاده شود (40-35km)

5)شرایط ایمنی و بهداشتی خوب

معایب روش تبدیل به گاز در زیرزمین

1)گازهای حاصل بدون پالایش از ارزش حرارتی کمتری برخوردار است

2)نشت گاز در حین تبدیل به گاز می تواند بالا باشد (5 تا 15 ٪)

3)ضایعات زغال در حین سوختن زیاد است (20 تا 40 ٪)

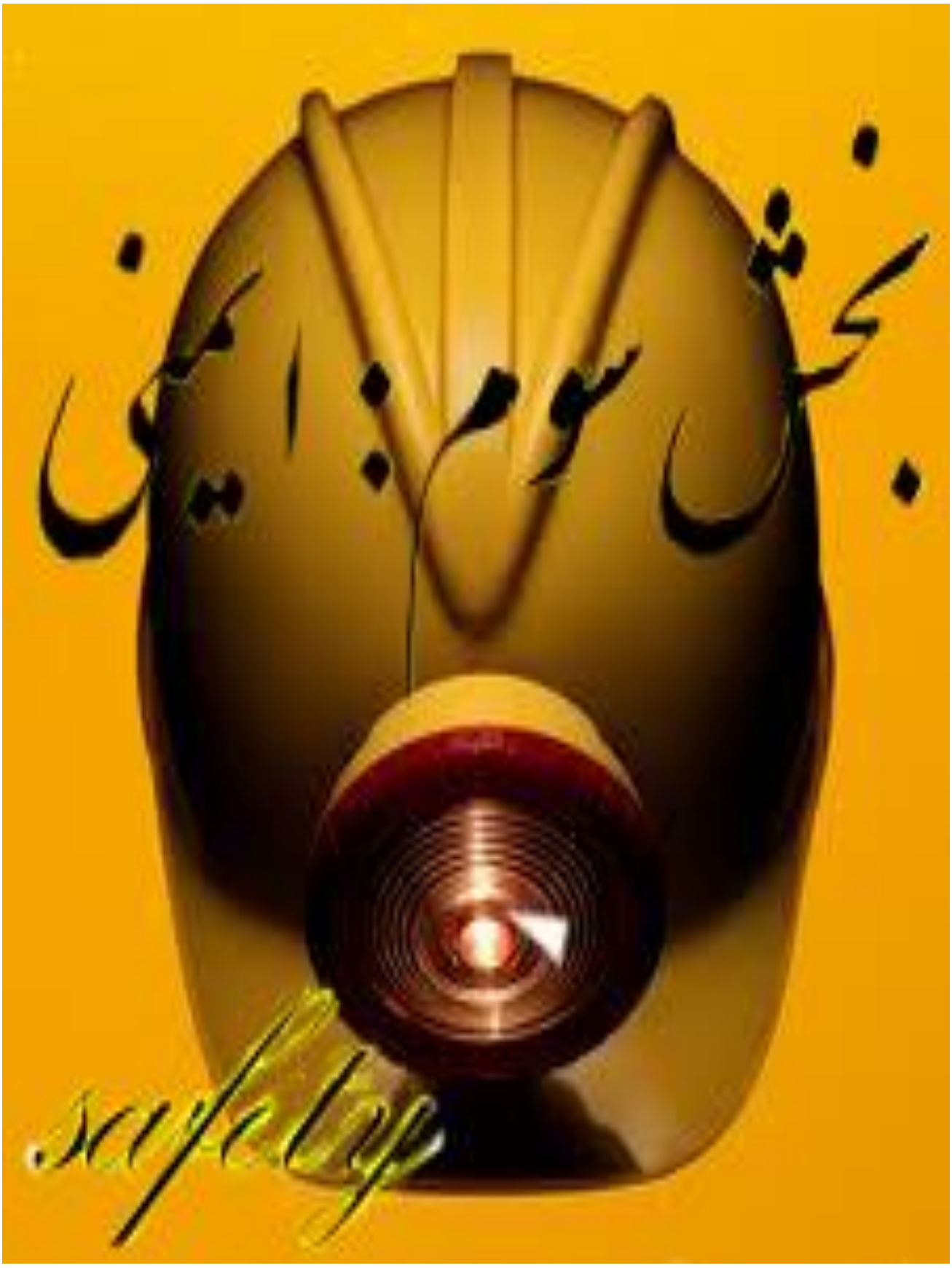
4)نشست سطح زمین به دنبال تبدیل به گاز اتفاق می افتد.

5)امکان آلوده شدن آب های زیرزمینی با مواد سمی وجود دارد

6)تنظیم و کنترل سیستم بسیار مشکل است

7)تکنولوژی این روش در اغلب کشورها تائید نشده است

8)کاربرد آن محدود به زغال است


بخش سوم: ایمنی

1-1-چکیده

فعالیتهای معدنی در معادن زغالسنگ زیرزمینی در قیاس با سایر فعالیتهای صنعتی دارای تفاوتهای است که عمداً ناشی از ماهیت و خصوصیات حاکم بر کار در این معادن میباشد.وجود تجهیزات خاص مورد استفاده در کارگاههای استخراج و دیگر محیطهای کاری در این معادن از یک سو و نیاز به سیستمهای تهویه، بارگیری و باربری و شرایط پایدارسازی وتحکیم ویژه در این مکانها از سوی دیگر، شرایط کاری متفاوتی را نسبت به سایر فعالیتهای کاری ایجاد میکند؛ این مساله حتی در معادن زغالسنگ به دلیل سایر محدودیتهای عملیاتی،مانند وجود گاز متان درلایههای زغالی و به تبع آن احتمال انفجار گاز متان، تجمع گرد زغال درهوای معدن و پتاتسیل انفجار ناشی از آن، سفرههای آب زیرزمینی، نور ناکافی محیطی و شیبزیاد لایه های زغالی شرایط به مراتب حادتری را از بعد ایمنی در عملیات استخراج، پیش رویمعدنکاران این بخش قرار میدهد .وقوع حوادث اخیر در معادن زغالسنگ استان کرمان که باواگذاری استخراج این معادن به بخش خصوصی نیز مقارن گردیده است، ضرورت تحلیل وارزیابی ریسک در این معادن و نحوه اعمال صحیح مقررات حفاظتی و آییننامه ایمنی معادن رادر راستای حفظ و صیانت از نیروی انسانی مولد کشور با اهمیت تر میسازد.حوادث و بیماریهای ناشی از کار همواره سبب خسارات و صدمات جانی و مالی فراوانی درکشور میگردد .در این میان نقش تحلیلی آمار حوادث رخداده در معادن، همچون ابزاری موثربرای پیشگیری و بهبود وضعیت ایمنی در معادن مورد استفاده قرار میگیرد . امروزه گستره علم مهندسی ایمنی نه تنها در بخش صنعت بلکه در بخش معدن نیز جای خود را یافته است ومقوله ایمنی باید در کلیه مراحل فعالیتهای معدنی از اکتشاف تا استخراج مورد توجه ویژه قرارگیرد .شناسایی، ارزیابی و طبقه بندی ریسک به عنوان گام نخست در بهبود ایمنی در هرسیستم صنعتی و معدنی مطرح است؛ به عبارت دیگر در ابتدا باید نقاط ضعف را شناخت و پساز ارزیابی و رده بندی اولویتهای اجرایی، نسبت به ارائه راهکارها به منظور رفع آنها اقدامکرد . طرح طبقهبندی معادن زغالسنگ استان کرمان نتیجه مطالعه موردی و ارزیابی کمی و کیفی ریسک شغلی کارکنان استخراجی شاغل در مجموعه سه معدن زغالسنگ هشونی، هجدک و باب نیزو استان کرمان انجام شده است که طی آن با استفاده از روش بازدید و بررسی میدانی معادن هدف در استان کرمان و گردآوری اطلاعات در معادنی که امکان بازدید از آنها فراهم نبود، همراه با بررسی اسناد و مدارک موجود در این معادن انجام گردید .روش طبقه بندی مورد استفاده در این طرح، تکنیک ارزیابی و تحلیل ریسکFMEA 0 (روش تجزیه و تحلیل نقص و اهمیت

تأثیرات آن) میباشد که طی آن ضمن بررسی و شناخت عوامل ریسک، عواقب ناشی از رخداد حوادث، تحلیل و ریسکهای بارز مشاغل استخراجی معادن،مشخص شده و اقدامات اصلاحی برای رفع آنها پیشنهاد میگردد.

1-2- مقدمه

حفظ و صیانت از نیروی شاغل در هر حرفه، نخست مستلزم شناخت و ارزیابی خطرات کاریمشمول آن حرفه و در ادامه آن ارائه راهکارهای عملیاتی برای پیشگیری و کنترل این خطرات میباشد . خطرات کار در معادن زیرزمینی به دلیل شرایط ناشی از محدودیت فضا، آلایندههای محیطی، پتانسیل آتشسوزی و انفجار، کنترل لایهها و پایداری تونلها و استفاده از ماشینآلات در مکانهای بسته، توجه خاص به همه عوامل تاثیرگذار در ایمنی عملیاتی را طلب میکند.علیرغم سوابق تاریخی حوادث در این بخش، به دلیل نیاز مبرم جوامع و تقاضای شدید موادمعدنی در بخش صنعت و ساختمان، نه تنها از میزان تقاضا برای استخراج کاسته نشده است،بلکه رشد روزافزون آن را نیز سبب شده است .آمار نشان میدهد در جوامع صنعتی، هرشهروند سالانه، بیش از 8 تن انواع مواد معدنی غیر سوختی نیاز دارد که اگر مواد سوختی رانیز در این میزان در نظر گیریم؛ این مقدار به مراتب بسیار بیشتر نیز خواهد گردید.تحلیل و بررسی ریسک در معادن زغالسنگ نیازمند بررسی و ارزیابی همه جانبه عملیاتی وساختاری در این معادن میباشد، مواردی که باید به آنها توجه ویژه صورت گیرد شامل مواارزیر است:

الف -طراحی ساختاری گالریها، شیبها، سیستمهای نگهداری، حمل و نقل کارگران، آبکش و سایر موارد مرتبط.

ب - وضعیت تجهیزات زیرزمینی معدن شامل سیستمهای کنترل و مانیتورینگ ، رفتار آب های زیرزمینی، وضعیت موضعی روشنایی، ماشینآلات سیار و ثابت، شبکه تهویه، راههای ریلیو نوار نقالهها؛

ج -خطرات نگهداری مواد قابل احتراق در معدن؛

د -تشریح روند فعالیتهای کاری در معدن(حفای، آتشباری، لق گیری و نگهداری، استخراج،حمل و سایر موارد مرتبط)؛

و -برنامههای ورودی و خروجی (نصب بالابرها و تجهیزات حمل و نقل، ظرفیت جابه جایی وسایر راههای دسترسی به سطح)،

ه -ارزیابی ریسک در مناطق پر خطری که امکان ایجاد شرایط اضطراری در آن مکانها وجود دارد، که شامل:

1-2-1-حوادثی که متاثر از تعداد زیاد کارگران است؛ مانند:

•ا نفجار گاز زغال در کارگاه استخراج؛

•انفجار تصادفی در حین جابه جایی مواد منفجره؛

•ریزش کارگاه استخراج؛

•حادثه در سیستم حمل و نقل کارکنان؛

1-2-2-حوادثی که نیازمند عملیات نجات انسانی باشد؛ مانند:

•ا ز کار افتادگی سیستم تهویه؛

•آتش سوزی داخل لایههای زغالی؛

•ا نفجار یا اشتعال مواد قابل اشتعال انبار شده؛

•آتش سوزی در سیستم نوار نقاله؛

امروزه به دلیل محدود بودن منابع انرژی در جهان و همچنین قابلیت استفاده از زغالسنگ درصنایع تبدیلی و تولید محصولات شیمیایی گوناگون، توجه ویژهای به این ماده معدنی معطوف شده است .اعمال نکات ایمنی در معادن معمولاً به دلایل ریسکپذیری بالاتر کارگران، نبود یاکمبود دانش فنی و عف روشهای مدیریتی، به درستی رعایت نشده و سلامت کارگران شاغل در معادن دستخوش مخاطرات و چالشهای فراوان قرار میگیرد.

خطرات بالقوهای که کارگران معادن زغالسنگ را تهدید میکند شامل:

1 -حوادث ناشی از جابهجایی دستی مواد یا اشیا (از جمله حمل الوار، مصالح کارگاهی، جا به جاکردن ستون فلزی، چوبی یا جک)؛

2 -حوادث ناشی از حمل و نقل (لوکوموتیو، واگون معدنی، گیر کردن بین دو واگون و نظایر آن)؛

3 -حوادث ناشی از لغزش یا سقوط افراد (از قبیل زمین خوردن، لغزیدن، پیچ خوردن پا، سقوط از ارتفاع، سر خوردن در شیب کارگاه)؛

4 -حوادث ناشی از ماشینآلات (بالابر، لودر، نوار نقاله، چکش کوهبری، ماشین زغالبر، جک)؛

5 -حوادث ناشی از ابزار دستی (پتک، چکش، اره، آچار، دیلم، بیل و کلنگ)؛

مان

6 -حوادث ناشی از برخورد اشیا، یعنی تماس بدن کارگر آسیب دیده با جسمی که موجب بریدگی، ضرب دیدگی، خراشیدگی وی شده است.
7 -حوادث ناشی از ریزش سقف و دیواره ها؛
8 -برق گرفتگی (ناشی از ماشینهای الکتریکی، ترانسفورماتور، کابل)؛
9 -حوادث ناشی از ریزش سینه کار؛
10 -حوادث ناشی از سقوط اشیا یا مواد(مانند :افتادن چوب، لارده یا سنگ)؛
11 -سایر حوادث(انفجار گاز و گرد زغال، مواد منفجره، خفگی، آتش سوزی های معدنی، تنفس گرد و غبار و غیره)؛
بررسی آماری حوادث منجر به فوت در معادن زغالسنگ نشان میدهد، به ترتیب ریزش سقف،حوادث مربوط به ماشینآلات و حوادث حمل و نقل در سطح جهان از بیشترین تکرار برخوردارمیباشند .در آسیبهای غیرمرگبار، عوامل اصلی به ترتیب جابه جایی دستی مواد یا اشیا، حمل و نقل، ماشینآلات و سرانجام لغزش یا سقوط افراد قرار دارند.هر حادثه شغلی معلول عوامل متعددی است که عوامل فنی، انسانی و فرهنگی از بارزترین آنهامیباشند، ضمن آن که نوع و محیط کار، شرایط انجام و ابزار مورد استفاده نیز در وقوع آن موثر است .در این طرح، آیین نامه ایمنی معادن، مشتمل بر 475 ماده، مصوب شورای عالی حفاظت فنی، به عنوان شاخص بررسی وضعیت ایمنی و بهداشت معادن مورد بررسی در طرح تعیین شد.

1-3-شناخت عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار در معادن زیرزمینی

1=3=1=سر و صدا

سر و صدا، به اصوات مختلف با طول موجها و شدت های متفاوت که ترکیب مشخصی و معینی ساعت به میزان ندارند اطلاق می شود .تماس با سر و صدای معادل یا متجاوز از حدT W A به میزان 85db به عنوان تراز عمل مد نظر قرار م یگیرد .چنانچه کارکنان و کارگران در معادن با سر وصدایی بیش از حد تراز عمل مواجه شوند، کارفرما باید تمهیدات لازم برای کنترل آن اتخاذ نماید.این اقدامات شامل ایجاد یک برنامه پایش به منظور انداز هگیری تماس با سر و صدا است که طی آن پایش صوتی به عنوان بخشی مستمر از یک برنامه حفاظت شنوایی مؤثر در نظر گرفته شود .پایش باید به گونه ای به اجرا درآید تا آن دسته از کارکنانی را که نیاز به تدارک حفاظت شنوایی دارند شناسایی کند .به هنگام تغییر در تجهیزات، فرآیند ها یا سطوح تولید که منتج به این امر می شود، کارکنان بیشتری در معرض سر و صدای بیش از حد تراز عمل قرار

گیرند، یا چنانچه چنین تغییراتی سبب افزایش تغییرات صدا به گونه ای شود که دیگر برنامه حفاظ ت شنوایی نیاز به کاهش تماس با تراز های قابل قبول نباشد پایش و بررسی می بایست مجدداً به اجرا گذاشته شود.اثرات فیزیولوژیکی سر و صدا سبب خستگی سیستم شنوایی، میشود که در سر و صدای بالاتر از85 dB در هشت ساعت کار روزانه این عارضه بروز م یکند که معمولاً با علائم وزوز گوش و ازسوت کشیدن گوش همراه است .علاوه بر این، سیستم های قلبی عروقی و ضربان قلب نیزتحت تاثیر قرار گرفته و میزان جریان خون را تغ ییر داده و در نتیجه بر فشار خون نیز تأثیرمی گذارد .کم خوابی، کاهش دقت، هیجانات، بی اشتهایی، ضعف قوۀ بینایی و کاهش تمرکز افکارو سرگیجه از دیگر عوارض مواجهه با سر و صدای بیش از حد مجاز ناشی از کار است.به طور کلی اثرات سر و صدا شامل موارد ذیل است:

1 -قرار گرفتن در معرض سر و صدای با شدت زیاد در مدت زمان طولانی، ممکن است آسیب موقتی یا دائمی به شنوایی وارد سازد و همچنین اثرات فیزیولوژیکی به بدن انسان واردم یآورد.

2 -تداخل مکالمات، اعلام خطرها و ارتباط افراد با یکدیگر در محیط پر سرو صدا، به طورمنطقی امکان پذیر نیست و چنین امری باعث بروز حوادث ناشی از کار می شو د.

3 -حضور در محیط کار پر سر و صدا بازده کار انسان را کاهش می دهد که از نظر اقتصادی بسیار مهم است.

1=3=1-1- تقسیم بندی صدا براساس زمان مواجهه (دسی بل)

1-صدای ضربه ای :صدای ضربه ای در زمان کوتاهی ایجاد می شود و سپس میرا م یگردد یاتکرار صدا کمتر از یک بار در ثانیه است مانند انفجار، صدای شلیک گلوله و...

2-صدای یکنواخت :تغییرات صوت به گذشت زمان ناچیز است یا صدایی است که نوسانات صدا با گذشت زمان5 dB ± است.

3-صدای متغیر :صدایی که نوسانات صدا با شدت زمان بین 10 الی 15 دسی بل باشد.

4-صدای منقطع :در صدای منقطع تغییرات دامنۀ نوسانات صدا بیش از 15 دسی بل است.

جدول شماره : 1 حدود مواجهه صوتی

مدت مواجهه در روز		تراز فشار صوت به dB A **
۲۴	ساعت	۸۰
۱۶	ساعت	۸۲
۸	ساعت	۸۵
۴	ساعت	۸۸
۲	ساعت	۹۱
۱	ساعت	۹۴
۳۰	دقیقه	۹۷
۱۵	دقیقه	۱۰۰
۷/۵۰ Δ	دقیقه	۱۰۳
۳/۷۵ Δ	دقیقه	۱۰۶
۱/۸۸ Δ	دقیقه	۱۰۹
۰/۹۴ Δ	دقیقه	۱۱۲
۲۸/۱۲ Δ	ثانیه	۱۱۵
۱۴/۰۶ Δ	ثانیه	۱۱۸

* تماس با صداهای پیوسته، متناوب یا کوبه‌ای در مواردی که تراز فشار صوت ماکزیمم در شبکه وزن یافته C بیش از ۱۳۰ دسی‌بل است مجاز نیست.

** تراز صوتی بر حسب دسی‌بل با دستگاه صداسنج اندازه‌گیری می‌شود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگیهای مندرج در ANSI مدل S۲A type SL۴(۱۹۸۳) باشد و اندازه‌گیری در شبکه وزن یافته A و در وضعیت Slow انجام پذیرد.

Δ صدای منبع باید به روشی غیر از روشهای کنترل مدیریتی کاهش یابد و همچنین توصیه می‌شود.

1-3-1-2-روشهای اصولی کاهش سر و صدا

1 -ا قدامات فنی :شامل استفاده از تجهیزات استاندارد؛

2 -ا قدامات کنترلی :محصورسازی با عایق های جاذب صوت و جلوگیری از تداخل اصوات؛

3 -وسایل حفاظت فردی؛

در معادن زیرزمینی با توجه به اینکه دستگاه هایی مانند چکش بادی و چا لزن هوای فشرده،بادبزنها، کمپرسور ها و نظایر آنها سر و صدای زیادی را ایجاد می کند، شنیدن مداوم صدای

آنها باعث آسی برسانی به گوش می شود و همچنین به علت وجود آلودگی بیولوژیکی درمعادن، استفاده از گوشیهای داخل گوشی(ایر پلاک) توصیه نم یگردد.
به همین منظور برای کاهش سر و صدا باید از گوشیهای مخصوص که روی گوش خارجی رامی پوشانند استفاده کرد .نمونۀ دیگری از این وسیله، گوشی به کلاه حفاظتی وصل می شود.در بعضی موارد که صدا خیلی شدید است اصوات از طریق استخوان جمجمه به مغز منتقل می شود، بنابراین لازم است از کلاههای مخصوصی که هم گوش و هم استخوان سر را از سر و صدا حفظ می کند، نیز استفاده شود.

1-3-2-ارتعاش

ارتعاشات با فرکانسهای مختلف بر بدن تأثیرات متفاوت می گذارند از جمله:
1-ارتعاشات فرکانس پایین: این ارتعاشات با فرکانس1/5 تا16 هرتز توسط وسایل نقلیه جابجایی افراد یا حمل و نقل مواد معدنی و همچنین توسط ماشینهای صنعتی و معدنی ایجاد می گردد .
آثار آن بر بدن انسان شامل:
-اختلالات مربوط به وضع قرار گرفتن بدن مانند انقباض عضلات گردن؛
- افزایش خفیف مصرف اکسیژن همراه با سریع شدن ریتم تنفس فرد؛
- علایم عصبی از قبیل تغییرات ریتم مغزی و مشکل حفظ تعادل؛
-از بین رفتن واکنش بدن؛
-اختلال بینایی؛
-تغییر رفتاری؛
2-ارتعاشات با فرکانس متوسط و بالا :این ارتعاشات بیشتر از دستگاههایی که با هوای فشرده کار می کنند حاصل می شود این ارتعاشات به طور متوسط فرکانسی بین 5 تا1500 هرتز ایجاد میکنند که یکی از مهمترین اثرات آن تأثیر بر دست و بازو است.

1-3-2-1- ارتعاش دست و بازو:

چکشهای بادی یا پنوماتیک طیف وسیعی از ارتعاشات را به دست و بازوی کارگران معادن زیرزمینی منتقل می کنند .این ارتعاشات ممکن است باعث آرتروز آرنج، لوناتومالاسیا وبیماری کین باخ شود.عارضۀ مهم دیگر ناشی از ارتعاش، بخصوص در معادن زیرزمینی که از درجه حرارت محیطی پایین تری برخور دارند، بیماری رینود ثانویه نام دارد که طی آن انگشتها به تدریج رنگ پریده می شوند که این عارضه د ر اثر سرما تشدید می گردد .آثار این بیماری از انتهای انگشتان

آغاز و به تدریج به ریشهٔ انگشتان تسرّی می یابد .در مراحل اولیه یک یا دو انگشت و در صورت ادامه تماس با ارتعاش تمامی انگشتان و در نهایت انگشت شست مبتلا می شود.برخی تحقیقات نشان میدهد؛ ارتعاش میتواند سبب بروز اختلال در عروق انگشتان شد ه وانقباض غیر طبیعی این عروق را سبب م یگردد .ارتعاش همچنین موجب صدمه به اعصاب انگشتان می شود و اختلال حسی و حرکتی ایجاد م یکند .در ارتعاشات شدید، امکان آسیب به ساختمانهای مفصل دست وجود دارد که با بروز اولین علائم بی حسی، اختلال حرکتی وسفید شدن انگشتان در تماس با سرما، کارگران بایستی از کار با چکش های پنوماتیک وابزار های دستی مرتعش منع شوند .برای درمان این بیماری ، روشهای متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است که هیچ یک موفقیت چندانی در بر نداشته است.

ارتعاش تحت تأثیر بسیاری از عوامل غیر ارتعاشی قرار گیرد این عوامل عبارتند از:

-نوع تماس

-طول و فراوانی دورهٔ کار

-شرایط آب و هوایی

-بزرگی و جهت نیرویی که اپراتور به قطعه کار وارد می کند

- مهارت کارگران

- وضعیت بدن و جهت مچ و آرنج و شانه ها

-طرز نگهداری وسایل و تجهیزات

- ناحیهٔ تماس دست با ارتعاش

- سر و صدا

-مصرف توتون و بعضی دارو ها

1-3-2-2-راههای کنترل ارتعاش

برای کاهش عوارض و تأثیرات نامطلوب ارتعاش، رعایت نکات ذیل ضروری است:

1 -محکم کردن پایهٔ ماشین به فونداسیون دستگاه

2 -جلوگیری از انتقال ارتعاش از دستگاه مرتعش به وسیلهٔ صفحات عایق ارتعاش و نظایرآن

3 -به ک ا رگیری دستگاههای جدیدی با ارتعاش کم و در واقع جایگزین کردن ماشین آلات بدون ارتعاش(نوع ارگونومیک) که متاسفانه به دلیل گران بودن این ماشینآلات، کارفرمایان کمتر تمایل به استفاده از آنها را دارند.

4 -بازرسی و کنترل مداوم دستگاههای دارای ارتعاش و اقدام به تعمیر و سرویس آنها
5 -کم کردن مدت زمان کار افراد با دستگاههای مرتعش
6 -در معاینات استخدامی توجه شود ، اشخاصی که دارای اختلالات عصبی، عروقی، عضلانی یا استخوانی هستند، برای این گونه مشاغل استخدام نشوند.
7 -ا ستفاده از دستکش های مخصوص ضد ارتعاش
8 -آموزش نحوۀ صحیح کار با ماشی نآلات دارای ارتعاش
9-جلوگیری از دمیدن هوای سرد روی دست کارگر، در دستگاههایی که با هوای فشرده کار می کنند.

1-3-3-کمبود روشنایی

به طور کلی روشنایی یکی از عوامل مهم فیزیکی در معادن زیرزمینی است که به طور مستقیم روی کیفیت و کمیت کار و تولید تأثیر می گذارد .روشنایی مطلوب دارای ویژگیهای ذیل است:
1 -نور از نظر توزیع و یکنواختی مطلوب باشد.
2 -درخشندگی سطوح طوری باشد که سبب خیرگی نشود.
3 -میزان نور کافی و رنگ آن مناسب باشد.
4 -سایه های مزاحم وجود نداشته باشد.

1-3-3-1-تأثیر نور در دید افراد

میزان روشنایی در بازدهی کار افراد مؤثر است و می توان محاسن ذیل را عنوان کرد:
1 -بهبود کیفیت کار و افزایش بازدهی
2 -کاهش اشتباهات
3 -جلوگیری از احساس خستگی کارگران
4 -کاهش تعداد حوادث و سوانح در محیط های کاری

1-3-3-2-طراحی روشنایی در معادن

روشنایی در معادن با روشنایی معمول و تعریف شده در آزمایشگاه متفاوت است .این تفاوت ناشی از محدودیت فضا و وجود قسمت های مختلف در معدن است .باید توجه کرد که برایوضوح دید لوازم و مواد معدنی در داخل معدن، درخشندگی، به ویژه اختلاف رنگ (کنتراست)آنها با محیط کار نیز به اندازۀ خود روشنایی دارای اهمیت است.درخشندگی یک جسم از سویی به میزان نوری که به آن می تابد بستگی دارد و از سوی دیگر، به خواص سطح جسم از قبیل؛ رنگ و قدرت

انعکاس که می تواند شدت روشنایی را پایین آورد بنابراین برای تعیین شرایط مناسب نور، عموماً باید شدت روشنایی محیط را بالا برد.

1-3-4- ایمنی در توزیع و انتقال برق معادن

ایمنی برق در معادن زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار است .در معادن زغال، برق فوق العاده خطرناک است .به علت خطرات موجود، استفاده از برق در معادن فقط در شرایط بسیار معین، مجاز است .این امر بدین معناست، که چنانچه تغییری در شرایط از پیش تعین شده روی دهد، باید بلافاصله برق را قطع کرد .مهندس مسئول باید و چنان آماده شده باشد که در مواقع خطرناک این تصمیم را اتخاذ کند.

1-3-4-1- خطرات دستگاههای الکتریکی

به علت خطرات ناشی از وجود گاز متان در معادن زغال سنگ، تمام دستگاههای برق موجود دراین معادن، باید ضد انفجار(ضد جرقه) و یا ذاتاً ایمن باشند .دستگاههای ضد جرقه یک غلاف ضخیم فولادی دارند این غلاف به گونه ای طراحی شده است که اگر هم جرقه یا انفجاری در داخل دستگاه رخ دهد به هیچ وجه جرقه به بیرون نشت نمی کند .از سوی دیگر دستگاههای ذاتاً ایمن، به گونه ای ساخته شده اند که مدار داخلی آنها هی چگاه انرژی کافی برای اشتعال مخلوط متان و هوا را نداشته باشد .استفاده از برق جریان مستقیم به دلیل ایمنی بالاتر(کنترل جرقه) و امکان کنترل مناسب دورموتور مطلوب تر از برق جریان متناوب است.

1-4- ریزش

به طور کلی در استخراج زیرزمینی مانند تمام عملیات معدنکاری زیرزمینی، ریزش های زمین جدی ترین علل حوادث است .بسیاری از این ریزش ها در محل یا نزدیک جبهۀ کار اتفاق می افتد. دیگر سقوط سنگها در تونل ها، معمولاً در خلال پیشرفت کار یا کار تعمیر و نگهداری اتفاق می افتد .دستۀ دیگری از سقوط ها درنتیجه آزاد شدن فشار ایجاد می شوند که ممکن است در محل فشار باشد و بر ناحیۀ وسیعی اثر بگذارد .پیشگیری از حوادث ناشی از این علل، مستلزم مطالعۀ نمونه کلی معدنکاری و اشکال مناسب تحمل منطقه ای از یک سو و نظارت دقیق و اجرای مقررات برای تحمل موضعی از سوی دیگر است.جبهۀ کارها را باید قبل از این که کار شروع شود به دقت نگهداری کرد .نصب پایه های موقت باید زیر تمام سقف های مشکوک به ریزش انجام گیرد.استفاده از پیچ سنگها و پیچ سقفها) راک بولت ها و روف بولت ها (برای کاربرد در کنترل سقف و همچنین دیوارهای کناری می تواند مفید باشد .همۀ کارکنان تونل های زیرزمینی باید

به کلاههای ایمنی و کارکنان خاصی مثل افرادی که با مته ها کار می کنند، به حفاظ های دست و زانو و ساق بند مجهز باشند.

1-5- باربری و حمل و نقل

حوادث مربوط به حمل و نقل و باربری نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است که به جهت فراوانی آن قابل تأمل است .شیوه های حمل مورد استفاده در معادن شامل :کشیدن با طناب، کشیدن با واگن، کشیدن با وینچ، وسایل نقلیه بدون ریل و گاری دستی، همچنین حمل مواد با اسکریپرهای مکانیکی یا با نوار نقاله و دیگر وسایل مکانیکی میباشد که هر یک مشکلات خاص خود را در پی خواهد داشت و رعایت دقیق مقررات ایمنی در تمام اشکال حمل و نقل باید به اجرا گذارده شود و به متصدیان شیوه های حمل و نقل و نیز به کارگران بدون تجربه که ممکن است در تماس با ماشین آلات متحرک یا حمل و نقل باشند، آموزشهای کامل داده شود . تجزیه و تحلیل دلایل بروز

حوادث این امکان را می دهد که اصولی پایه برای ایمنی در کار وضع شوند:

الف) تونلها باید به اندازه ای باشد که رفع موانع ایمنی ممکن باشد (عرض و ارتفاع مناسب درطراحی رعایت شود).

ب)مسیرها باید تا حد ممکن مستقیم باشند .درجهٔ قوس تونلها و تقاطع ها به طور فنی طراحی شوند.

ج)بازرسی و نگهداری مرتب لوکوموتیوها، واگن ها، جعبه دنده های کششی، کابل ها (سیم بکسل ها)زنجیرها و اتصال ها باید انجام شود.

د)در رابطه با استفاده از تجهیزات حفاظتی، وسایل ایمنی و فرار باید مقرراتی وضع شود.همچنین این عملکرد آنها باید به صورت کارآ نگهداری و مرتباً آزمایش شود.

ه)باید دستگاههای اعلام دهنده و هشدار دهنده تهیه و نگهداری شوند و مجموعه ای از مقررات به گونه ای وضع گردند که همهٔ افراد مربوط، آنها را به خوبی درک کنند.

و)باید در تمام نقاط بارگیری فضای کافی ایجاد شود و حمل عبور سنگ معدن و شوتهای تخلیه کارآیی داشته و به سهولت کار کنند.

ز)نوار نقاله ها، باید مجهز به ترمزهایی باشند که در سرتاسر طول حرکتشان بتوان آنها را درهر نقطه ای متوقف کرد .چرخهای قرقره و قرقره هایی که طناب به دور آنها می چرخد باید حفا ظ گذاری شوند.

ح)زنجیرها را باید کاملاً خارج از مسیرها و با پیش بینی فضای کافی قرار داد که افراد بتوانند اطراف آنها حرکت کنند .تمام قسمتهای متحرک را باید به خوبی فن سکشی کرد و هنگامی که ماشی نآلات مورد استفاده هستند، حفاظ ها را در موقعیت لازم نگهداشت.

ط)سوار شدن غیرمجاز روی هر نوع وسیلۀ نقلیه و حمل و نقل مواد باید ممنوع شود.

ی)در تمام مسیرهای بارگیری باید روشنایی تأمین شده باشد و چراغها را باید تمیز و در وضعیت مناسب نگهداری کرد.

ک)برای تمام حمل و نقلها باید مقرراتی وضع شود (ز جمله حرکت کارکنان پیاده ها و...)در صورت امکان باید برای افراد، راههای عبوری ویژه پیش بینی کرد و شخص مسئولی به منظور عهده دار شدن تصدی همه کششها و عملیات حمل و نقل تعیین شود.

1-6-کار با ماشین آلات و ابزارها

این کار منبع رو به رشد صدمات است، زیرا که ماشینی شدن معدنکاری در حال افزایش است.پیشگیری شامل مطالعۀ دقیق طراحی همه ماشی نآلات به منظور کاهش امکان وقوع حوادث مربوط به آنها، حفا ظگذاری عملی و مؤثر قسمتهای متحرک و آموزش دقیق به کارکنان واستاندارد کردن روشهای کار است.شایان ذکر است که حوادث مربوط به ماشی نآلات و ابزارها تحت تأثیر مخاطرات آشکارتری بوده و اغلب در معادن نادیده گرفته می شود، اما آمار نشان می دهد که آنها علت حدوداً 5 درصد تمام صدمات گزارش شده اند .تهیۀ ابزارهای مناسب برای هر کار و آموزش استفاده صحیح از آنها، همراه با نظارت دقیق تمام ابزارهای مورد استفاده و تعویض فوری آنها هنگام آسیب دیدن یا کند شدن، برای جلوگیری از این حوادث ضروری است.

1-7-سقوط اشیاء

سقوط اشیاء موجب بروز تعداد زیادی از صدمات ناشی از لغزش یا سقوط افراد است که غالباً در خلال حمل اقلام پر زحمت یا سنگین مثل پایه های نگهداری جبهه کاراتفاق می افتند .احتیاطهای مقدماتی که می باید در برابر چنین حوادثی انجام گیرد عبارت است از :پوشیدن چکمه های ایمنی با طراحی مورد تأیید برای کار در زیرزمین، ساخت راههای امن عبور همراه با نرده ها

ودستگیره های ایمن، پلکان و نردبانها و سکوهای ایمن، محلهای استراحت، پناهگاه یا جان پناه های مناسب، طناب های نجات و کمربندهای ایمنی برای کار در محل های با شیب تند همراه با موانع برای ایمنی یا منحرف کردن اشیا در حال سقوط .علاوه بر این، تمام راههای عبورسنگ معدن، چاهها و تونلهای با شیب تند باید بسته باشند و یا به طریقی مناسب، حصارکشی گردند . نوار نقاله های مخصوص یا دستگاههای تک ریل نه تنها حرکت مواد را تسهیل می کنند.بلکه به حذف این نوع حوادث نیز کمک می کنند.

1-8-مواد منفجره

کار غیر اصولی با مواد منفجره دلیل بخش قابل توجهی از حوادث منجر به مرگ و میر است و بهترین سابقه از این نظر در معادنی دیده می شود که رویه مشخصی ایجاد شده و در تمام عملیات حفاری و انفجار، برای انبار کردن، کار کردن و حمل مواد منفجره از آن پیروی می شود.در مقررات یا دستورالعملهای آتشباری باید به خطر گاز و انتشار گرد و غبار توجه شود و این مقررات باید به نحوی باشند که احتمال هر نوع تماس کارکنان با دوره های انفجار یا مخلوط های گاز و گرد و غبار از میان برود .همهٔ عملیات انفجار باید به اشخاص واجد شرایط و دارای تأییدیه سپرده شوند.به طور کلی تدابیر احتیاطی در برابر حوادث در چاهها، باید موضوع مقررات کامل ایمنی باشدکه شامل همهٔ عملیات مربوط به وسایل پیچنده (وینچ ها، قرقره ها و...)طراحی چاهها ، ترتیبات علامت دهی و وسایل ایمنی است .باید مقررات کامل بازرسی وضع شود و با دقت زیاد به اجرا گذارده شود .به کارکنان کلیدی باید آموزش اختصاصی داده شود و آنان باید برای اجرای وظایفشان در شرایط خاص آمادگی داشته باشند .ضمناً آمار حوادث در سطح زمین مانندکارگاههای تبدیل، دستگاههای تغلیظ و کارگاههای جانبی را نباید دست کم گرفت .در مکانهایی که ماشی نآلات سنگین، ماشین ابزار و غیره مورد استفاده قرار م یگیرند بایستی علاوه برخطرهای معمولی به موارد ذیل نیز توجه شود:

پیش بینی تدابیر ایمنی کاربردی برای حمل و نقل و جابه جایی سنگ معدن استخراج شده

1-9- ا شتعال گرد و غبار

علت اصلی اشتعال غبار، انفجار گاز قابل احتراق معدن به علت ایجاد جرقه توسط جریان برق یا نظایر آن است .انفجارها ممکن است تا مسافت های طولانی با اشتعال تدریجی، خود به خود افزایش یابد .انفجارهای گرد و غبار آثار زیان بار شدیدی دارد و کارگرانی که تحت تأثیر آن قرارمی گیرند دچار سوختگی های شدید می شوند و نیز مقادیر زیادی مونواکسید کربن ایجاد می شودکه

اغلب برای اشخاصی که در مسیر هوای برگشت هستند، کشنده است .عواملی که در شروع وگسترش انفجار غبار مؤثراند عبارتند از:

الف :خصوصیات لایهٔ زغال سنگ (میزان مواد فرار)

ب :ریز بودن ذرات غبار

ج :تراکم و میزان گاز قابل احتراق در فضای معدن

مان

برای مبارزه با انفجارهای گرد و غبار اولین مسئله جلوگیری از تشکیل نشت گرد و غبار ریزاست (مانند آنچه که درزیر دستگاههای نقاله انباشته می شود) .همچنین لازم است که مقررات ایمنی در مورد گازهای قابل احتراق معدن، مواد منفجره و جریان برق رعایت شود .برای جلوگیری از انفجار گرد زغال در معادن می توان با استفاده از پودر سنگ و ایجاد یک مخلوط بی اثر آن را خنثی نمود .در اینجا با استفاده از غبار غیرسیلیسی می توان از گرد و غبار سنگ آهک استفاده کرد، زیرا هنگام خرد کردن سنگ های رسی مقداری سیلیس به وجود م یآید.طریقهٔ دیگر، استفاده از نمک های جاذب رطوبت به صورت خمیر است که اغلب بر پایهٔ محلولهای کلرورسدیم یا کلسیم همراه با مقداری مواد مرطو بکننده تهیه می شود.طرح استفاده از غبار سنگ برای خاموش کردن شعله های انفجار بدین گونه است که هنگام انفجار روی شعله ها واژگون می شوند . استفاده از آب نیز همانند این روش قابل استفاده است.این روشها مانع گسترش انفجار و آتش سوزی در مسافت های طولانی می شوند.

1-10- آتش سوزی و احتراق خود به خود

دو نوع آتش سوزی در معادن رخ می دهد.

الف :اشتعال خود به خود یک فرآیند آهسته که زغال سنگ یا مواد معدنی دیگر مثل گوگرد،پریت ها و سولفورها را در بر م یگیرد.

ب :شعلهٔ باز که به وسیلهٔ سوختن مواد خارجی مثل چوب، نفت، نوارهای نقاله و ... ایجاد می شود.هنگامی که جریان هوا برای تخلیهٔ گرمای حاصل از اکسیداسیون کافی نیست، احتمال اشتعال وجود دارد .این مسئله بیشتر در رگه های ضخیم تر و دارای دنده و شکاف ایجاد می شود.آتش سوزی ممکن است دلایل زیادی داشته باشد .مانند گازهای قابل احتراق معدن یا انفجار گرد و غبار، اشتعال مواد منفجره، جرقهٔ برق، استفاده از مشعل جوشکاری، سایش تسمه، اشتعالروغن

و.... معادن باید همیشه آمادۀ مبارزه با احتراق خود به خود و آتش سوزی ها باشند .تدابیر ایمنی باید شامل تجهیز کارکنان به ماسکهای ضد منواکسید کربن باشد و نیز تهیه و ایجاد وسایل مبارزه با
آتش سوزی و شبکه های آب ضروری است .به علاوه ارتباط بین معدنچیان و آتش نشانان برای مبارزه با آتش مهم است.

1-11- عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار در معادن زیرزمینی

در معادن زیرزمینی مخاطرات مربوط به آلاینده های هوا از قبیل وجود انواع گرد و غبار ها، گاز های سمی و دیگر مواد وجود دارند که می توانند عوارضی به صورت کمبود نسبی اکسیژن در محیط معدن و یا به شکل ترکیبات سمی آلاینده و یا قابل انفجار بروز کنند.

1=11=1= گاز متان(CH4)

لایه های زغالسنگ از مواد آلی تشکیل شده، یکی از محصولات جانبی زغال شدن گاز متان است که مادۀ اصلی و پایه ای گیاهان است در جوار اکسیژن ایجاد $(C_6H_{10}O_5)_n$ که از تجزیه سلولزم یگردد و میزان تولید گاز متان بستگی به پیشرفت فرآیند زغال شدن دارد .هرچه فرآیند بیشتر وسریعتر صورت پذیرد گاز بیشتری آزاد می گردد و یکی از خطرناکترین حالتهای گاز متان فوران آنی گاز است که می تواند میزان ریسک انفجار در معدن را بالا برد و خاصیت فیزیکی آن بی رنگ و بی بو بودن آن است.

1=11=2= عوامل مؤثر در تصاعد گاز زغال در معادن زغال سنگ

تصاعد گاز از لایه های زغال سنگ و سنگهای دربرگیرنده، بر عوامل گوناگونی بستگی دارد:
الف :تأثیر عوامل زمین شناسی(عوامل ذاتی)
ب :تأثیر عوامل فنی (روش طراحی استخراج و سیستم شبکۀ تهویۀ معدن)
ج :روش گاز زدایی
د :وجود لایه های دیگر زغال در مجاورت لایۀ در حال استخراج تأثیر عوامل زمین شناسی عبارتند از :متامورفیزم (دگرگونی)زغال، عمق لایه زغالی، ضخامت زغال، وضعیت تکتونیکی (زمین ساختاری) منطقه، رسوبات پوششی و نفوذ آب در لایه های زغالی. متامورفیزم یا دگرگونی بر میزان گاز خیزی لایۀ زغالی تأثیر مستقیم دارد .هرچقدر درجۀ دگرگونی زغال افزایش یابد مقدارگاز خیزی آن نیز افزایش می یابد. در معادن باب نیزو و هجدک درجۀ دگرگونی لایه زغال بینIV , V است و عمق 500 متری میزان گاز به 15 تا 20 مترمکعب به ازای هر تن زغال

است .ولی معدن هشونی از گازخیزی قابل توجهی برخوردار نیست. بالاترین میزان گازخیزی شناخته شده در کشور به لایۀ زغالی معدن باب نیزو مربوط است که در عمق 500 متری تا18/8 متر مکعب در یک تن زغا ل گاز خیزی دارد.

1=11=3= اقدامات لازم جهت کنترل و مقابله با خطر انفجار گاز متان

برای کنترل میزان تصاعد گاز زغال و پیشگیری از انفجار اقدامات ذیل باید انجام شود:

1-اقدامات فنی برای جلوگیری از تجمع و انفجار گاز متان در شبکه های تونل های زیرزمینی

2 -ا قدامات لازم برای شناسایی به هنگام گاز متان در معدن

3 -ا قدامات لازم برای حذف عوامل ایجاد جرقه یاشعله

1=11=4= برخی اقدامات فنی برای کنترل تجمع گاز در شبکه های زیرزمینی معدن

1-طراحی استخراج تهویۀ مناسب

2-اولویت استخراج لایه های زغالی با گاز خیزی کم نسبت به لایه های زغالی با گاز خیزی بالا

3-کاهش فشاروارده بر کارگاه استخراج برای کنترل نشست طبقات

4-حفر چالهای بلند برای گاز کشی از لایه های زغالی

5-آتشباری ارتعاشی(لرزاننده)

6-تخلیۀ گاز های لایه ای

7-تهویۀ موضعی مناطق کور در شبکۀ تهویه

8-گاز زدایی

1=11=5=گرد و غبار

بزرگترین منابع آلاینده گرد و غبار در معادن زغالسنگ، عملیات حفاری، آتشباری و بارگیری تشکیل می دهند .آب پاشی بعد از عملیات آتشباری، مقدار گرد و غبار را در جبهۀ کار استخراجی تا حدود زیادی کاهش می دهد .در معدنکاری متداول، حفاران، بالاترین گروه های کارگری هستند که به دلیل نزدیکی به منابع گرد و غبار در معرض تماس با مقادیر بیشتر از حد مجاز گرد و غبارقرار دارند. همچنین مشاهده شده است که چنانچه بتوان میزان سطوح گرد و غبار تنفسی در معادن زغال را به طور مداوم درحد 2 میلی گرم بر متر مکعب حفظ کرد، احتمال پیشرفت بیماریهای ریوی در طول زندگی کاری کارگران در معرض تماس با گرد و غبار به حداقل و حتی تا صفر کاهش می یابد .سه راه اصلی برای کاهش ذرات گرد و غبار موجود در تونل ها و معادن زیرزمینی وجود دارند:

1 -تهویه مناسب

2 -آب پاشی

3-ا ستفاده از جمع کننده های گرد و غبار

1=11=6= تهویه

از روشهای تهویه ای، بهترین روش، ایجاد هوا در مجاورت کارگران در معرض گرد و غبار است. از این جهت، روشهای تهویهٔ موضعی اهمیت زیادی دارند .بیشترین تأکید روی روشی از تهویه است که تهویهٔ جابه جایی نامیده می شود که یکی از مؤثر ترین تکنیکهای کنترل گرد و غبار محسوب میگردد. مکانیسم عملکرد تهویهٔ در کاهش گرد و غبار محیط به دو طریق صورت میگیر د:

1 -رقیق کردن هوا

2 -ا نتقال و جابه جایی هوا

انتقال و جابه جایی هوا خیلی مؤثر تر از رقیق کردن هوا است، اما امکان انجام آن نیز به مراتب سخت تر است. در مکانیسم رقیق سازی، هنگامی که کارگران با ذرات گرد و غبار احاطه می شوند، هوای اضافی برای کاهش گرد و غبار جمع شده در محیط با رقیق سازی هوا اعمال می شود. از مکانیسم جا به جایی و انتقال هوا هنگامی استفاده می شود که کارگران در خلاف جهت منابع گرد و غبار کار م یکنند و سرعت هوا نیز به قدر کافی زیاد است، تا به طور مطمئن گرد و غبار ها را در جهت مسیر هوا قرار دهد.

1=11=6=1= تهویهٔ رقیق سازی

اصل بنیادی که بر مبنای تهویهٔ رقیق سازی مطرح است، تهویهٔ با هوای بیشتر به منظور رقیق کردن گرد و غبار موجود در هوا است .غالباً گرد و غبار به نسبت افزایش جریان هوا کاهش می یابد اما این میزان همیشه متناسب نیست .هزینه ها و موانع فنی برای افزایش جریان هوا مشکلی اساسی در این روش است.

11-2-1-2-تهویهٔ جابه جایی

اصل بنیادی که تهویهٔ جا به جایی(انتقالی) را تشکیل می دهد، استفاده از جریان هوا در مسیری است که منابع گرد و غبار را محصور و محدود کرده و با قرار دادن آنها (ذرات معلق) در مسیر جریان هوا، این ذرات را از حوزه تنفسی کارگران دور نگهدارد .هر تونل یا معبر معدنی با جهت جریان هوایی خاص خود، گرد و غباری را که در مسیر هوای کارگران قرار دارد، با استفاده از

تهویهٔ جابه جایی منتقل میکند. محصور کردن منابع گرد و غبار از قبیل نوار نقاله های باربری در نقطهٔ انتقال، در طول استخراج و محصور کردن هوای غبار آلود از دیگر روشهای تهویهٔ جا به جایی است.عمل تهویهٔ جابه جایی کار دشواری است که اگر به خوبی انجام گیرد، مؤثر ترین روش موجود درکنترل گرد و غبار به حساب م یآید .مشکلی که در اجرا وجود دارد این است هنگامی که کارگراندر فاصله نزدیک به منابع گرد و غبار قرار دارند (حدود 3 تا 6 متری از منبع) حفظ و نگهداری آنها در راستای مسیر هوا نیازمند سرعت قابل توجهی از هواست که همیشه دستیابی به چنین سرعتی ممکن نیست.

1-11-7- اسپری های آب

هنگام استفاده از اسپری های آب توجه به یکپارچهتر کردن ذرات، بیشتر از احاطه) دربرگیری(ذرات هوایی است .نقش اسپری های آب پاشی در معدنکاری زیرزمینی دو نوع است:

اول :خیس کردن مواد خرد شده که در حال حمل و نقل و جا به جایی هستند.

دوم :احاطه (دربرگیری) ذرات هوایی است.

دو مورد مذکور خیس کردن (تر کردن) مواد شکسته شده خیلی بیشتر موثر است .تر کردن مناسب برای کنترل گرد و غبار دارای اهمیت ویژه ای است .بیشتر ذرات گرد و غبار شکستن مواد در هوا پخش نمی شوند، ولی در سطح شکسته مواد به صورت چسبیده به آن باقی می مانند . تر کردن مواد شکسته این اطمینان را ایجاد م یکند که ذرات گرد و غبار به سنگ شکسته، چسبیده باقی بماند .در نتیجه افزودن آب بیشتر می تواند معمولاً (ولی نه همیشه) در کاهش گرد و غبار مؤثر واقع شود. نکته ای که باید به آن توجه کردن این است که متأسفانه افزودن رطوبت زیاد به مواد شکسته شده به دلیل جمع شدن و به هم چسبیدگی مواد معدنی مشکلاتی را در حمل مواد، عملیات و در مواردی در کیفیت تولید ایجاد م یکند، بنابراین معمولاً استفاده از حد بالای مجاز آب نسبتاً خیلی سریع حادث می شود و در نتیجه امکان استفادهٔ فراتر از آن مقدار میسر نمی شود. در نتیجه امکان دیگری برای سهولت افزودن آب بیشتر و حصول اطمینان از یکنواخت خیس شدن مواد شکسته وجود دارد .یکنواخت سازی به عنوان یکی از مهمترین موضوعاتی است که از سالیان پیش مورد نظر قرار گرفته است.

1-11-7-1- اسپریهای فشار بالا

یک راه بهبود آب پاشی، افزایش فشار آب است .این افزایش، بازده هر دستگاه را در استفاده از آب افزایش می دهد .نکته ای که در استفاده از اسپریها باید بدان توجه کرد همین است که آنها

به دلیل فشار بالا، حجم زیادی هوا را به دنبال خود ایجاد م یکنند که اغلب منجر به پراکندگی گرد و غبار می شود تا مقداری که می تواند احاطه کند .به دلیل این پراکندگی ثانویه، تقاضا برای آنها به فضاهای محصور یا نیم محصور، از قبیل پایش کلیه دستگاههای استخراجی پیوسته محدود می گردد. سوای کوشش های صورت گرفته برای بهبود اسپری ها، مفید ترین کاری که می تواند انجام گیرد استفادۀ خودکار از قطع و وصل جریان اسپریها ست تا با توجه به نیاز، میزان مرطوب سازی مناسب را ایجاد کرده و از مشکلات استفاده از فوم، میزان گرد و غبار را بین 20 تا 60 درصد در مقایسه با آب کاهش می دهد.

همچنین فوم می‌تواند نتایج مشابهی در استفاده از مقدار کم آب به دست دهد که مقدار آب مورد نیاز برای ساخت فوم از مقدار معادل اسپری آبی کمتر است .استفاده از فوم در نقاط انتقال نوار . نقاله، بیش از 30درصد گرد و غبار را کاهش می‌دهد عیب استفاده از فوم هزینه بالای آن است .همانند آب، فوم هنگامی که به طور مکانیکی با سنگ‌های شکسته مخلوط می‌شود از بازده بهتری برخوردار است.

1-11-8-گرد و غبار گیرها

جمع کننده‌های گرد و غبار می‌توانند نقش مؤثری در کاهش گرد و غبار محیطی داشته باشند، البته در صورتی که فضا این امکان را ایجاد کند و بازده کلکتور هم بالا باشد. منابع ایجاد گرد و غبار در معادن و تونلهای زیرزمینی شامل استخراج، حفاری، آتشباری، ریزش، خردایش، حمل و . نقل(نواری و...) میباشد و اهتمام در کنترل این منابع از اهمیت فراوان برخوردار است.

1-12-مشخصات عمومی معادن مورد بررسی در طرح

1-12-1-معدن هجدک

معدن هجدک یکی از معادن تحت پوشش شرکت زغالسنگ کرمان است که در جنوب شرقی ناحیه زغال دار کرمان واقع است و از مناطق درونی ناودیس کرمان و در 70 کیلومتری شمال غرب شهر کرمان قرار دارد .در این منطقه لایه های ، d2،d1 و d 6 جزء لایه های قابل کار جهت استخراج زغال هستند . شیب لایه ها بین 85 تا 60 درجه و ضخامت لایه های d1 ،d2 بین 50 سانتیمتر تا3متر متغییر است وزغال این معدن از نوع زغال کک شو چرب است.

میزان گاز متان (گاز زغال یا گریزو)در این معدن بیش از15متر مکعب درهر تن برآورد شده‌است و معدن از نظر رده بندی آیین نامه حفاظتی معادن زیرزمینی زغالسنگ گازدار در طبقه چهار قرار دارد .روش استخراجی در این معدن از نوع استخراج ستونی بالا رو با جبهه کار مورب می باشد.

1-12-2-معدن باب نیزو

معدن باب نیزو در قسمت منتهی الیه قسمت جنوبی ناودیس زغالی کرمان در فاصله 75 کیلومتری شمال شرق کرمان است .طول معدن2/6 کیلومتر و عرض متوسط آن 0/6کیلومتراست که مسافتی حدود 3/7 کیلومتر مربع دارد. منطقه شدیداً تکتونیزه و شیب لایهها 60 تا 90 درجه در تغییر است لایه هایی که از نظراقتصادی اهمیت بیشتری دارند عبارتند از : d2 و d6، میزان ذخیره قطعی بر اساس همه انواع زغال تا افق 1850 حدود 15 میلیون تن است .معدن باب نیزو به علت شرایط خاص استخراج و به ویژه، گازخیزی بالا منطقه و عدم آماده سازی معدن در سالهای گذشته و همچنین حوادث مرگبار سال جاری تعطیل شده است.

1-12-3- معدن هشونی

معدن هشونی در شمال غربی سنکینال ذغالی ناحیه کرمان و در مجاورت منطقه معدنی پابدانا و با فاصله 22 کیلومتر از آن قرار دارد .یکی از واحدهای معدنی منطقه پابدانا بشمار می آید . فاصله این معدن تا شهرسازی منطقه(قائم شهر)حدود 6 کیلومتر و تا شهر کرمان حدود 170 کیلومتر است .کارگران این معدن اکثراً بومی و از طریق بخش کوهبنان و روستاهای مجاور آن تامین و درصد کمی را نیز کارگران غیر بومی تشکیل میدهند .بلندترین ارتفاع این معدن از سطح دریا 3110 متر ومساحت آن برابر با 18 کیلومتر مربع است. تشکیلات زمین شناسی این معدن ابتدا در سال 1346 مورد مطالعه قرار گرفته و از نظر موقعیت یک سنکینال کوچک جدا از سینکینال اصلی بوده و طول آن متجاوز از شش کیلومتر و عرض آن حدود سه کیلومتر است .دویال این سینکینال در جهت شمال شرقی ، جنوب غربی امتداد دارد . بیرون زدگی باند ذغالی از افق 4860متری و از شمال شرق به طرف شمال غرب و تا افق 2490 متر مشاهده شده است .از نظر تکتونیکی معدن هشونی یک چین خوردگی است که به طرف شمال غربی کشیده شده و حداکثر عرض آن در محل خروج تشکیلات آهکیبادوام به چشم می خورد محور این سینگینال کوچک دارای موقعیت شمال غربی ، جنوب شرقی است .تعداد قابل ملاحظه ای گسل عرض و طولی در این منطقه مشخص که غالباً دارای جابجائی زیاد و میدان نوسانی برابر با 30 تا 50متر و در بعضی نقاطتا100 متر دارا می باشند.

1-13-تشریح روش تجزیه و تحلیل نقص و اهمیت تأثیرات آن(FMEA)

روش تجزیه و تحلیل نقص و اهمیت تأثیرات آن یا به اختصار FMEA،یک روش تحلیلی در ارزیابی ریسک است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در حوزه‌های عملیاتی را مشخص و

همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و امتیازدهی کند .روش FMEA یکی از روشهای تجربه شده وبسیار مفید برای شناسایی طبقه بندی و تجزیه و تحلیل خرابیها و ارزیابی مخاطرات وریسکهای ناشی ازآنهاست .

به بیان دیگرFMEA روش تحلیل نقص و ارزیابی مخاطرات و ریسک است که می کوشدتا حد امکان خطرات بالقوه موجود در محدودهای مورد ارزیابی ریسک را تجزیه و تحلیل و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی وامتیازدهی کند. روشFMEAیکی از روشهای تجربه شده و بسیار مفید برای شناسایی طبقه بندی تجزیه و متاسفانه به دلیل ناآشنایی مدیریت بخش معادن کشورمان با این روش، کمتر به آن توجه شده است.

1-13-1- تاریخچه روشFMEA

تجزیه و ، طبقه بندی، این روش یکی از روشهای تجربه شده و بسیار مفید برای شناسایی تحلیل خرابیها و ارزیابی مخاطرات و ریسکهای ناشی از آنهاست. اب استفاده از این روش امکان پیشبینی خرابیها و پیدا کردن کم هزینهترین راه حل برای جلوگیری از رخداد آنها فراهم میشود. در استاندارد این روش، خطاها یا اشکالات پیش آمده در روند اجرایی براساس تأثیرگذاری آنها در میزان ایمنی کارکنان و تجهیزات عملیاتی طبقه بندی می شوند.

1-13-2- تعریف شبه حادثه

شبه حادثه به حوادثی اطلاق میشود که منبع بروز آن در محیط وجود داشته باشد ولی به دلایلی مانند شانس، هوشیاری کارگر، عکسالعمل به موقع در فرار از خطر و ...حادثه جانی و مالی در پی نداشته و یا از شدت آن به نحو چشمگیری کاسته شود.

در طبقه بندی ریسک در این روش ، انواع ریسک در پنج رده طبقه بندی میشوند .

الف)ریسک ناچیز :ریسکی است که برای آن اقدامی تعریف نمیشود و هزینهای هم برای حذف آن انجام نمیگیرد .به عبارت دیگر به آن ریسک پذیرفته شده در عملیات اطلاق میشود .

ب)ریسک قابل تحمل :ریسکی است که در آن بهبود روش بدون افزایش هزینه قابل توجه برای سیستم انجام می گیرد .

ج)ریسک متوسط(ملایم):ریسکی است که برای کاهش و یا حذف آن باید با سرمایه گذاری موثر و مناسب اقدام شود .

د)ریسک قابل توجه :ریسکی است که باید به سرعت برای حذف آن و یا تقلیل آن به مراتب پایینتر ریسک اقدام موثر و عاجل صورت گیرد .

ه)ریسک غیر قابل تحمل :ریسکی است که تا زمان بر طرف شدن ریسک، ادامه فعالیت شمول آن ریسک ممنوع است.

1-13-3-شدت پیامد

در روش FMEA پیامدهای ناشی از ریسک، در پنج رده طبقه بندی میشود

طبقه یک : در این رده صدمات رخداده به صورت سطحی و ظاهری بوده و به عبارتی دیگر خفیف و غیر جدی میباشند و معمولاً بدون استراحت پزشکی فرد آسیب دیده امکان ادامه فعالیت کاری خود را خواهد داشت.

طبقه دو:این رده صدمات منجر به استراحت پزشکی، کوتاه مدت و کمتر از شود، 10روز را شامل می شود، حداکثر خسارات مالی ناشی از حادثه تا سقف ده میلیون ریال در این طبقه قرار میگیرند.

طبقه سوم :این رده صدمات منجر به استراحت پزشکی، کوتاه مدت و بیشتر از ، حداکثر خسارات مالی ناشی از حادثه تا سقف ده میلیون ریال در این طبقه قرار می‌گیرند .

طبقه سوم:این رده صدمات منجر به استراحت پزشکی، کوتاه مدت و بیشتر از10روزرا شامل میشود، حداکثر خسارات مالی ناشی از حادثه تا سقف ده میلیون ریال در این طبقه قرار می گیرند.

طبقه چهارم: در این رده صدمات جانی و مالی خیلی جدی منجر به قطع عضو و استراحت پزشکی طولانی مدت یا مرگ فرد میشود .

طبقه پنجم :در این رده مرگ دسته جمعی همراه خسارت های مالی خیلی جدی بیش از ده میلیون ریال را در پی خواهد داشت و به عبارت دیگر فاجعه بار در نظر گرفته میشود.

1=13=4=احتمال وقوع

احتمال وقوع حوادث در 3دسته اصلی و دو دسته فرعی طبقه بندی گردید.

حوادثی که احتمال وقوع آن نادر است با درجه یک یا کم طبقه بندی می شود.

حوادثی که احتمال وقوع آن در سال حداکثر چندین بار وجود دارد با رده متوسط و درجه با 2 (احتمال کم)و درجه 3 (با احتمال ممکن الوقوع)طبقه بندی میشود.

حوادثی که احتمال وقوع آن در ماه تا چندین بار رخ می دهد یا به عبارتی احتمال وقوع آن زیاد است با رده حاد و درجه 4(با احتمال تقریبا قطعی) و درجه 5(کاملا قطعی) طبقه بندی میشود.

1-13-5-رتبه بندی ریسک

تعیین رتبه بندی ریسک در این روش، از حاصلضرب احتمال وقوع در شدت پیامد یک حادثه بدست می آید که رده بندی آن بر اساس جدول زیر می باشد.

طبقه بندی و امتیاز ریسک جدول شماره2

رتبهبندی ریسک	نمره ریسک
ناچیز	۱-۴
قابل تحمل	۵-۹
متوسط	۱۰-۱۶
قابل توجه	۱۷-۲۴
غیر قابل تحمل	۲۵

1-13-6- ارزیابی ریسک شغلی کارکنان استخراجی معادن زغالسنگ

در جمع بندی بعمل آمده از روشهای استخراجی در معادن مورد بررسی نتایج زیر در ارزیابی . با روش FMEA حاصل گردید که اهم آنها در جداول ادامه آورده شده است.

مان3

1-6-13-1-کارگران حفار دویلهای تهویه

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوسط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	نا چیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
1	آلودگی صوتی			❁		❁				❁		
2	استنشاق گرد زغال			❁		❁				❁		
3	برخورد با سنگ و چوب رها شده		❁				❁			❁		
4	ریزش ناگهانی زغال جبهه کار			❁			❁					❁
5	صدمات ناشی از ابزار حفاری		❁			❁			❁			
6	استنشاق و خفگی ناشی از گاز متان			❁			❁					❁
7	سقوط و لغزش در داخل دویل			❁		❁					❁	
8	سقوط از ارتفاع			❁		❁					❁	
9	محبوس شدن پشت زغال			❁			❁			❁		
10	تصادم و برخورد با ماشین آلات		❁				❁			❁		
11	انفجار گاز متان		❁				❁			❁		
12	انفجار گرد زغال		❁				❁				❁	
13	ناکافی بودن نور محیطی		❁					❁			❁	

1-13-6-2- کارگران بخش حمل و نقل

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوسط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	ناچیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
۱	پاره شدن سیم بکسل		❊				❊			❊		
۲	سوختگی با مواد شیمیایی		❊			❊			❊			
۳	خارج شدن ضامن واگنها در تونلهای شیبدار			❊			❊				❊	
۴	نقص فنی سیستم ارتباطی یازنگ	❊				❊		❊				
۵	حمل و جابجایی وسایل سنگین در تونل شیبدار		❊				❊			❊		
۶	سوار شدن روی واگن در سطح شیب دار			❊		❊				❊		
۷	حرکت دنده عقب لوکومتیو در تونلهای بارگیری بدون چراغ			❊			❊				❊	
۸	تعویض سوزن و خط توسط لوکومتیوران و قطار در حرکت		❊				❊			❊		
۹	سوار کردن افراد متفرقه در کابین لوکومتیو	❊				❊		❊				
۱۰	تردد با لوکومتیو بدون حفاظ راننده در تونلهای تنگ			❊			❊				❊	
۱۱	حمل مواد ناریه در کابین لوکومتیو	❊					❊	❊				
۱۲	نبود کپسول اطفا حریق در مسیر اکثون نوار نقاله			❊			❊	❊				
۱۳	سوار شدن روی نوار نقاله در حال حرکت			❊			❊				❊	
۱۴	حرکت لوکومتیو در تونل های بارگیری بدون چراغ		❊				❊			❊		

1-13-6-3-کارکنان بخش تعمیرات و تخریب

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوسط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	نا چیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
۱	جراحت و صدمه بر اثر برخورد ابزار کار			❊	❊			❊				
۲	محبوس شدن پشت آوار		❊				❊			❊		
۳	استنشاق و خفگی ناشی از گاز متان			❊			❊					❊
۴	استنشاق گرد و غبار(سیلیس، گرد زغال و ...)		❊			❊			❊			
۵	برخورد و تصادم با اجسام متحرک(واگن، لوکوموتیو و ...)		❊				❊			❊		
۶	زمین خوردن در سطح شیبدار			❊		❊				❊		
۷	زمین خوردن در سطح هموار		❊			❊			❊			
۸	برخورد با سنگ و چوب رها شده		❊			❊			❊			
۹	آلودگی صوتی			❊		❊				❊		
۱۰	سقوط از وسایل نقلیه		❊				❊			❊		
۱۱	سقوط از ارتفاع	❊				❊		❊				
۱۲	ناکافی بودن نور محیطی	❊				❊		❊				
۱۳	ریزش کمر بالا و سقف تونل ها			❊			❊			❊		
۱۴	زمین خوردن در سطح هموار به دلیل باز بودن در آبروها در تونل		❊			❊				❊		

1-13-6-4- کارکنان بخش آتشباری استخراجی

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوسط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	نا چیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
۱	حمل مواد ناریه با لوکومتیو	❊					❊	❊				
۲	استفاده از سیم غیر استاندارد برای آتشباری		❊				❊			❊		
۳	استنشاق اکسیدهای ازت و گاز متان		❊			❊			❊			
۴	حمل چاشنی در جیب لباس کار	❊					❊	❊				
۵	برخورد و تصادم با اجسام متحرک (واگن، لوکومتیو و ...)		❊				❊			❊		
۶	زمین خوردن در سطح شیبدار		❊				❊			❊		
۷	زمین خوردن در سطح هموار		❊				❊			❊		
۸	برخورد با سنگ و چوب رها شده											
۹	آلودگی صوتی			❊		❊				❊		
۱۰	خالی کردن چال عمل نکرده		❊				❊			❊		
۱۱	اقدام به آتشباری بدون کنترل گاز متان											
۱۲	ناکافی بودن نور محیطی		❊				❊			❊		
۱۳	ریزش سقف سینه کار پیشروی		❊			❊				❊		

1-13-6-5- کارکنان بخش پیشروی

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوسط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	نا چیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
۱	جراحت و صدمه بر اثر ابزار کار		❁			❁			❁			
۲	پاره شدن شلنگ هوای فشرده		❁			❁			❁			
۳	استنشاق اکسیدهای ازت			❁		❁				❁		
۴	استنشاق گرد و غبار(سیلیس، گرد زغال و ...)			❁		❁				❁		
۵	برخورد و تصادم با اجسام متحرک(واگن، لوکومتیو و ...)		❁				❁			❁		
۶	زمین خوردن در سطح شیبدار			❁		❁				❁		
۷	زمین خوردن در سطح هموار		❁			❁			❁			
۸	برخورد با سنگ و چوب رها شده			❁		❁				❁		
۹	آلودگی صوتی			❁		❁				❁		
۱۰	تردد در محدوده عملیات خاکبرداری		❁				❁			❁		
۱۱	محبوس شدن بر اثر ریزش		❁				❁			❁		
۱۲	مسمومیت ناشی از از حریق و گاز منوکسید کربن		❁				❁			❁		
۱۳	ریزش ناگهانی سقف سینهکار		❁				❁			❁		
۱۴	ارتعاش ناشی از دستگاه های حفاری			❁		❁				❁		
۱۵	برق گرفتگی ناشی از پمپ آبکشی در دساندری	❁					❁		❁			

1-13-6-6-کارکنان کارگاه های استخراج

ردیف	عنوان ریسک	احتمال وقوع			شدت پیامد			نمره ریسک				
		کم	متوس ط	زیاد	غیر جدی	جدی	خیلی جدی	نا چیز	قابل تحمل	متوسط	قابل توجه	غیر قابل تحمل
۱	عدم آشنایی کارگران با خودنجات اکسیژن زا		❊				❊			❊		
۲	در دسترس نبودن خودنجات اکسیژن زا		❊				❊					❊
۳	نداشتن تجهیزات حفاظت فردی مناسب		❊				❊			❊		
۴	استنشاق گرد و غبار(سیلیس، گرد زغال و ...)			❊		❊				❊		
۵	انفجار گاز متان		❊				❊			❊		
۶	کنترل و مراقبت مسئول کارگاه استخراج		❊			❊			❊			
۷	سقوط در سطح شیب دار کارگاه			❊		❊				❊		
۸	برخورد با سنگ و چوب رها شده			❊		❊				❊		
۹	آلودگی صوتی			❊		❊				❊		
۱۰	عدم آگاهی از مسیرهای خروج اضطراری معدن		❊				❊			❊		
۱۱	محبوس شدن بر اثر ریزش		❊				❊			❊		
۱۲	استفاده از چوبهای متفرقه برای نگهداری			❊		❊				❊		
۱۳	ناکافی بودن نور محیط	❊				❊		❊				
۱۴	استنشاق گاز متان			❊			❊				❊	
۱۵	ناقص پرشدن بخش خلفی جبهه کار کارگاه استخراج			❊			❊				❊	
۱۶	ارتعاش ناشی از دستگاه های حفاری		❊			❊			❊			

1-14- نتیجهگیری و پیشنهادها:

خسارات جانی، مالی و روحی ناشی از بروز حوادث بسیار سنگین است و گاهی جبران آن اصلاً میسر نیست .برای شناخت علل واقعی رخداد حوادث در هر معدن زغالسنگ باید تحقیقات خاصی در آن معدن انجام گیرد ولی بی شک آنچه مسلم است بین نوع حادثه، محل و زمان وقوع حادثه ، شرایط

کاری و مدیریت معدنی رابطه مستقیم وجود دارد .بیتوجهی و فقر دانش مدیران معادن از مسایل ایمنی و بهداشتی در معادن زغال سن‌گ از عوامل مهم ایجاد حوادث در معادن محسوب می- شود . اهتمام مدیران معادن زغالسنگ کشور به مسای‌ل ایمنی و بهداشتی در حوزه استخراج فنی و مهندسی معادن نه تنها یک سرمایهگذاری معنوی در حفظ جان نیروی مولد و زحمتکش کشور، بلکه از بعد مادی نیز با افزایش راندمان تولیدی، شرایط مطلوبتر اقتصادی را برای صاحبان معادن به ارمغان خواهد آورد .در این راستا به عنوان گام نخست، شناسایی و ارزیابی ریسک موجود در معادن زغالسنگ کشور و به دنبال آن ارائه راهکارهای اصلاحی در راستای کاهش ریسک عملیاتی با اولویتهای مشخص شده در طرح طبقهبندی، میتواند نقش موثری در ارتقای وضعیت ایمنی و بهداشت کار در این حوزه ایفا نماید .همچنین با توجه به پتانسیل بالای خطرپذیری در معادن زغالسنگ کشور، بسترسازی قانونی به منظور الزام کارفرمایان معادن در تدوین یک طرح اضطراری به منظور مقابله با شرایط بحرانی در این معادن، از دیگر اقدامات بنیادی در کاهش نرخ خسارات جانی و مالی در این حوزه خواهد بود . با بررسی شرایط عملیاتی استخراج زغالسنگ از معادن استان کرمان، مهمترین عوامل موثر در بروز حادثه عبارت بودند از:

- نداشتن کارکنان توانا و با تجربه در بخشها وکارگاههای معدنی،
- عدم نظارت کافی و موثر از سوی مسئول‌ی‌ن اجرای‌ی معادن
- عدم آموزش کافی برای انجام کار محوله نبود روشنای‌ی مناسب در معدن،
- نبود تهویه مناسب در کارگاههای استخراجی،
- عدم رعایت دقیق طرح‌های مهندسی در پیشروی و نگهداری کارگاههای استخراج و ضعف اقدامات اصلاحی مهندسی در حوزه عملیاتی
- سهل انگاری در استقرار دستورالعملهای ا ی‌منی در عملیات استخراجی در معادن،
- عدم تناسب کار محوله با توانای‌یهای جسمی و مهارتی کارگر ان
- ضعف مکانیزاسیون و فرسودگی ماش‌ی‌نآلات و ابزار کار،
- عدم استفاده از تجه‌ی‌زات حفاظت فردی مناسب مورد تایید وزارت کار و امور اجتماعی
- عدم انجام دقیق عملیات اجرایی مطابق با پاسپورت تایید شده؛
- در غالب معادن زغالسنگ استان کرمان، میزان گرد و غبارها و ذرات تنفسی موجود در هوا در سطح بالاتر از حد مجاز تماس شغلی قرار دارد که این مساله، سلامت کارکنان این معادن را با خطر

مواجه میسازد .با توجه به کاهش حجم تنفسی در اثر - میکرون به داخل ریهها ، احتمال ابتلاء به بیماری5ورود ذرات گرد و غبار کوچکتر از های تنفسی در تماسهای دراز مدت با هوای معادن وجود خواهد داشت.

•حوادث ناشی از عملیات آتش باری در این معادن به دلیل ضعفدر کنترول دقیق مدارهای آتشباری، سیمکشی صحیح برای جلوگیری از القاء جریانهای الکتریکی در مدار چالهای آتشباری، گازسنجی دقیق قبل از اقدام به انفجار برای اطمینان از درصد مجاز گاز در هوای معدن، حمل و نقل صحیح و دقیق چاشنیها و مواد منفجره و داشتن دفتر ثبت میزان مواد مصرفی و همچنین چالهای عمل نکرده پس از عملیات آتشباری محسوب میگردد.

• کنترل سقف در تونلها و کارگاههای استخراج، کنترل عملیات نگهداری در تونلها و نظارت دقیق بر نصب تجهیزات نگهداری و لق گیری سنگهای سست پس از انجام عملیات حفاری و آتشباری، نگهداری کارگاه استخراج و نصب صحیح چوب بستها و ستونهای ردیف اول، از دیگر مخاطرات ایجاد شده در معادن زغالسنگ است که باید بدان توجه خاص نمود.

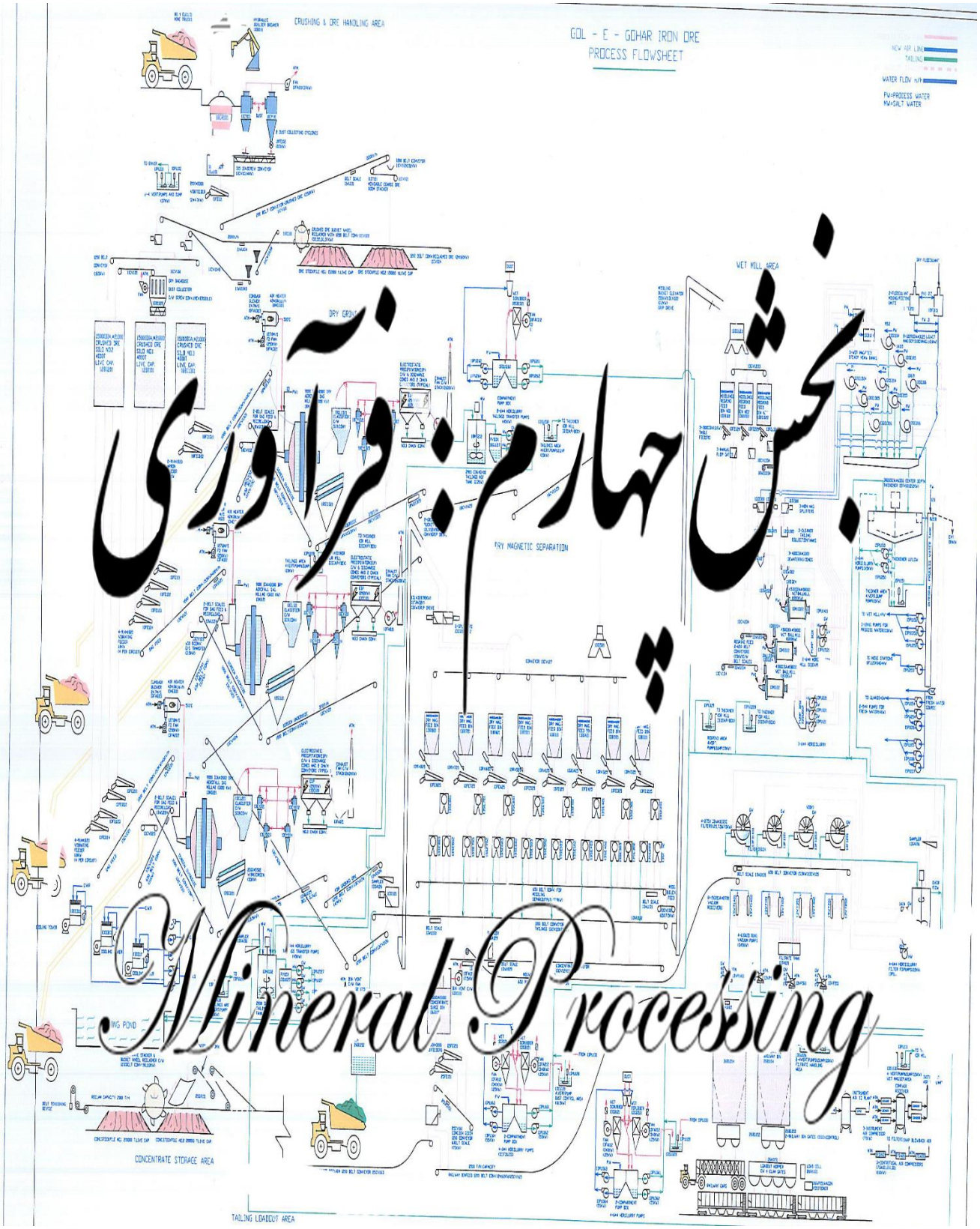
• حفاظگذاری ماشینآلات، در بازدیدهای بعمل آمده اغلب ماشینآلات برقی مانند نوارنقالهها، پمپها ، وینچها و سایر اتصالات موتورهای برقی فاقد حفاظ مناسب و موثر در جلوگیری از برخورد و یا تماس افراد با آنها میباشند

• استفاده ناصحیح از تجهیزات حمل و نقل و همچنین عدم آموزش کافی و مناسب در خصوص خطراتاحتمالی، از دیگر عوامل بروز حوادث در این معادن به حساب میآید.

•مخاطرات ناشی از برق گرفتگی ناشی از ضعف سیستم اتصال به زمین موثر و شبکه ناقص موجود در معادن و روشهای ناصحیح عملکرد کارگران با ابزارهای برقی و عدم توجه به هشدارهای احتیاطی،از دیگر موارد ایجاد حادثه در این معادن به حساب می آیند.

نتایج حاصل از این تحقیق بر اساس طبقه بندی ریسک FMEA در این معادن نشان میدهد؛ریزش ناگهانی زغال جبهه کار، استنشاق و خفگی ناشی از گاز متان، سقوط و لغزش در داخل دویلها، از ریسکهای غیر قابل تحمل در این حوزه محسوب میشود و انفجار گرد زغال از ریسکهای قابل توجه برای کارکنان حفار دویلهای تهویه؛ و خارج شدن ضامن واگنها در تونل های شیب دار، حرکت دنده عقب لوکومتیو بدون چراغ در تونلهای بارگیری، تردد با لوکومتیو بدون حفاظ راننده در اشترکهای

تنگ و سوار شدن روی نوار نقاله در حال حرکت از ریسکهای قابل توجه برای کارکنان بخش حمل و نقل میباشند .همچنین استنشاق و خفگی ناشی از گاز متان از ریسکهای غیرقابل تحمل و ریزش کمر بالا و سقف تونلها، از ریسکهای قابل توجه برای کارکنان بخش تعمیرات و تخریب تلقی میگردند .از سوی دیگر در دسترس نبودن خودنجات از ریسکهای غیر قابل تحمل و استنشاق گاز متان و ناقص پرشدن بخش خلفی جبهه- کار کارگاه استخراج از ریسکهای قابل توجه کارکنان کارگاههای استخراج محسوب میشوند . که برای رفع این اشکالات تطبیق سرعت و دبی هوای ونتیلاتور معدن، تجهیز نوار نقالهها به ترمز اضطراری ، تهیه و آموزش استفاده از کپسولهای خودنجات، نصب چراغهای روشنایی با قاب محافظ و کنترل مداوم سلامت آنها روی لوکومتیوهای معدن و نصب تختههای ضربدری در دیوارهها و تختهکشی زیر جبههکار و پایه زغالی در کارگاه استخراج از اقدامات ضروری و پیشنهادی برای کنترل ریسک عملیاتی این معادن به حساب میآیند . برای کنترل ریسک ضامن واگنها، کلیه واگن هایی که در سطح شیبدار مورد استفاده قرار می گیرند باید شماره گذاری و کدبندی شده و ضمن انجام برنامه تعمیر و نگهداری منظم، بعد از اتمام عمر مفید عملیاتی آنها ، واگنهای فرسوده را از خدمت در شیب خارج کرد .همچنین در خصوص ریسک تردد با لوکومتیو بدون حفاظ راننده در تونلهای تنگ نیز باید نسبت به نصب حفاظ در روی لوکومتیو اقدام عاجل انجام گیرد. نصب چراغ با قاب محافظ و کنترل مداوم سلامت آنها در جلو و واگن انتهایی لوکوموتیو ، برای پیشگیری از تصادف ضروری است. در خاتمه امید است با استعانت از خداوند متعال و اهتمام بیشتر متولیان و مسئولین بخش معادن کشور، شاهد کاهش حوادث و ارتقای فرهنگ ایمنی و بهداشت کار در معادن زغالسنگ کشورمان باشیم.



بخش چهارم: فرآوری
Mineral Processing

1-1- تاریخچه

بشر از دیرباز در تکاپوی تهیه فلزاتی از جمله طلا، نقره، مس، جیوه، آهن و دیگر عناصر فرآوری مواد معدنی به شکل ابتدایی خود تاریخچه جدیدی ندارد. به عنوان مثال آبوده است و اساسا و اکسایش سولفیدهای توده ای ازهزاران سال پیش در کشور فروشوئی (لیچینگ) به روش توده ای اتریش معمول بوده است. فلز مس در اواخر عصر حجر یعنی 8 تا 10 هزار سال پیش شناخته شده بود و شواهد زیادی فلزآرائی مبین عملیات ذوب و احیاء در آن زمان بوده است. در حقیقت در همین عصر بود که نطفهبسته شد. شواهد دیگر نیز مبنی بر ذوب، اکسایش و احیاء آهن در 5 تا 6 هزار سال پیش وجود دارد. یونانیان قدیم اولین کسانی بودند که فرآوری کانسنگ سولفیدی سرب را بنیان گذاری کردند و این رومی ها بودند که فلز سرب را برای ساخت لوله های آب به کار بردند. آلیاژ برنج و برنز به شکل تصادفی در همین ایام کشف شد.

1ـــ2ـــ اصول کانه آرائی

سلسله عملیاتی است که پس از استخراج از معدن (در بعضی مواقع توأم با عملیات کانه آرائی استخراج) بر روی مواد معدنی انجام می شود تا محصول حاصل شده حداقل شرایط فنی لازم جهت اقتصادی باشد و تغییری در ترکیب آمصرف در صنایع مختلف را داشته باشد. عملیات باید کاملا شیمیایی مواد داده نشود. البته از دیگر روش های بازیابی مواد معدنی مانند لیچینگ (فروشوئی زیستی) حرارتی و الکتریسیته نیز در این زمینه استفاده می شود (متالورژی استخراجی). بنابراین مطابق نظر می توان تعریف جامع تری را در این زمینه مطرح کرد. سلسله عملیاتی که بر روی مواد معدنی جین انجام می شود تا محصولی با مشخصات قابل قبول در صنعت به دست آید خواه خواص شیمیایی ماده معدنی تغییر یابد و یا در ماهیت شیمیایی آن تغییری ایجاد نشود و فرآیند اقتصادی قابل انجام باشد تهیه مواد گفته می شود. البته از واژه های دیگری مانند پرعیارسازی مواد معدنی فرآوری مواد معدنی نیز در این زمینه استفاده شده شستشوی مواد معدنی آرایش مواد معدنی تغلیظ مواد معدنیمعدنی است. لازم به ذکر است که تکنولوژی سوخت که در آن جدایش گازهای مایع از جامد مطرح است و از تلفیق دو فرآیند فیزیکی و شیمیایی تشکیل شده است نیز جزء شاخه ای از فرآوری مواد معدنی نیز محسوب می شود. نامیده می شود و پس از عملیات فرآوری کانسنگی که

از معدن استخراج می شود بار اولیه محصولی که مشخصات فنی آن مانند عیار، عناصر مفید و مضر، توزیع دانه بندی،کیفیت و کمیت کلیه کانی های همراه ، درصد رطوبت و غیره از سوی مصرف کننده مشخص است به محصول پرعیار شده نامیده می شود. به محصولی که از ترکیب باطله و اطلاق می شود.

کنسانتره تشکیل شده باشد محصول حد واسط گفته می شود. بنابراین چنانچه ماده معدنی از دو کانی گالن و کوارتز تشکیل شده باشد، پس از عملیات فرآوری ممکن است برحسب ترکیب کانی شناختی و بافت و از دیدگاه درجه آزادی سه نوع محصول تولید شود (کنسانتره، باطله و حد واسط). ذرات حد واسط را نه می توان به عنوان باطله در نظر گرفت (زیرا بخش قابل توجهی از گالن در آن به هدر می رود) و نه می توان به محصول کنسانتره اضافه کرد (زیرا کیفیت کنسانتره را کاهش می دهد). بنابراین خرد و نرم کرد. البته میزان خردایش برای بازیابی چنین ذراتی بهتر است محصول حد واسط را مجددا به ماهیت مواد از نظر عیار، ارزش فلز و یا غیرفلز، وضعیت کانی ها از نظر درگیر بودن، شکل و ابعاد ذرات بستگی دارد. همانگونه که گفتیم، به محصولات غیرمفید معادن وکارگاه فرآوری، باطله اطلاق می شود و کمیت و کیفیت این مواد با کمیت و کیفیت تولیدات معادن و کارخانجات تغییر می یابد. توسعه معادن کم عیار و به موازات آن فرآوری این مواد باعث گردیده تا حجم باطله ها نیز افزایش یابد، به طوری که امروزه بیش از 2/3 میلیارد تن باطله در سال تولید می شود. چنین افزایشی لزوم توجه به انباشت باطله، باطله و احداث سد باطله، پایداری سد، حفاظت آن، جلوگیری از آلودگی محیط زیست، آبگیری استفاده مجدد از آن را در کارگاه فرآوری ایجاد می کند. در وضعیت های استثنایی مسافت بین معدن، کارخانه فرآوری و متالورژی نقش مهمی را در مشخصات فنی محصول (عیار) به عهده دارد. صرفنظر از چند حالت خاص که فرآوری به روش خشک انجام می گیرد. اکثر روش های فرآوری با مصرف بسیار زیاد آب همراه است و در نتیجه محصول کنسانتره باید آبگیری شود. آبگیری از کنسانتره هزینه حمل و نقل و خورندگی وسایل را کاهش می دهد و از بعضی از واکنش های گرمازا جلوگیری می کند. از این گذشته از آنجا که بیش از 90 درصد آب مصرفی در کارخانه باید قابل برگشت درکارخانه استفاده شود.باید کنسانتره یا باطله، آبگیری و مجدداًباشد. در تهیه کک متالورژی نیز، کانه آرائی جایگاه ویژه ای دارد. به عنوان

مثال وجود خاکستر به عنوان یک ماده مضر مشکلات زیر را پدید می آورند: ــ خاکستر موجود در زغال سنگ مصرف مواد را بیش از حد افزایش می دهد.

ــ با افزایش یک درصد خاکستر زغال کک شو تولید فولاد به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت.

ــ خاکستر زیاد حجم سرباره را افزایش می دهد.

ــ اکسایش کک افزایش می یابد.

ــ حساسیت و کارایی کوره کاهش می یابد.

ــ وجود گوگرد بیش از حد استاندارد، باعث تردی و شکنندگی آهن می شود و خورندگی

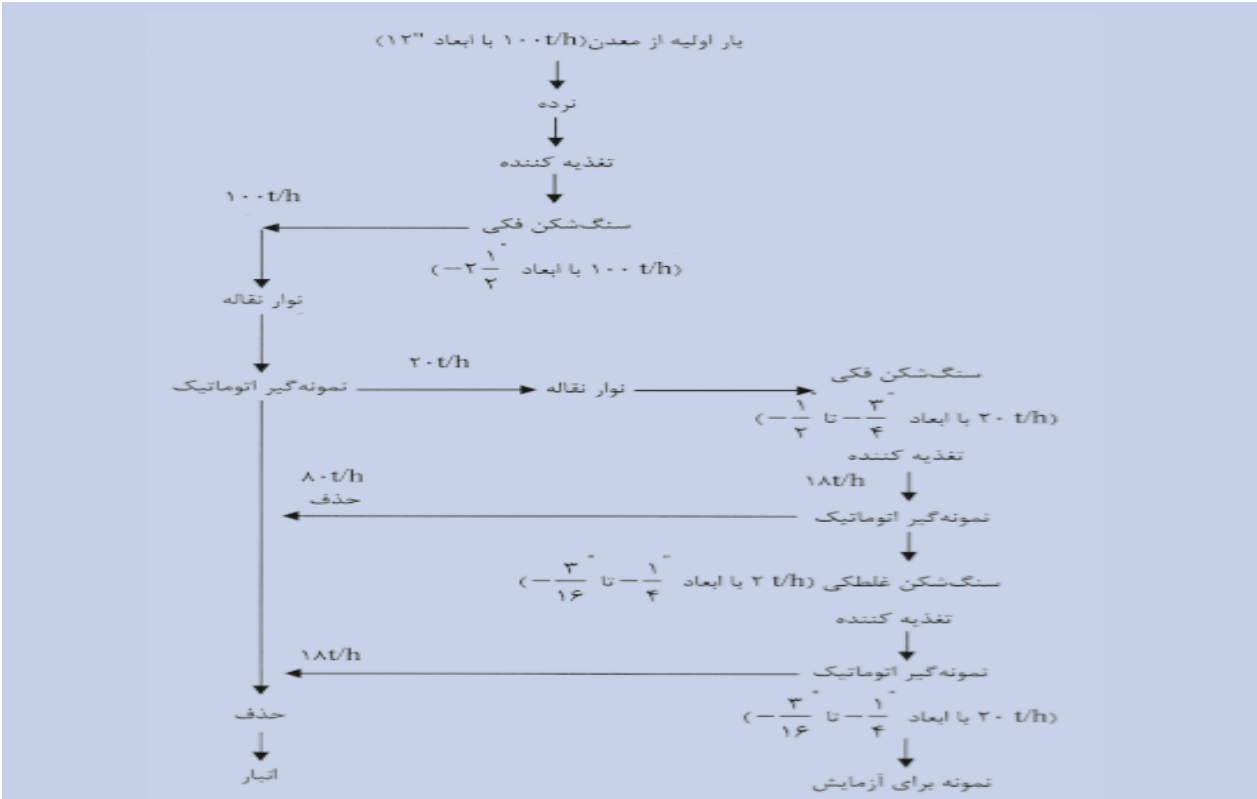
شستشوی زغال به دلیل ماهیت وپیچیدگی خاص خود، با فرآوری دیگر مواد معدنی بسیار متفاوت است ونه تنها در مراحل شناسایی وتعیین هویت، بلکه در به کار گیری روشهای مختلف شستشو وطراحی فلوشیتهای زغال شویی نیز نمی توان از روشهای موجود فرآوری در مورد سایر مواد معدنی ، استفاه کرد. به همین دلیل باید روش های مخصوص شستشوی زغال سنگ را مورد بررسی قرار دهد تا بتوان بهترین نتیجه را به دست آورد.

1-3-خواص سنجی وشناسایی اولیه نمونه ونقش آن در کانه آرایی

1-3-1-نمونه گیری

یکی از مهم ترین پارامترهای لازم در طراحی مدار فرآوری مهندسی فرآیند، نمونه گیری دقیق از ذخیره معدنی است و به عبارتی هرچه در مورد نمونه گیری اطمینان بیشتری داشته باشیم طراحی مدار فرآوری اعتبار بیشتری خواهد داشت. بررسی محصولات فرعی و نحوه بازیابی آن ها، جهت دهی مهندسین اکتشاف به زون های پرعیار و مناسب فقط و فقط در گروه یک سیستم نمونه گیری سیستماتیک است. از آنجا که تعداد و وزن نمونه ها، ماهیت نمونه برداری، بررسی ائتلاف نمونه ها،

نمونه گیری جداگانه و یا به صورت ترکیبی، دقت لازم در حمل و نگهداری نمونه ها چه از لحاظ آلودگی و یا از نظر اکسایش و بسیاری پارامترهای دیگر براساس نوع کانسنگ و فرآیندهای بعدی صورت می گیرد، لذا نظارت و کنترل نمونه گیری فقط و فقط باید توسط مسئول مربوطه انجام گیرد. به عنوان مثال برای انجام آزمایشات قابلیت خردشوندگی و نرم شوندگی به منظور تعیین انرژی لازم به روش اندیس کار باند حداقل 25 کیلوگرم نمونه لازم است. در روش قابلیت خرد شوندگی به روش ضربه ای، ابعاد نمونه ها باید در حدود 7 الی 8 سانتیمتر باشد و چنانچه آزمایشات مقدماتی نشان دهند که کانسنگ استعداد خردایش به وسیله خودشکنی را دارد حداقل 25 تا 50 تن نمونه (در مقیاس نیمه صنعتی) با ابعاد ماکزیمم 20 سانتیمتر لازم است. به طورکلی نتایج حاصل از آزمایشات آزمایشگاهی وسعت مورد نیاز پروژه را مشخص می سازد و درجه یکنواختی ماده معدنی حجم آزمایشات را تعیین می کند. پس از نمونه گیری و آماده سازی آن ها نوبت به مطالعات خواص سنجی نمونه ها از دیدگاه فرآوری می رسد. شکل 2ـــ1 نحوه نمونه گیری، کاهش وزن و کاهش ابعاد نمونه را جهت تهیه نمونه های آزمایشگاهی نشان می دهد.



نمونه‌گیری ضمن کاهش وزن و ابعاد (۱۲" – ۲/۵۴cm)

1-3-2- آنالیز شیمیایی نمونه

تعیین عیار واقعی یک نمونه و آنالیز صد درصد آن یکی از پارامترهای مهمی است که در طراحی مدار فرآوری و تکمیل عملیات بعدی نقش بسزایی دارد. خطاهای احتمالی در این مرحله از عملیات، جبران ناپذیر است و برای جلوگیری از بروز این خطاها نمونه بردار باید در تهیه، آماده سازی و بررسی روش های آنالیز و کنترل نتایج کوشا باشد. به عنوان مثال در مورد یک ماده معدنی اکسیدی، وجود عناصر با ارزش و یا مزاحم، در تهیه نمونه و روش عیارسنجی پارامتر مهمی به شمار می رود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی کامل نمونه، اطلاعات با ارزشی است که به کمک آن می توان مسائل مورد نیاز را بررسی کرد.

1-3-3-مطالعات کانی شناسی و میکروسکوپی

یکی دیگر از پارامترهای تعیین کننده در امر طراحی مدار فرآوری، مطالعه و بررسی وضعیت ماده معدنی از نظر کانی شناسی و میکروسکوپی است.

در بسیاری از موارد دانستن عیار فلز به تنهایی کافی نیست و باید نوع ترکیب شیمیایی فلز مورد نظر و نیز باطله همراه مشخص شود. بنابراین قطعاتی از نمونه برای تهیه مقاطع صیقلی و یا فلزی باید انتخاب و آماده سازی شوند. با مطالعه میکروسکوپی مقاطع فلزی و یا نازک می توان مشخصات نمونه را از لحاظ درصد حجمی کانی و یا کانی های موجود و دیگر پارامترهای مهم مشخص کرد. اگر با میکروسکوپ های معمولی نتوان هویت نمونه را مشخص کرد باید وسایل پیشرفته تری (مثل میکروسکوپ الکترونی) را به کار برد. مطالعات کانی شناسی جزء مسائل تخصصی است که باید به وسیله کارشناس متخصص در این زمینه انجام گیرد.

1-3-4- خواص کانی ها

1-3-4-1-سختی:

مقاومت یک کانی در برابر خراشیده شدن (یا خط افتادن) سختی خوانده با اعداد 1تا 10 برای سخت ترین و نرم ترین کانی ها بیان می شود (الماس، 1وسُ می شود و در مقیاس م وس کرندوم،

توپاز، کوارتز، ارتوز، آپاتیت، فلورین، کلسیت، ژیپس و تالک). اگر مقیاس اندازه گیر م در اختیار نباشد، به کمک بعضی از اجسام می توان سختی تقریبی مواد را مشخص کرد ناخن شست (2/5)، سکه مسی و یا نقره ای (3)، چاقو (5)، شیشه (6)، کوارتز (7)، کروندم (9) و الماس (01). مطالعه سختی به همراه ساینده‌گی در مراحل طراحی مدار فرآوری خردایش به کار می رود.

1-3-4-2- شفافیت:

وقتی داخل کانی به راحتی قابل رؤیت باشد، کانی را شفاف (کوارتز، بریل، کلسیت و الماس) و وقتی کانی نور را عبور دهد ولی دیده نشود کانی را نیمه شفاف و چنانچه حتی نور از تیغه بسیار نازک نیز عبور نکند به آن غیرشفاف و یا کدر (نقره، مس، گالن، پیریت، هماتیت و منیتیت) می گویند. از آنجا که بیشتر کانی ها خالص نیستند، شفافیت مختلفی دارند. در بیشتر مواقع کانی های شفاف نیز خاصیت نیمه شفاف دارند، بخصوص هنگامی که خالص نباشند. : کیفیت انعکاس نور از سطح کانی را جلای آن می گویند.

1-3-4-3- جلاء :

به ظاهر جلاء سطح کانی مربوط است و به دو گروه فلزی و غیرفلزی تقسیم می شود. به عنوان مثال هایی در این زمینه می توان از جلای صدفی (ژیپس)، شیشه ای (کوارتز)، چرب و روغنی (نفلین) ابریشمی (آزبست)، مومی (سرپانتین)، و رزینی (اسفالریت) نام برد.

1-3-4-4- سطوح ر خ (کلیواژ):

کلیواژ خاصیتی است که بعضی از کانی ها به هنگام شکستگی از خود نشان می دهند و طی آن شکستگی با ایجاد صفحاتی صاف و موازی هم توأم است. کانی هایی که بدین شکل شکسته می شوند سطوح کلیواژ کاملی دارند و در مطالعات فلوتاسیون درخصوص آبرانی طبیعی کانی نقش بسیار مهمی را به عهده دارند.

1-3-4-5-رنگ:

در بیشتر مواقع رنگ کانی ناشی از جذب طول موج هایی از انرژی نور توسط اتم های موجود در بلور است. باقی مانده طول موج هایی که جذب نمی شوند توسط چشم قابل رؤیت اند. به جزء موارد استثنایی رنگ کانی به دلیل وجود ناخالصی های موجود بسیار متغیر است. به عنوان مثال کلسیت بی رنگ به دلیل وجود مقدار بسیار ناچیزی هورنبلند سبز سوزنی و یا سبز رنگ خواهد بود. در بعضی از کانی ها به دلیل وجود مقدار بسیار کمی از ناخالصی ها تشخیص رنگ مشکل است. بعضی از کانی های غیرفلزی تنوع رنگ بسیار زیادی دارند مانند فلورین و کوارتز و برخی مانند گوگرد (زرد) و گرافیت (سیاه) رنگشان ثابت است. مع الوصف از اختلاف رنگ کانی ها می توان به در جدایش آن ها استفاده و یا دستی کمک نور منعکسه توسط سنگ جوری خودکار (الکترونیکی) کرد.

1-3-4-6- خواص رادیواکتیویته:

در بعضی موارد می توان از خواص رادیواکتیویته در بعضی از کانی ها برای جدایش آن ها استفاده کرد. این عملیات به سنگ جوری رادیواکتیویته نیز معروف است. کانی هایی که خواص رادیواکتیویته دارند، دارای عناصر رادیواکتیو مانند اورانیوم (کانی اورانیتیت) و توریوم (کانی توریت) هستند که با روش سنگ جوری خودکار می توان جدایش آن ها را ممکن ساخت.

1-3-4-7-خواص مغناطیسی:

از اختلاف خواص مغناطیسی کانی ها می توان برای جدایش این مواد توسط جدا کننده های مغناطیسی تر و خشک، شدت بالا و شدت پایین استفاده نمود. علاوه بر کاربرد این روش در فرآوری کانسنگ های آهن، در جدایش کانی های پارامنیتیتی (به عنوان مواد مزاحم) از کانی های غیرآهنی و همچنین در فرآوری کانی های غیرفلزی (ماسه های ساحلی) نیز می توان از آن استفاده نمود.

1-3-4-8- خواص الکتریکی:

از خاصیت الکتریسیته ساکن و یا هدایت الکتریکی کانی های هادی، نیمه هادی، و یا غیرهادی می توان جدایش آن ها راتوسط جداکننده های الکترواستاتیکی و یا الکتریکی ممکن ساخت. از آنجا که اکثر کانی ها کمابیش اختلاف هدایت الکتریکی دارند، بنابراین با استفاده از روش الکتریکی می توان

آن ها را جدا کرد. این روش به دلیل آنکه بیشتر در جدایش کانی های موجود در ماسه های ساحلی به کار می رود، کاربرد محدودی دارد.

1-3-4-9- خواص سطحی (شیمی ـــ فیزیکی):

از اختلاف قابلیت ترشوندگی ذرات (تمایل به آبران و یا آبگیر شدن) در یک محیط سیال و جریان هوا برای ایجاد حبابهای مناسب و در حضور بعضی از مواد شیمیایی که هدف آن ها افزایش خاصیت آبرانی یک یا چند کانی و یا بازداشت بعضی از کانی ها است می توان برای جدایش کانی های آبران و آبگیر استفاده کرد (روش فلوتاسیون).

1-3-4-10-خاصیت گرانشی (ثقلی):

از اختلاف جرم مخصوص بین دو کانی می توان استفاده کرد و جدایش آن ها را ممکن ساخت. علاوه بر جرم مخصوص، ابعاد و شکل ذرات نیز بر روی حرکت نسبی آن ها در محیط آب تأثیر می گذارند. در روش های ثقلی یا از جریان آب به طور نوسانی استفاده می شود (جیگ) و یا با ایجاد جرم مخصوص کاذبی بین جرم مخصوص کانی با ارزش و گانگ (واسطه سنگین) جدایش صورت می گیرد. بدین ترتیب که کانی با جرم مخصوص بیشتر از جرم مخصوص واسطه غرق و کانی دیگر با جرم مخصوص کمتر شناور می شود.

1-4-اصول خرد کردن

1-4-1-عوامل مؤثر در خرد شدن ماده معدنی

موادی که در طبیعت وجود دارند از لحاظ خرد شدن به دو دسته تقسیم می شود.دسته اول آن هایی هستند که در اثر ضربه یا فشار به آن ها در تمام جهات به طور یکنواخت خرد می شوند و دسته دوم موادی که عمل خرد شدن در آن ها در تمام جهات مختلف یکسان نیست و عواملی مانند صفحات کلیواژ، وجود حفره و شکاف و رگه باعث می گردد تا ماده معدنی در بعضی جهات آسان تر شکسته و خرد شود. در این میان سختی، چکش خواری و شکل تبلور نیز مؤثر است.

1-4-2- حد لازم در خرد کردن

ابعاد کانی ها تشکیل دهنده ماده معدنی متغیر بوده به طوری که ممکن است از چند میکرون تا چندین سانتی متر برسد و چون هدف از خرد کردن آزاد شده کانی با ارزش از دیگر مواد است، لذا این اگر کانی به شکل بسیار ریز پخش شده باشد عمل نرم کردن باید تا حد بیشتری ادامه یابد و در نتیجه مخارج بیشتری نیزخواهد داشت.

1-4-3- تعیین درجه آزادی

یکی از مهم ترین اهداف خردایش مواد معدنی توسط سنگ شکن ها (و کنترل دانه بندی با سرندها) و آسیاها (کنترل دانه بندی مواد توسط کلاسیفایرها) دست یابی به آزادسازی کانی های با ارزش از مواد باطله همراه در درشت ترین ابعاد ممکن است. دست یابی به درجه آزادی 100 درصد یک فرض ایده آل بر مبنای 80درصد آزاد شدن مواد مورد بررسی قرار می گیرد و عبارت است از نسبتاً است و معمولا آزاد، به کل همان کانی با ارزش موجود در ماده معدنی برحسب درصد. کانی با ارزش به صورت کاملا این پارامتر بسیار مهم در کانی آرائی به نوع ماده معدنی، تفرق کانی شناختی، خواص مکانیکی کانی ها، بافنیروهای وارده، ارزش فلز و یا کانی و بسیاری عوامل دیگر وابسته است. تعیین درجه آزادی معمولا دانه بندی مواد و توزیع عناصر با ارزش در آن ها، مطالعات میکروسکوپی، مطالعات غرق و شناورسازی و دیگر روش ها صورت می گیرد. مثال: درجه آزادی کانی با ارزش (قطعات سیاه رنگ) را از مواد باطله (گانگ) سفید رنگ بدست آورید. تعداد ذرات حاصل از شکست ماده بر اثر وارد شدن ضربه 16 عدد است.

1-4-4-سطح مخصوص

اندازه گیری سطح مخصوص پودرها بخصوص در کارخانه های سیمان اهمیت زیادی دارد. سطح مخصوص عبارت است از مجموع سطوح خارجی ذرات که در یک گرم از جسم وجود دارد تعیین می گردد

1-4-5-تئوری های خرد کردن

1-4-5-1-قانون کیک :

تجربه نشان می دهد که تمام انرژی که یک سنگ شکن مصرف می کند صرف شکستن سنگ نمی شود، بلکه همواره قسمتی از این انرژی در تغییر شکل ذرات به کار می رود.

1-4-5-2-قانون ریتینگر:

خرد کردن این قانون از بین تئوری های موجود در زمینه لازم برای خرد قدیمی تر و قابل قبول تر می باشد. براساس این نظریه، مقدار کار و انرژی مصرف شده کردن سنگ ها متناسب با سطوح جدیدی است که به وجود می آید؛ و با افزایش سطوح خارجی نسبت مستقیم دارد.

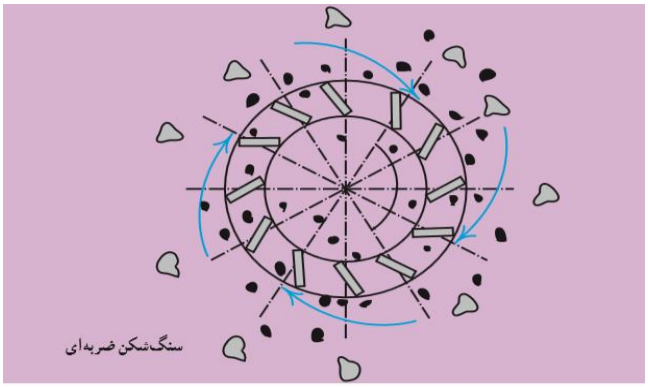
1-4-5-3- قانون باند

باند با توجه به تئوری های «کیک» و ریتینگر تئوری جدیدتری بیان داشت که به تئوری سوم مشهور شد.

1-4-6-سنگ شکن

1-4-6-1-سنگ شکن ضربه ای:

این سنگ شکن ها نیز، مشابه سنگ شکن های چکشی ولی ظریف تر از آن هستند. و برای خرد کردن مستقیم قطعات زغال سنگ نیز به کار می روند و در کارخانه های سیمان برای نرم از آن ها استفاده می شود و چون در این دستگاه ها، عمل شکستن توسطاً خرد کردن سنگ های نسبتا ضربه انجام می شود و تماس بین سنگ معدنی و چرخش های دوار بسیار کم است، مقدار فرسایش به حداقل، یعنی در حدود 3ـــ2 گرم در تن می رسد.



1-5-نرم کردن مواد

نرم کردن مواد در صنعت اهمیت زیادی دارد و علاوه بر آزاد نمودن ماده معدنی، برای عملیاتی نظیر «سیانوراسیون» (که ابعاد ذرات باید بین 0/5 الی 0/1 میلی متر باشد) و همچنین برای نرم کردن موادی که اگر کمتر از حد معینی نرم شده باشند در بازار غیرقابل فروش هستند مانند سیمان ها، باریت ها، فسفات ها و موارد مشابه این عمل کاربرد دارد. نرم کردن نوعی خرد کردن است که طی آن ذراتی که در بین دو سطح قرار می گیرند، نرم می شوند. نرم کردن، آزاد ساختن کانی مفید از مواد باطله همراه است و هرقدر ٔ یکی از مهم ترین اهداف مرحله معدنی ریزتر باشند، عمل نرم کردن تا حد بیشتری انجام می شود تا کلیه کانی و یا کانی های با ٔذرات ماده ارزش از «گانگ» آزاد شود. اگرچه به طور قطع نمی توان اندازه بار ورودی جهت نرم کردن را دقیقا مشخص کرد، امادرهر حال بار ورودی به آسیاها آخرین محصول سنگ شکن ها می باشد که دارای ابعادی بین 1 تا 30 میلی متر می باشد. حداکثر ابعاد محصولات بین 0/1 تا 0/4 میلی متر (53 ــ051 مش) متغیر می باشد.

1-5-1- آسیاها

عمل نرم کردن مواد در دستگاه هایی به نام آسیاها انجام می شود محصول خارج شده از شکن های مرحله دوم پس از کنترل دانه بندی توسط سرندها به آسیاها وارد می گردد و تا حد مورد نظر سنگ نرم می شود.

1-5-1-1- آسیای بشقابی افقی

بهترین مثال این نوع، آسیایی است که در بسیاری از نقاط برای آرد کردن گندم به کار می رود و شامل دوافقی می باشد که یکی در قسمت زیر و ساکن و دیگری بالای آن و صفحه متحرک است. بار از قسمت محور چرخشی، داخل دو صفحه وارد شده، و در اثر اصطکاک و نیروی سایشی بین دو صفحه، نرم می شود و به سبب نیروی گریز از مرکز به سمت لبه بیرونی دو صفحه هدایت و سپس خارج می شوددر این نوع آسیاها گاه عمل سایش مواد بین دو صفحه قائم انجام می شود که در این صورت آن را آسیای «بشقابی قائم» گویند. این آسیا نسبت به نوع افقی، ظرفیت و بازدهی

بیشتری دارد و ممکن است تا 15تن سنگ را در ساعت (با توجه به سختی آن) نرم کند. آسیاهای بشقابی غالبا برای سنگ های معدنی نرم مانند کائولن، تالک، سنگ آهن و زغال سنگ به کار می روند.

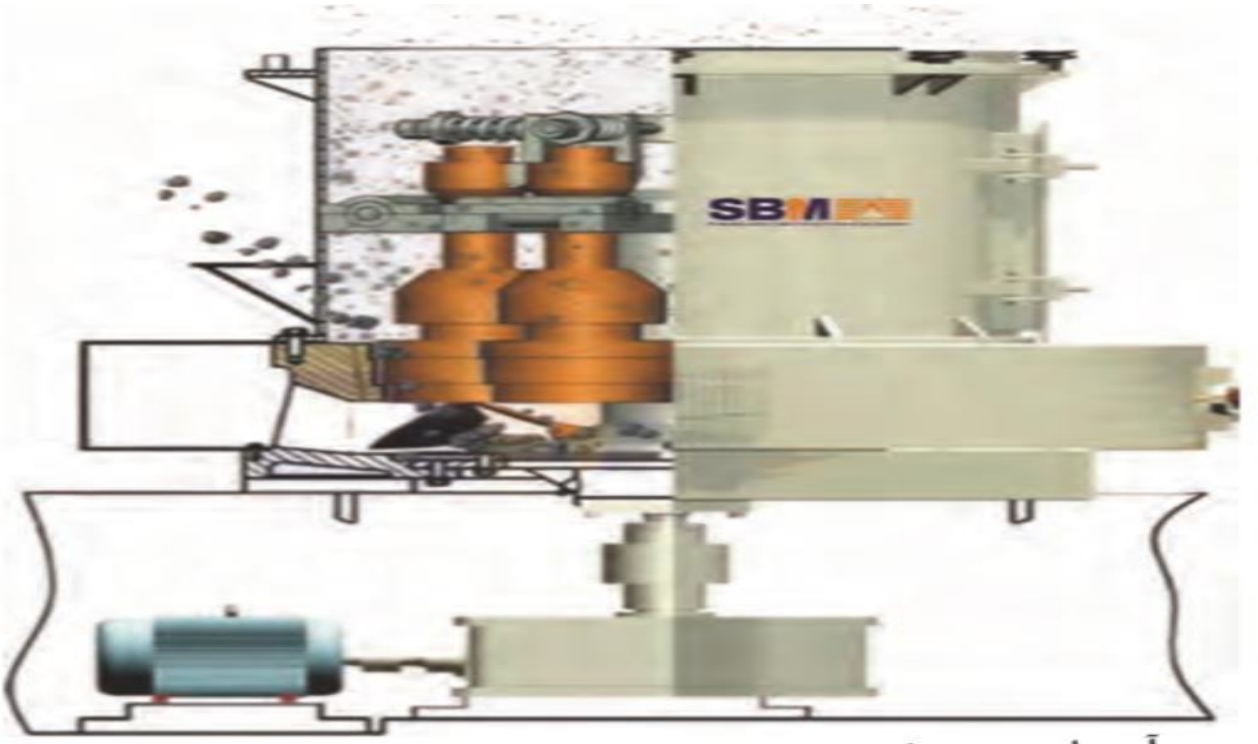
1-5-1-2- آسیای چکشی

عمل آسیاهای چکشی مانند کار هاون ها می باشد؛ یعنی ماده ای که باید نرم شود، در اثر ضربه های متوالی یک جسم سنگین، نرم و پودر می شود. آسیاهای چکشی منحصرا در پودر کردن زغال سنگ به کار می روند.

1-5-1-3-آسیای غلطکی

در این آسیاها عمل نرم کردن ماده معدنی وارد شده، توسط غلطک های مخصوصی از طریق سایش و اصطکاک، صورت می گیرد .

ساختمان این نوع آسیاها که معروف ترین آن ها آسیای «ریموند» نام دارد، شامل یک جام و تعدادی غلطک در داخل آن است. در بعضی از آسیاها، حرکت دورانی با غلطک است و جام ثابت است؛ در برخی دیگر جام حرکت دورانی دارد و غلطک ها آزاد هستند. ماده ای که بین غلطک ها و جام پودر می شود، با جریان هوا از آسیا خارج می شود. بنابراین، هرچه سرعت جریان هوا بیشتر باشد قادر به حمل ذرات بزرگ تر خواهد بود و در نتیجه به این وسیله نرمی ذرات را به ابعاد مورد نظر تنظیم می نمایند. همراه با کوره ای که سوخت آن را تأمین می کند به کار می رود. گرمای آسیای ریموند معمولا آسیا مورد استفاده قرار می گیرند و چون از خروجی از کوره، جهت به جریان انداختن زغال نرم شده بالایی برخوردار هستند، در حین انتقال پودر زغال مرطوب آن را خشک نموده، وارد حرارت نسبتا کوره می نماید، پودر زغال در کوره با هوای تازه مخلوط شده، مشتعل می گردد.آسیای ریموند آسیاهای ریموند دارای ظرفیتی بالغ بر یک تا هیجده تن در ساعت است اگرچه، مصرف انرژی آن ها نیز بسیار بالا است.



آسیای ریموند

1-6-کلاسیفایرها

در گروه دیگری از دستگاه های طبقه بندی که آن ها را کلاسیفایر نام داده اند، مواد را براساس اختلاف سرعت ته نشینی که در یک سیگنال معین، طبقه بندی می کنند؛ و در واقع از حرکت جامدات در داخل سیالات و اختلاف مقاومت ها و سرعت دانه ها در این حرکت، برای تقسیم بندی آن ها استفاده می شود. در دستگاه های مذکور برخلاف سرندها که شرح آن گذشت ذرات برحسب وزن و نه برحسب دانه ها تأثیری در این کار ندارند. ۀ ابعاد طبقه بندی شده و اندازه این عمل، موادی که سرعت ۀ » گفته می شود. در نتیجه ۱ به این نوع عمل دانه بندی، «طبقه بندی رسوب آن ها در داخل یک مایع یکسان است، در یک گروه قرار می گیرند، لذا در هر گروه دانه هایی با شکل و وزن مخصوص وجود خواهد داشت. به طور قائم است و در برخی انواع دیگرً در بعضی از کلاسیفایرها حرکت مایع و دانه ها تقریبا مایع بر روی بستری حرکت می کند و دانه های جامد را با خود حمل می کند. رفتار دانه های جامد در حالات مذکور مورد توجه قرار می گیرد و سپس انواع کلاسیفایرها تشریح خواهد شد.

1-6-1- روش های جدایش با استفاده از خواص فیزیکی

در این روش ها «پرعیار کردن» بر مبنای خواص فیزیکی کانی ها به خصوص وزن مخصوص قرار دارد و در اکثر آن ها عمل جدایش ذرات در داخل مایع انجام می شود و ذرات برحسب سرعت رسوب خود در مایع از یکدیگر جدا می شوند. شرط اصلی در این روش ها هم چنان که قبلا نیز ذکر شد آن است اولا درجه ی آزادی ذرات به اندازه کافی بالا باشد. ثانیا ذرات دارای وزن های مخصوص مختلف باشند که هرچه این اختلاف بیشتر باشد، عمل جدا شدن کامل تر صورت خواهد پذیرفت. روش های پرعیارسازی بر اساس وزن مخصوص به دو دسته تقسیم می شوند. در یک دسته آب جریان افقی و در دیگر جریان قائم دارد و در بعضی دستگاه ها نیز آب دارای هر دو حرکت می باشد هم چنین می توان به جای آب از هوا یا سایر گازها نیز استفاده نمود. علاوه بر وزن مخصوص، از خواص فیزیکی دیگر مثل خاصیت مغناطیسی، خاصیت الکترواستاتیکی و هم چنین از رنگ، نور، جلاء، رادیواکتیویته و دیگر پارامترها نیز برای پرعیار کردن استفاده می شود.

1-6-1-1- سنگ جوری:

سنگ جوری عملی است که طی آن دانه های درشت مواد کانی براساس خاصیت هایشان از یکدیگر جدا می شوند. این خواص در درجه اول همان خواص نوری دانه ها یعنی رنگ و جذب نور، شکست نور و خاصیت فسفرسانس و فلورسانس و بالاخره خاصیت رادیواکتیویته مواد می باشد. عمل سنگ جوری ممکن است با دست یا به وسیله دستگاه های خودکارصورت پذیرد. از سنگ جوری گاهی برای کمک به پرعیار کردن مواد معدنی استفاده می کنند بدین ترتیب که با جدا کردن سنگ های درشت از سایر مواد، باعث استفاده بیشتر از ظرفیت محدود کارخانهٔ می شوند و به این عمل پیش فرآوری گفته می شود. سنگ جوری دستی ساده ترین و قدیمی ترین روش جدایش مواد معدنی سنگ جوری دستی: خالص به دست آید یا آنکه بها از مواد باطله است و هدف از انجام آن این است که یا یک محصول کاملا منظور افزایش کارآیی خرد کننده، «گانگ » از مواد با ارزش جدا شوند. به علاوه مواد اولیه نیز برای مراحل بعدی پرعیارسازی آماده گردد. روش سنگ جوری دستی، هنوز هم به همان شکل ابتدایی خود در ممالک توسعه نیافته (از لحاظ صنعتی) انجام می شود. در این روش کارگر، مواد را توسط رنگ یا وزن مخصوص از باطله تشخیص می دهد. در سنگ جوری پس از

تشخیص کانی با ارزش و گانگ، آن ها را از یکدیگر جدا می کنند و چون این کار همواره از روی رنگ انجام می شود، عامل نور محیط، تأثیر زیادی در کارآیی دارد. به عنوان مثال، روشنایی نور صبح، بهتر از زمان بالا آمدن خورشید است. چون نور روی سنگ معدنی ت کم شدن روشنایی، عمل منعکس می شود و در تشخیص، مشکل به وجود می آورد. عصرها نیز به عل تشخیص مشکل می شود. امکان از لامپ های گازی استفاده می شود در صورت استفاده از روشنایی مصنوعی، تا حد و در این مورد برای جدا کردن پیریت از کالکوپیریت لامپ های «بخار جیوه» و برای جدا کردن «گانگ» از زغال سنگ، از لامپ «بخار سدیم» استفاده می شود، مهارت کارگران و میزان توانایی آنان در تشخیص چشمی و فرآیند تصمیم گیری و قدرت بدنی افراد در کارآیی سنگ جوری دستی تأثیر فراوانی به جا می گذارد. اگر در سنگ جوری دستی، از وجود کارگران ورزیده ای استفاده شود تا 80 درصد کانی را می توان جدا و 5-10 برابر پرعیار نمود. در مورد یک سنگ معدنی سولفیدی مانند کالکوپیریت که 2/5 درصد مس داشته در اثر سنگ جوری، عیار به 10-15 درصد می رسد و در سنگ های انتخاب نشده، عیار مس در حدود 0/5 درصد می باشد. برای سنگ جوری دستی، کارگران در مسیر مشخصی کنار هم به صورت نشسته قرار گرفته، و از لابه لای مواد خرد شده، مواد معدنی مفید را تشخیص داده، جدا می کنند.

1-6-2- پرعیار کردن براساس وزن مخصوص

پرعیار کردن مواد معدنی براساس وزن مخصوص، با وجود آنکه یکی از قدیمی ترین روش های جدایش مواد معدنی از مواد باطله می باشد و علی رغم این که روش های جدید و مطمئن تری نیز در صنعت ابداع گردیده است، هنوز یکی از با اهمیت ترین روش های کانه آرایی شناخته می شود. مثلا شستشوی زغال سنگ هنوز براساس روش «وزن مخصوص» انجام می گیرد و اگرچه در پرعیارسازی کانه های فلزی چندان کاربردی ندارد، ولی غالبا تهیهً کنسانتره اولیه هنوز بر آن متکی است. بعد از اختلاف رنگ و جلا در کانی ها برای جداسازی مواد از یکدیگر، اختلاف در وزن مخصوص اهمیت دارد، بدین جهت دستگاه هایی که به منظور جدایش مواد با استفاده از وزن مخصوص ساخته شده اند از دستگاه هایی که برای جدا کردن مواد معدنی با استفاده از اختلاف خواص دیگر، ساخته شده اند، متنوع تر است.

در محلول های سنگین جدایش اجزاء تشکیل دهنده مواد اولیه، در یک «سوسپانسیون» به نام محلول سنگین صورت می گیرد که اختلاف وزن مخصوص اجزاء تشکیل دهنده سنگین، عامل جدا شدن آن ها از یکدیگر است و کاربرد آن ها در آزمایشگاه است ولی واسطه های سنگین با کمک مخلوط آب و دانه های ریز مواد، می توانند پالپ هایی با وزن مخصوص مورد نیاز بسازند تا از آن (واسطه سنگین) برای جدا کردن موادی که وزن مخصوص آن ها متفاوت است، استفاده شود. در دستگاه هایی نظیر «جیگ » طبقات تشکیل دهنده توسط حرکت کششی و جهشی پیستون صورت می گیرد. در دستگاه هایی به نام (میزلرزان) ویا (ناودان ها) عمل جدایش در اثر حرکت دانه ها در روی سطح مورب با حرکت نوسانی و به کمک جریان رقیق آب، صورت می گیرد.

1-6-3- اصول جدایش با استفاده از مایعات سنگین (H.L.S)

در این روش جدایش، سنگ های معدنی با وزن های مخصوص، در محلول سنگین که وزن مخصوص معینی دارد، ریخته می شوند. بدیهی است که ذرات سبک تر در سطح و ذرات سنگین در ته مایع قرار می گیرند. اصول جدایش به کمک محلول سنگین، براساس جدایش مواد کانی در محیطی که وزن مخصوص آن ما بین وزن مخصوص توده سبک و توده سنگین تشکیل دهنده سنگ معدنی قرار دارد، بنا نهاده شده است.مثلا اگر مخلوطی ازدو جسم به وزن مخصوص $\delta 2$ و $\delta 1$ را به مایعی به وزن مخصوص ρ وارد کنیم چنان که $\delta 1 < \rho < \delta 2$ باشد، جسم اول که دارای وزن مخصوص $\delta 1$ است به طرف بالا، با سرعت معینی حرکت نموده،در سطح مایع شناورمی شود ،در حالی که جسم دوم به طرف پایین حرکت خواهد کرد، این عمل به غرق و شناورسازی نیز معروف است. مایعاتی که برای این نوع جدا کردن به کار می روند، «مایعات سنگین» نامیده می شوند و باید دارای خواص زیر باشند:

1ـــ خاصیت خورندگی نداشته باشند.

2ـــ در درجه حرارت معمولی مایع باشند.

3ـــ غیرسمی باشند.

4ـــ شفاف باشند تا کنترل عمل آسان باشد.

5ــ به راحتی غلیظ یا رقیق شود تا وزن مخصوص آن تنظیم گردد.

6 ــ بر روی مواد، اثر شیمیایی نداشته باشند.

7ــ ارزان قیمت باشد.

8ــ بی بو باشد.

9ــ وزن مخصوص آن زیاد باشد.

10ــ ویسکوزیته آن کم باشد.

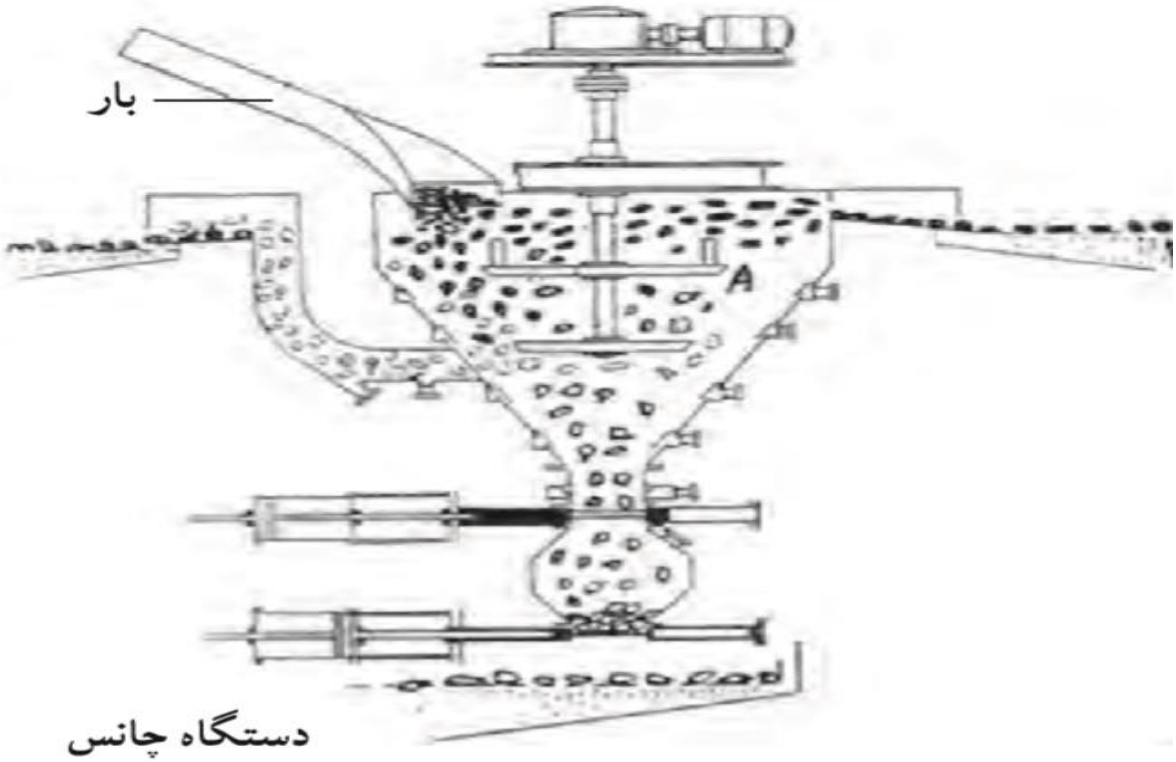
البته تاکنون هیچ مایع سنگینی که تمام این خواص را به طور کامل دارا باشد، ساخته نشده است. هم چنین باید در نظر داشت که «ویسکوزیته» بعد از وزن مخصوص، مهم ترین خاصیت مایع است. شایان ذکر است، از محلول های سنگین جهت سنجش اولیه جدایش استفاده می شود و چنانچه نتیجه مثبت باشد از واسطه های سنگین در مدارهای صنعتی استفاده می شود.

1-6-4- جدایش مواد با استفاده از واسطه های سنگین(H.M.S)

چون به کار بردن محلول های سنگین (به علت گران بودن و خواص دیگر از قبیل سمی بودن، قابلیت اشتعال و غیره) محدودیت هایی دارد، لذا در صنعت کانه آرایی از معلق نگه داشتن ذرات بسیار ریز جامد در آب، به عنوان واسطه های سنگین استفاده می شود. این محیط ها دارای وزن مخصوص یکنواخت بوده، و ویسکوزیته مناسبی دارند. ویسکوزیته محیط نیز، تابعی از وزن مخصوص ذرات معلق است. هر قدر وزن مخصوص ذرات معلق کمتر باشد، به ازای یک وزن مخصوص معین برای محیط ، مقدار ویسکوزیته، بیشتر خواهد بود. یعنی ویسکوزیته به ازای اضافه کردن مواد جامد، ابتدا به صورت خطی بالا رفته، پس از حد معینی بالا رفتن به شدت زیاد می شود و در این موقع، مخلوط به صورت گل درمی آید که این حد ویسکوزیته بحرانی گویند که برای ذرات مختلف متفاوت است. اگر ویسکوزیته به حد بحرانی خود نزدیک شود یا از آن تجاوز کند، واسطه سنگین را دیگر نمی توان برای جدا نمودن ذرات به کار برد. و هر قدر ویسکوزیته از این حد دورتر باشد عمل جدا کردن ذرات بهتر و با کارآیی بیشتری انجام خواهد شد. استفاده از این روش، برای اولین بار در سال

1858توسط «هنری بسمر»در مورد جدا کردن زغال از «شیست های» همراه به عمل آمد و در دستگاه هایی که ساخته شده بود، از مخلوط کلرور آهن ــ منگنز ــ کربنات کلسیم و سولفات باریم برای ساختن واسطه سنگین استفاده شد. بعدها در سال 1917دستگاه چانس اختراع شد که در آن از ماسه های سیلیسی بسیار ریزی به ابعاد حدود 0/3ــ 0/08 میلی متر استفاده می شود و وزن مخصوص محیط را به حدود 1/5 می رسانند. اساس این روش به شرح زیر است:

در این روش محیط سنگینی از ذرات ماسه بسیار ریز، به وزن مخصوص 1/4ــ1/2 به وجود می آورند. این روش هنوز در کشورهای نظیر آمریکا و انگلستان برای شستشوی زغال سنگ به کار می رود. طرز کار دستگاه چانس به این ترتیب است که: سیلیس از بالای جدا کننده مخروطی ناقص یا جعبه ای و آب از پهلو، وارد می شود زغال سنگ خالص شناور می گیرد و مواد باطله رسوب می کنند. پره های نصب شده در دستگاه جدا کننده، باید با سرعت زیادی بچرخند تا از رسوب دانه های ماسه، جلوگیری شود. زغال سنگی که در این روش پرعیار می شود، باید سخت و حداقل درشتی دانه های آن 6-8 میلی متر باشند. در این طریقه مقدار ماسه ای که همراه بار خارج خواهد شد، در حدود یک کیلوگرم به ازای هر تن بار ورودی خواهد بود. از جمله مزایای این روش آن است که اجسام جامد (یعنی ماسه ها) بسیار ارزان هستند و از طرفی، بازیابی آن ها مطلوب است؛ ولی از بقیه طرف دیگر، عمر تلمبه های شن، بسیار کوتاه است و بعد از مدت کمی که حدود 3-6ماه است، صفحات داخلی پمپ های هدایت پالپ در اثر ماسه ها فرسوده شده، باید آن ها را تعویض نمود. طبق آمار در سال 1974 از حدود 550 میلیون تن زغال «بیتومینه» و «لیگنیتی» که توسط دستگاه های مکانیزه شسته شده حدود 75 میلیون تن آن از روش واسطه های سنگین به عمل آمده است و به این ترتیب، این روش از 7 درصد در سال 1938 به 31 درصد در سال 1974 افزایش یافت. هرگاه وزن مخصوص زیادی برای واسطه های سنگین مورد نظر باشد، می توان از مواد مختلفی که در جدول مشخص شده اند استفاده کرد. وزن مخصوص حداکثر پالپ را می توان از طریق جدول به دست آورد. از جدا کننده هایی مانند استوانه ای گردان نیز در شستشوی زغال استفاده می شود.



1-7-جدایش به روش جیگ

به طورکلی جیگ ها دستگاه هایی هستند که برای ذرات نسبتا درشت ساخته شده اند. این دستگاه ها از دیرباز برای پرعیارکردن کانی های سولفیدی به کار می رفته اند و قدمت انواعی از آن ها توسط سرندها طبقه بندی به بیش از 2000 سال قبل می رسد. از آن جایی که ذرات درشت، اکثرا برحسب ابعاد و قطر دانه ها، طبقه بندی می گردد و هرقدر این طبقه بندی می شوند، لذا بار جیگ ها اکثرا دقیق تر و اختلاف وزن مخصوص، بیشتر باشد عمل جیگ و کارایی آن بهتر و محصول به دست آمده خالص تر خواهد بود. جیگ ها یک محفظه با کف مشبک یا توری دارند که موادمعدنی را در داخل آن ها ریخته، سپس آب از لابه لای موادمعدنی، بالا و پایین می آید و در نتیجه مواد به صورت ذراتی معلق در روی توری به شکل طبقات برحسب وزن مخصوص قرار می گیرند. بدین ترتیب ملاحظه می شود که اساس کار جیگ نیز مانند کلاسیفایر برحسب سقوط ذرات در داخل آب قرار دارد، ولی در مورد جیگ ذرات آزادانه سقوط نمی کنند و نیز زمان سقوط بسیار کوتاه است و ذرات دسته جمعی سقوط می کنند.

1-8-فلوتاسیون

1-8-1-آشنایی

فلوتاسیون امروزه یکی از مهم ترین روش های جداسازی ماده معدنی با ارزش از باطله همراه است که از سابقه تاریخی دیرینه ای برخوردار است. در یونان قدیم، روش ابتدایی فلوتاسیون معمول بوده است اما بعد ها فراموش شده، تا آن که مجدداً از اواخر قرن نوزدهم، بار دیگر رونق گرفت و امروزه مهم ترین روش برای پرعیار کردن مواد معدنی کم عیار است. مزیت عمده فلوتاسیون بر سایر روش های پرعیارسازی این است که موادی که عیار آن ها بسیار کم می باشد، توسط این روش پرعیار می شوند و نتایج مطلوبی نیز حاصل گردیده است.

روش فلوتاسیون در اکثر معادن ایران، برای پرعیارسازی به کار گرفته می شود؛ به عنوان مثال می توان معادن زغال سنگ «پابدانا ــ باب نیزو» در کرمان، معدن زغال سنگ «تزره» در شاهرود، معدن زغال سنگ «زیرآب» در مازندان، معدن مس سرچشمه کرمان و معادن سرب و روی «آهنگران» ملایر، «ایران کوه» اصفهان، «کوشک» یزد و «انگوران» زنجان و بسیاری دیگر را نام برد. در این روش که براساس خواص سطحی ذرات استوار است، ذرات پس از آماده سازی با آب و مواد شیمیایی آماده و با تزریق حباب هوا، ذرات آب گریز جذب حباب و به سطح منتقل ولی ذرات آبگیر در ظرف باقی می ماند.

1-8-2- تئوری فلوتاسیون

کار فلوتاسیون بر آزمایش و تجربه استوار شده بود زیرا معلومات و مبانی علمی کمی در دسترس بوده، ولی در سال های اخیر، اصول تئوری آن کمک زیادی به توسعه مراحل اولیه این فرایند نموده است. به طور کلی عملیات فلوتاسیون را می توان به سه قسمت تقسیم کرد:

1-8-2-1- تشکیل کف؛

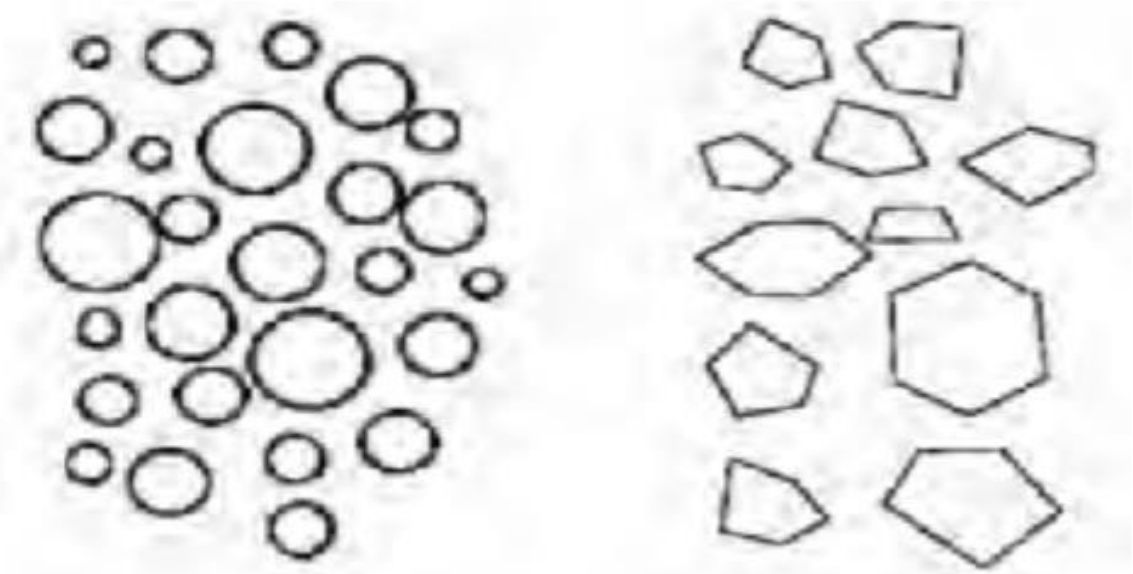
1-8-2-2- تأثیر مواد شیمیایی بر روی کانی؛

1-8-2-3- تشکیل مجموعه حباب و کانی و شناور شدن آن؛

1-8-2-1-ایجاد کف:

کف ها عبارت اند از حباب های هوا که درون آب قرار گرفته، تا حدودی ساختمانی مقاوم دارند. پراکنده کردن حباب های هوا، درون آب به طریق مکانیکی یا به وسیله هوای فشرده توسط کمپرسور یا هر دو طریق، انجام می شود. مشخصات کف از قبیل دوام، حباب ها، الاستیسیته، فراوانی حباب ها و غیره اندازه به وسیله وجود اجسامی که خواص سطحی آب را تغییر می دهند، تعیین می شود. این مواد که کف کننده نام دارند، به مقدار کم در آب حل می شوند، کشش سطحی آب را عوض کرده، درسطح آب قرار می گیرند. وجود آن ها در فصل مشترک فاز هوا و آب باعث دوام و الاستیسیته کف می شود که برای فلوتاسیون اهمیت دارد. بدون کف سازها حباب های کف فورا شکسته شده، از بین می روند. در اشکال روبه رو مقاطع کف های ساده، نشان داده شده است: در شکل سمت چپ، حباب های هوا کروی است لایه های آب، از هم جدا شده اند؛ این حباب ها و کم دوام بوده، مقدار آب در آن ها زیاد است، در حباب های چند وجهی، حباب ها خشک، با دوام ودرشت تر می باشند.

حباب های چند وجهی به وسیله لایه های نازک آب از هم جدا شده اند و در فلوتاسیون سولفیدهای فلزی، مورد استفاده قرار می گیرند. وجود ذرات ریز جامد در سطح حباب ها باعث استحکام آن ها می شود؛ همچنین مقدار معرف اضافه شده حتی به میزان بسیار کم در سطح حباب ها جمع شده، باعث استحکام آن ها می گردد.



حباب های کف کروی و چندوجهی

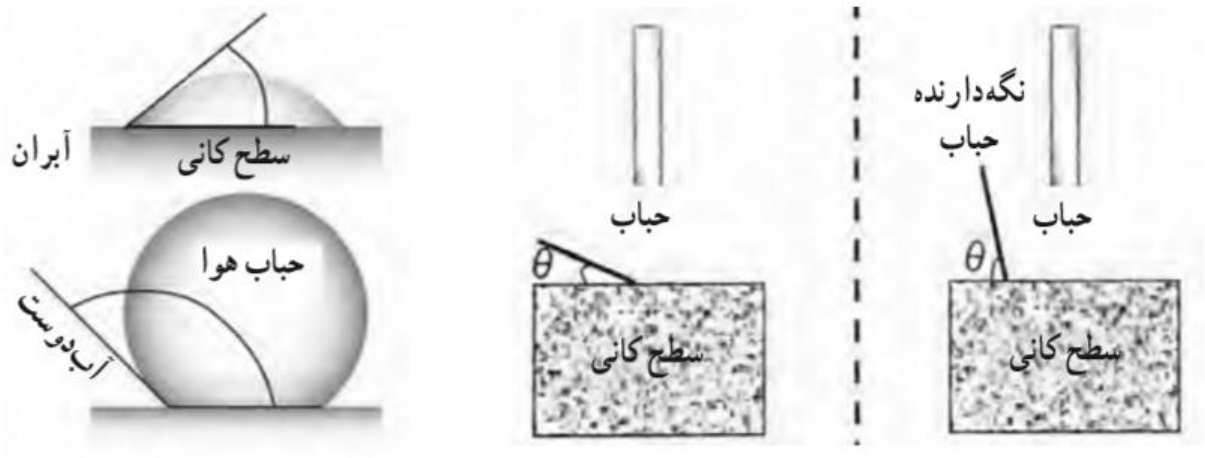
1-8-2-2- تأثیر مواد شیمیایی:

مواد شیمیایی مورد مصرف در فلوتاسیون موادی هستند که کانی های بخصوصی را شناور ساخته، از شناور شدن بقیه، جلوگیری می کنند.از نظر کلی قابلیت شناور شدن یک کانی به «آبرانی » آن بستگی مستقیم دارد. خاصیت آبرانی با خواص سطحی مولکول ها رابطه مستقیم داشته یا به عبارت دیگر به قطبی یا غیرقطبی بودن مولکول های سطحی، بستگی دارد. مولکول های قطبی از یون ها تشکیل شده اند، در حالی که مولکول های غیرقطبی، از اجتماع اتم ها تشکیل و هیچ بار غیرقطبی CnH2 n +1 غیرقطبی می باشند. کانی هایی که سطح آن ها قطبی است، قابل جذب به وسیله شدن نمی باشند. برعکس کانی های با سطوح غیرقطبی، آب گریز و در نتیجه شناور می شوند.

1-8-2-3-تشکیل حباب و کانی و شناور شدن آن ها:

در فلوتاسیون ذرات کانی به حباب های هوا که در محیط وجود دارند چسبیده، بالا می آیند. هر ذره قابل شناور شدن، به یک حباب هوا می چسبد، به طوری که از یک طرف در فاز هوا و از طرف دیگر در فاز آب قرار می گیرد. بنابراین در اطراف این ذره، خطی وجود دارد که هر سه فصل مشترک

آب و هوا ــ هوا و جامد ــ جامد و آب یکدیگر را قطع می کند. نیروهای کشش سطحی بر روی این خط با یکدیگر و با سایر نیروهای وزن، ارشمیدس و غیره در حال تعادل هستند. اگر شرایط محیط فلوتاسیون، درست انتخاب شود، اندازه این نیروها طوری است که اولا حباب هوا علت نیروی کشش سطحی مناسب به سطح حباب هوا می چسبد و ثانیا مجموعه حباب هوا وکانی نسبت به مایع حرکت کرده، بالا می آید.



نمایش آب‌دوست و هوادوست بودن یک کانی

1-8-3- معرف های مورد مصرف در فلوتاسیون

1-8-3-1-کلکتورها:

کلکتورها مواد شیمیایی آلی هستند که باعث می شوند کانی های لازم، به سطح حباب هوا چسبیده، ضمن شناور شدن از بقیه خاصیت مواد جدا شوند. مایعاتی آلی با ساختمان مولکول قطبی و غیرقطبی هستند که در آب حل می شوند. قسمت قطبی این مایعات عموما آب گیری دارد در حالی که قسمت غیرقطبی آن ها آبران می باشد. این مواد به طور طبیعی وجود دارند یا به صورت مصنوعی تهیه می شوند. جذب کلکتورها بر روی سطوح خارجی کانی ها، باعث هیدراتاسیون گردیده، آن را آبران می کند. کلکتورها را به دو دسته «کاتیونیک » و «آنیونیک» تقسیم می کنند که در این جا به شرح آن ها می پردازیم.

الف) گزانتات ها : گزانتات ها نمک های اسید گزانتوژن می باشند و برای فلوتاسیون کانی های سولفیدی و اکسیدهای سرب و مس پس از فعال شدن استفاده می شوند. گزانتات ها معروف ترین و پرمصرف ترین کلکتورها در فلوتاسیون می باشند. مقدار مصرف آن ها اغلب کم بوده، بین 10ـــ300 گرم، به ازای هر تن سنگ معدن می باشد.

ب) هیدروکربورهای آلی: از نظر خواص کلکتوری، این مواد برای شناور نمودن فلزات قلیایی به کار می روند و شامل تیوفنل ها و مرکاپتان ها هستند.

ج) مشتقات آلی فسفر: مشتقات آلی فسفر به نام تجارتی آئروفلوت در صنعت مصرف زیادی دارند. مشتقات فسفردار بسیار فراوان بوده، در حدود 2500 ماده آلی مختلف را، شامل می شوند. خاصیت خورندگی این کلکتورها بسیار زیاد است و باید در سلول های فولادی مخصوص مورد استفاده قرار گیرند، در غیر این صورت، سلول های فلوتاسیون به سرعت خورده شده، از بین می روند.

کلکتور معروف این دسته، اسید دی کرزیل دی تیوفسفوریک است که بر خلاف گزانتات ها که پیریت را کم و بیش شناور می کنند، بر روی پیریت هیچ تأثیری نداشته و بیشتر در مواقعی که سولفیدهای فلزی مانند مس و سرب را بخواهند از پیریت جدا کنند، به کار می رود.

د) تیوکاربانیلید: این کلکتور روی پیریت و اسفالریت اثری ندارد و بیشتر در مواقعی که گالن همراه با پیریت و اسفالریت است به کار می رود و گالن را شناور می کند. تیوکاربانیلید طلا و نقره را در سنگ های معدنی اکسیده، شناور می کند. ولی تأثیر آن کند، می باشد.

هـ) صابون ها و اسیدهای چرب: این مواد به صورت اسید چرب یا نمک قلیایی، در صنعت فلوتاسیون استفاده فراوانی دارند. این کلکتورها را بیشتر برای شناور کردن اکسیدهای فلزی و کانی های فلزات قلیایی و بعضی از سیلیکات ها، کربنات ها و فسفات ها به کار می برند.

و) کلکتورهای کاتیونیک:این کلکتورها بیشتر برای شناور کردن کانی های غیرفلزی و نمک ها به کار می روند و مقدار کمی در آب حل می شوند.

1-8-3-2-تنظیم کننده هاPH

تنظیم کننده ها معرف هایی هستند که میزان اسیدی یا قلیایی بودن محلول ها را تنظیم نموده، PHمحیط را ثابت نگه می دارند تا فلوتاسیون در شرایط مناسبی انجام شود. محلول های اسیدی دارای PH پایین تر از 7، محلول های خنثی دارای PH مساوی 7 و محلول های قلیایی دارای PH بزرگتر از 7 می باشند ولی بیشتر عملیات فلوتاسیون در محیط های قلیایی که Hp در آن ها از 7 تا 13 تغییر می کند، صورت می گیرد. معرف هایی که در این دسته مورد استفاده شامل کربنات دو سود و آهک می باشند. تغییرات مورد لزوم در PH محیط فلوتاسیون می تواند به وسیله اضافه کردن اسیدها یا بازها به وجود آید. اسید سولفوریک ــ اسیدفلوئدریک (FH) و سولفات مس Hp را کاهش و متقابلا کربنات دو سود ــ آهک ــ سیانور سدیم (NaCN) ، PH را افزایش می دهند .

کانی مورد نظر	رسوب دهنده	مقدار مصرف (گرم در تن)
پیریت	سیانور پتاسیم	۵۰ـ۲۵۰
اسفالریت	سیانور پتاسیم	۵۰ـ۵۰۰
سولفیدهای مس	سیانور پتاسیم	۱۰۰ـ۵۰۰
گالن	دی‌کرومات‌ها	۲۰۰ـ۵۰۰
باریت	کلرور آهن دو ظرفیتی و کرور آلومینیم سه ظرفیتی	۵۰۰ـ۱۰۰۰

1-8-3-3- کف سازها

عمل ایجاد کف در مایعات خالص کار دشواری بوده، حباب های متصاعد شده به محض رسیدن به سطح مایع، پاره می شوند از این جهت وجود موادی که خاصیت فعال کننده ای برای سطوح مرزی مهمی در تولید کف در فلوتاسیون می باشد. و اینکه حباب هوا از طریق قشر نازکی توسط عامل مذکور، در نهایت بتواند در سطح مایع ظاهر شود، از اهمیت خاصی برخوردار است.

این قشر نازک که گروه قطبی آن به طرف مایع و گروه غیرقطبی آن به طرف گاز قرار می گیرد، از یک طرف از تمرکز آنی حباب ها جلوگیری به عمل می آورد و از طرف دیگر جدار الاستیکی به خود گرفته، در مقابل عوامل خارجی، مقاومت می کند که در نتیجه حباب های کوچک که ثبات آن ها بیشتر است، تولید می گردد. به طورکلی می توان گفت کف سازها ترکیبات قطبی و غیرقطبی

هستند که خاصیت آن ها در فصل مشترک فاز مایع و جامد زیاد بوده و باعث جذب کانی های آبران می شود. ، کف سازهای عمده ای که در فلوتاسیون مورد استفاده قرار می گیرند، عبارت اند از روغن کاج ،روغن اوکالیپتوس ، اسید کریزیلیک و روغن هایی که از تقطیر چوب یا زغال به دست می آیند. امروزه از MIBC به طور وسیعی استفاده می شود.

1-8-3-4- فعال کننده ها:

فعال کننده ها از جمله معرف هایی هستند که خاصیت شناور شدن بعضی از مواد معدنی را، تقویت می کنند؛ زیرا بعضی از کانی های فلزی سولفیدی بخصوص روی و بعضی از کانی های غیرفلزی، در حالت طبیعی به وسیله کلکتورها شناور نمی شوند و تنها با اضافه کردن فعال کننده ها می توان آن ها را شناور ساخت. سولفات مس تقویت کننده اصلی سولفید روی طبیعی و سولفید روی رسوب شده، می باشد. ولی نباید آن را به مقدار زیاد به کاربرد، زیرا باعث فعال شدن پیریت رسوب شده توسط سیانور و آب آهک می گردد. برای فعال شدن پیریت رسوب شده، از سولفید سدیم یا اسید سولفوریک استفاده می شود. معادله زیر روش فعال شدن اسفالریت را نشان می دهد.

$$ZnS + Cu^{+2} \leftrightarrow CuS + Zn^{+2}$$

1-8-3-5- متفرق کننده ها:

در برخی مواقع لازم است تا ذرات رس و نرمه را که در سطح کانی ها چسبیده قبل از شناورسازی جدا کرد، کربنات سدیم به عنوان متفرق کننده استفاده می شود.

1-8-4- سلول های فلوتاسیون

پس از آن که مخلوط مواد معدنی با مواد شیمیایی یاد شده مخلوط شد، به داخل ظرف های استوانه ای شکلی موسوم به سلول های فلوتاسیون، هدایت می شود. انتخاب سلول مناسب جهت فلوتاسیون، به انجام وظایف محوله به آن بستگی دارد. سلول های فلوتاسیون باید قادر به انجام کارهای زیر باشد:
الف) به گردش در آمدن و همگن سازی پالپ؛

ب) ایجاد کف؛

ج) جدا کردن مداوم کف حاوی کانی های با ارزش؛

د) گسترش مساوی حباب های هوا در سرتاسر سلول؛

سلول های فلوتاسیون می توانند برحسب روش ورود هوا به سه دسته تقسیم شوند:

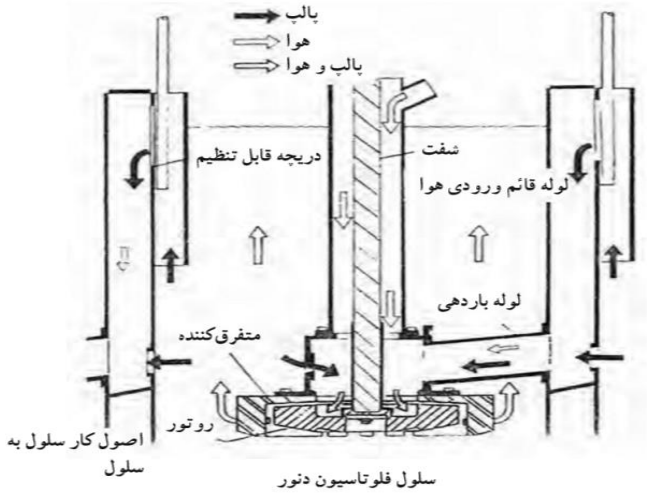
1-8-4-1- سلول های پره دار بدون هوای اضافه شده؛

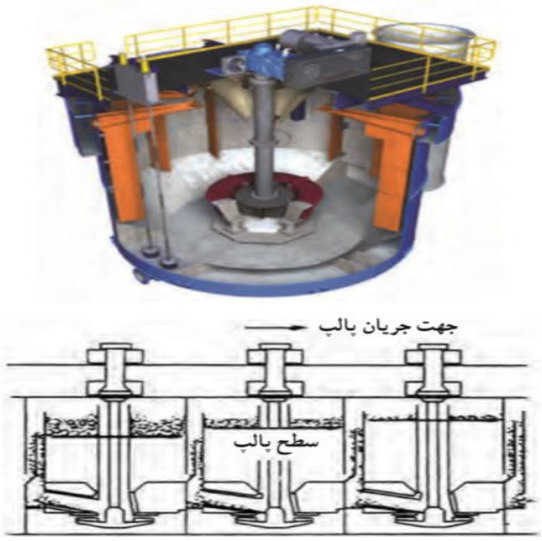
1-8-4-2- سلول هایی که با هوای فشرده کار می کنند؛

1-8-4-3- سلول های پره دار با هوای اضافه شده؛

1-8-4-1-سلول های پره دار بدون هوای اضافه شده:

گردش و اختلاط پالپ در این سلول ها به وسیله پروانه هایی حاصل می شود که در اثر گردش پروانه، هوای مورد نیاز فلوتاسیون را از بیرون مکیده، به داخل سلول فلوتاسیون هدایت می کنند. دو نوع سلول موسوم به سلول های فلوتاسیون MS و سلول های فلوتاسیون سلول دنور کار می کنند. با این روش کار می کنند. سلولMS از دو قسمت پالپ و کف تشکیل شده است. در پالپ مواد در آن به گردش درآورده می شود تا برخورد سه فاز هوا، آب و کانی به خوبی صورت گیرد. پس از آن که پالپ از پایین سلول وارد سلول شد و براثر گردش پروانه مخلوط گردید، سپس با هوای مکیده شده کاملا مخلوط گردیده سپس توسط دریچه مخصوصی وارد بخش کف می شود و در آن جا کف به دست آمده، همراه با کانی از سلول خارج می شود. در کارخانه فلوتاسیون تعداد بی شماری از سلول ها را کنار یکدیگر قرار می دهند. سلول های فلوتاسیون MS منحصرا در شستشوی زغال سنگ به کار برده می شوند؛ زیرا هوای مکیده شده، برای فلوتاسیون دانه های سنگین وزن کانی فلزی، کافی نیست. نوع دیگر سلول فلوتاسیون که در گروه سلول های پروانه دار بدون هوای اضافه شده قرار دارد، سلول دنور است. دراین سلول ها پالپ از بالا وارد و مانند سلول های MS توسط یک صفحه افقی که به دو بخش تقسیم می شوند. مکش هوا در این سلول ها، اجباری انجام می گیرد.





1-8-4-2- سلول هایی که با هوای فشرده کار می کنند:

در این سلول ها هوای فشرده، عمل به گردش درآوردن پالپ و اختلاط آن با هوا را انجام می دهد. هوای فشرده به مورد نظر مستقیما پالپ دمیده می شود و در واقع پروانه های مکانیکی در این سلول ها وجود ندارند. مقدار هوای ضروری جهت این سلول ها 4-1/4 مترمکعب در دقیقه در هر مترمربع از کف سلول می باشد.

1-8-4-3-سلول های پروانه دار که با هوای اضافه شده کار می کنند:

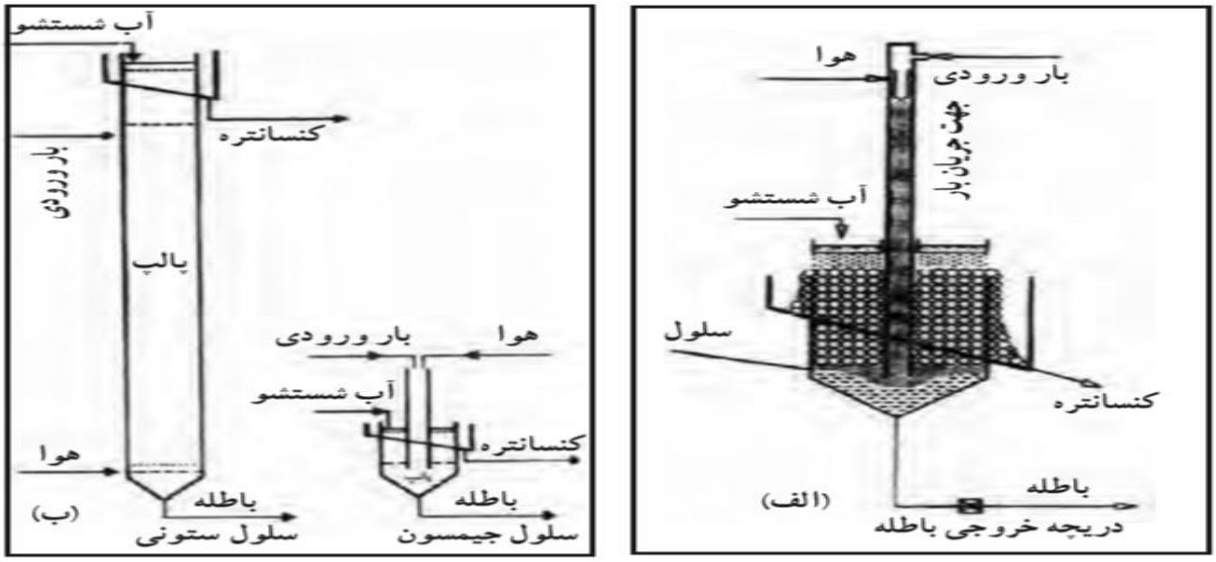
این نوع سلول ها در حقیقت مخلوطی از دو روش یاد شده است که در اثر حرکت پروانه ها و استفاده از هوای فشرده اضافه شده، عمل فلوتاسیون را انجام می دهد.

1-8-4-4- سلول های ستونی:

این سلول ها برای اولین بار در کانادا ساخته شد و طول آن ها به بیش از 10 متر و قطر آن ها به 2 تا 3 متر می رسد. همزن وجود ندارد و پالپ با هوای فشرده مخلوط و پس از شناور شدن با آب شسته شده و به همین دلیل کنسانتره بسیار پر خلوص تر از سلول های مکانیکی است.

1-8-5- مدار فلوتاسیون

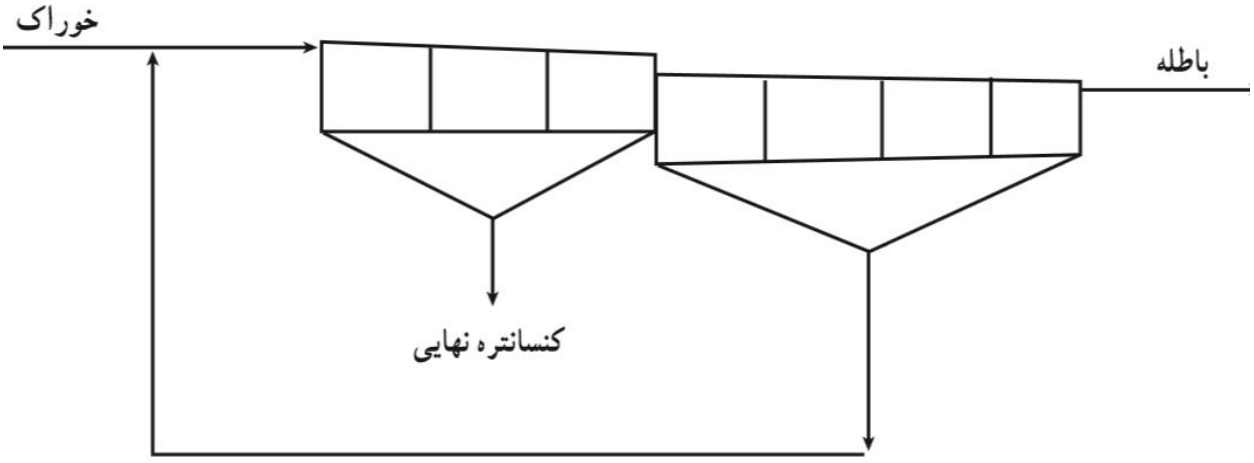
هر دستگاه فلوتاسیون شامل یک دستگاه مخلوط کننده می باشد که در آن مخلوط سنگ معدن سلول فلوتاسیون دنور و مواد شیمیایی را به هم می زنند و سپس مخلوط را وارد سلول های فلوتاسیون می کنند. دستگاه مخلوط کننده استوانه ای است کـه در داخل آن یک پروانه هم زن قرار دارد. مخلوط سنگ معدن و آب با نسبت معینی از قسمت پایین، وارد دستگاه شده،پس از مدت زمان مشخصی، از لبه ظرف خارج می گردد. مخلوط سپس وارد سلول ها شده، در آن جا، بخش مورد نظر شناور می شود. سلول ها معمولا یکی پس از دیگری قرار گرفته اند.



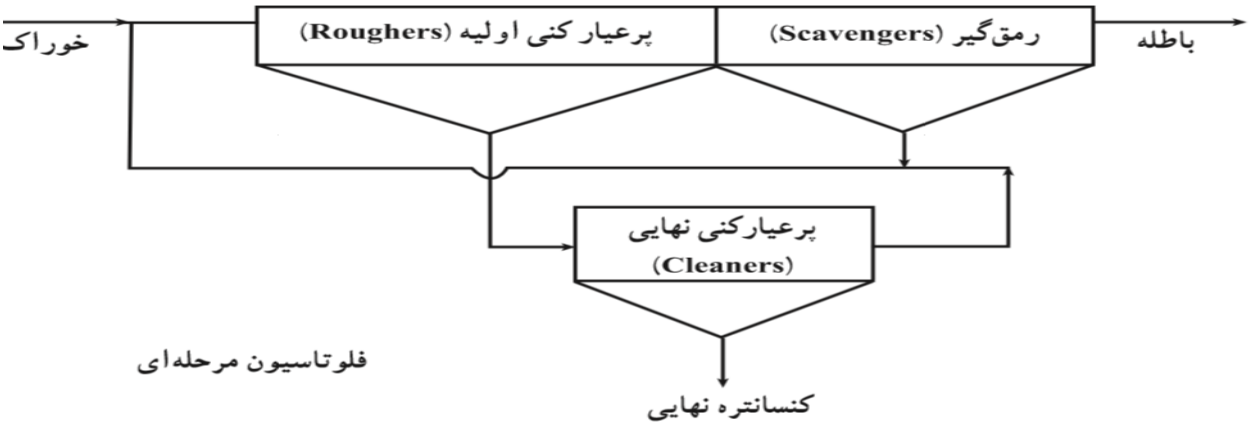
سلول‌های فلوتاسیون

سلول های فلوتاسیون به شکل های زیر به هم متصل می شوند ویک بانک رابه وجود می آورند.

الف) مدار ساده: در این نوع اتصال، فقط یک کنسانتره تشکیل می شود.



ب) فلـوتاسیون مرحـلـه ای شناور نمودن برای بـار دوم: این طریقه استخراج فقط یک کنسانتره مناسب است.

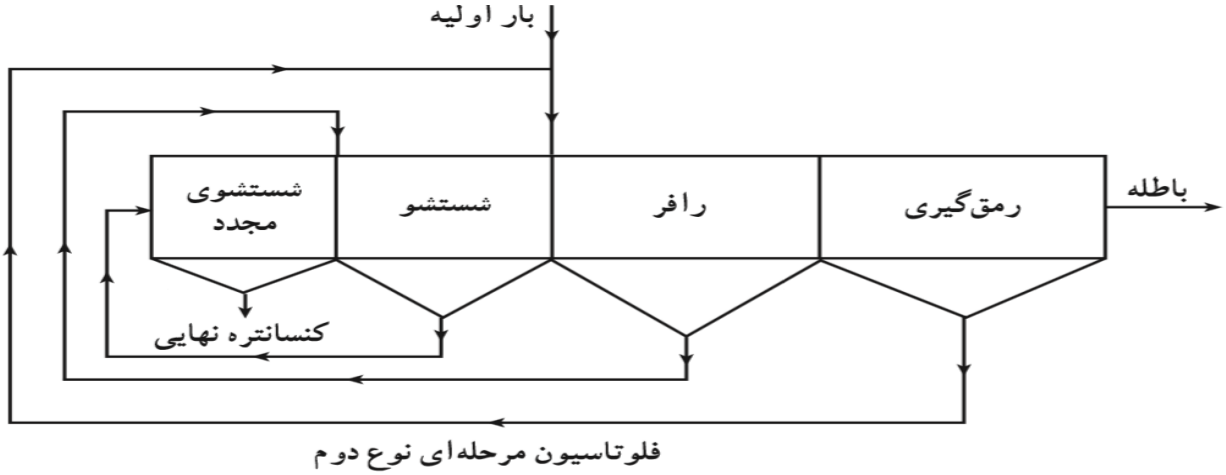


ج) فلوتاسیون مرحله ای

a: شناور نمودن کنسانتره برای بار اول؛

b: شناور نمودن کنسانتره پرعیار شده؛

c: شناور نمودن کنسانتره برای بار دوم؛



امروزه دربعضی نقاط عمل فلوتاسیون را با میزهای متحرک انجام می دهند، چنانکه مخلوط آب و ذرات را که قبلا با معرف ها و کلکتور لازم ترکیب شده اند، از درون ظرف مخلوط کننده، روی میزهایی از نوع ویلفلی می ریزند و به سطح میز نیز هوا می دهند؛ بدین ترتیب ذرات قابل شناور

شدن را از همان ابتدای میز جدا می کنند و سپس سایر ذرات در روی میز براساس وزن مخصوص طبقه بندی شده، جدا می شوند.

1-9-آب گیری

به طور کلی عملیات آب گیری با سه هدف زیر صورت می گیرد:

الف) کاهش مایع از مواد جامد همراه آن که در این حال مایع مورد نیاز می باشد و مواد جامد انباشت می شود.

ب) جدایش مایع از جامد که در این حال مقدار ماده جامد موجود در مایع افزایش می یابد.

ج) جدایش مواد جامد از مایع و نگهداری مایع.

بنابراین در کانه آرایی محصول نهایی به علت دارا بودن مقداری آب، مستقیما قابل استفاده نبوده و نهایتا عملیات آب گیری باید بر روی آن صورت گیرد. برای انجام عملیات آب گیری روش های مختلف و دستگاه های گوناگونی وجود دارد که بسته به نوع ماده معدنی و خواص آن می توان از هریک از آن ها یا تلفیقی از آن ها استفاده کرد.

1-10-انواع روش های آب گیری

1-10-1- روش لبریز کردن مواد:

هرگاه در مایعات دانه های جامد به صورت پراکنده باشند، بعد از مدتی دانه های درشت تر زودتر از دانه های ریز ته نشین می شود و با لبریز کردن مایعات، دانه های ریز از محیط خارج می شوند.

1-10-2- روش سانتریفوژ کردن:

با استفاده از نیروی گریز از مرکز، برای جدا کردن یا ته نشین کردن دانه های ریز جامد از مایعات، به وسیله چرخش مایع و ایجاد نیروی گریز از مرکز، ذرات به اطراف منتقل و از سوراخ های ریزی که در آن تعبیه شده از آن خارج می شود.

1-10-3- روش فشرده کردن:

برای جدایش جامد از مایع، از فشردن کردن پالپ با اجسام اسفنجی استفاده می کنند.

1-10-4- روش فیلتر کردن:

برای کاهش بیشتر رطوبت از صافی ها استفاده می شود.

1-10-5- روش حرارت دادن:

این روش براساس اصول فیزیکی تبخیر، استوار بوده و مایعات با دمادهی بخار شده و جسم جامد تا حد مورد نظر خشک می شود.

1-11-روش های آب گیری در سه مرحله صورت می گیرد.

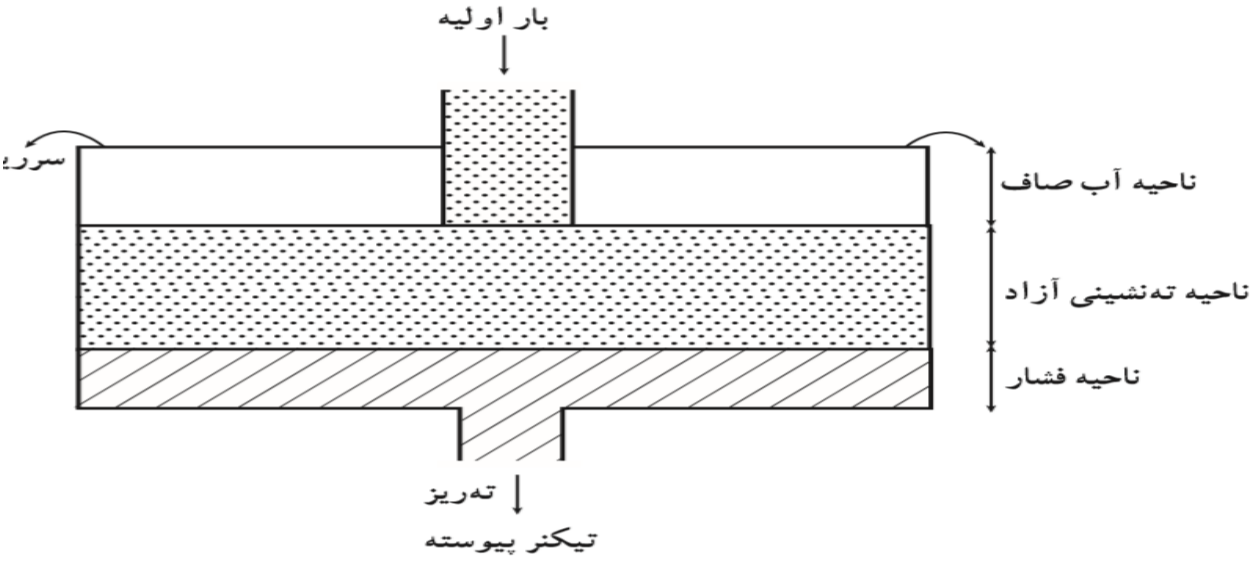
1-11-1- تیکنر کردن

1-11-2- فیلتر کردن

1-11-3- خشک کردن

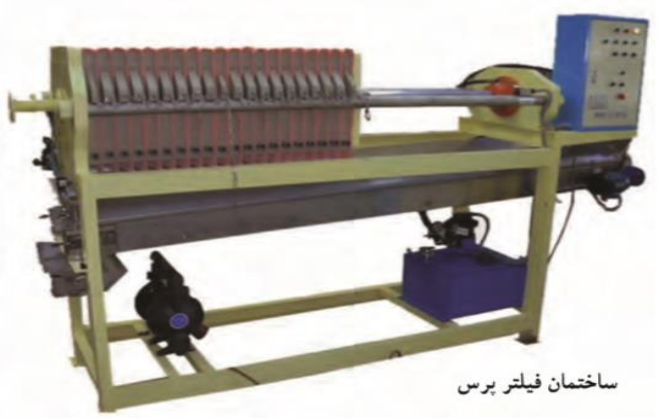
1-11-1-تیکنرها

در شرایطی که اختلاف چگالی جامد و مایع زیاد باشد تیکنر کردن، روش بسیار مناسبی است. با این عمل 55 تا 60 درصد آب کنسانتره گرفته می شود. با فیلتر کردن رطوبت تا 10 درصد نیز می رسد که در مرحله بعدی با روش خشک کردن به زیر 0/5 درصد کاهش می یابد. در تیکنر کردن چنانچه سرعت ته نشینی ذرات کم باشد با اضافه کردن مواد آلی (فلوکولاسیون) و موادمعدنی (کواگولاسیون) سرعت ته نشینی را افزایش می دهند. در تیکنر کردن عملیات ته نشینی در حوضچه هایی انجام می شود که به آن تیکنر می گویند. در طی عملیات، ذرات ته نشین شده و با درصد جامد مورد نظر از انتهای آن خارج و آب نیز جهت تصفیه و برگرداندن به کارخانه در حوضچه های دیگر وارد می شود.

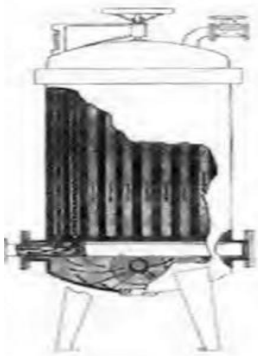


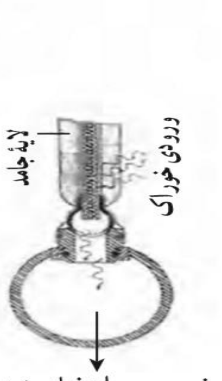
1-11-2- فیلترها

فیلترها از دستگاه های متداول صنعتی، جهت جداسازی مواد جامد موجود از سیال می باشند. به علت کاربردهای گوناگون، این دستگاه ها امروزه در اشکال مختلف ساخته شده و جهت مصارف گوناگون مورد استفاده قرار می گیرند. عمل فیلتراسیون را می توان به عبور سیال حاوی مواد جامد از یک بستر ثابت با یک غشاء که ابعاد خلل و فرج های آن کوچکتر از اندازه جریان ورودی ذرات جامد می باشد، تشبیه نمود. در نتیجه سیال از این بستر عبور کرده و مواد موجود در آن برجا می ماند. معمولا به فیلتر، تحت فشار می باشد تا عمل عبور از غشاء سریع تر انجام گیرد. با گذشت زمان مواد جامد که باقی می ماند، به تدریج منافذ عبور سیال را مسدود می کند و افت فشار در فیلتر را بالا می برد؛ لذا باید سطح فیلتر را از مواد جامد پاک نمود تا جریان مجددا در فیلترها برقرار گردد. سعی بر آن است که سطح فیلتر را زیاد کنند تا مقدار جریان افزایش یابد. فیلترها به دو نوع پیوسته و غیرپیوسته تقسیم می شوند. انتخاب فیلترهای غیرپیوسته، بیشتر بر ملاحظات اقتصادی استوار است. جریان ورودی به این فیلترها می تواند با اعمال فشار یا خلا درون فیلتر یا با استفاده از نیروی وزن مواد، انجام شود. فیلترهای صفحه ای استوانه ای و لوله ای را از نوع غیرپیوسته و فیلترهای تسمه ای را ازنوع فیلترهای پیوسته مشخص کرده اند.

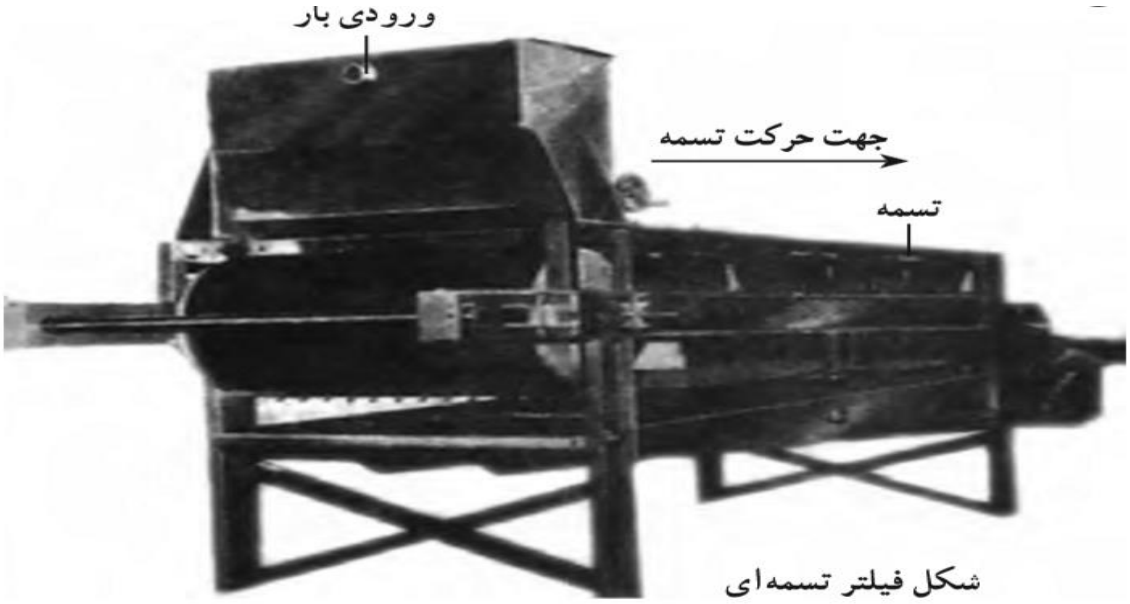


ساختمان فیلتر پرس





خروجی مواد فیلتر شده

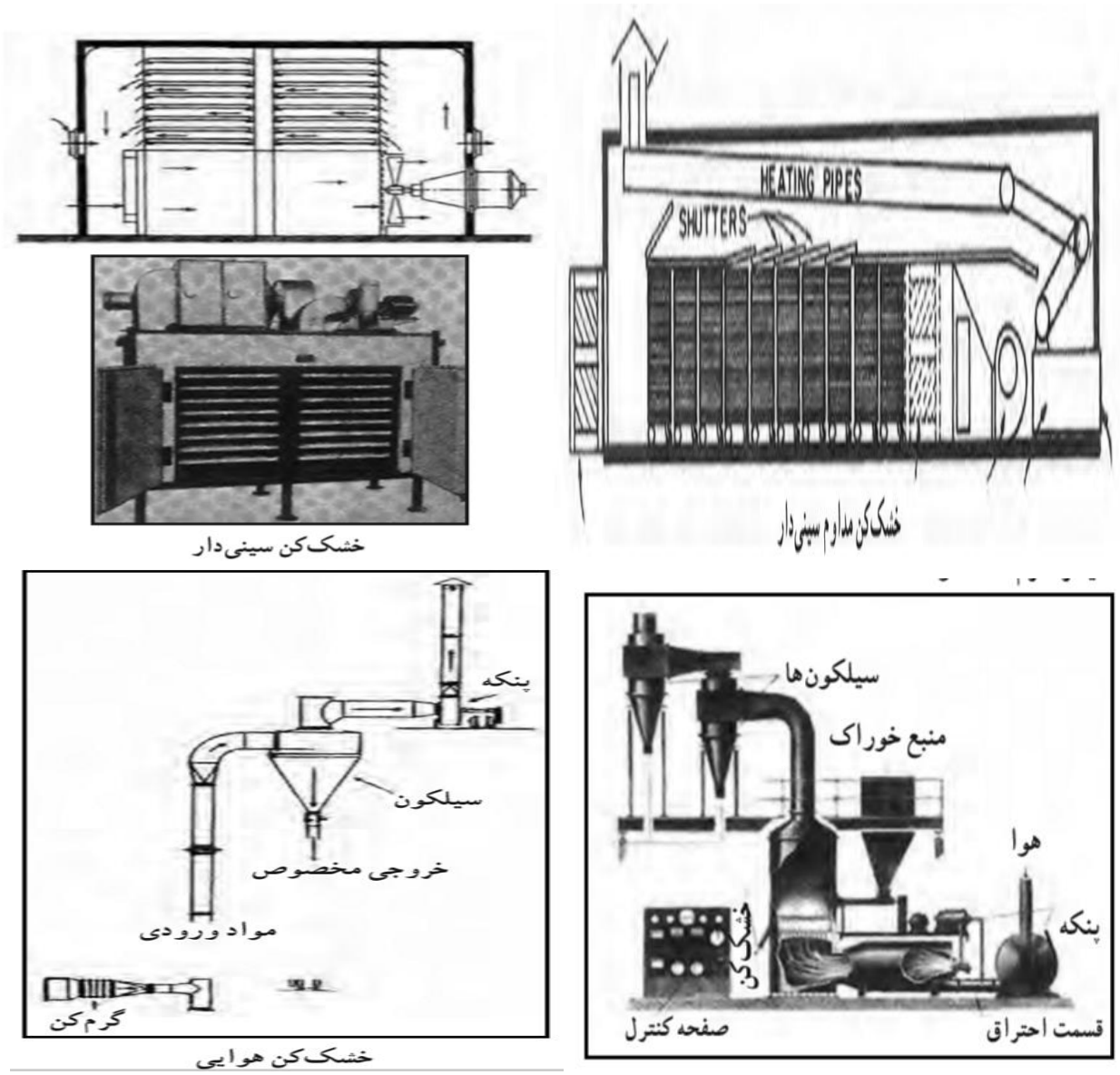


شکل فیلتر تسمه‌ای

1-12-خشک کن

خشک کن ها دستگاه هایی هستند که به منظور جدا کردن مایع از مواد جامد مرطوب، مورد استفاده قرار می گیرند. چون در مواردی کنسانتره به دست آمده از فلوتاسیون محتوی میزان قابل توجهی رطوبت است، لذا ضرورت ارسال آن ها به دستگاه های خشک کن محسوس است. خشک کن ها امروزه انواع مختلفی دارند و با توجه به چگونگی رفتار ماده مرطوب در طی خشک شدن و خواص

فیزیکی و شیمیایی آن در خطوط تولید قرار می گیرند. خشک کن ها نیز مانند فیلترها به دو نوع غیرپیوسته و پیوسته تقسیم می شوند.



1-13-کوره ها

اکسیداسیون شیمیایی سوخت ها یا با استفاده از کوره ها دستگاه هایی هستند که به وسیله الکتریسیته در آن ها گرما تولید می شود. قسمت اعظم کوره هایی که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند، براساس اکسیداسیون سوخت های گازی و یا مایع عمل می کنند. بدیهی است که در این حالت، تأمین اکسیژن مورد نیاز سوخت نقش مهمی در عملکرد کوره خواهد داشت. قسمت احتراق سوخت در کوره مشعل نام دارد. و آن چه برای مشعل مهم است، اختلاط کامل سوخت و هوابه نسبت معین است. با توجه به نوع سوخت و مواد حاصل از احتراق سوخت، انواع مختلف کوره

با متعلقات و دستگاه های کنترل مختلف ساخته می شوند. امروزه در اکثر صنایع، نیاز به منابع گرمایی وجود دارد. در فرآوری مواد معدنی نیز این نیاز وجود دارد. از جمله در کارخانه های زغال شویی کوره هایی با حرارت 1000-1200درجه سانتی گراد هوای گرم را جهت خشک کردن زغال سنگ کنسانتره که تا حدود20 درصد رطوبت دارد، تأمین می کند. در هر صورت برحسب نوع نیاز و مورد مصرف، انواع و اقسام از کوره های مختلف وجود دارد که ساختمان هریک از آن ها دارای ویژگی های خاصی است. مثلا کوره های الکتریکی برای خالص کردن بسیاری از مواد معدنی استفاده می شود.

1-14-استفاده از کلیه روش های گفته شده در زغال شویی زرند

در مورد شستشوی زغالسنگ در معادن زرند نیز متخصصین امر بعد از مطالعات فراوان ،روشهایی را برای شستن زغال سنگ در معادن برگزیدند. که جهت آگاهی از ان روش ها ا قدام به تهیه مطلبی هر چند کوتاه گردید .که به شرح ذیل می باشد.

یکی از مهمترین اهداف شستشوی زغالسنگ، بهبود کیفیت زغال در تهیه کک متالوژی به منظور تولید فولاد است. در تهیه کک متالوژی، شستشو زغال جایگاه ویژه ای دارد. به عنوان مثال وجود خاکستر وعناصر مضر مشکلات زیر را پدید می آورد.

الف)خاکستر موجود در زغالسنگ مصرف مواد را بیش از حد افزایش می دهد.

ب)با افزایش یک درصد خاکستر زغال کک شو ، تولید فولاد به میزان قابل توجهی کاهش می یابد

ج)خاکستر زیاد حجم سر باره را افزایش می دهد.

د)اکسایش کک افزایش می یابد.

ه)حساسیت وکار آیی کوره کاهش می یابد.

و)وجود گوگرد بیش از حد استاندارد،باعث تردی وشکنندگی آهن می شود وخوردگی فولاد را نیز افزایش می دهد.

بنابر این تهیه کک متالوژی با شرایط فنی قابل قبول بدون عملیات شستشو امکان پذیر نیست.به همین دلیل باعث احداث کارخانه زغالشویی در زرند که به روش مکانیزه استخراج می گردد شد. وطبق انتخاب وطراحی که انجام گردیده است عملیات شستن زغال وتهیه کک به دوروش ،شستشو به روش واسطه سنگین وفلوتاسیون زغال انجام خواهدگرفت . که در ادامه بحث به آن خواهیم پرداخت.

با توجه به مطالعات انجام شده نتایج زیر به دست آمده است.

الف)متوسط خاکستر در حدود 30 درصد

ب)متوسط گوگرد در حدود 3/5 درصد

ج)حدود 20 درصد گوگرد موجود در زغال ماهیت آلی وبقیه ماهیت پیریتی دارد

د)متوسط میزان فسفر حدود0/016 درصد

ه)حدود 25 درصد بار اولیه را ذرات 0/5 میلیمتر به خود اختصاص می دهد و لزوم طراحی مدار فلوتاسیون دو مرحله ای را مشخص می سازد

و)طراحی مدار شستشو برای ذرات درشت تر از 0/5 میلیمتر با روش واسطه سنگین امکان پذیر است.

چ)دستیابی به کنسانتره ای با خاکستر 10 درصد وگوگرد 1/1 درصد وبازیابی حدود 75 درصد امکان پذیر است

در تجارت بین المللی زغالسنگ ، ز غال کک شو باید مشخصات زیر را داشته باشد.

الف) خاکستر :6درصد

ب) رطوبت : 5 درصد

ج) گوگرد : 1 درصد

د) مواد فرار : 23 درصد

ه) دانه بندی : زیر 23 میلیمتر

ایران از نظر دخایر زغالسنگ مقام سی وپنجم واز دید گاه تولید، رتبه سی وهفتم را دارد. اکتشاف ، استخراج وشستشوی زغال سنگ در ایران بیشتر به منظور تولد کک متالوژی است وبه دلیل وجود نفت وگاز فراوان ، اهمیت سوختی ندارد. ایران یکی از واردکنندگان زغال کک شو از کشورهایی مانند آلمان واسترالیا است.

زغالسنگ استخراج شده از معدن شماره یک بوسیله کنویر از اسلوپ شماره 3 به سمت زغالشویی ویا در شرایط اضطراری به سمت دپوی موقت حمل می گردد .

زغالسنگ ابتدا وارد قسمت سنگ شکن می شود . سنگ شکن این زغالشویی از نوع سنگ شکن چرخشی (برادفورد) می باشد این سنگ شکن از یک سیلندرخارجی تشکیل شده است که سیلندر مشبک دیگری در داخل آن می چرخد. بار اولیه از یک قسمت وارد شده وبر اثر چرخش دستگاه ، ضربه های ناشی از قطعات دیگر وپرتاب ناشی از تاثیر نیروی ثقل ، خرد می شوند. سرعت دستگاه معمولاً 12 تا 18 دور در دقیقه است سیلندر مشبک دستگاه ، چشمه هایی در حدود 38 میلیمتر دارد که زغال پس از خردایش ، از چشمه ها عبور می

کند وبه نوار نقاله ، انتقال می یابد. مواد سخت تر از زغال که درشت تر از چشمه ها باشند از انتهای دستگاه خارج می شوند . و از طریق نوار نقاله مستقیماً به دپوی مواد باطله هدایت می گردند.

زغالسنگ خرد شده بعد از این مرحله وارد قسمت دانه بندی می گردد.دانه بندی یکی از مهمترین مراحلی است که در کلیه عملیات استخراج وشستشو کاربرد وسیعی دارد وشامل جدایش ترکیبی از مواد ناهمگن به دو گروه ابعادی درشت وریز است. اهداف این مرحله شامل موارد زیر می باشد.

1.جلوگیری از ورود ذرات بسیار ریز موجود در بار اولیه زغال به منظور افزایش ظرفیت وبازدهی وکاهش خفگی در محفظه دستگاه وجلوگیری از خرد شدن مجدد ذرات.

2.دانه بندی زغال پس از مراحل خردایش به منظور تهیه بار اولیه دستگاههای ثقلی مانند واسطه سنگین ،جیگ وغیره.

3. بازیابی ذرات تشکیل دهنده واسطه سنگین (مانند ذرات منیتیت) از دو بخش کنسانتره وباطله زغال.

4. دانه بندی زغال به ابعادی که قابل فروش باشد.

5.آبگیری از زغال.

6. طبقه بندی به منظور سنگ جوری قطعات ناخالص باقی مانده بر روی سرند.

سرندهایی که در صنایع شستشوی زغال به می روند به شش گروه تقسیم می شوند.

1. سرندهای جدا کننده (per wet screen). برای جدایش ناخالصیها از نرمه های زغال قبل از عملیات خردایش.

2. سرندهای آماده ساز، برای طبقه بندی زغال به رده های مختلف به منظور شستشو با وسایل مختلف (واسطه سنگین ، فلوتاسیون)

3. سرندهای مقدماتی تر، برای حذف نرمه های زغال قبل از جدایش مکانیکی ذرات زغال.

4. سرندهای واسطه سنگین ، به منظور بازیابی واسطه سنگین واستفاده مجدد آن در مدار شستشو.

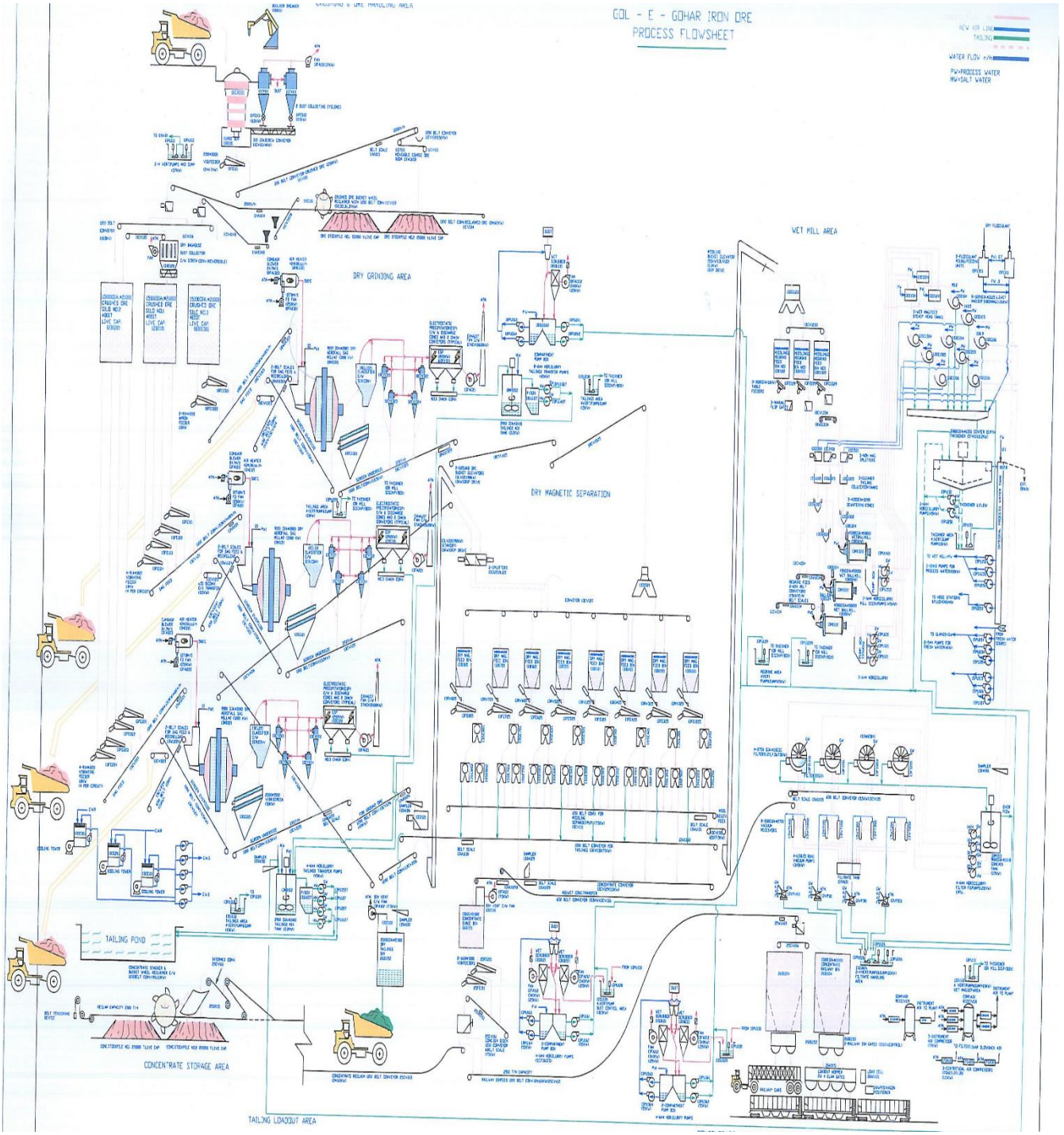
5. سرندهای نرمه گیری ، برای نرمه زدایی زغال.

6. سرندهای آبگیری، برای جدایش آب از زغال.

سرندها معمولاً سطحی دارند که در آن تعداد زیادی چشمه با ابعاد واشکال مختلف (مانند میله های فولادی) ، صفحات مشبک فولادی با چشمه های مربعی، مستطیلی و دایره ای با سیم های بافته شده از جنس فولاد، مس یا برنز ویا از الیاف های غیر فلزی ، تعبیه شده است. زغالی که با سطح سرند تماس حاصل می کند بسته به بعضی پارامترها یا در سطح سرند باقی می ماند ویا از آن عبور می کند . ذراتی که ابعادشان در حدود 0/5 تا 1/5 برابر چشمه سرند است به ذرات نزدیک به چشمه سرند اطلاق می شود.این مواد به ندرت از چشمه سرند عبور می کنند وباز دهی عملیات سرند را کاهش می دهند . با ارتعاش سرند، حرکت زغال در سطح سرند آغاز می شود، به گونه ای که ذرات درشت در سطح فوقانی

وذرات ریز با عبور از ذرات درشت تر در قسمت تحتانی سرند قرار می گیرند (لایه بندی سرند) بدون لایه بندی احتمال عبور ذرات بسیار کم است .

فلوشیت کارخانه زغال شویی زرند



دیباچه

زغال سنگ دارای یک تاریخچه طولانی ومتنوع است.برخی مرخان بر این باورند که زغالسنگ برای اولین بار به صورت تجاری در چین مورد استفاده قرار گرفت.گزارش ها نشان می دهد که زغال سنگ را در شمال شرقی چین برای ذوب مس وضرب سکه درحدود 1000سال پیش از میلاد تهیه می کردند.یکی از قدیمی ترین مراجع شناخته شده برای زغالسنگ توسط فیلسوف ودانشمند یونانی ارسطو نوشته شده که در آن در مورد زغال سنگ به این گونه اشاره می کند که:خاکسترهای زغال یافت شده در میان خرابه های رومیان نشان می دهد که آن ها از ابرژی زغالسنگ در حدود 400 سال بعد از میلاد استفاده می کردند.وقایع تاریخی قرون وسطا اولین مدرک از استخراج زغالسنگ در اروپا وحتی تجارت بین المللی زغالسنگ را نشان می هد ،تجارتی که درآن زغالسنگ لایه ای رخنمون دار درسواحل انگلیس جمع آوری وبه بلژیک صادر می شد.

با روند روزافزون صنعتی شدن اکثر کشورهای در حال توسعه و افزایش جمعیت در جهان، نیاز به انواع مختلف انرژی مخصوصاً انرژی الکتریکی روز به روز در حال افزایش است. با وجود پیشرفت فناوری‌های نوین که استفاده از انرژی‌های نو و انرژی‌های تجدیدپذیر را مقدور می سازند، هنوز سوخت‌های فسیلی جزء منابع انرژی هستند که بیشترین نیاز صنعت را فراهم می سازند.

با توجه به تجدیدناپذیر بودن این منابع و ارزش بالای صنعتی این مواد به عنوان ماده اولیه، استفاده بهینه و افزایش راندمان مصرف این مواد هم‌اکنون سرلوحه کار بسیاری از مراکز تحقیقاتی و پژوهشی جهان است.

زغال‌سنگ از جمله منابع انرژی است که از دیرباز مورد استفاده بشر بوده است و با توجه به اثرات سوء زیست‌محیطی ناشی از فرآیند احتراق زغال‌سنگ، کوشش‌های فراوانی به منظور ابداع روش‌ها و فن‌آوری‌های نوین درجهت کنترل و کاهش آلودگی حاصل از این فرآیند و افزایش راندمان آن صورت گرفته است. این تلاشها با نوسانات قیمت سایر انواع سوخت‌های فسیلی و تصویب قوانین سختگیرانه زیست‌محیطی در سالهای اخیر از روند رو به رشدی برخوردار بوده است. غنی بودن کشور ما ایران از منابع نفت و گاز سبب شده است که صنعت‌برق از ابتدای تاسیس به دلیل سهولت دسترسی و هزینه پایین، بیشتر از منابع نفت و گاز جهت تولید الکتریسیته استفاده کرده و از منابعی

نظیر زغال‌سنگ کمتر استفاده می‌شود. روند رو به رشد صنایع پتروشیمی در جهان و قابلیت تبدیل فرآورده‌های نفتی به مواد با ارزش افزوده بالاتر باعث شده است که در کشورهای پیشرفته جهان استفاده از این مواد به عنوان سوخت به تدریج تقلیل یابد به طوری که د رحال حاضر ایالات متحده که بر حسب آمار جزء ده کشور غنی از منابع نفت و گاز است قسمت عمده الکتریسیته تولیدی (56 درصد) از زغال سنگ ایجاد کند.

با توجه به اطلاعات اخذ شده از وزارت صنایع و معادن، ایران دارای معادن عظیم زغال‌سنگ است به طوری که تنها در منطقه طبس در استان یزد معادنی با ذخیره بیش از یک میلیارد تن برآورد شده است وجود منابع عظیم زغال سنگ درکشور و خصوصاً در منطقه طبس ضرورت استفاده بهینه و بهره‌برداری از این موهبت الهی را ایجاب می‌کند. میزان ذخایر زغال‌سنگ این معادن بسیار بالاتر از مقدار مورد نیاز صنایع فولاد است استفاده از انرژی حرارتی این مواد و تولید الکتریسیته به عنوان یک آلترناتیو مهم در برنامه‌های دولت مطرح است. با توجه به اینکه ایران دارای ذخایر عظیم گاز نیز است استفاده از زغال‌سنگ به عنوان سوخت ممکن است در نظر اول از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر نباشد. با اینحال با توجه به سهولت صادرات نفت و گاز نسبت به زغال‌سنگ با در نظر گرفتن ارزش افزوده حاصل از صادرات نفت و گاز و ضرورت بهره‌برداری از این منابع، بررسی راهکارهای موجود در جهت استفاده بهینه و ایمن از منابع زغال‌سنگ ضروری است. در این مقاله یک روش مناسب که اخیراً در کشورهای اروپایی و آمریکا برای استفاده از انرژی حرارتی زغال مطرح است معرفی شده است.

2- علت کاهش استفاده از زغال سنگ برای تولید انرژی

جلوگیری از آلودگی هوا، محیط زیست باعث کاهش استفاده از زغال سنگ برای تولید انرژی شده است – زیرا زغال سنگ وقتی که می سوزد گازهای آلوده کننده ی زیادی وارد هوا می کند

در اوایل سال 1356هخ(1977م) گزارشی از فرهنگستان علوم آمریکا چنین نتیجه گیری می کرد که " عامل اصلی محدود کننده در تولید انرژی از سوخت های فسیلی در قرن های بعدی ممکن است به علت تاثیرات اقلیمی آزاد سازی گاز دی اکسید کربن باشد."

امروزه این امر کاملا مشهود است. تغییر دمای کره زمین در رابطه با افزایش CO_2 یک عامل مهم برای مقایسه زغال سنگ و انرژی هسته ای برای تولید برق است. افزایش میزان CO_2 ناشی از سوختن سوخت های فسیلی حدود 25میلیارد تن در سال است. حدود 38 درصد این مقدار از زغال سنگ و 43 درصد آن از نفت به وجود می آید. هر نیروگاه برق با MWe1000 که با سوخت زغال سنگ کار می کند، حدود 7 میلیون تن CO_2 در سال آزاد می کند. اگر زغال سنگ غیر مرغوب استفاده شود، این مقدار بیشتر می شود. در حالی که چنانچه از اورانیم استفاده شود این امر هرگز اتفاق نمی افتد.

در ازاء مصرف هر 22 تن اورانیوم(26 تنU_3O_8) در یک راکتور آب سبک نسبت به زغال سنگ حدود یک میلیون تن CO_2 کمتر تولید می شود.

امروزه توافق هایی وجود دارد که بر اساس آنها استراتژی و راهبردهایی در خدمت گرفته شوند که از انباشتگی CO_2 کاسته شود. استفاده گسترده از اورانیوم به عنوان سوخت، یکی از این راهبردها است

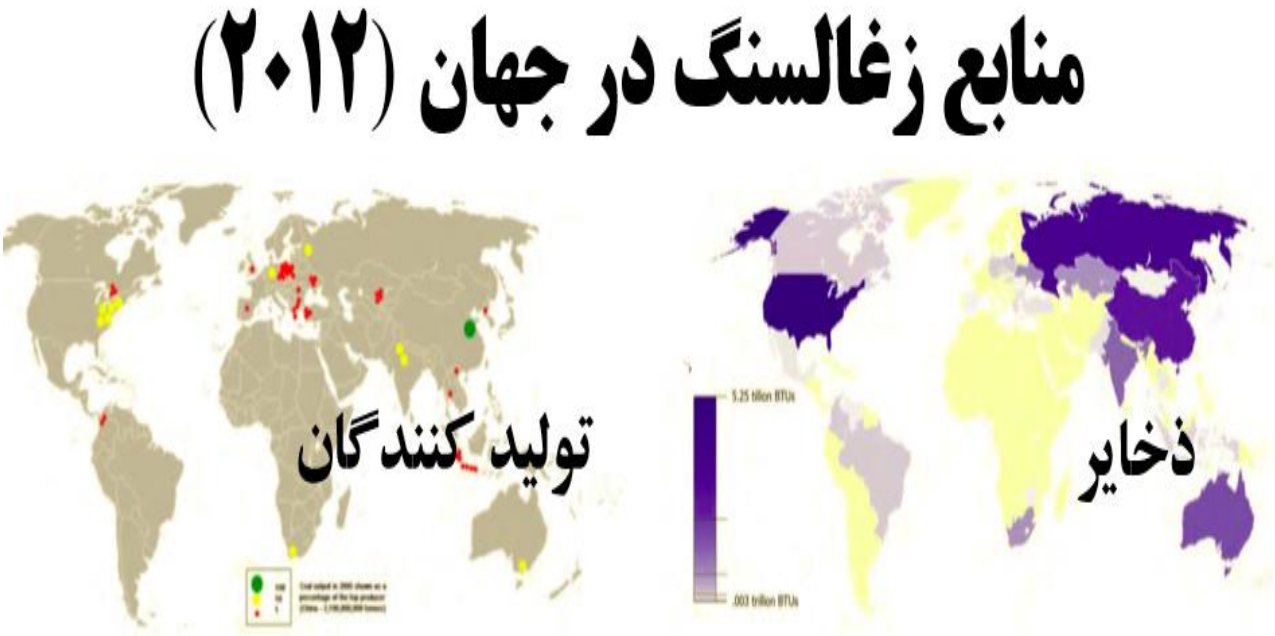
تابش و اثرات سلامتی

در اینجا تاکید بر روی مقایسه یک نیروگاه هسته ای با نیروگاه با سوخت زغال سنگ برای تولید برق است. معمولا خطرات مربوط به سلامت شغلی با توجه به نرخ مرگ و میر ناشی از حوادث سنجیده می شود. اما امروزه در بکار گیری این روش به ویژه در ارتباط با انرژی هسته ای و اثرات تاخیری تابش های هسته ای و همینطور سرطان زایی مواد رادیو اکتیو بیشتری وجود دارد. بیشتر آمار های مربوط به حوادث شغلی، به عملکرد راکتورهای هسته ای امریکا و انگلیس در چهل سال گذشته مربوط می شوند. این موارد می توانند با موارد مربوط به تولید برق از زغال سنگ مقایسه شوند. همه این شواهد نشان می دهند که استفاده از انرژی هسته ای بدین منظور روش ایمن تری است.دلیل اصلی که از محبوبیت زغال سنگ می کاهد، مقدار بسیار زیاد آن است که باید استخراج و به یک نیروگاه برق منتقل شود. استخراج مقدار زیاد مورد نیاز این ماده به هر حال خطرات زیادی را نیز در بر دارد و این مورد در آمارها نیز در نظر گرفته شده است.

بزرگترین تولید کنندگان زغالسنگ جهان

بر طبق آمار منتشر شده از طرف انستیتو جهانی زغالسنگ(World Coal Association)

پنج کشور بزرگ تولید کننده زغالسنگ جهان در سال 2011 میلادی به شرح زیر هستند:



- امریکا: ۲۸/۵ درصد
- روسیه: ۱۸/۹ درصد
- چین: ۱۳/۸ درصد
- اروپا: ۱۰/۷ درصد
- استرالیا: ۹/۲ درصد
- هند: ۷/۳ درصد

- چین: ۴۹/۵ درصد
- امریکا: ۱۴/۱درصد
- هند: ۵/۶ درصد
- اروپا: ۴/۲ درصد
- استرالیا: ۵/۸ درصد
- روسیه: ۴ درصد

چین	3471 میلیون تن
ایالات متحده آمریکا	1004 میلیون تن
هندوستان	585 میلیون تن
استرالیا	414 میلیون تن
اندونزی	376 میلیون تن

تاریخچه مختصر شرکت معادن زغالسنگ کرمان

در سال‌های 45-1344 همزمان با تاسیس کارخانه ذوب آهن اصفهان جهت تامین انرژی مورد نیاز کارخانه مذکور اکتشاف و بهره‌برداری از معادن زغالسنگ کرمان در برنامه‌های دولت وقت قرار گرفت. لذا با توجه به اطلاعات اولیه و گزارشات کارشناسان زمین‌شناسی که به وجود زغالسنگ در شمال استان کرمان اشاره نموده بودند مطالعات زمین‌شناسی در این محدوده در قالب شرکتی به نام شرکت زغالسنگ کرمان وابسته به شرکت ذوب آهن ایران آغاز شد.

این شرکت با همکاری کارشناسان شوروی سابق موفق به اکتشاف زغالسنگ در فاصله70 تا 190 کیلومتری شمال غرب مرکز استان با وسعت بیش از 800 کیلومتر مربع در70 تا 190 کیلومتری شمال غرب مرکز استان با وسعت بیش از 800 کیلومتر مربع در تشکیلات رسوبی تریاس و ژوراسیک گردید.

شرکت زغالسنگ کرمان هم‌اکنون در پنج منطقه معدنی (هشونی/همکار/پابدانا/کمسار و آبنیل/ هجدک) و کارخانه زغالشویی زرند فعالیت می‌نماید.

سهم زغالسنگ در تولید انرژی برق

در بسیاری از کشورهای جهان زغالسنگ مهمترین منبع انرژی مورد استفاده برای تولید برق در نیروگاه‌ها است. در ادامه سهم زغالسنگ در تولید انرژی برق در بعضی از کشورها ارائه شده است

(این آمار مربوط به سال 2010 میلادی است)

:

آفریقای جنوبی	93 درصد
لهستان	88 درصد
چین	78 درصد
استرالیا	77 درصد
هندوستان	68 درصد
آمریکا	45 درصد

معادن زغالسنگ طبس

حوضه زغالدار طبس با وسعتی بالغ بر 30 هزار کیلومتر مربع با ذخیره اکتشافی 2.5 میلیارد تن زغالسنگ کک‌شو و زغالسنگ حرارتی در چهار ناحیه پروده و نایبند و مزینو و آبدوغی یکی از بزرگترین ناحیه‌های زغالی در خاورمیانه می‌باشد که از سال 1357 عملیات اکتشافی و شناسایی روی آن انجام گرفته و هم اکنون نیز ادامه دارد. با توجه به بررسی به عمل آمده و به منظور تامین نیاز زغالسنگ کک‌شو صنعت فولاد ایران ناحیه پروده با وسعت 1200 کیلومتر مربع و ذخیره زمین‌شناسی 1.1 میلیارد تن به عنوان بزرگترین حوضه زغالسنگ کک‌شو ایران معرفی و از سال 1371 مطالعات امکان‌پذیری و بهره‌برداری از آن به روش استخراج تمام مکانیزه آغاز گردیده است و در نتیجه در قالب فاز یک با تولید 1.5 میلیون تن زغالسنگ خام (750 هزار تن کنسانتره) از پروده یک و فاز 2 با تولید 900 هزار تن زغالسنگ خام (450 هزار تن کنسانتره) از پروده چهار جمعا2.4 میلیون تن (1.2 میلیون تن کنسانتره) طراحی معدنی گردیده است.

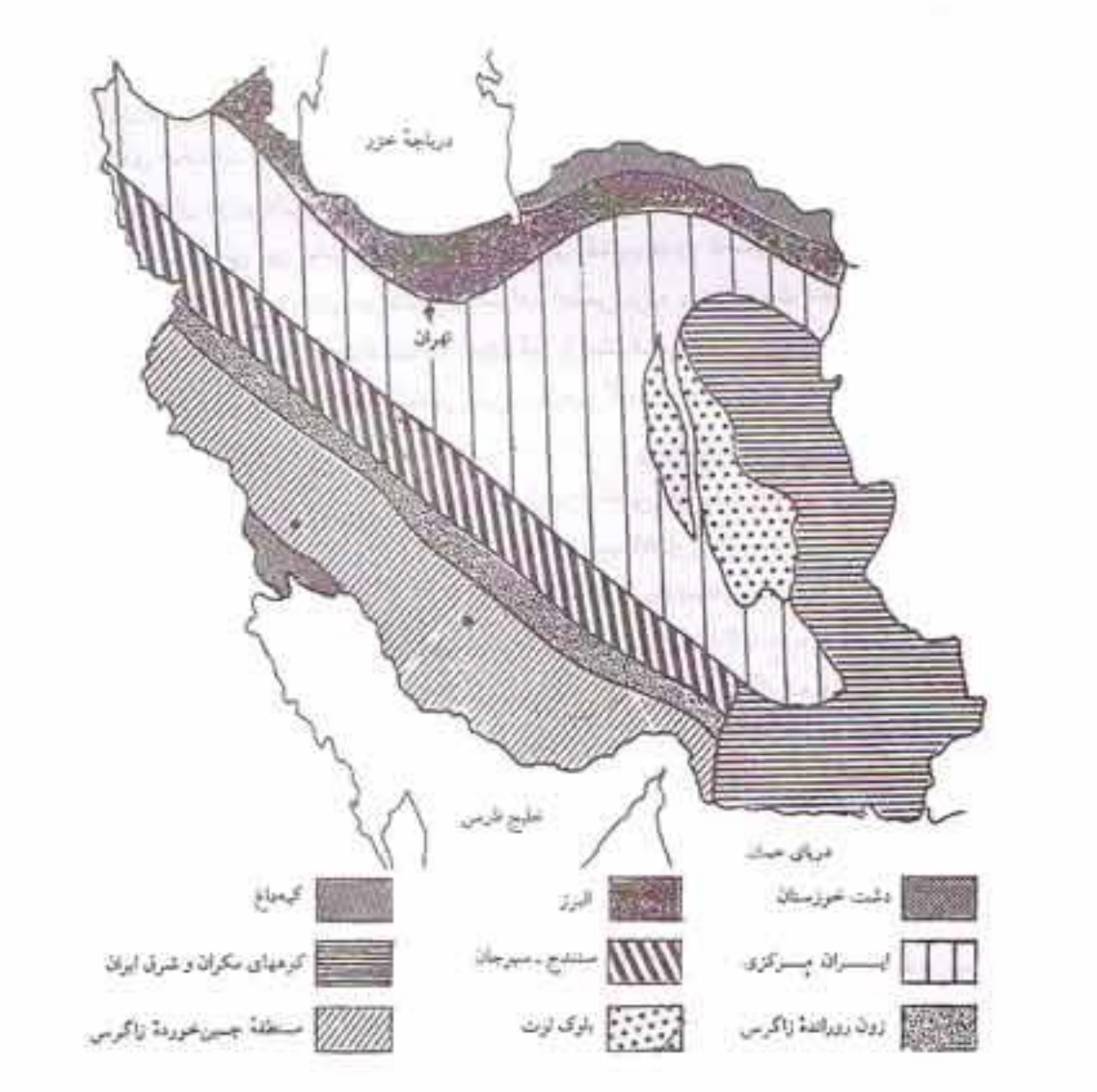
مناطقی که در ایران دارای ذخایر زغالسنگ هستند شامل موارد زیر می باشد:

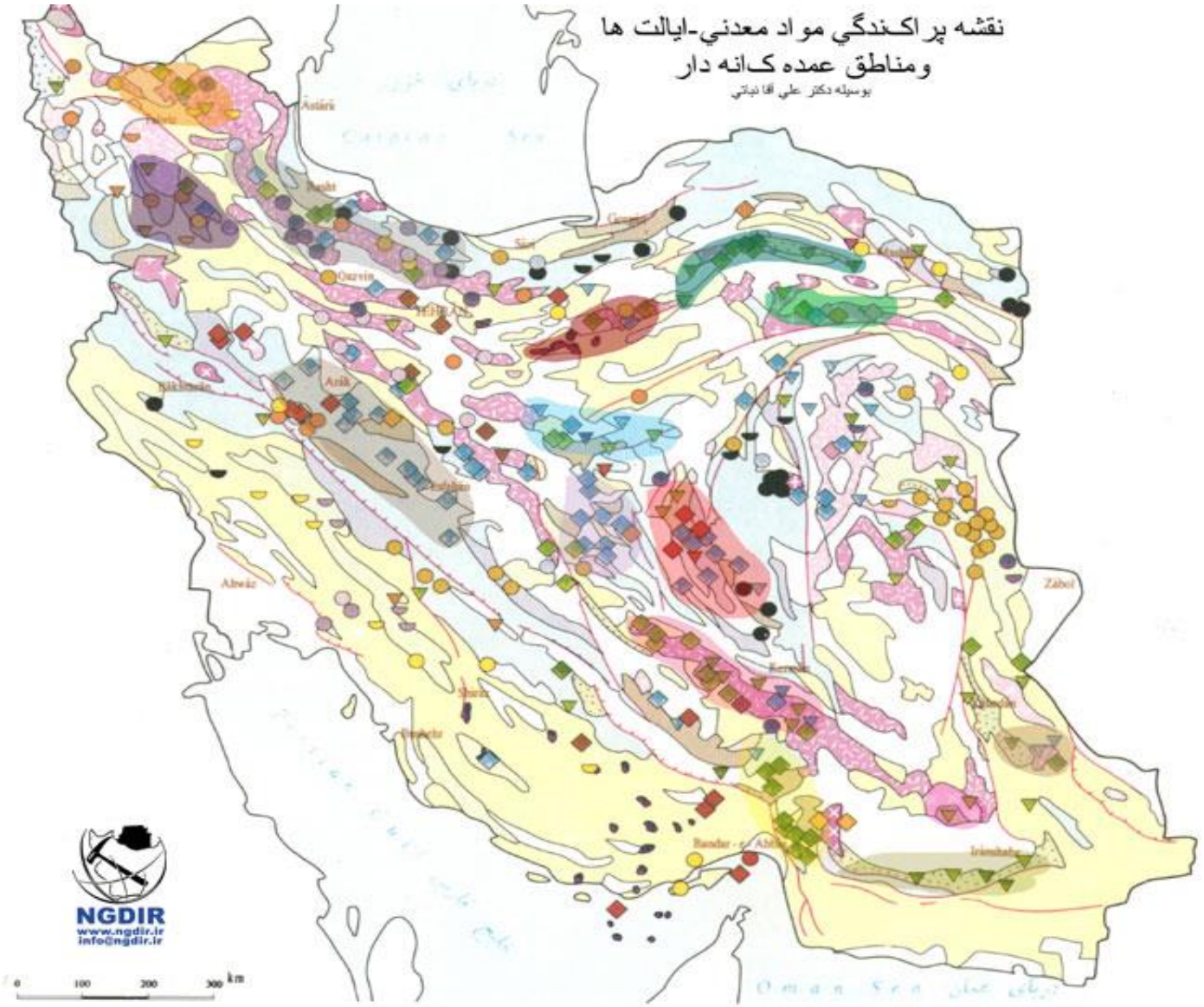
1) طبس

2)البرز مرکزی

3)کرمان

4)البرز شرقی وغربی





زمين شناسي

- کنوازئر
- ترسي بر
- مزوزوئيک- ترسي بر
- مزوزوئيک
- پالئوزوئيک- مزوزوئيک
- پالئوزوئيک
- پرکامبرين- پالئوزوئيک
- پرکامبرين

سنگهاي آذرين

- سنگهاي اسيد
- سنگهاي متوسط
- سنگهاي قليايي
- آميزه افيوليتي

کانه هاي فلزي

- مس
- سرب وروي
- کروميت
- مولبيدن - تنگستن
- آهن
- منگنز
- آلومينيوم
- اورانيوم
- طلا - پلاتينيت
- کبالت - نيکل
- تيتانيوم
- آزمعدني فلزي

کانه هاي غيرفلزي

- رس - کائولن - مشيريت
- باريت - سلستين
- فيروزه
- فلوئوريت
- قيقات
- گرافيت - پيريت - آرسنيک
- پتانسيل - پتاتوليت - زاج
- براکسي - فلورين
- خاک سرخ
- تالک - دياتومه - سيليس
- ذغال سنگ - مواد قيري
- نمک
- آزمعدني غيرفلزي

ايالت هاومناطق کاني زايي

- حوزه سرب و روي-اورانيوم-خمقات-خاک‌هاي نادر کرمان-خاق
- حوزه طلاي آرسنيک-جيوه-تنيتوان قروه-مذکان
- حوزه سرب وروي مالير -اصفهان
- حوزه کروميت دار قطقط-خاريات
- حوزه طلاي اپي ترمال-تنيتوان-مس توده اي کاشمر - تربت حيدريه
- حوزه مس و مولبيدن پورفيري کرمان
- حوزه مس پورفيري اهر
- حوزه پلي متال طارم-هشتجين
- حوزه مس-طلا-سرب وروي آذرک-خور
- حوزه سرب وروي نقت
- حوزه مس ولکانوژنيک عباس آباد
- حوزه طلاي اپي ترمال-تنيتوان قلقان
- حوزه طلا-آرزمان
- حوزه طلاي اپي ترمال-جيوه و تنيتوان زرشوران-خور

منابع وماخذ

منابع فارسی

1-ایمنی در معادن زیرزمینی وتونل سازی،مترجم:زاد یوسفی،مهندس یوسف، انتشارات موسسه کاروتامین اجتماعی،نشریه شماره21،بهمن ماه 1364(ص136،130،120،117)

2-ایمنی در معادن زغالسنگ کرمان نشریه ی شماره 1(ص 145تا136،124،118)

3-اصول استخراج معادن (جلد دوم)،تالیف:مدنی،مهندس حسن،انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر،زمستان1376(ص73تا75)

4-روش های استخراج معادن زیر زمینی (جلد 1و2)،تالیف:عطایی،دکترمحمد،انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود،1390(ص84تا101)

5-روش های استخراج زیرزمینی (زغال سنگ)،تالیف:اورعی،دکتر کاظم،مرکز دانشگاه صنعتی امیر کبیر،1380(ص102تا 113)

6-تکنولوژی استخراج معدن ،تالیف:فیضی،مهندس محمد،شرکت چاپ و نشرکتاب های درسی ایران،1387(ص114)

7-تعیین قابلیت مکانیزاسیون معادن زغالسنگ ،تالیف:عطایی-دربانی،محمد-حجت الله،نشریه علمی وفناوری امیر کبیر،زمستان 1386(95تا104)

8-طبقه بندی ایمنی در معادن زغال کرمان(ص135)

9-شرکت زغال سنگ کرمان(ص8تا36)

10-معادن هجدک(معدن بزرگ)بخش ایمنی نجات

12- مهندسی زغالسنگ(اصانلو دکتر مرتضی)(ص23و24)

13-اکتشاف زغالسنگ(مریت رو دی /دانش ترجمه محمد)(ص19،18،17،16)

14- جزوات درسی دکتر بهرام رضایی عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر(1390)

15- خردایش و طبقه بندی ــ دکتر بهرام رضایی، انتشارات نور (1376)(ص157تا162)

16- پرعیارسازی ثقلی ــ دکتر بهرام رضایی، انتشارات دانشگاه هرمزگان 1377(ص163تا169)

17- تکنولوژی زغال شویی ــ دکتر بهرام رضایی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر 1380(ص7تا26،161،169)

18-فلوتاسیون-دکتر بهرام رضایی، انتشارات دانشگاه هرمزگان1375(ص169تا178)

منابع خارجی

1-Handbook of Coal Analysis (James G. Speight)(ص18،19)

2-wills.B.A.Mineral Processing Technology Pergamon press-(ص160،168،173،172) 1981.

3-N.L.Wills.Mineral Processing Vol.1.1985.(ص177تا178)

منابع سایتی

1-*www.my21.ir/post*

2-www.bookgolden.com

3-www.matlabgah.com/0286d107e94376b8a34b90902f

4-www.eforosh.com/search/3296619

5-ir.concasseur-mobile.net/puge/625.html

6-dpaper.blogfa.com/tag/

7-bankefile.mihanblog.com

8-eghtesadi.mdir.ir

-9eghtesadi.mdir.ir