

آیا می‌دانستید با عضویت در سایت جزوه بان می‌توانید به صورت رایگان جزوات و نمونه

سوالات دانشگاهی را دانلود کنید؟؟

فقط کافیست روی لینک زیر ضربه بزنید



ورود به سایت جزوه بان

Jozveban.ir

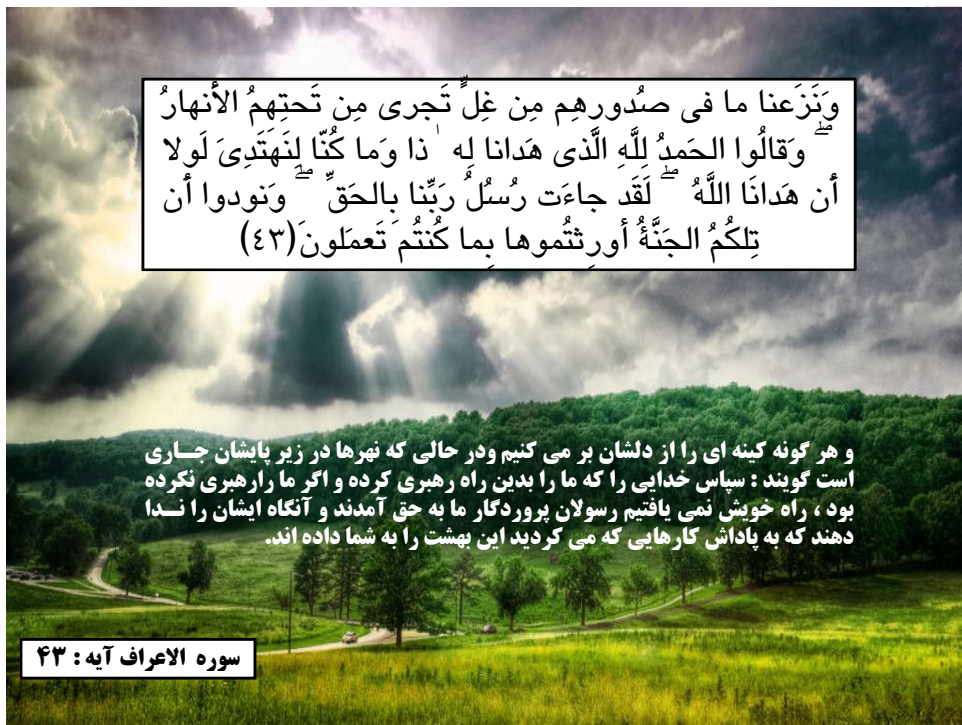
telegram.me/jozveban

sapp.ir/sopnuu

جزوات و نمونه سوالات پیام نور



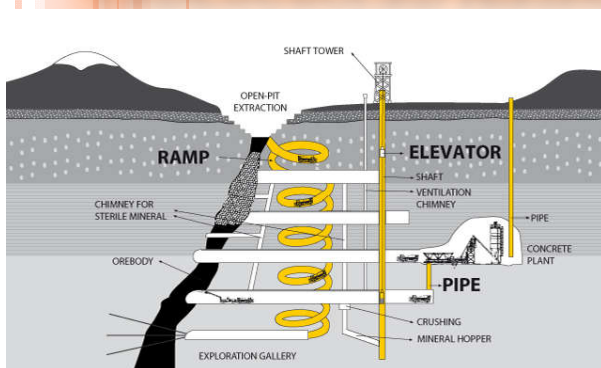
@sopnuu
jozveban.ir



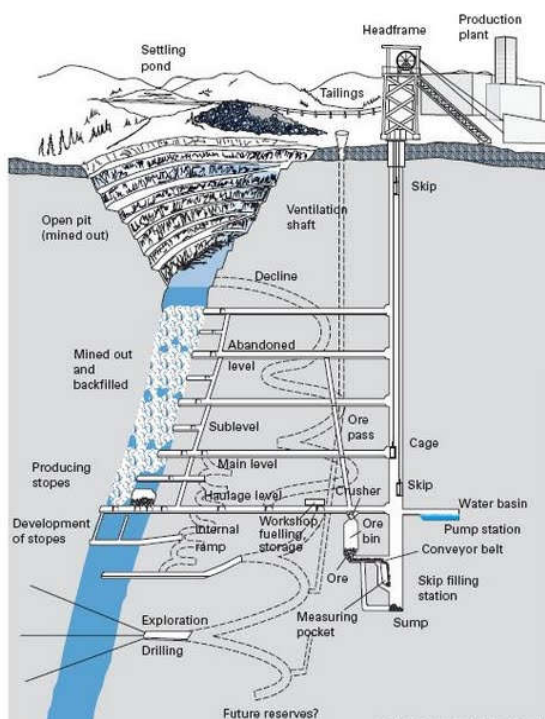


روشهای استخراج زیرزمینی

UNDERGROUND MINING METHOD



درس:
حسین آراسته



فصل اول مقدمه





فرآیند استحصال مواد معدنی مراحل عمر یک معدن:



عمق حدی: عمقی از قرار گیری ماده معدنی که در آن هزینه استخراج ماده معدنی بصورت روباز و زیرزمینی با هم برابر است.



معدن^۸: این اصطلاح بسیار وسیع بوده و می توان آن را به کلیه تاسیسات و حفاریات لازمه جهت جدا و خارج نمودن کانسار از پوسته زمین و تغلیظ آن اطلاق کرد.

معدنکاری^۹: این اصطلاح به مجموعه عملیات لازمه جهت جداسازی و خارج نمودن ماده معدنی از پوسته زمین و آماده سازی آن (کانه آرایشی) بمنظور بالا بردن عیار ماده معدنی اطلاق می گردد.

پی جویی^۲: مرحله آغازین اکتشاف یک کانسار را پی جویی گویند. این عملیات در وسعت زیاد و با دقت کمتری و در زمان کوتاهی صورت می پذیرد.

اکتشاف^۳: عملیات و مطالعاتی را که منجر به پیدا شدن یک کانسار جدید می گردد اکتشاف گویند. این عملیات با توجه به اطلاعات به دست آمده از مرحله پی جویی و در منطقه ای محدودتر و با دقت بیشتر و در زمانی نسبتاً طولانی تر صورت می پذیرد.

استخراج^۴: مجموعه عملیاتی که جهت جدا نمودن ماده معدنی و خارج نمودن آن از پوسته زمین انجام می شود را استخراج گویند.

اکتشافات



اکتشاف مقدماتی شامل مرحله پی جویی و شناسایی کانسار که به منظور پیدا کردن ماده معدنی و اثبات وجود آن است و مرحله اثبات قابلیت بهره برداری اقتصادی کانسار می باشد، انجام می گیرد

منظور از اکتشافات تفصیلی تعیین مشخصات کانسار به منظور طراحی معدن می باشد. در اکتشافات تکمیلی، تعیین جزئیات کانسار و خواص شیمیایی و فیزیکی آن در حین عملیات استخراج جهت به دست آوردن اطلاعات و راهنما هایی برای ادامه اکتشاف همان کانسار یا کانسار های مشابه و تکمیل اطلاعات مربوط به کانسار می باشد.

اجرای اکتشافات مقدماتی در دو مرحله صورت می گیرد. اولین مرحله شامل جمع آوری اطلاعات مختلف زمین شناسی، شرایط جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی، راه های ارتباطی و کارهای قدیمی انجام شده در منطقه می باشد. این اطلاعات را می توان از طریق ادارات و مراکزی مانند سازمان زمین شناسی کشوری، وزارت معادن و دیگر ارگان ها که به نحوی در این زمینه ها فعال می باشند و همچنین از افراد مطلع آن ناحیه به دست آورد. پس از بررسی و مطالعه اطلاعات به دست آمده و تفسیر و تعبیر آنها مرحله بعدی که کنترل اطلاعات به دست آمده با واقعیت موجود در ناحیه مورد نظر می باشد، انجام می گیرد.

در پایان اکتشافات مقدماتی کلیه اطلاعات بدست آمده که به صورت نقشه های اکتشافی مقدماتی است تهیه و با استفاده از افراد با تجربه ی استخراجی و هدایت آنها، اکتشافات تفصیلی آغاز میگردد. در این مرحله ابتدا شبکه اکتشافات تفصیلی که نشانگر محل برداشت های زمین شناسی، حفر ترانشه، حفر گمانه ها و در بعضی موارد حفر تونل های اکتشافی به صورت نقشه هایی به عنوان پروژه های اکتشافی تهیه می گردد. سپس پروژه های مزبور در ناحیه به موارد اجرا درآمده و نتایج بدست آمده از آنها با دقت زیاد بررسی می گردد. و در نهایت نقشه های که بیانگر کلیه اطلاعات لازم برای شروع کارهای استخراجی و اکتشافات تکمیلی است تهیه می گردند.

استخراج ماده معدنی در صورتی آغاز می گردد که مطالعات اقتصادی با توجه به اطلاعات بدست آمده از اکتشافات تفصیلی نشان دهنده سود دهی عملیات بهره برداری از کانسار باشد. در این صورت عملیات استخراجی شروع شده و همگام با استخراج ماده معدنی عملیات اکتشافات تکمیلی نیز به منظور کنترل پیش بینی های مراحل قبلی اکتشافات و پیدا کردن راهنمایی هایی جهت اکتشاف قسمت هایی از کانسار که در مراحل قبل احتمالاً مشخص نشده بودند انجام می پذیرد و همچنین جمع آوری اطلاعات بیشتر در مورد خانواده کانسار های مشابه.

۷ طبقه بندی ذخایر مواد معدنی بر حسب میزان اکتشاف

ذخایر مواد معدنی را می توان بر حسب میزان اکتشاف یا درجه اطمینان از نتایج حاصل از اکتشافات، طبقه بندی نمود. در پاره ای از کشور ها استاندارد هایی بدین منظور وضع شده است. متأسفانه در ایران هنوز مقرارتی به طور عمومی وجود ندارد، ولیکن برای ارزیابی ذخایر زغالسنگ و پاره ای از معادن سنگ آهن و سایر مواد معدنی تقریباً از جدول طبقه بندی زیر استفاده می شود.

تقسیم بندی ذخائر از نظر اقتصادی	تقسیم بندی براساس علائم و کاتگوریها	تقسیم بندی کلی ذخائر	نوسان خطا (درصد)	درصد اطمینان
ذخایر بالانسی (ذخائر مقرون به صرفه و اقتصادی)	A	قطعی ^۱	±10	≥90
	B	احتمالی ^۲	±20	70-90
	C ₁	ممکن ^۳	±30	50-70
ذخائر بالانسی (ذخایری که در حال حاضر استخراج آنها غیر اقتصادی و یا غیر عملی است)	C ₂	استنباطی ^۴	±40	30-50
	C ₃	تخمینی ^۵	قابل اندازه گیری نیست	0-30



ذخایر بالانسی: ذخایری هستند که در شرایط فعلی استخراج آنها مقرون به صرفه باشد. یعنی درآمدهای ناشی از فروش محصول به دست آمده از تغلیظ مواد معدنی علاوه بر پاسخگویی هزینه های اکتشافی، استخراجی و کانه آرایشی به صورت منبع درآمدی برای موسسه معدنی و کشور می باشد.

ذخایر زابالانسی (غیر بالانسی): ذخایری هستند که در شرایط کنونی استخراج آنها مقرون به صرفه نبوده و یا بنا به دلایل فنی استخراج آنها امکان پذیر نمی باشد. علل غیر قابل بهره برداری شدن یک کانسار می تواند: شرایط مشکل زمین شناسی از نظر پیچیدگی های تکتونیکی، واقع شده در اعماق زیاد یا مناطقی که دارای درجه حرارت بالایی هستند، واقع شدن در محیط های پر آب و بالاخره عدم امکان تهیه تکنولوژی مناسب برای بهره برداری باشد. (باید توجه داشت که عمر معدن براساس کل ذخیره بالانسی و زابالانسی برآورده می شود). زیرا آن مقدار از ماده معدنی که امروز جزء ذخایر زابالانسی محسوب می گردد ممکن است در آینده قابل بهره برداری شده و در گروه ذخایر بالانسی به حساب آید.

کاتاگوری A :

- ۱- دامنه اطلاعات از هر طرف ماده معدنی توسط تونل، ترانشه، گمانه و بیرون زدگی (رخمون) مشخص باشد.
- ۲- ضخامت حقیقی معلوم بوده و همچنین دارای یک نوع ضخامت یکنواخت باشد. در صورتی که تغییرات ضخامت زیاد باشد در رده های پایین تر قرار می گیرد.
- ۳- شکل و ساختمان کانسار مشخص باشد.
- ۴- جنس و کیفیت ماده معدنی و موارد درونگیر تعیین شده باشد.
- ۵- خواص شیمیایی و فیزیکی جهت امر تغلیظ و فرآوری شناخته شده باشد.
- ۶- کانسار در عمق کم قرار داشته باشد.
- ۷- در هیچ مورد ابهامی وجود نداشته باشد.

11

کاتاگوری B :

- ۱- حدود و موقعیت کانسار بطور کلی مشخص بوده مگر در محل های استثنائی و خاص مثل پوشیده بودن بخشی از رخمون توسط مواد آبرفتی و ...
- ۲- شکل و ساختمان کانسار با حفاریات و ترانشه و گمانه و بیرون زدگی خود کانسار مشخص می باشد. البته توجه شود که فشردگی شبکه اکتشافی کمتر از حالت کاتاگوری قبل می باشد.
- ۳- خواص و جنس کانی های کانسار مشخص می باشد.
- ۴- تغییرات ضخامت بیشتر از کاتاگوری قبل بوده ولی این تغییرات کاملاً روشن می باشند.
- ۵- عمق کانسار بیشتر از کاتاگوری قبل می باشد.

کاتاگوری C₁ :

- ۱- موقعیت ماده معدنی اساساً روشن است ولی ممکن است این اطلاعات از نقاط شناسائی شده بخش های مجاور نتایج حاصل از تحلیل های زمین شناسی و ژئوفیزیک مناطق نزدیک به دست آمده باشد.
- ۲- خواص تکنولوژیکی و فیزیکی ماده معدنی مشخص باشد.
- ۳- تغییرات ضخامت به مقدار متوسط بوده و این تغییرات بوسیله حفر تونلها و چاه ها به دست آمده است.
- ۴- کانسار در قسمت های نسبتاً عمیق قرار دارد و قسمت های عظیمی از رخمون زیر پوشش های سطحی قرار گرفته است.

12

کاتاکوری C₂ :

- ۱-موقعیت ماده معدنی از همه جهات مشخص نیست و ممکن است که تنها از یک جهت مشخص شود.
- ۲-فاصله کارهای اکتشافی زیاد بوده و در نتیجه اطلاعات بدست آمده قابل بسط دادن سرتاسری نیستند.
- ۳-خواص فیزیکی و شیمیایی ماد معدنی تا حدودی شناخته شده است.
- ۴-کانسار در قسمت های عمیق قرار گرفته است.

کاتاکوری C₃ :

- ۱-موقعیت ماده معدنی از هیچ سو مشخص نبوده و یا تنها از یک سو آن هم به صوت ناقص.
- ۲-شبکه حفاری وجود نداشته و تونلی هم در کانی حفر نشده است.
- ۳-مشخصات تکنولوژیکی و فیزیکی شیمیایی ماده معدنی کاملاً روشن نمی باشد.
- ۴-کانسار در اعماق زیاد قرار گرفته است.

13

آماده سازی:



پس از پایان مرحله اکتشاف ← مناسب بودن کانسنگ و کانسار جهت استخراج

به کلیه اقدامات لازم برای رساندن یک معدن به ظرفیت و تولید کامل و برنامه ریزی شده، آماده سازی گفته می شود.

۱. حفر بازکننده ها:
۲. در کارگاه های استخراج

دشواری آماده سازی؟؟؟؟؟معادن روباز یا زیرزمینی؟؟؟/

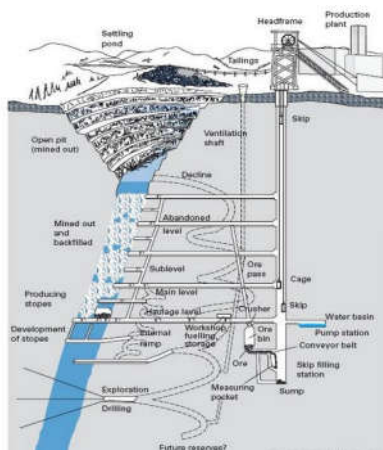
مراحل آماده سازی معادن زیرزمینی و روباز

14

بهره برداری

هر چند استخراج به روشهای سطحی به دلیل قابلیت تولید بالا و هزینه پایین آن، بر استخراج به روشهای زیرزمینی ترجیح داده می شود. اما با افزایش عمق و در نتیجه افزایش هزینه های باطله برداری و همچنین به دلیل تنوع و گوناگونی روش های استخراج زیرزمینی در شرایط بسیار سخت و دور از دسترس، استخراج به سمت روش های زیرزمینی متمایل شده است.

دلایل استفاده از معدنکاری زیرزمینی



- افزایش عمق کانسار
- سرمایه گذاری زیاد در معدنکاری سطحی
- کاهش تحرک ماشین آلات بزرگ سطحی
- سخت گیری های زیست محیطی
- پیشرفت در زمینه حفر تونل های سنگی و تجهیزات استخراج پیوسته
- ملزومات بسیار زیاد انتقال باطله
- هزینه بالای بازسازی سطح زمین

15

تقسیم بندی روش های استخراج زیرزمینی

۱- روش های نگهداری طبیعی (Self Supported):

- ۱-۱- اتاق و پایه (Room and Pillar Mining)
- ۲-۱- کارگاه و پایه (Stope and Pillar Mining)
- ۳-۱- انبارهای (Shrinkage Stopping)
- ۴-۱- طبقه فرعی (Sublevel Stopping)
- ۵-۱- پسروی قائم (Vertical Crater Retreat Mining)

۲- روش های نگهداری مصنوعی (Supported):

- ۱-۲- کند و آکند (Cut and Fill Stopping)
- ۲-۲- کرسی چینی (Timbering Stopping)
- ۳-۲- روش های تخریبی (Caving):
 - ۱-۳- جبهه کار طولانی (Longwall Mining)
 - ۲-۳- جبهه کار کوتاه (Shortwall Mining)
 - ۳-۳- تخریب طبقه فرعی (Sublevel Caving)
 - ۴-۳- تخریب بزرگ (Block Caving)

16

بازسازی

- ✓فرآیندی که طی آن معدن بسته، و عملیات احیا و تجدید پوشش گیاهی و بازگرداندن ارزش زمین و آب انجام می شود.
- ✓بهترین زمان شروع فرآیند بازسازی ها در معدن، پیش از انجام حفاری هاست.
- ✓طراح باید طوری برنامه ریزی کند که هزینه های کلی معدنکاری + هزینه های بازسازی کمینه شود و نه فقط هزینه های معدنکاری
- ✓تعدیل دیواره ها، بستن بازکننده ها، جلوگیری از بلند شدن گرد و خاک و ...
- ✓تغییر کاربری زمین به پناهگاه حیات وحش، زمین گلف، استادیوم، مراکز خرید و ...

17

مقایسه معدنکاری روباز و زیرزمینی

- از نظر مقدار تولید
 - در معادن روباز به علت عدم محدودیت فضا امکان بکارگیری ماشین آلات غول پیکر وجود دارد در نتیجه میزان تولید در معادن روباز بیشتر از معادن زیرزمینی است.
- از نظر پیشرفت توان تولید (جدول مقایسه معادن بزرگ روباز و زیرزمینی)
 - دستمزدها و تعداد کارگران در معادن زیرزمینی بیشتر است
 - مصرف انرژی در معادن زیرزمینی بیشتر است
 - هزینه تولید در معادن روباز از معادن زیرزمینی کمتر است
 - سرمایه لازم برای راه اندازی معادن زیرزمینی بیشتر است.
- از نظر هزینه ها و توسعه هزینه ها

18



• از نظر احتمال وقوع حوادث و خطرات (زیرزمینی < روباز)

• از نظر مقدار انرژی مصرفی

• از نظر مسائل زیست محیطی

• از نظر محدوده ایمنی (پرتاب سنگ و محدوده ایمنی)

• از نظر افت ماده معدنی

افت ماده معدنی در معادن زیرزمینی بیشتر است

میزان بازیابی در معادن روباز ۹۰ تا ۹۵ درصد است

افت ماده معدنی در معادن زیرزمینی به روش استخراج بستگی دارد

روش کندن و پرکردن کمترین افت و روش اتاق و پایه بیشترین افت را دارد.

• از نظر ترقیق (زیرزمینی < روباز)

• از نظر عوامل روحی و روانی

• از نظر تجربه و دانش فنی



اصطلاحات مربوط به روش های معدن کاری زیرزمینی

الف) حفاریات قائم

✓چاه معدنی (Mine Shaft): حفاری قائمی است که مستقیماً به سطح زمین مربوط باشد. از چاه معدنی جهت سرویس دهی به عملیات زیرزمینی، خارج نمودن مواد معدنی و باطله از محل های مختلف زیرزمینی استفاده می گردد. با توجه به مورد استفاده از چاه قائم آن ها را به دو دسته تقسیم می کنند. الف) چاه اصلی: که به منظور باربری ماده معدنی حفر می گردد. ب) چاه فرعی یا تهویه: که به منظور رفت و آمد افراد، تهویه، رساندن مصالح، خارج نمودن آب داخل معدن، عبور لوله های آب و سوخت و هوای فشرده و کابل های برق حفر می گردد.

✓چاه کور (Blind Shaft): حفاری قائمی است که مستقیماً به سطح زمین ارتباط ندارد و عموماً به وسایل مکانیکی مجهز می باشند. اینگونه چاهها را به منظور حمل و نقل افراد، مواد و وسایل حفر می کنند.

✓چاهک (Test Pit): حفاری قائمی است که از سطح زمین و به منظور اکتشاف و گاهی اوقات جهت تهویه یا پر کردن مواد ناریه در آتشیاری های بزرگ حفر می گردد.

21

گمانه (Bore Hole): حفاری قائمی است که دارای قطری بین چند سانتی متر تا چند دسی متر می باشد و هدف از حفر آنها اکتشافات عمقی است.

ب) حفاریات مایل

منظور از حفاریات مایل، حفاریاتی می باشند که نسبت به افق زاویه مخالف ۰ و ۹۰ درجه داشته باشند.

➤چاه مایل (Inclined Shaft): اینگونه حفاریات اساساً شبیه به چاه قائم می باشند، با این تفاوت که نسبت به افق دارای زاویه معینی غیر از ۰ و ۹۰ درجه می باشند.

➤اکلون (Mine Slope): حفاری مایلی است که مستقیماً به سطح زمین راه ندارد و به منظور بالا بردن ماده معدنی و سایر مواد و وسایل و افراد استفاده می شود.

➤دویل (Braking Incline): حفاری مایلی است که مستقیماً به سطح زمین راه ندارد و به منظور پایین آوردن ماده معدنی و سایر موارد (به وسیله تجهیزات مکانیکی) مورد استفاده قرار می گیرد.

22

➤ گزنگ (Gravity Incline): حفاری مایلی است که به منظور پایین آوردن مواد معدنی با استفاده از نیروی ثقل حفر می گردد.

➤ نفررو (Man Way): حفاری مایلی است که جهت رفت و آمد افراد حفر می گردد.

➤ در معادن فلزی که شیب اینگونه حفاری ها نسبتاً زیاد می باشد به آن بالارو (Raise) اطلاق می شود.

➤ رمپ: حفاری مایل و غیر مستقیمی است که به عنوان گذرگاه برای حمل و نقل مواد به وسیله ماشین های معدنی از قبیل ال-اچ-دی در روش های استخراج خاص کانسار های فلزی انجام می شود، حفر می گردد.

ج) حفاریات افقی

بطور کلی اینگونه حفاریات کاملاً افقی نبوده و به منظور تسهیل در امر باربری و به جریان انداختن آب داخل معدن، دارای شیب ملایم حدود چند در هزار می باشند.

❖ تونل (راهسازی) (Tunnel): راهروی افقی زیرزمینی است که از دو طرف به سطح زمین راه دارد و معمولاً در راهسازی و انتقال آب استفاده می شود.

23

❖ تونل (معدنی) (Adit): راهروی افقی است که مستقیماً از یک طرف به سطح زمین ارتباط دارد. تونل های معدنی به منظور سرویس دهی به معدن (باربری، تهویه، حمل و نقل افراد و وسایل) حفر می گردند. تقسیم بندی تونل ها از نظر مورد استفاده آنها عیناً مثل چاه های معدنی می باشد. اغلب این تونل ها دارای زاویه ای حدود ۹۰ درجه نسبت به امتداد کانسار می باشند.

❖ تونل امتدادی (اشتریک، دنبال لایه، موازی لایه) (Drift): راهروی افقی است که بیشتر اوقات بطور مستقیم به سطح زمین راه نداشته بلکه از تونل معدنی^۸ یا تونل عمود بر لایه (Cross cut) منشعب شده است. تونل امتدادی به موازات امتداد کانسار حفر می گردد. در معادن زغالی به آن راهرو Entry هم گفته می شود. این نوع تونل را می توان در لایه یا سنگ کمر پایین و به موازات امتداد لایه حفر نمود که در آن صورت به آن موازی لایه گویند. ولی چنانچه در تونل مزبور در خود لایه حفر گردید به ترتیبی که در مقطع تونل رخنمون یا ماده معدنی وجود داشته باشد در آن صورت به آن دنبال لایه اطلاق می گردد.

24

❖ تونل عمود بر لایه: راهروی افقی می باشد که مستقیماً به سطح زمین ارتباط ندارد. این نوع تونل درون سنگ و با زاویه ای معین (غالباً نزدیک به ۹۰ درجه) نسبت به امتداد عمومی طبقات سنگ ها و کانسار حفر می گردد.

❖ راهروی زغالی: حفاری کوچک مقطعی است که در داخل لایه زغالی در بین دو تراز اصلی حفر می گردد.

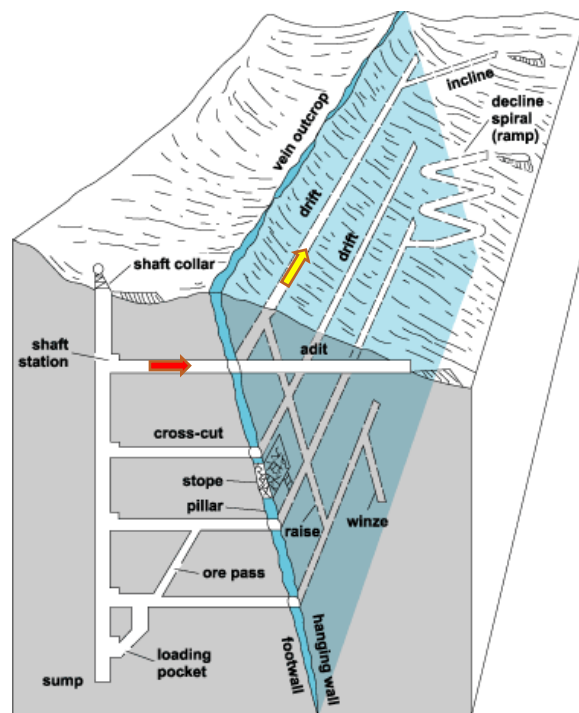
❖ پذیرگاه یا ایستگاه چاه: مجموعه ای از حفاریات زیرزمینی که برای سرویس دهی عملیات مختلف زیرزمینی در ارتباط با چاه یا راهرو ای اصلی و تهویه در نظر گرفته می شوند.

25

واژه های رایج در معدن کاری زیرزمینی

عنوان	شرح
tunnel [tun·nel 'tʌn]	تونل، این کلمه یک واژه عمومی است و می تواند به حفاریات اصلی یا غیر اصلی اطلاق شود که بصورت افقی و با شکل مقطع های متفاوت در زیر زمین حفر می شود.
gallery [gal·ler·y 'gæləri]	هر نوع تونل افقی. مانند دنبال لایه، تونل حمل و نقل و امثال آن.
adit [ad·it 'ædɪt]	تونل تقریباً افقی که معمولاً ورودی معدن و تونل اصلی است که معمولاً از سطح زمین احداث می شود.
entry [en·try 'entri]	ورودی و یا تونل ورودی معدن.
drift [drɪft]	تونل دنبال لایه. این تونل افقی و یا تقریباً افقی است و در داخل لایه حفر می شود. در ایران به آن اشتراک هم گفته می شود.
air way	مسیر عبور هوا
air drift	تونل افقی مخصوص جریان هوا.
air shaft	چاه انتقال هوا

26



27

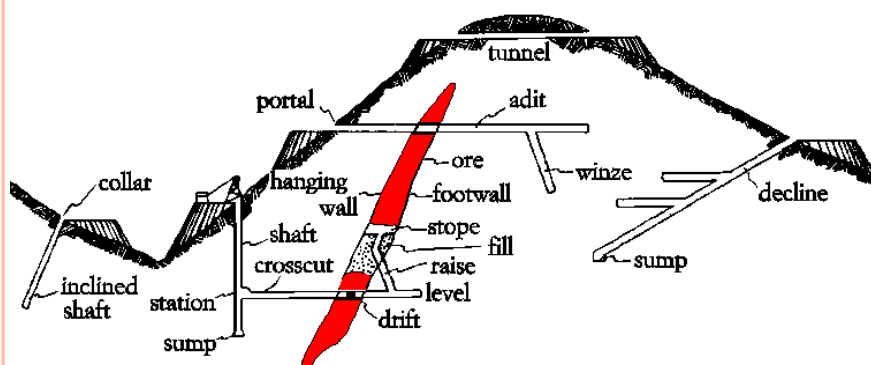


تونلی افقی که به چاه متصل است و در پایین یا بالای کارگاه استخراج حفر شده است. یک کارگاه بین دو level محصور شده است. در ایران به آن افق یا طبقه هم گفته می‌شود. افق‌ها معمولاً به تونل یا چاه اصلی حمل مواد متصل می‌باشند.	level [lev·el 'lev]
تونل افقی که برای انجام عملیات استخراج در داخل کارگاه استخراج بین دو طبقه حفر می‌شود.	sublevel
تونل حمل مواد معدنی از کارگاه استخراج که معمولاً در زیر کارگاه استخراج قرار دارد.	haulage road (or transport road) [haul·age 'hɔ:lɪdʒ]
تونل عمود بر امتداد لایه، میانبر.	cross cut
تونل حمل مواد معدنی.	gangway
دالان فرعی در داخل لایه که معمولاً از میانبر و در امتداد لایه حفر می‌شود و معمولاً اکتشافی است. گاهی به آن دستک گفته می‌شود.	lateral [lat·er·al 'lætərəl]

28

عنوان	شرح
winze	تونل شیبدار (و یا قائم در بسیاری از کشورها) که از بالا به پایین حفر می‌شود و به منظور حمل مواد معدنی (از پایین به بالا بین دو طبقه و یا بین یک طبقه و زمین) استفاده می‌شود. به آن inclined نیز گفته می‌شود. در معادن ایران به آن آکلون، گزنک و یا دساندری هم گفته می‌شود. (همچنین گاهی از کلمه winds هم استفاده می‌شود).
raise [reiz]	دویل. حفاریات قائم و یا مایل که از پایین به بالا حفر می‌شود و دو سطح متوالی (و یا یک سطح به زمین) را به یکدیگر متصل می‌کند. معمولاً از دویل برای انتقال مواد معدنی از بالا به پایین استفاده می‌شود. در ایران به آن دویل و یا گزنک هم گفته می‌شود. (همچنین گاهی کلمه rise هم بکار می‌رود).
ramp	راه شیبداری که دو طبقه را به هم وصل می‌کند. این راه معمولاً از بالا به پایین حفر می‌شود و برای عبور ماشین‌های حمل استفاده می‌گردد.
chute	ناو، که به منظور بارگیری مواد معدنی در تونل استفاده می‌شود.
pass	دویل انتقال مواد استخراج شده از کارگاه به دهانه chute (حمل مواد از بالا به پایین).
orepass	حفاریات قائم و یا شیبداری که برای پایین فرستادن ماده معدنی استفاده می‌شود.
manway	نفر رو، راهی که برای عبور افراد و یا برای ارتباط طبقات حفر شده است.
shaft	چاه، از این چاه برای حمل و نقل استفاده می‌شود (نه معمولاً اکتشافی) معمولاً چاه از سطح زمین تا چندین طبقه زیر آن حفر می‌شود. اگر این چاه بصورت مایل حفر شود inclined shaft نامیده می‌شود.
winding shaft [wind·ing 'waɪndɪŋ]	چاه اصلی معدن که معمولاً به منظور انتقال مواد از آن استفاده می‌شود.

29



30

فضای مکعب مستطیل شکلی که برای آماده سازی کارگاه استخراج حفر می‌شود. گاهی این فضا به منظور جان پناه و امثال آن نیز حفر می‌شود.	slot [slat / slot]
رگه نازک، گاهی رگه‌های شیل یا سایر سنگ‌ها که در بین لایه‌های زغالی وجود دارند با این نام همراه می‌شوند.	band
لایه، معمولاً برای زغال سنگ و ذخایر بزرگ بکار می‌رود.	seam
رگه، بیشتر برای ذخایر غیر زغالی بکار می‌رود. از عبارت bed هم استفاده می‌شود.	vein
سنگ باطله	muck
واریزه، قطعات سنگ جدا شده از اطراف کارهای معدنی.	slough [slau]
معدن زغال سنگ.	colliery (coal mine) [col·lier·y 'kɒljəri]

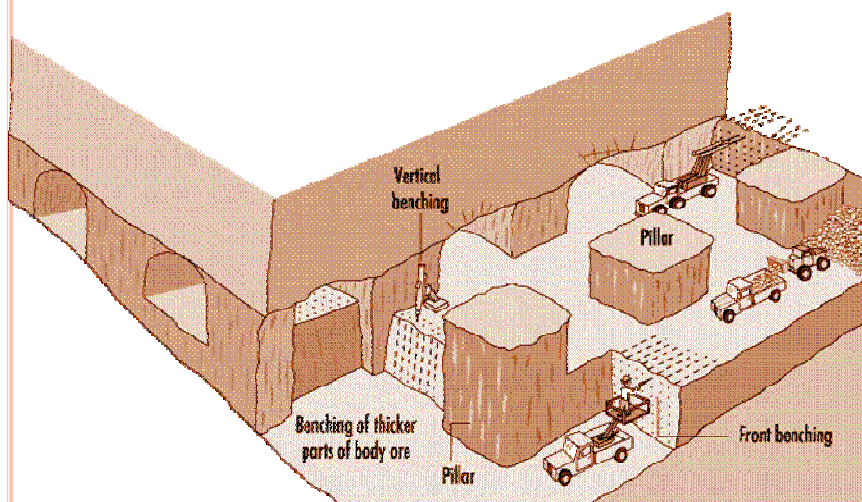
31

عنوان	شرح
stope	کارگاه استخراج.
face [feɪs]	جبهه کار یا سینه کار.
footwall	کمر پایین لایه.
hanging wall [hang·ing 'hæŋɪŋ]	کمر بالای لایه.
back	سقف یا قسمت بالای هر فضاهای زیرزمینی، ماده معدنی بجا گذاشته شده بین یک طبقه و سطح زمین.
backs	لنگه، پایه از جنس کانی، سقف کارگاه استخراج. ارتفاعی از ماده معدنی در دسترس در بالای یک سطح کاری مشخص.
sprag [spræg]	قطعه چوب کوتاه که بعنوان پایه، شمع و یا ستون برای نگهداری سقف و یا دیواره کارگاه بکار می‌رود.
stull	پایه، شمع و یا ستون برای نگهداری کارگاه، سقف و یا دیواره.
timber [tim·ber 'tɪmbə(r)]	تیر، تیر چوبی، چوب بست.
crib [krɪb]	مجموعه الوارهایی که بصورت عمودی بر روی یکدیگر قرار داده می‌شوند تا مانند یک ستون مقاوم نگهداری سقف را انجام دهند.
barring [bar·ring 'bɑ:rɪŋ]	چوب بندی با الوار به منظور نگهداری. مثلاً نگهداری دیواره‌های یک چاه با مقطع مستطیل.

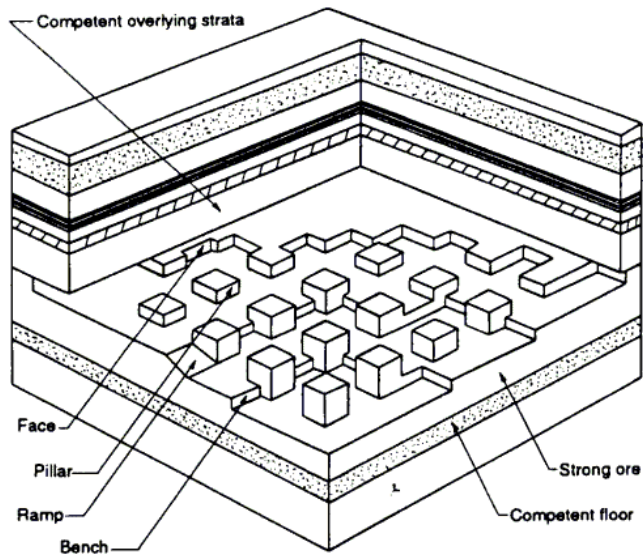
32

تخته بندی بالای کار	headboard
الوار گذاری و تخته بندی.	planking [plank·ing 'plæŋkɪŋ]
ستون. مخصوصاً ستونهای سنگی (باطله یا ماده معدنی) که بین دو فضای خالی در روش اطاق و پایه و یا بین دو کارگاه استخراج به جا گذاشته می شود.	pillar [pil·lar 'pilə(r)]
قطعه قطعه پایه هایی که بین تونل دنبال لایه و کارگاه استخراج در روش جبهه کار طولانی قرار داده می شود.	chain pillar
پایه ای که بین کارگاه استخراج و راهروهای کنار کارگاه قرار داده می شود (مخصوصاً در روش جبهه کار طولانی در ابتدا و انتهای کارگاه برای حفاظت از ورودی اصلی (main entry) و ورودی برگشتی (bleeder entry))	barrier pillar [bar·ri·er 'bæriə]
پایه ای که در بالای کارگاه استخراج برای نگهداری تونل بالایی بجا گذاشته می شود (مخصوصاً در روش طبقات فرعی).	crown pillar [kraʊn]
پایه ای که در کنار کارگاه استخراج بین دو کارگاه قرار داده می شود (مخصوصاً در روش طبقات فرعی).	rib pillar [rib]

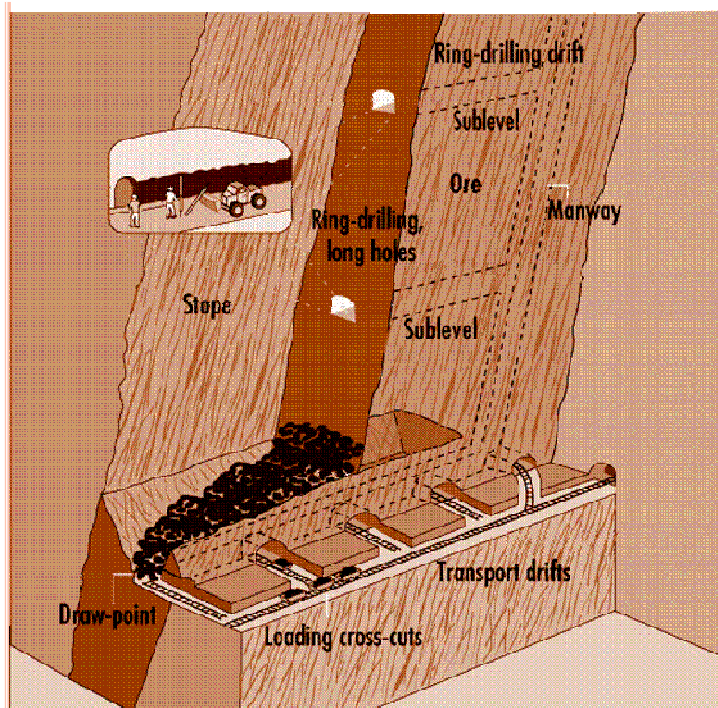
33



34



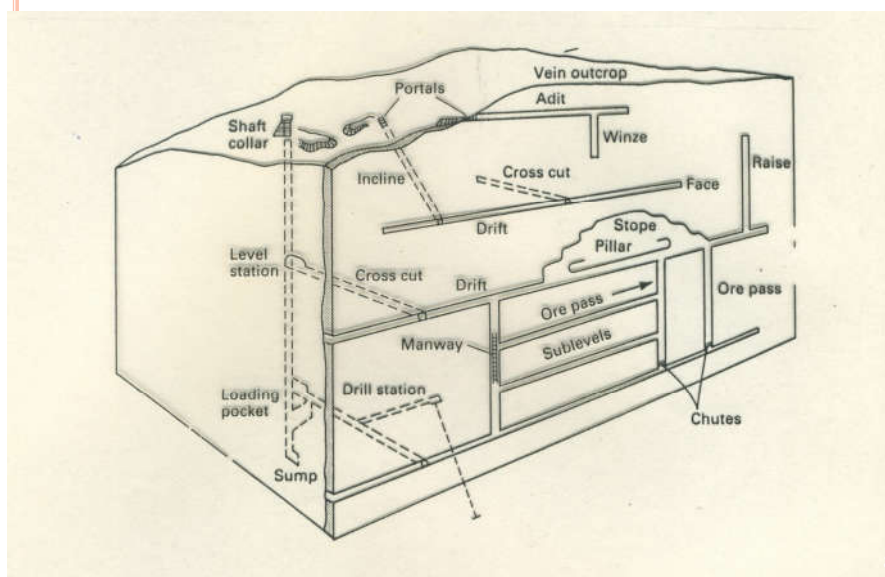
35



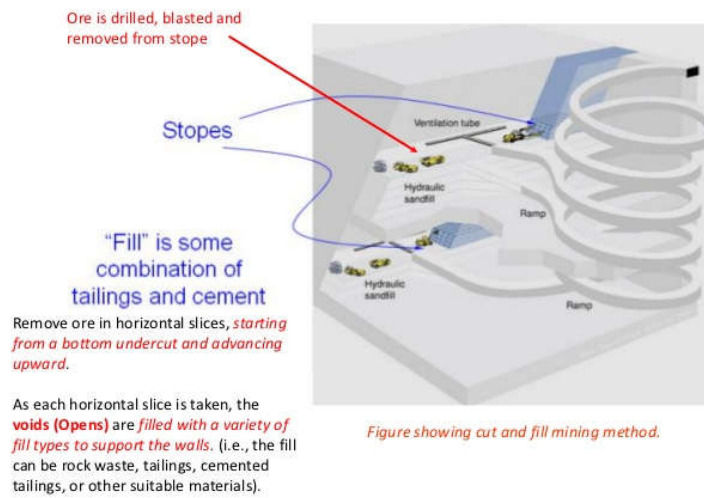
36

عنوان	شرح
sill pillar [sɪl]	پایه‌ای که در زیر کارگاه استخراج برای حفاظت از آماده‌سازی‌های زیر کارگاه بجا گذاشته می‌شود (مخصوصاً در روش طبقات فرعی).
muck pillar	پایه‌ای که در سنگ قرار داشته باشد.
robbing pillar [rɒb / rɒb]	استخراج پایه، در روش‌هایی که پایه در مراحل بعدی استخراج می‌شود.
slabbing [slæb]	برش یک لایه از کنار پایه و باریک کردن پایه.
ring drilling	روش چالزنی شعاعی.
parallel drilling	روش چالزنی موازی.
stope drawdown [drɔ:]	تخلیه کارگاه استخراج در روش انبارهای.
back filling	خاکریزی کارگاه پس از استخراج مواد معدنی، پر کردن فضای استخراج شده.
scaling [skeɪl]	لق‌گیری، کندن سنگ‌های لق و سست از سقف و دیواره‌های کار معدنی پس از انجام آتشیاری.
peel [pi:l]	پوسته شدن (دیوار، پایه و یا سقف).
cherry picker [cher-ry 'tʃeri]	جرثقیل جابجایی واگن‌ها.
scale door [skeɪl]	درب تنظیم کننده هوای تهویه.
ditch [dɪtʃ]	نهر آب که معمولاً در کنار تونل به منظور انتقال آب‌های زیرزمینی جمع شده به بیرون معدن استفاده می‌شود.
sump [sʌmp]	چاهک که به منظور جمع آوری آبهای زیرزمینی در معدن حفر می‌شود.

۳۷



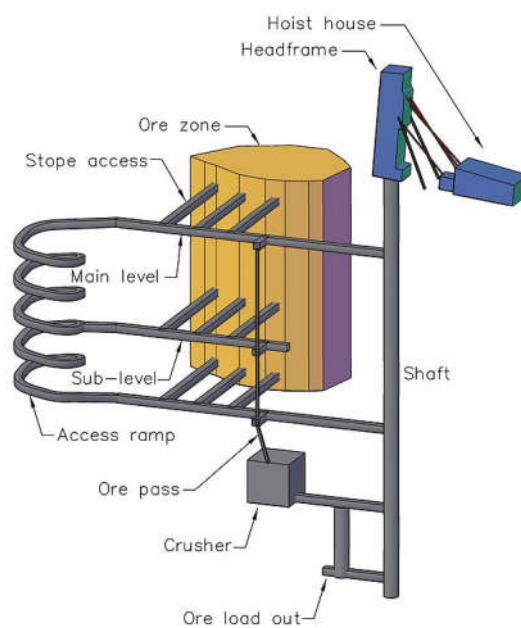
۳۸



29 November 2011

27

9

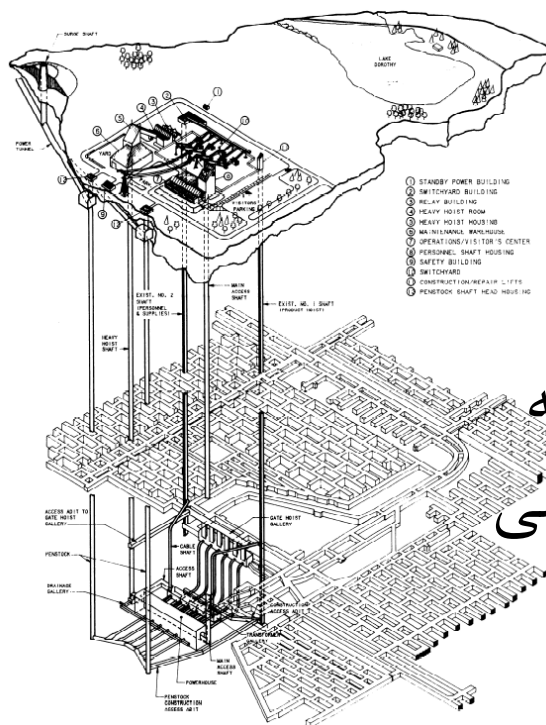


40



فصل دوم

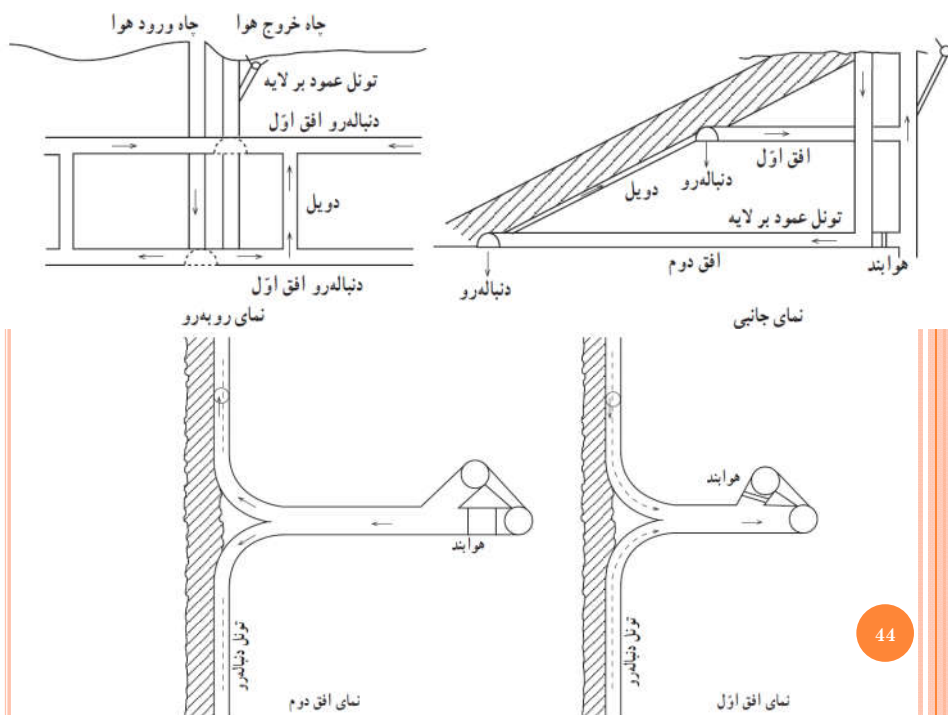
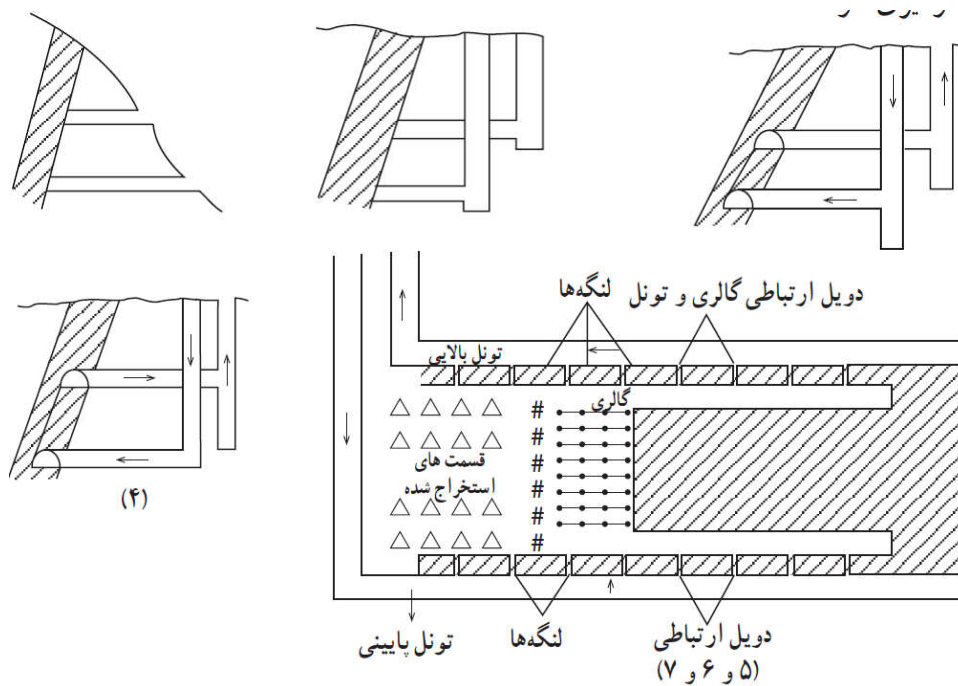
طراحی شبکه معادن زیرزمینی

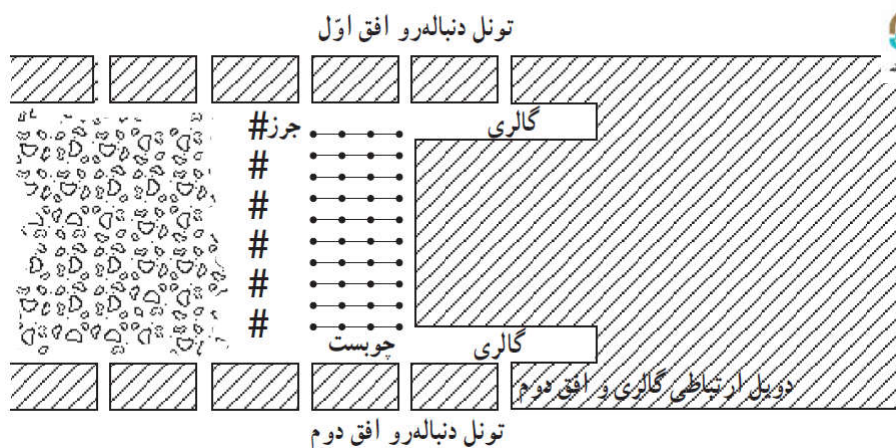


41

- آشنایی
- دسترسی به ماده معدنی با ایجاد فضاهایی انجام می شود که به مجموعه این عملیات آماده سازی یا تجهیز معدن می گویند.
- اولین مرحله از آماده سازی معادن عملیات بازکردن است.
- بازکننده های اصلی: تونل، چاه قائم، چاه شیب دار و رمپ
- بازکردن یک معدن زیرزمینی توسط حداقل دوبازکننده برای عبور هوا و ایجاد راه فرار هنگام ریزش ضروری است.
- طول بازکننده ها به محل قرارگیری و یا عمق ماده معدنی بستگی دارد.

42

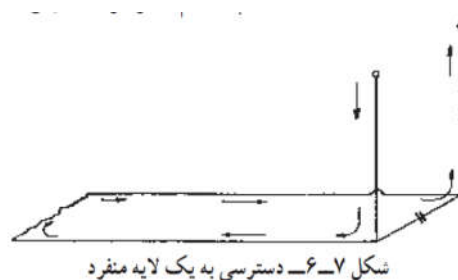
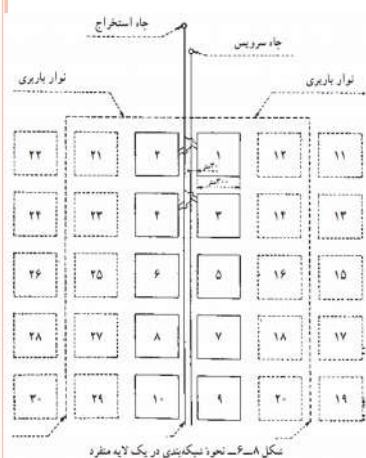




45

شبکه معدن

- به مجموعه کارهای معدنی که برای بازکردن معدن و آماده سازی آن قبل از شروع استخراج و ادامه آن ها برای گسترش و آماده سازی کارگاه های استخراج در یک معدن به وجود می آید
- اهداف اصلی طراحی شبکه معدن و برنامه تولید، ارزیابی عواملی مانند اندازه قطعه معدن، ظرفیت تولید سالانه و عمر معدن است.



6

اندازه قطعه معدن

قسمتی از کانسار ماده معدنی و یا تمامی آن که برای کاریک معدن اختصاص یافته، قطعه معدن نامیده می شود. محاسبه ظرفیت تولید سالانه معدن و اندازه قطعه کاملاً به یکدیگر وابسته بوده و بنابراین توأم باهم صورت می گیرد. عواملی که در تعیین اندازه معدن موثرند، عبارتند از:

- محدودیت های قانونی
- عوارض سطحی
- مالکیت خصوصی زمین ها
- محدودیت سرمایه
- عوامل سودبخشی ماکزیمم
- و...

47

اندازه قطعه معدن در کانسارهای لایه ای



رابطه اندازه قطعه و هزینه های مختلف:
 هزینه استهلاک سرمایه برای احداث تأسیسات سطحی با بزرگتر شدن اندازه معدن کاهش می یابد
 هزینه باربری و تعمیرات با افزایش اندازه قطعه به علت افزایش طول گالری ها افزایش می یابد
 هزینه های استخراج در داخل کارگاه استخراج، مستقل از ابعاد قطعه معدنی می باشد
 طول قطعه معدنی در امتداد لایه با افزایش تولید سالانه معدن هماهنگی دارد

A: ظرفیت تولید سالانه

L: طول قطعه معدنی

W: عرض قطعه معدنی

C: ضریب بازیابی معدن

P: توان استخراجی لایه (تن بر متر مربع)

ضریب بازیابی به میزان پایه باقیمانده در معدن، افت در حین انتقال به نوار نقاله، محدودیت های زمین شناسی و... بستگی دارد.

توان استخراجی لایه به ضخامت و ساختمان لایه، وجود و یا عدم وجود لایه های باطله داخل لایه و وزن مخصوص ماده استخراجی بستگی دارد.

$$Q = LW . P . c$$

$$Q = A T$$

$$A T = L W . P . c$$

48

عوامل موثر در انتخاب ابعاد قطعه های معدنی

۱- مرزهای طبیعی در امتداد طول و شیب لایه:
در این حالت ابعاد قطعه معدنی را مرزهای طبیعی مشخص میکند.

۲- مرزهای طبیعی در امتداد طول لایه:

$$W = \frac{AT}{L.P.c}$$

۳- مرزهای طبیعی در امتداد شیب لایه:

$$L = \frac{AT}{W.P.c}$$

۴- مرزهای طبیعی وجود ندارد:

$$L = W \left(\frac{\alpha}{7.8} + 1 \right)$$

49

اندازه قطعه معدن معدن در کانسارهای غیر لایه ای

برای انتخاب طول قطعه معدن شکل توده کانسار موثرترین عامل بوده و علاوه بر این ملاحظات اقتصادی نیز مورد توجه قرار می گیرد. معمولاً طول قطعه برای احداث یک معدن ۴۰۰-۲۰۰۰ است.

برآورد ظرفیت تولید سالانه معدن

نرخ تولید یکی از مهمترین عواملی است که شرایط اقتصادی پروژه را به شدت کنترل می کند و سودآوری پروژه را تحت تاثیر قرار می دهد. انتخاب و تعیین اندازه کارگاه های استخراج، ماشین آلات معدن و کارخانه فراوری تعداد نیروی انسانی بر اساس میزان ظرفیت تولید صورت می گیرد. هرچه نرخ تولید بزرگ تر باشد، میزان هزینه سرمایه گذاری و عملیاتی و همچنین میزان درآمد بیش تر شده اما طول عمر معدن کوتاه خواهد شد و بالعکس.

$$A = \frac{Q}{T}$$

مقدار فلز تولیدی سالانه

راندمان استخراجی

A: تولید سالانه معدن

Q: ذخیره قابل استخراج

T: عمر معدن

$$A = \frac{P}{10 * R * g}$$

عیار متوسط ماده معدنی

50

براساس تجربه و آمار به دست آمده، عمر متوسط معادن زغال را براساس استخراج روزانه مانند جدول زیر می توان تخمین زد.

استخراج روزانه (برحسب تن)	عمر متوسط معدن (برحسب سال)
۱۰۰۰	۲۰
۱۵۰۰	۲۵
۲۰۰۰	۳۰
۳۰۰۰	۴۰
۴۰۰۰	۴۵
۵۰۰۰	۵۰ تا ۷۰

51



رابطه بین عمر معدن و تولید سالانه

محصول سالانه (تن)	خدمات مناسب - عمر (سال)	
	عمق کم، آماده سازی سریع و وضعیت استخراج آسان	عمق زیاد، آماده سازی سریع و سخت استخراج
۵۰-۱۰۰	از ۳-۴ تا ۸-۱۰	از ۵-۴ تا ۱۵-۱۲
۱۰۰-۲۰۰	از ۴-۵ تا ۱۰-۱۲	از ۵-۶ تا ۱۸-۱۵
۲۰۰-۵۰۰	از ۵-۶ تا ۱۵-۱۲	از ۸-۶ تا ۲۰
۵۰۰-۱۰۰۰	از ۸-۱۰ تا ۱۵-۱۸	از ۱۰-۱۲ تا ۲۵
بیشتر از ۱۰۰۰	از ۱۲-۱۵ تا ۲۵-۲۰	از ۱۵ تا ۳۰ و بیشتر

52

یک منطقه زغالی به طول ۵km در امتداد لایه و تعداد ۴ طبقه به طول شیب‌دار هر طبقه ۲۵۰ متر وجود دارد. اگر رانندگان (بازده) لایه ۵ تن بر متر مربع، ضریب بازیابی ۸۰ درصد، و تولید سالانه این معدن ۸۰۰,۰۰۰ تن باشد، عمر آن چندسال است؟

۲۵ (۲)

۲۸ (۴)

۱۸ (۱)

۲۲,۵ (۳)

با افزایش ظرفیت تولید سالانه یک معدن زیرزمینی کدام یک از شرایط زیر حاصل می‌شود؟

(۱) بهره‌وری و هزینه سرمایه‌گذاری به ازاء هر تن کاهش می‌یابد.

(۲) بهره‌وری و هزینه سرمایه‌گذاری به ازاء هر تن افزایش می‌یابد.

(۳) بهره‌وری افزایش ولی هزینه سرمایه‌گذاری به ازاء هر تن تولید کاهش می‌یابد.

(۴) بهره‌وری مستقل از مقدار تولید بوده ولی هزینه سرمایه‌گذاری به ازاء هر تن کاهش می‌یابد.

مثال: در صورتی که میزان ذخیره یک معدن زغال ۲,۰۰۰,۰۰۰ تن محاسبه شده و استخراج روزانه آن ۱۵۰۰ تن باشد، عمر معدن را حساب کنید. اگر مجموع افت‌های ماده معدنی ۲٪ در نظر گرفته شود و تعداد روزهای کاری در کل سال ۲۹۰ روز باشد.

ماده معدنی قابل استخراج (تن) $Z = 2,000,000 - (2,000,000 \times 2\%) = 1,960,000$

میزان استخراج سالانه (تن) $A = 1500 \times 290 = 435,000$

عمر معدن (سال) $T = \frac{Z}{A} = \frac{1,960,000}{435,000} \approx 45$

53

عوامل موثر بر تولید سالانه معدن

• مشخصات فیزیکی کانسار:

میزان ذخیره، عیار حد و عیار متوسط، خصوصیات ژئومکانیکی و عمق کانسار

• عوامل اقتصادی:

قیمت فروش محصولات، بازار مصرف و تعادل عرضه و تقاضا، نرخ تنزیل، حداقل نرخ بازگشت جذاب برای بازار سرمایه، هزینه سرمایه و ساختار مالی، هزینه های سرمایه ای و عملیاتی و مالیات

• مسائل فنی:

دسترسی به زیرساخت هایی مانند انرژی، آب، نیروی انسانی و حمل و نقل.
روش استخراج و محدودیت های میزان تولید،
ابعاد و جبهه کارهای استخراجی،
میزان عملیات آماده سازی برای رسیدن به ظرفیت مورد نظر
مدت زمان آماده سازی قبل از شروع به تولید.

54

برآورد ظرفیت تولید سالانه در کانسارهای لایه ای

- ۱- تعیین ظرفیت بر اساس نقطه سربسری
 - ۲- تعیین ظرفیت بر اساس کمینه کردن هزینه مربوط به هر تن ماده معدنی (ص ۸۴ کتاب)
 - ۳- تعیین ظرفیت بر اساس پیشینه کردن ارزش خالص فعلی
 - ۴- تاثیر روش استخراج و آماده سازی بر ظرفیت
- در لایه های شیبدار که استخراج به صورت طبقه ای میباشد تولید سالانه تابعی از طول شیبدار طبقه (طول کارگاه استخراج)، مقدار پیشروی سالانه و ضریب بازیابی معدن می باشد.

$$A = L \cdot h \cdot P \cdot C$$

A: ظرفیت تولید سالانه

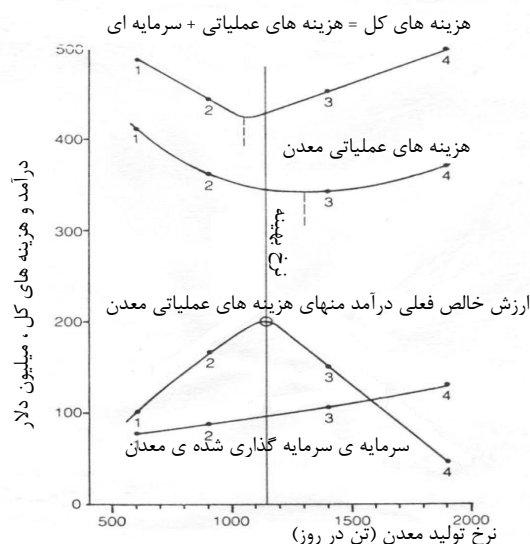
L: مقدار پیشروی سالانه

h: ارتفاع مایل طبقه (طول کارگاه استخراج)

C: ضریب بازیابی معدن

P: توان استخراجی لایه (تن بر متر مربع)

55 توان استخراجی لایه به ضخامت و ساختمان لایه ، وجود و یا عدم وجود لایه های باطله داخل لایه و وزن مخصوص ماده استخراجی بستگی دارد.



تعیین نرخ تولید بهینه ی معدن بر اساس ارزش خالص فعلی درآمد منهای هزینه های عملیاتی بر حسب دلار سال ۱۹۸۰

روش تعیین مقدار سالانه بهینه یک معدن

۵۶



هزینه‌های ثابت یک معدن ۸۱۰ واحد و هزینه‌های متغیر آن ۲۵ واحد بر تن بوده است. معدن هر تن محصول خود را با قیمت ۴۰ واحد به فروش می‌رساند. اگر معدن با ظرفیت ۴۰ تن در واحد زمان کار کند. سود (زیان) معدن چقدر و نقطه سربه‌سر تولید کدام است؟

- (۱) نقطه سربه‌سر تولید ۴۵ تن و معدن ۱۲۰ واحد زیان می‌دهد.
- (۲) نقطه سربه‌سر تولید ۵۴ تن و معدن ۲۱۰ واحد سود می‌دهد.
- (۳) نقطه سربه‌سر تولید ۵۴ تن و معدن ۲۱۰ واحد زیان می‌دهد.
- (۴) نقطه سربه‌سر تولید ۴۵ تن و معدن ۱۲۰ واحد سود می‌دهد.

57

برآورد ظرفیت تولید سالانه در کانسارهای غیر لایه ای

عوامل موثر در تعیین ظرفیت معدن:

- ۱- عوامل طبیعی:
شامل خصوصیات کانسار نظیر میزان ذخیره، شکل، عمق، امکانات استخراجی، میزان عیار، آب دهی، گاز دهی، شرایط مکانیک سنگی و ...
- ۲- عوامل غیر طبیعی:
این عوامل ناشی از وضعیت اقتصادی تولید و فروش ماده معدنی هستند مانند: قیمت ماده معدنی، موقعیت جغرافیایی معدن، وجود راههای حمل و نقل، امکانات تامین کارگر، آب، برق، نزدیکی به محل مسکونی و ...

تخمین تقریبی ظرفیت سالانه بر اساس امکانات استخراج

$$A = S \cdot \eta$$

A: ظرفیت تولید سالانه بر حسب تن
S: متوسط سطح (افقی) کانسار (متر مربع)
η: ضریب استخراج

ضریب استخراج: میزان سنگ معدنی که از یک متر مربع سطح کانسار در سال قابل حصول است.

58

تخمین تقریبی ظرفیت سالانه بر اساس شرایط عملیات استخراج

$$A = c \cdot \frac{N \cdot n \cdot p}{1 + \frac{\rho}{100}}$$

- A: ظرفیت تولید سالانه (تن)
 N: تعداد بلوکها (واحدهای استخراجی) با در نظر گرفتن کارگاههای رزرو
 n: تعداد کارگاههایی که در یک بلوک به طور همزمان کار میکنند
 C: ضریب بازیابی استخراج
 P: توان استخراجی کارگاه (تن در سال)
 ρ درصد بلوکهای رزرو به تعداد بلوک های فعال

59

عوامل موثر بر آماده سازی

- عوامل وابسته به موقعیت و محل معدن:
- سهولت حمل و نقل کانی ها به بازار فروش و تامین تدارکات،
- در دسترس بودن نیروی کار ماهر و خدمات پشتیبانی (مسکن، آموزش و بهداشت و...،
- مشکلات اجرایی ناشی از شرایط جوی و آب و هوایی
- عوامل طبیعی (فیزیکی و مکانیکی) و زمین شناسی:
- شرایط توپوگرافی و عوارض زمین،
- شکل هندسی کانسار،
- ملاحظات زمین شناسی،
- خصوصیات مکانیک سنگی برای ماده معدنی و سنگ های در برگیرنده،
- خصوصیات شیمیایی و متالورژیکی
- عوامل زیست محیطی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی:
- قابلیت دسترسی به نیروی انسانی آموزش دیده،
- محدودیت تامین منابع مالی،
- قوانین مربوط به نشست سطح زمین،
- استانداردهای مربوط به تهویه،
- ثبات سیاسی کشور

60