
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع و نمونه سوالات

دروس تخصصی انتخابی استخراج معدن

(روشهای استخراج زیرزمینی)

«مهندسی معدن»

(فرآوری مواد معدنی–مکانیک سنگ – استخراج معدن)

مولف: رستم غفوری شرامین

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مولف

من لم یشکرالمخلوق فلم یشکرالخالق

توسعه روزافزون دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، اهمیت کتب، منابع و مراجع علمی را برای افراد واضح می‌سازد. اما به علت کمبود منابع و کتب راهنمای داوطلبین کارشناسی ارشد مهندسی معدن، برآن شدم تا با نگارش کتاب حاضر با سبکی متفاوت، علاوه بر رفع نواقص و اشکلات داوطلبین محترم، بعدی جدید از نحوهٔ طراحی تست و سوال کنکوری را در مقابل ایشان بگشایم.

سلسه مباحث استخراج معادن زیرزمینی در قالب پنج فصل جداگانه، توضیح داده شده‌اند. ابتدای هر فصل نگاهی مختصر و اجتمالی به مباحث فصل به همراه مثال‌هایی قرار داده شده است و در پایان فصل مجموعه‌ای از سوالات آزمون کارشناسی ارشد سراسری و سوالات طراحی شده مولف به همراه پاسخ‌های تشریحی قرار گرفته‌اند و در آخر کتاب مجموعه‌ای از سوالات آزمون کارشناسی ارشد سراسری و آزاد به همراه پاسخ‌های تشریحی قرار دارند. با اینکه کتاب حاضر با صبر و حوصله فراوان نگارش شده، هرگز فاقد عیب، نقص و یا اشکال نمی‌باشد. لذا اینجانب منتظر نظرات، پیشنهادات و انتقادات شما عزیزان می‌باشم.

metallicmine@gmail.com

در پایان از زحمات بی‌دریغ مادرم، برادر بزرگم ابوالقاسم و مسئولین انتشارات ارشد که همواره حامی و راهنمای این بنده حقیر بوده‌اند، تشکر می‌نمایم.

با سپاس

رستم غفوری شرامین

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: آماده‌سازی معادن زیرزمینی

تستهای آخر فصل ۲۱

پاسخ تستهای آخر فصل ۲۵

فصل دوم: روش‌های معدنکاری زیرزمینی بدون نگهداری

تستهای آخر فصل ۴۵

پاسخ تستهای آخر فصل ۵۱

فصل سوم: روش‌های معدنکاری زیرزمینی با نگهداری

تستهای آخر فصل ۷۱

پاسخ تست‌های آخر فصل ۷۴

فصل چهارم: روش‌های استخراج تخریبی معادن زیرزمینی

تستهای آخرفصل ۹۹

پاسخ تستهای آخر فصل ۱۰۶

فصل پنجم: نشست، پرکردن، ترقیق و معدنکاری هیدرولیکی در معادن زیرزمینی

تستهای آخر فصل ۱۲۷

پاسخ تستهای آخر فصل ۱۳۰

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۶ ..... ۱۳۷

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۶ ..... ۱۳۹

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۷ ..... ۱۴۲

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۷ ..... ۱۴۴

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۸ ..... ۱۴۷

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۸ ..... ۱۴۹

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۹ ..... ۱۵۲

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۷۹ ..... ۱۵۴

سوالات استخراج زیرزمینی (مکانیک سنگ) سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۵۶

پاسخنامه استخراج زیرزمینی (مکانیک سنگ) سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۵۸

سوالات استخراج زیرزمینی (استخراج) سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۶۰

پاسخنامه استخراج زیرزمینی (استخراج) سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۶۲

سوالات استخراج زیرزمینی (مکانیک سنگ) سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۶۴

پاسخنامه استخراج زیرزمینی (مکانیک سنگ) سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۶۶

سوالات استخراج زیرزمینی (استخراج) سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۶۸

پاسخنامه استخراج زیرزمینی (استخراج) سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۷۰

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۲ ..... ۱۷۳

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۲ ..... ۱۷۶

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۳ ..... ۱۷۹

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۳ ..... ۱۸۲

سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۴ ..... ۱۸۶

پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۴ ..... ۱۸۹

پاسخنامه استخراج معدن سراسری سال ۱۳۸۵ ..... ۱۹۳

عنوان	صفحه
پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۵	۱۹۶
سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۶	۱۹۹
پاسخنامه استخراج زیر زمینی سراسری سال ۱۳۸۶	۲۰۲
سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۷	۲۰۵
پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۷	۲۰۷
سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۸	۲۰۹
پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۸	۲۱۱
سوالات استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۹	۲۱۳
پاسخنامه استخراج زیرزمینی سراسری سال ۱۳۸۹	۲۱۵
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۱	۲۱۹.
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۱	۲۲۱
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۲	۲۲۴
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۲	۲۲۵
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۳	۲۲۷
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۳	۲۲۸
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۴	۲۳۰
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۴	۲۳۱
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال (۱) ۱۳۸۵	۲۳۳
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال (۱) ۱۳۸۵	۲۳۴
سؤالات استخراج زیرزمینی آزاد سال (۲) ۱۳۸۵	۲۳۵
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال (۲) ۱۳۸۵	۲۳۶
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۶	۲۳۸
پاسخنامه استخراج معدن آزاد سال ۱۳۸۶	۲۳۹
سوالات استخراج معدن آزاد سال ۱۳۸۷	۲۴۱
پاسخنامه استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۷	۲۴۳
سوالات استخراج زیرزمینی آزاد سال ۱۳۸۸	۲۴۶
پاسخنامه استخراج معدن آزاد سال ۱۳۸۸.	۲۴۷

شرح جامع استخراج زیرزمینی

فصل اول

آماده‌سازی معادن زیرزمینی

عناوین اصلی

- مقدمه
- تخمین ظرفیت تولید و عمر معدن
- اندازه قطعه معدن
- انواع فضاهای آماده‌سازی معادن زیرزمینی

فصل اول

آماده‌سازی معادن زیرزمینی

۱-۱ مقدمه

تجهیز معدن و عملیات آماده‌سازی معدن جهت دسترسی به ماده معدنی یکی از مهم‌ترین مراحل معدن‌کاری می‌باشد که پس از عملیات پی‌جویی و اکتشاف بایستی انجام گیرد. به علت پرهزینه بودن و حساسیت بالایی که عملیات معدنکاری زیرزمینی اعم از آماده‌سازی یا استخراج دارند بایستی در طراحی آنها دقت فوق‌العاده‌ای مبذول گردد. قبل از شروع عملیات آماده‌سازی باید طرح تولید معدن پذیرفته شود و تا زمانی که طرح تولید معدن پذیرفته نشده، عملیات آماده‌سازی و بازکردن معدن نیز نمی‌تواند انجام گیرد و علت آن است که روش استخراج مکان و محل فضاهای آماده‌سازی اولیه را مشخص می‌کند.

در مورد معادن زیرزمینی برای بازکردن معادن، حداقل به دو بازکننده اصلی نیاز است تا از طریق آنها امکان تهویه معدن و مجال فرار کارگران در مواقع ریزش معادن و یا آتش‌سوزی فراهم آید.

۱-۲ تخمین ظرفیت تولید و عمر معدن

ظرفیت تولید معدن یکی از پارامترهای مهم طراحی معادن به شمار می‌آید به طوری که عده‌ای از معدنکاران آن را ستون فقرات کالبد طراحی می‌دانند، زیرا از نظر فنی و اقتصادی باید هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی توجیه اقتصادی داشته باشد تا برای تناژ تولیدی معین سالانه در طول عمر معدن برآورد دقیقی از میزان سرمایه‌گذاری به عمل آید.

برای تخمین ظرفیت تولید سالانه و به تبع آن عمر معدن بعضی از محققین روابط تجربی را ارائه داده‌اند که در زیر آورده شده:

۱: قانون تجربی تیلور

$$T = ۰/۲۴\sqrt[۴]{\varphi}$$

$$A = \frac{\varphi}{T} = ۵ \times \varphi^{۰/۷۵}$$

T عمر معدن (سال): φ ذخیره کانسار (تن)، A ظرفیت تولید سالانه (تن)

۲: قانون تجربی موشر و همکاران

$$A = ۲۰۰\sqrt{\varphi}$$

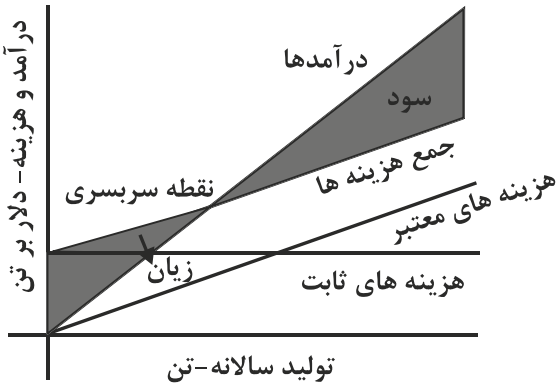
$$T = \frac{\varphi}{A} = \frac{\sqrt{\varphi}}{۲۰۰}$$

φ ذخیره کانسار (تن)، T عمر معدن (سال)، A ظرفیت تولید سالانه (تن)

ظرفیت تولید سالانه و عمر معدن تمامی ابعاد و جنبه‌های هزینه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در کلیه معادن اعم از روباز یا زیرزمینی پاره‌ای از هزینه‌ها مقدار ثابت دارند، مانند: هزینه خرید ماشین‌آلات هزینه‌های بالاسری، حقوق کارمندان و... . برخی از هزینه‌ها به میزان تولید معدن بستگی دارند، که به هزینه‌های متغیر معروفند، مانند، دستمزد کارگران، هزینه مواد منفجره، هزینه‌های چالزنی، هزینه سوخت و ... . لذا در هر معدنی تولید سالانه‌ای وجود دارد که به ازای آن مجموع هزینه‌های سالانه برابر با درآمدهای سالانه می‌گردد و به آن نرخ تولید سربه سری گفته می‌شود.

در شکل (۱-۱)، به خوبی مشاهده می‌شود که تولید سالانه کمتر از نرخ تولید سربه سری توأم با ضرر و با تولید بالاتر از نرخ تولید سربه سری توأم با سود خواهد بود.



با افزایش تولید، پاره‌ای از هزینه‌ها از جمله هزینه استهلاک سرمایه افزایش می‌یابد و برخی از هزینه‌ها مانند هزینه باربری در چاه یا هزینه‌های نظارتی و پرسنل اداری کاهش و عده‌ای از هزینه‌ها مانند هزینه استخراج ثابت می‌مانند.*

۱-۳ اندازه قطعه معدن

در مواقعی که کانسار دارای گسترش سطحی و عمقی زیادی باشد، به طوری که استخراج آن با تنظیم یک طرح استخراجی واحد امکان‌پذیر نباشد باید کانسار را به چند قطعه تقسیم کرد که ممکن است هر یک از این قطعات به طرق مختلف استخراج گردد. در طراحی اندازه قطعه معدن باید توجه داشت به این دلیل که پاره‌ای از هزینه‌ها مانند هزینه‌های آماده‌سازی (احداث، تجهیز، تدارک فضا، نصب تسهیلات جابجایی و استهلاک سرمایه) برای ایجاد تأسیسات سطحی با افزایش اندازه قطعه به علت کاهش تعداد کل قطعات، کاهش می‌یابد و در مقابل پاره‌ای از هزینه‌های استخراج (تولید و جابجایی سنگ، تهویه، آبکشی، انرژی و تسهیلات برای کارگران) با افزایش اندازه قطعه معدن افزایش اندازه می‌یابد و برخی از هزینه‌ها مستقل از اندازه قطعه معدن می‌باشند مانند هزینه‌های داخل کارگاه استخراج، اندازه قطعه معدن و ظرفیت تولید سالانه معدن مستقیماً با هم ارتباط دارند و با افزایش اندازه قطعه معدن ظرفیت تولید سالانه معدن نیز زیادتر می‌شود. ***

اندازه قطعه معدن و ظرفیت تولید سالانه به صورت زیر با هم ارتباط دارند:

$$\varphi = L \times W \times t \times \gamma \times R_T \times n$$

φ ظرفیت تولید سالانه، L طول قطعه معدن، W عرض پیشروی، t ضخامت (ارتفاع کارگاه استخراج)، γ وزن مخصوص ماده معدنی، R_T راندمان استخراج، n تعداد قطعه معدن.

مثال ۱-۱

کدام گروه از هزینه‌های متغیر زیر تابعی از تعداد طبقات معدن می‌باشند؟ **(مؤلف)**

۱) حفر چاه، باربری در چاه، حفر راهروهای امتدادی، احداث پذیرگاه‌های چاه

۲) نگهداری راهروهای اصلی باربری، حفر راهروهای امتدادی، باربری در چاه، حفر چاه

۳) حفر چاه، باربری در چاه، احداث پذیرگاه‌های چاه، نگهداری و تعمیرات چاه

۴)نگهداری و تعمیرات چاه، احداث پذیرگاه‌های چاه، حفر راهروهای امتدادی، باربری در چاه

پاسخ: گزینه«۳»

هزینه‌هایی مانند هزینه حفر چاه، هزینه نگهداری و تعمیرات چاه، هزینه احداث پذیرگاه‌های چاه، هزینه باربری در چاه، نمونه‌هایی از هزینه‌های متغیری می‌باشند که تابعی از تعداد طبقات معدن هستند.

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه۷۲)

مثال ۱-۲

طول قطعه کانسار که برای احداث یک معدن انتخاب می‌شود چقدر می‌باشد؟

۱) ۶۰۰-۶۰ متر ۲) ۲۰۰۰-۴۰۰ متر ۳) ۱۸۰۰-۳۰۰متر ۴) ۱۸۰۰-۵۰۰ متر

پاسخ: گزینه«۲»

طول قطعه کانسار که برای احداث یک معدن در نظر گرفته می‌شود بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است.

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه ۷۵)

مثال ۱-۳

طول عمر و ظرفیت تولید سالانه‌ی معدنی با ذخیره‌ای بالغ بر ۱۲/۹۶ میلیون تن چقدر است؟ **(مؤلف)**

۱) ۱۰ سال، ۱/۲۹۶ میلیون تن ۲) ۱۳ سال، ۱ میلیون تن

۳) ۵ سال، ۲/۶ میلیون تن ۴) ۱۲ سال، ۱/۰۸ میلیون تن

پاسخ: گزینه«۴»

$$T = ۰/۲\sqrt[۴]{\varphi} = ۰/۲\sqrt[۴]{۱۲/۹۶\times ۱۰^{۶}} = ۰/۲\times ۶۰ = ۱۲ \text{ سال}$$

$$A = \frac{\varphi}{T} = \frac{۱۲/۹۶}{۱۲} = ۱/۰۸ = \frac{\text{میلیون تن}}{\text{سال}}$$

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه ۷۸)

۱-۴ انواع فضاهای آماده‌سازی معادن زیرزمینی **

۱- بازکننده‌های اصلی (چاه، چاه یا تونل مایل)

۲- بازکننده‌های طبقه یا پهنه (تونل امتدادی، راهرو)

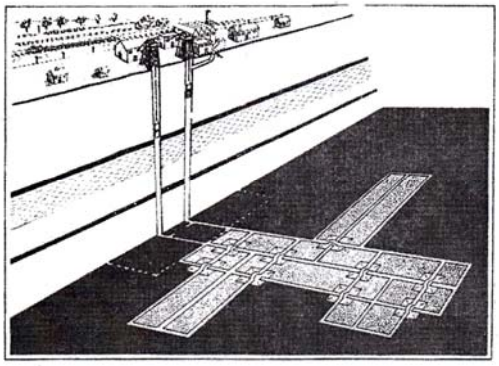
۳- فضاهای جانبی یا بهینه‌ای (رمپ، میانبر)

طبقه‌بندی فضا براساس اهداف کلی **

شیب	فلزی / غیرفلزی	زغال سنگ
قائم یا نزدیک به قائم	چاه قائم (۱) دویل بالا رو (۳) دویل پائین‌رو (۳)	چاه قائم (۱)
افقی یا نزدیک به افقی	تونل یک دهانه (۱) تونل دودهانه (۱) تونل امتدادی (۲) میانبر یا عمود بر لایه (۳)	تونل امتداد (۱) راهرو (۲) میانبر یا عمود بر لایه (۳)
شیبدار و پرشیب	چاه مایل پایین رو (۲) چاه مایل بالا رو (۲) رمپ (۳)	تونل مایل (۱)

ارقام داخل پرانتز به رده فضاها از نظر اهمیت یا اولویت اشاره دارند. (هارتمن، ۱۹۸۷)

۱-۴-۱ باز کردن معادن با چاه قائم (shaft)



از چاه قائم برای باز کردن معادن افقی (زیر ۳۰°) که در اعماق بیشتری قرار گرفته و یا معادن پرشیب (بالای ۷۰°) در شرایط بد ژئومکانیکی، تولید بالا و عمر زیاد استفاده می‌شود. **

از دیدگاه ایمنی در هر معدن زیر زمینی که برای بازکردن آن از چاه استفاده می‌شود، حداقل دو چاه باید در نظر گرفته شود که تمامی وظایف معدن اعم از تهویه، آبکشی، انتقال مواد استخراج شده، ارتباطات، تأمین انرژی، انتقال افراد و ... برعهده آنها می‌باشد. در چاه قائم باربری با اسکیپ یا قفس انجام می‌گیرد.

چاه‌هایی که برای باز کردن معادن حفر می‌شوند دارای مقاطع دایره، مستطیل، ذوزنقه، مربع، بیضی و حتی به شکل هشت ضعلی می‌باشد، ولی رایج‌ترین اشکال چاه‌ها به صورت مستطیل و دایره می‌باشد. از حالت مستطیل برای مواردی استفاده می‌کنند که دیواره چاه نیاز به نگهداری نداشته باشد و یا با نگهداری چوبی بتوان دیواره چاه را کنترل کرد.

در مقایسه با حالت دایره‌ای، در چاه‌های مستطیل از تمامی مقطع چاه می‌توان استفاده کرد. ولی در حالت دایره‌ای فقط از ۷۰% مقطع چاه می‌توان استفاده کرد.

چاه‌های دایره‌ای برای معادنی که دیواره چاه نیاز به نگهداری داشته باشد حفر می‌شوند و برای نگهداری دیواره چاه‌ها می‌توان از آجرچینی و بتن‌ریزی بهره برد.

از مزایای چاه‌های دایره‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ❋

۱- مقاطع دایره‌ای کمترین مقاومت را در مقابل عبور هوا از خود نشان می‌دهند.

۲- راندمان عملیات آتشکاری در آنها بیشتر از مقاطع مستطیلی است.

۳- فشار به طور یکنواخت در اطراف محیط چاه وارد می‌شود.

۴- اعمال و نصب وسایل نگهداری آسانتر است.

۵- امکان استفاده از ماشین آلات پیوسته (SBM)در حفر آنها وجود دارد.

مهم‌ترین مسئله در بازکردن معادن با چاه قائم تعیین محل درست حفر آن می‌باشد. عواملی که در تعیین محل حفر چاه قائم تأثیر دارند به صورت زیر می‌باشند: ❋

الف) چاه قائم باید در کمر پایین ماده معدنی حفر شود: به علت استخراج ماده معدنی، احتمال نشست زمین وجود دارد. میزان نشست زمین در کمر بالای ماده معدنی بیشتر است، بنابراین با حفر چاه در کمر پائین، احتمال آسیب‌دیدگی آن کاهش می‌یابد.

۲: حفر چاه در مرکز ثقل کانسار: محل چاه باید در نقطه‌ای تعیین شود که حداقل ترابری و حمل مواد استخراج شده لازم باشد.

۳: چاه باید در نقطه‌ای حفر شود که کمترین افت ماده معدنی لازم باشد تا به عنوان حریم چاه باقی بماند تا چاه دچار جابجایی و آسیب نگردد.

۴: چاه باید در نقطه‌ای حفر شود که کمترین حفاری در مناطق سست و آبدار باشد.

۵: چاه باید در مناطق طاقدیس حفر شود: در این صورت فشار طبقات بالا به سمت خارج از محدوده تونل منحرف می‌شوند.

۶: چاه باید در نقطه‌ای حفر شود که در هنگام بارندگی‌های شدید از هجوم آب در امان بماند.

مثال ۱-٤

کدام دسته از عوامل زیر به شکل مقطع چاه تأثیر دارند؟ (مؤلف)

۱) عمر معدن، مقدار و جهت فشار وارد شده از زمین بر دیواره‌ی چاه، نحوه‌ی انتقال نیروی انسانی، مورفولوژی سطح زمین

۲) مورفولوژی سطح زمین، خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ‌های دیواره، عمر معدن، نوع مواد مورد استفاده برای نگهداری چاه

۳) نحوه باربری در داخل چاه، مقدار و جهت فشار وارد شده از زمین بر دیواره چاه، حریم چاه.

۴) عمر معدن، مقدار و جهت فشار وارد شده از زمین بر دیواره چاه، خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ‌های دیواره، نوع مواد مورد استفاده برای نگهداری دیواره چاه

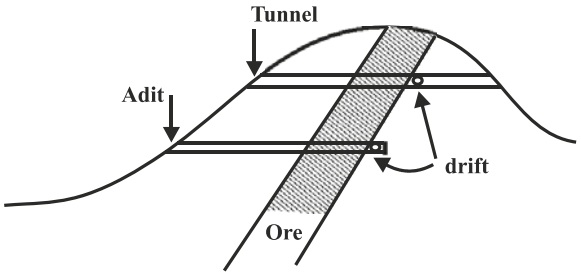
پاسخ: گزینه«۴»

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه ۱۰۶)

۱-۴-۲ باز کردن معادن زیرزمینی با تونل

از تونل بر باز کردن کانسارهای کم‌عمق، دارای رخنمون، افقی یا پرشیب در مناطق کوهستانی و شرایط ژئومکانیکی متغیر، تولید بالا و عمر زیاد استفاده می‌شود. **

تونل یک سازه زیرزمینی می‌باشد که تقریباً افقی به نظر می‌رسد ولی دارای شیب ۳ تا ۵ در هزار به سمت دهانه تونل می‌باشد که دلیل آن، خروج آبهای تونل تحت تاثیر نیروی ثقل می‌باشد.



در تونل به علت شیب کم (افقی) می‌توان از نوار نقاله، کامیون و لوکوموتیو برای ترابری مواد استخراج شده استفاده کرد. تونل‌ها بسته به کاربردشان به شکل دایره، مستطیل، مربع، بیضی، ذوزنقه و... حفر می‌شوند.

حفر تونل به صورت چرخه‌ای صورت می‌گیرد و با سیکل عملیات به صورت چالزی، خرج‌گذاری، آتشکاری، بارگیری و باربری می‌باشد.

علاوه بر عملیاتی که در چرخه حفر تونل ذکر شدند، مراحل تهویه و نگهداری نیز در سیکل قرار دارند. که تهویه یک امر ضروری در سیکل می‌باشد ولی بسته به شرایط تونل و مشخصات سنگ‌های آن می‌توان از نگهداری‌های چوبی، فولادی، بتن پاشی و پیچ سنگ‌ها استفاده کرد و در صورتی که تونل داخل سنگ های مقاوم حفر می شود می‌توان، نگهداری را حذف نمود.

انواع تونل‌هایی که در یک معدن زیرزمینی ممکن حفر شوند، عبارتند از:

۱- تونل یک دهانه (عمود بر لایه) (Adit) از این تونل‌ها به عنوان بازکننده اصلی معادن استفاده می‌شود و دارای سطح مقطع بزرگتری هستند و به علت عمر بالایی که دارند لازم است که در مورد نگهداری آنها تمهیدات جدی انجام گیرد.

۲- تونل جانبی (Lateral drift) بازکننده‌ای است که موازی راه باربری قرار دارد و معمولاً برای تهویه و خدمات‌رسانی از آن استفاده می‌شود.

۳- تونل دو دهانه (Tunnel) بازکننده افقی می‌باشد که برای حمل و نقل آب‌رسانی یا رفع فاضلاب از آن استفاده می‌شود.

۴- تونل انتقالی (Vehicular tunnel)

۵- تونل تخلیه (Draw drift)

۶- تونل خروج هوای کثیف (exhaust drift)

مثال ۱-۵

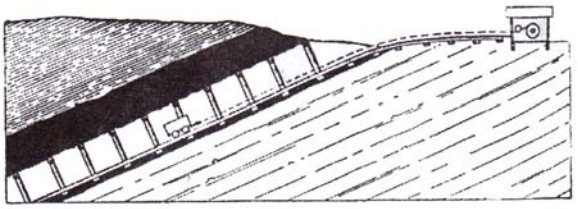
تونل‌های اکتشافی، اکتشافی – استخراجی و تونل‌های با مقطع بزرگ به چه اشکالی حفر می‌شوند؟ (مؤلف)

۱) بیضی، ذوزنقه، قوسی و کف صاف یا دایره
۲) مستطیل، دایره، قوسی و کف صاف
۳) بیضی، مستطیل، کثیرالاضلاع
۴) ذوزنقه، بیضی یا دایره، دایره

پاسخ: گزینه«۱»

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه ۱۳۰)

۱-۴-۳ باز کردن معادن زیرزمینی با چاه یا تونل مایل (slope)



از چاه شیب‌دار برای باز کردن کانسارهایی با شیب متوسط(70° تا 30°) در شرایط ژئومکانیکی متوسط در معادنی که تولید و عمر کم تا متوسط هستند استفاده می‌شود. **

سیستم‌های باربری در چاه‌های شیب‌دار به صورت‌های زیر انجام می‌گیرد:

۱- واگن معدنی: در شیب‌های کم، واگن روی ریل و در شیب‌های زیاد بر روی ارابه‌های مخصوص قرار می‌گیرند و توسط جرثقیل به بیرون هدایت می‌شوند.

۲- اسکیپ: در شیب‌های ($45^\circ - 40^\circ$)، اسکیپ و جرثقیل در دهانه چاه مستقر می‌شوند و مواد را به بیرون از چاه منتقل می‌کنند.

۳- نوار نقاله: در شیب (۲۰ – ۱۸) درجه، در معادنی که دارای تولید بالا می‌باشند برای باربری پیوسته استفاده می‌شود.

۴- وسایل چرخ لاستیکی: در شیب‌های کمتر از ۱۰ درصد از این وسایل برای باربری می‌توان استفاده کرد.

مزایای باز کردن کانسار با چاه شیب‌دار

۱- اطلاعاتی که در هنگام حفر چاه بدست می‌آید باعث تکمیل اکتشافات تفصیلی خواهد شد.

۲- در هنگام باز کردن معدن، امکان تولید ماده معدنی وجود دارد.

۳- هزینه حفر یک متر از چاه شیب‌دار کمتر از هزینه حفر یک متر در چاه قائم می‌باشد.

۴- در شیب‌های کمتر از 22°، امکان باربری پیوسته بوجود می‌آید.

معایب باز کردن کانسار با چاه شیب‌دار

۱- طول چاه شیب‌دار بیشتر از چاه قائم برای رسیدن به عمق یکسان می‌باشد.

۲- سرعت مجاز ترابری مواد استخراج شده در چاه شیبدار کمتر از چاه قائم است.

۳- در مورد لایه‌هایی که خاصیت خودسوزی دارند، استفاده از چاه شیب‌دار خطرناک می‌باشد.
۴- چاه شیب‌دار انعطاف‌پذیری کمتری دارد و در صورت وجود شکستگی‌ها و چین‌خوردگی حفر آن غیر ممکن می‌شود.
۵- حفر چاه شیب‌دار در لایه‌های آبدار و یا رونده با مشکلات زیادی روبرو می‌شود.
۶- به علت کشیده شدن سیم بکسل روی زمین، مصرف و استهلاک سیم بکسل در این روش بالا می‌باشد.
۷- به علت طول زیادی که چاه‌های شیب‌دار دارند، راندمان عملیات پائین می‌باشد.
از تونل مایل برای کانسارهای افقی که در عمق کم قرار دارند در شرایط ژئومکانیکی خوب تا متوسط برای معادنی که تولید متوسط تا بالا با عمر زیاد استفاده می‌شود.

مثال ۱-٦

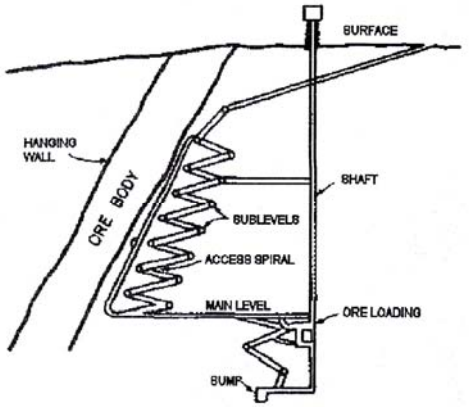
کدام یک از باز کننده های زیر برای کانساری افقی واقع در عمق کم با شرایط ژئومکانیکی خوب و معدنی با تولید بالا و عمر زیاد که ترابری مواد به صورت پیوسته است مناسب می‌باشد؟ (مؤلف)

۱) Shaft ۲) Tunnel ۳) Winze ۴) Slope

پاسخ: گزینه«۴»

(اصول مهندسی معدن، هارتمن، ترجمه مهدی یاوری، صفحه ۱۲۶)

۱-۴-۴ باز کردن معادن زیرزمینی با رمپ (ramp)*



رمپ عبارت از گالری‌های شیبداری است که معمولاً در کمر پائین کانسار حفر می‌شود و امکان باربری با ماشین‌آلات چرخ لاستیکی در آن وجود دارد. از این بازکننده در معادنی که روش استخراج آنها از روباز به زیرزمینی تبدیل شود، استفاده می‌شود.

شیب رمپ از(۱:۷) تا (۱:۹) تغییر می‌کند. طراحی رمپ به صورت سرانگشتی می‌باشد. (براساس تجربه).
نکاتی که باید در طراحی رمپ باید رعایت شود:
۱- شعاع انحنای پیچ‌ها باید ۲ برابر شعاع پیچ نرمال در نظر گرفته شود.
۲- در مسیر باید وسایل هشداردهنده و راهنما نصب گردد.
۳- درهای تهویه باید به گونه‌ای طراحی شوند که به صورت اتوماتیک عمل کنند.
۴- محل اتصال رمپ با طبقات و میانبرها به صورت T طراحی شود.

۵- محل شروع رمپ باید در فاصله ۳۰ متری از کمر پائین ماده معدنی باشد.
۶- باید یک فاصله ایمن بین سقف، لوله تهویه و سقف کامیون حدود ۱۲۰ سانتی‌متر باید در نظر گرفته شود.
۷- در مقدار هوای لازم با توجه به حداکثر سرعت مجاز هوا در گالری‌ها باید دقت زیادی مبذول گردد.
۸- با افزایش طول مسیر رمپ، تعداد کامیون زیادی لازم است که باعث ایجاد ترافیک و بروز مشکلات تهویه می‌شود.
۹- برای افزایش تولید که با جلوگیری از بروز ترافیک امکان‌پذیر است دو راه زیر وجود دارد:
۱) حفر رمپ با عرض بیشتر
۲) حفر دو رمپ

که هر یک از راه‌حل‌های بالا مشکلات خاص خود را دارند.

رمپ را می‌توان به صورت مارپیچی یا زیگزاگی ایجاد کرد. رمپ‌های زیگزاگی به علت مستقیم‌الخط بودن و عدم نیاز به تعویض دنده و میدان دید مناسب بر رمپ‌های مارپیچی ارجحیت دارند.

مثال ۱-۷

جدیدترین بازکننده که برای بازکردن معادن زیرزمین استفاده می‌شود کدام است؟ **(مؤلف)**

۱) ramp ۲) shaft ۳) drift ۴) adit

پاسخ: گزینه «۱»

(معدنکاری زیرزمینی، دکتر محمد عطایی، صفحه ۱۵۳)