فصل دوازدهم

حفر گمانه[1]

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ روش‌های حفر گمانه را شناسایی کند.
۲ــ روش حفاری ضربه‌ای را شناسایی کند.
۳ــ با قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری ضربه‌ای آشنا شود.

۱ــ۱۲ــ آشنایی

گمانه حفره استوانه‌ای شکلی است که به‌وسیله دستگاه‌های حفاری در زمین احداث می‌شود.

قطر گمانه از ۵ تا ۵۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند و عمق آن با توجه به نوع دستگاه، ممکن است به‌چند هزارمتر نیز برسد. امتداد گمانه معمولاً قائم است ولی در بعضی موارد خاص ممکن است تحت زاویه تمایل معینی حفر شود.

در بسیاری موارد گمانه برای اکتشاف منابع معدنی حفر می‌شود ولی احداث گمانه برای منظورهای دیگر مثل حفر چال‌های عمیق، منجمد کردن زمین‌های اطراف چاه، لرزه‌نگاری، تأمین آب، تهویه قسمت‌های فرعی و مسائل نظیر آن نیز انجام می‌گیرد.

۲ــ۱۲ــ روش‌های حفر گمانه

روش‌های حفر گمانه را به دو گروه کلی زیر تقسیم می‌کنند :

۱ــ۲ــ۱۲ــ روش حفر ضربه‌ای: دراین روش، حفر گمانه به وسیله ضربات متناوب مته انجام می‌گیرد و مواد کنده شده را به‌وسیله دلوچه مخصوصی از گمانه بیرون می‌آورند.

۲ــ۲ــ۱۲ــ روش حفر دورانی: در این روش، گمانه دراثر گردش مداوم مته حفر و مواد کنده شده به‌وسیله جریان آب یا گل به بیرون حمل می‌شود.

۱ــ Bore hole

در مواردی که گمانه به‌عنوان اکتشاف حفر می‌شود، با استفاده از سر مته‌های مخصوص، سنگ‌های داخل زمین را به‌صورت استوانه‌هایی حفر می‌کنند و بالا می‌آورند و بدین ترتیب می‌توان نمونه سنگ‌ها و مواد معدنی را بررسی کرد و آزمایش‌های مختلف را درباره آنها انجام داد. این استوانه‌ها «مغزه» نام دارند.

۳ــ۱۲ــ روش حفاری ضربه‌ای

۱ــ۳ــ۱۲ــ آشنایی: به‌طوری‌که گفته شد، در حفاری ضربه‌ای، مته در داخل گمانه حرکت متناوب ضربه‌ای دارد و دراثر ضربه‌های متوالی، آن‌را حفر می‌کند.

گرچه امروزه در بیشتر موارد برای حفر گمانه از روش دورانی استفاده می‌شود ولی هنوز هم در بسیاری نقاط ایران چاه‌های آب با این روش حفر می‌شوند.

۲ــ۳ــ۱۲ــ قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری ضربه‌ای: به‌طور کلی دستگاه حفاری مرکب از قسمت‌های اصلی زیر است (شکل ۱ــ۱۲) :

الف ــ دکل

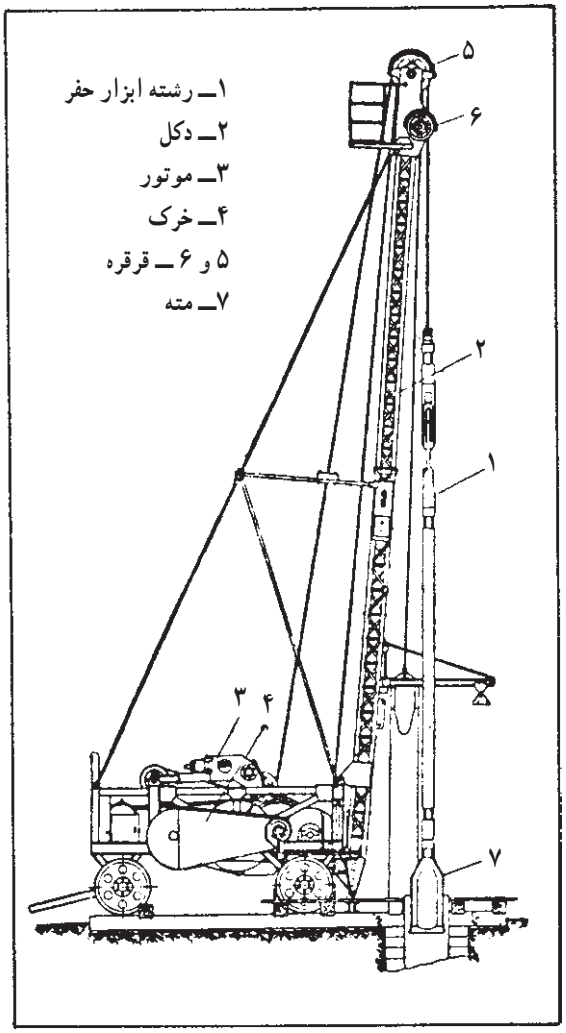
ب ــ موتور

ج ــ خرک

د ــ ابزار حفر

هـ ــ جرثقیل

و ــ وسایل گل‌کشی



شکل ۱ــ۱۲ــ قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری ضربه‌ای (۱۸)

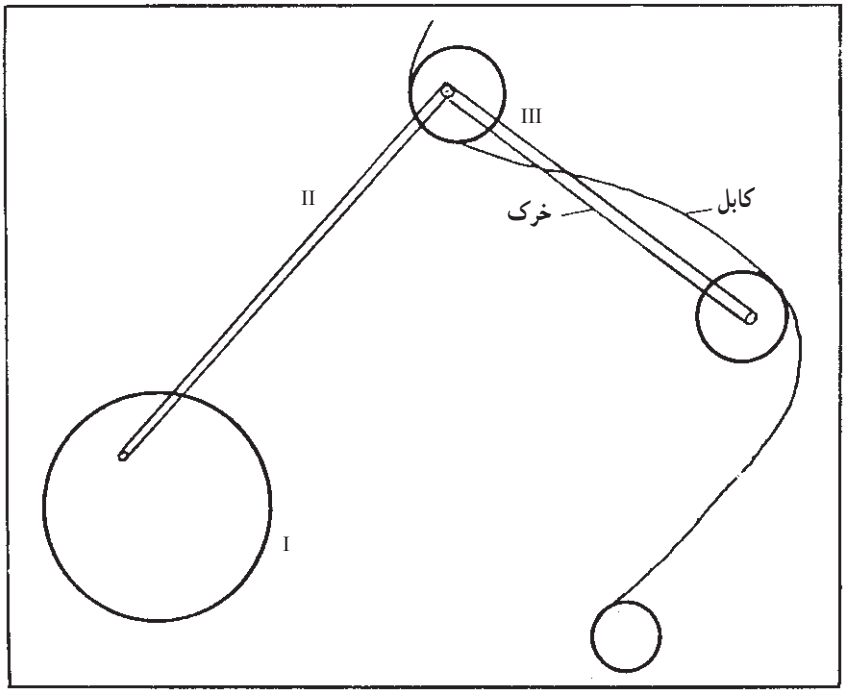
در زیر قسمت‌های مختلف دستگاه را شرح می‌دهیم :

الف ــ دکل[1]: دکل، ساختمان فلزی برج‌مانندی است که معمولاً به‌شکل هرم ناقص با قاعده مربع است. دکل ممکن است به‌وسیله پایه در زمین نصب شود و یا روی ارابه یا کامیون سوار باشد.

در قسمت بالای دکل چندین قرقره وجود دارد که کابل‌های جرثقیل و ابزار حفر از دور آنها عبور می‌کند. از آنجا که طول ستون حفر معمولاً در حدود ۱۲ متر است لذا ارتفاع دکل باید چند متر بیش از آن باشد تا به‌آسانی بتوان این ستون را در داخل دکل جابه‌جا کرد.

ب ــ موتور: نیروی محرکه دستگاه معمولاً به‌وسیله موتور دیزل تأمین می‌شود. قدرت موتور در هر مورد به نوع و قدرت حفر دستگاه بستگی دارد.

ج ــ خرک[2]: خرک بازویی است که با حرکت آن، کابل مربوط به ابزار حفر بالا و پایین می‌رود و باعث برخورد مته به کف گمانه می‌شود (شکل ۲ــ۱۲). مطابق شکل، با گردش چرخ I بازوی II بالا و پایین می‌رود و چرخ III را با خود بالا و پایین می‌برد و بدین ترتیب کابل مربوط به ابزار حفر که از دور چرخ III عبور می‌کند متناوباً بالا و پایین می‌رود و باعث بالا و پایین رفتن ابزار حفر می‌شود.

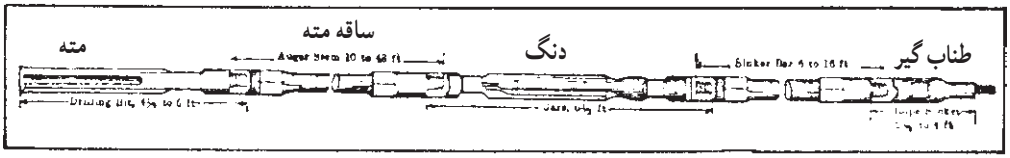


شکل ۲ــ۱۲ــ خرک (۱۹)

۱ــ Derrick

۲ــ Spuding arm

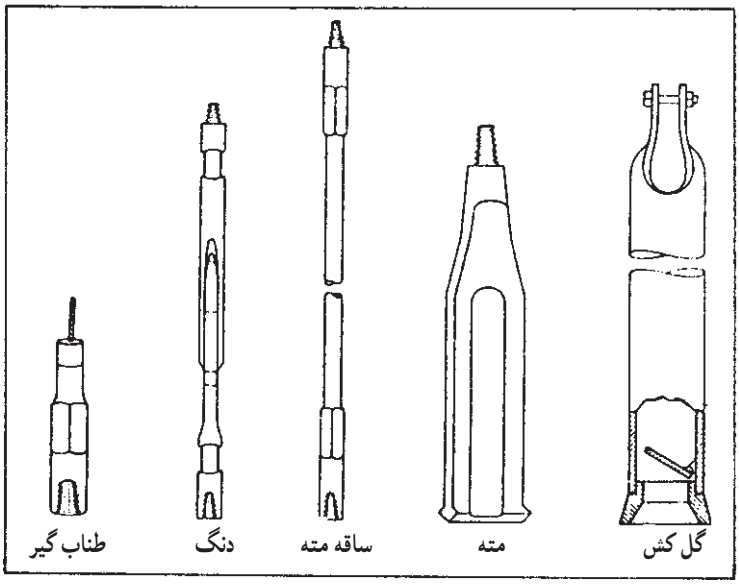
د ــ *رشته ابزار حفر*[1]: رشته ابزار حفر از پایین به بالا از قسمت‌های زیر تشکیل شده است (شکل ۳ ــ ۱۲).



شکل ۳ــ۱۲ــ قسمت‌های مختلف رشته ابزار حفر (۲۰)

۱ــ مته[2]: مته در انتهای ابزار حفر قرار دارد و عمل ضربه را انجام می‌دهد. لبه انتهایی مته به‌صورت یک خط مستقیم است و بنابراین اگر مته فقط بالا و پایین برود، به‌جای حفر سوراخ دایره‌شکل، یک شکاف مستقیم ایجاد خواهد شد ولی مته علاوه بر بالا و پایین رفتن، به دور خود نیز می‌چرخد و سوراخ گردی تولید می‌کند.

۲ــ ساقه مته[3]: این قطعه در بالای مته قرار دارد و باعث سنگین شدن مته و مؤثر بودن ضربات آن می‌شود.



شکل ۴ــ۱۲ــ قسمت‌های مختلف رشته ابزار حفر (۲۱)

۳ــ دنگ[4]: این قطعه در بالای ساقه مته قرار دارد و وظیفه آن کمک به خروج و بالا کشیدن

۱ــ Toolrthing
۲ــ Bit
۳ــ Drill stem
۴ــ Jar

مته است. دنگ از دو حلقه طویل که درون یکدیگر قرار دارند تشکیل شده است (شکل ۴ــ۱۲). اگر مته به‌هنگام اصابت به زمین گیر کند، ضربه قطعه بالایی به پایینی، باعث کنده شدن آن خواهد شد.

خودآزمایی

۱ــ روش حفر گمانه به صورت ضربه‌ای را شرح دهید.

۲ــ اجزای مختلف دستگاه حفاری را نام ببرید.

بخش پنجم

اقتصاد آتشکاری

مطالعهٔ آزاد

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ جنبه‌های اقتصادی عملیات آتشکاری را درنظر بگیرد.

۲ــ نحوه محاسبه هزینه آتشکاری را بیاموزد.

اقتصاد آتشکاری

جنبه‌های اقتصادی در عملیات آتشکاری

به‌منظور سنجش هزینه عملیات آتشکاری عاقلانه نیست که عملیات حفاری و آتشکاری را از سایر عملیات در سیکل کاری مجزا کنیم.

کل عملیات در سیکل کاری عبارتند از :

حفاری

خرج‌گذاری و انفجار

انفجار تکه سنگ‌های بزرگ

بارگیری

انتقال

شکستن

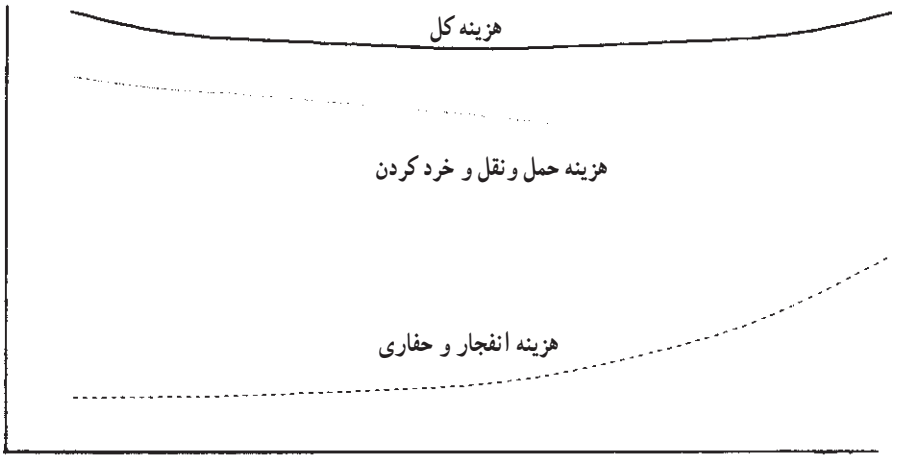
اگر هزینه حفاری و آتشکاری به حداقل برسد احتمال بسیاری وجود دارد که هزینه‌های عملیات بعدی زیادتر شود و به افزایش هزینه کل منجر شود.

عاملی که اکثر در عملیات بعدی مؤثر است اندازه قطعات سنگ است و زمانی که هزینه حفاری و انفجار با هم محاسبه شود باید مدنظر قرار گیرد.

کیفیت قطعات سنگ در ارتباط با عملیات آتشکاری و عملیات بعدی (شکستن تکه سنگ‌های بزرگ ــ بارگیری انتقال و شکستن) یک مشکل بزرگ و بسیار مهم تلقی می‌شود.

هاریز و مرسر[۱] ارتباط بین هزینه آتشکاری و حمل و نقل و شکستن قطعات سنگ را در مراحل بعدی به‌طریق زیر نشان داده‌اند.

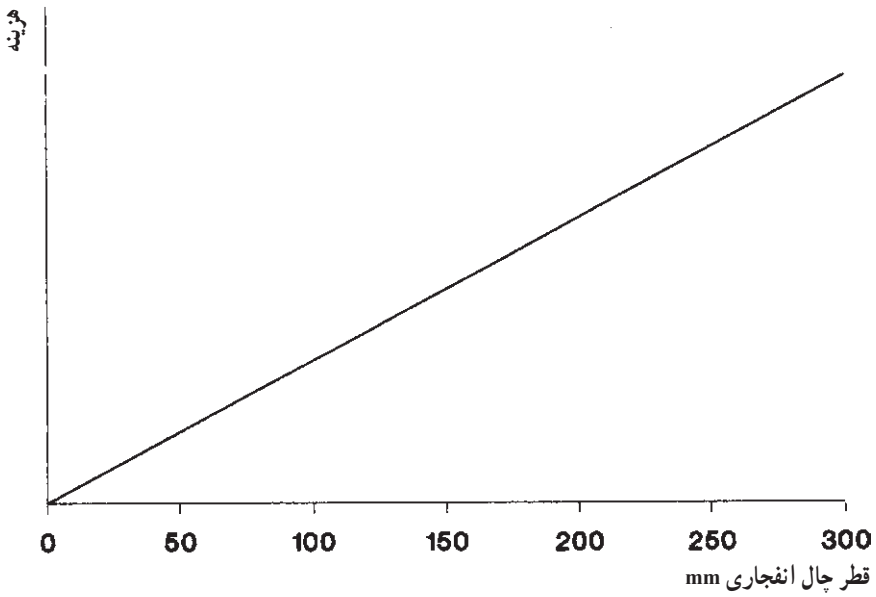
۱ــ Harries and Mercer



شکل ۱ــ ارتباط بین هزینه آتشکاری و هزینه بعدی خرد کردن سنگ

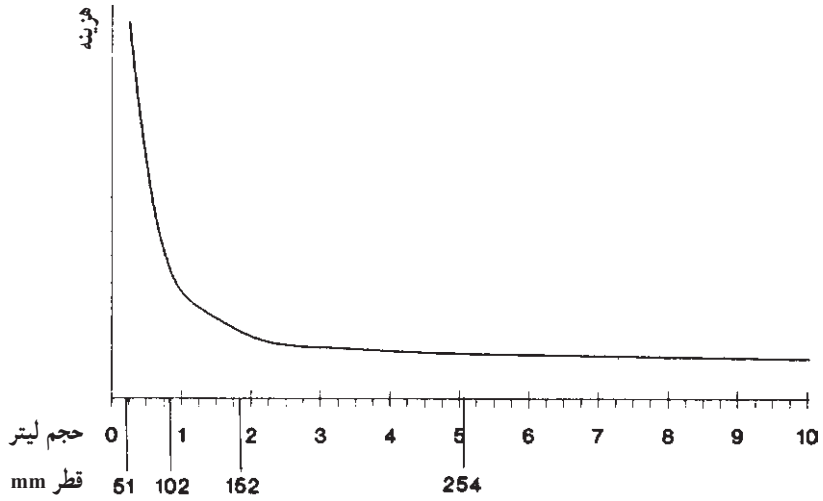
با درنظر گرفتن این موارد چشم‌اندازی به هزینه عملیات حفاری و آتشکاری و روش‌های کاهش هزینه آتشکاری خواهیم داشت.

هزینه حفاری و آتشکاری ممکن است به‌وسیله استفاده از چال‌های با قطر بیشتر کاهش یابد هزینه هر متر چال با افزایش قطر افزایش می‌یابد.



شکل ۲ــ رابطه هزینه هر متر چال انفجاری

هزینه حفاری هر متر چال در حجم با افزایش قطر چال کاهش می‌یابد.



شکل ۳ــ رابطه هزینه حفاری به هر لیتر چال انفجاری

در مواقعی که از چال انفجاری قطورتر استفاده می‌شود می‌توان ازعوامل انفجاری (مثل آنفو) استفاده کرد بنابراین هزینه کل عملیات حفاری و آتشکاری کمتر می‌شود.

همان‌طوری که در دانه‌بندی سنگ ذکر شده است چال‌های انفجاری قطورتر، سنگی با قطعات بلوکی و بزرگ‌تر تولید و درنتیجه بارگیری و انتقال را دشوار می‌کند.

به‌علاوه، جابه‌جایی تکه سنگ‌های بزرگ یک اثر زیان‌بار بر گردش کار خواهد داشت. عملیات شکستن سبب کند شدن عملیات بعدی می‌شود. تغذیه بدون اشکال سنگ‌شکن می‌تواند در چنین حالت‌هایی تأثیرگذارباشد. مؤثرترین بهره‌وری از خرج‌گذاری زمانی بدست می‌آید که فاصله ردیف‌ها (از سطح آزاد)، (برای آنفو) ۳۵ برابر و (برای دینامکس‌ام) تا ۴۵ برابر قطر چال آتشکاری باشد. همان‌طوری که قطر چال آتشکاری افزایش می‌یابد فاصله ردیف‌ها (از سطح آزاد B) به‌طول ارتفاع پله نزدیک می‌شود و در نتیجه اثر مواد منفجره بطور مؤثری کمتر می‌گردد. چنین طول زیادی افزایش خطر پرتاب و سنگ و موج انفجار را به‌دنبال دارد و بدست آوردن طول مسدود نمودن برای چنین انفجاراتی که دارای ابعاد یکسان طول مسدود کننده و فاصله ردیف (از سطح آزاد) هستند، غیرممکن است.

در دهه ۱۹۸۰ ؛ تولید کنندگان سنگ بجای استفاده از چال‌های قطور، به‌استفاده از قطرهای متوسط تمایل پیدا کردند. اما این گرایش در مورد تجهیزات شکننده، بالعکس بود چون سازندگان در ساخت تجهیزات بزرگ‌تر گام برمی‌داشتند. تجهیزات بزرگ‌تر راه‌اندازی می‌شد اما همان‌طوری که در آغاز گفته شد :

تجهیزات و سنگ‌شکن‌های بزرگ برای جابه‌جایی و شکستن مقادیر زیاد سنگ طراحی شده‌اند نه برای اندازه‌های بزرگ مواد.

ارتفاع پله همچنین در اقتصاد عملیات آتشکاری مؤثر است از تجربیات گذشته چنین برمی‌آید که حفاری از خط تئوری منحرف می‌شود. اندازه این انحراف بستگی به مهارت و دقت متصدی حفاری و به همان نسبت به تجهیزات حفاری مورد استفاده دارد. خصوصیات زمین‌شناسی همچنین در دقت حفاری تأثیر می‌گذارد.

در عملیات آتشکاری معمولی انحراف ۳ سانتی‌متری برای هرمتر حفاری در محاسبات درنظر می‌گیریم این انحراف باید در الگوی حفاری جبران شود.

ارتفاع بیشتر ــ فاصله نزدیک‌تر چال‌ها در هر ردیف در الگوی حفاری

حفاری ویژه بیشتر باعث افزایش هزینه عملیات می‌شود.

اگر الگوی حفاری با انحراف حفاری درنظر گرفته نشود قسمت انتهای انفجار یقیناً در سطح موردنظر منفجر نمی‌شود. (شکل پاشنه) و این شکل باعث افزایش فوق‌العاده قیمت برای عملیات بارگیری می‌شود. مثلاً تجهیزات مربوطه دارای مشکل بارگیری به دلیل وجود تکه سنگ‌های جدا نشده در پاشنه می‌شود. انفجار ثانویه پاشنه هزینه عملیات غیرضروری را افزایش می‌دهد.

از حیاتی‌ترین مسائل اقتصادی عملیات آتشکاری این است که از مواد منفجره درست در جای مقتضی استفاده شود. در شرایط چال‌های خشک از مواد منفجره ارزان (عوامل انفجار) با نتایج عالی می‌توان استفاده کرد.

آنفو از این‌گونه مواد است و بخاطر در دسترس بودن و باصرفه بودنش در جهان کاربرد وسیعی دارد.

در شرایط آب و هوایی خشک و با توجه به اقتصادی بودن آنفو در عملیات کلی شامل حفاری ــ انفجار ــ انفجار ثانویه ــ بارگیری ــ حمل و نقل و شکستن هیچ ماده منفجره‌ای جای آن را نمی‌گیرد. زمانی که چال انفجاری دارای آب باشد از آنفو نمی‌توان استفاده کرد یا حداقل در انتهای چال نمی‌توان از آن به‌دلیل فساد سریع

استفاده کرد. در این مورد می‌توان امولیت ۱۵۰ یا دینامکس ام را که دارای مقاومت عالی در برابر آب است، به‌کار برد. اگر قسمت تحتانی چال بیشتر از اندازه با امولیت ۱۵۰ یا دینامکس‌ام بجای آنفو خرج‌گذاری شود احتمال وجود قسمت‌های نشکسته در پاشنه و دیواره، در عمل حذف خواهد شد. به‌علاوه، به‌دلیل استفاده از مواد منفجره قوی‌تر قطعات سنگ‌ریزتر می‌شود.

آزمایش‌هایی که به‌وسیله لانژفورس[1] انجام شده است تکنیک جدید آتشکاری سنگ را نشان می‌دهد. در این روش اگر ماده منفجره قوی مثل امولیت ۱۵۰ تا ارتفاع $۰/۴ \times B_{max}$ بجای خرج تحتانی آنفو به‌کار رود امکان افزایش فاصله چال‌ها و بردن تا ۷٪ به‌وجود می‌آید. در هزینه نهایی، چنین خرج تحتانی قوی، سودآوری بسیاری خواهد داشت. خرج باید با یک پرایمر تقویت شده به‌جای خرج تحتانی ضعیف پر شود، مزیت‌های آن عبارت‌است از :

* اطمینان در منفجر شدن عامل انفجاری
* مقاوم بودن در برابر آب
* شکستگی عالی در قسمت انتهایی تحت فشار انفجار
* کمتر شدن قطعات خرد نشده در بالای سطح موردنظر و راحت‌تر بودن عملیات بارگیری
* حفاری کمتر
* مصرف کمتر وسایل آتش (چاشنی ...)

خودآزمایی

۱ــ اقتصاد آتشکاری به‌چه عواملی وابسته است؟

۲ــ نمودار رابطهٔ هریک از موارد زیر را رسم کرده و توضیح دهید.

الف) هزینه آتشکاری و هزینهٔ بعدی خرد کردن سنگ

ب) هزینه هر متر چال انفجاری

ج) هزینه حفاری به هر لیتر چال انفجاری

۳ــ عوامل هزینه‌ساز در آتشکاری را نام برده و توضیح دهید.

۱ــ Langefors

منابع و مآخذ

۱ــ چالزنی و آتشکاری ــ استوار ــ رحمت‌الله ــ کتاب درسی فنی و حرفه‌ای ــ گروه تحصیلی مواد ــ رشته معدن کد ۴۶۲/۷ نظام جدید آموزش متوسطه ــ انتشارات وزارت آموزش و پرورش ــ ۱۳۷۹.

۲ــ اصول استخراج معادن (جلد اول) ــ مدنی ــ حسن ــ کتاب درسی فنی و حرفه‌ای ــ آموزش فنی معدن کد ۶۲۱ ــ انتشارات وزارت آموزش و پرورش ۱۳۶۴.

۳ــ فن‌آوری مواد منفجره در ساختمان و معدن، نویسنده : استیک اُ ــ الفسون ــ مترجم : محمدعلی محمّدی ــ ناشر : دژ، سال انتشار : اول ۱۳۷۸، انتشارات دژ.

۴ــ کاتالوگ‌های صنایع شیمیایی پارچین، راهنمایی آقایان مهندس سیدعبداللهی، مهندس باقری و کاوه نظامیلوندچگینی.