

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



عملیات نقشهبرداری و آتش کاری در معدن

رشته معدن

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری در معدن - ۲۱۱۵۴۵

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عباس شرفی، هانی محمدیانی، مهدی حمیدی، حسن مخلصیان و حسین نیازی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

عباس شرفی، هانی محمدیانی، مهدی حمیدی، حسن مخلصیان و علیرضا شمس‌الدینی (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

محمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - مریم دهقان‌زاده (صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - فاطمه رئیسیان‌فیروزآباد (رسام) - زهره برهانی‌زرنندی، سمیرا چیذری، کمند مهری، مرضیه اخلاقی و زهرا لونی (امور آماده‌سازی)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtextbook.ir, www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۴۰۵

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین
برآرد و به کار پردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.
امام خمینی (قَدَّسَ سِرُّهُ)

پودمان اول	عملیات نقشه برداری	۱.....
	واحد یادگیری ۱: کار با ابزارهای نقشه برداری (انجام محاسبات فنی)	۲.....
	واحد یادگیری ۲: انطباق محدوده بر روی نقشه	۳۳.....
پودمان دوم	پیاده سازی محدوده های معدنی	۵۹.....
	واحد یادگیری ۱: پیاده سازی الگوی حفاری	۶۰.....
	واحد یادگیری ۲: پیاده کردن نقاط آتش کاری	۶۸.....
پودمان سوم	کنترل چال ها و حمل مواد ناریه	۷۷.....
	واحد یادگیری ۱: کنترل ابعاد و تعداد چال ها طبق نقشه	۷۸.....
	واحد یادگیری ۲: حمل مواد منفجره	۸۹.....
پودمان چهارم	خرج گذاری چال ها	۱۱۱.....
	واحد یادگیری ۱: خرج گذاری	۱۱۲.....
	واحد یادگیری ۲: روش های انتقال آتش (عامل تحریک) به داخل چال	۱۳۴.....
پودمان پنجم	عملیات آتش کاری	۱۶۳.....
	واحد یادگیری ۱: اعلام خطر و کنترل محیط	۱۶۴.....
	واحد یادگیری ۲: آتش کاری	۱۷۶.....
منابع		۱۸۶.....

این کتاب در سال ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه ای، فروشندگان خدمات کالا و انجمن های حرفه ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان آموزش فنی و حرفه ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی قرار گرفت و نتایج آن در محتوا اعمال گردید.

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری در معدن

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، یکی از درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی سال یازدهم رشته معدن است که ویژه این رشته تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری در معدن شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در یک یا هر دو واحد یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. این درس شامل پنج پودمان است. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیر فنی است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است؛ لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته معدن و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای پنج پودمان است و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیر فنی است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «**عملیات نقشه برداری**» در واحد یادگیری اول کار با ابزارهای نقشه برداری (انجام محاسبات فنی) و در واحد یادگیری دوم انطباق محدوده بر روی نقشه شرح و آموزش داده شده است.

پودمان دوم: عنوان «**پیاده سازی محدوده های معدنی**» در واحد یادگیری اول پیاده سازی الگوی حفاری و در واحد یادگیری دوم پیاده کردن نقاط آتش کاری معدنی آموزش داده شده است.

پودمان سوم: دارای عنوان «**کنترل چال ها و حمل مواد ناریه**» است. در واحد یادگیری اول کنترل ابعاد و تعداد چال ها طبق نقشه و در واحد یادگیری دوم حمل مواد منفجره آموزش داده شده است.

پودمان چهارم: «**خرج گذاری چال ها**» نام دارد. که در واحد یادگیری اول خرج گذاری و در واحد یادگیری دوم روش های انتقال آتش (عامل تحریک) به داخل چال آموزش داده شده است.

پودمان پنجم: با عنوان «**عملیات آتش کاری**» است که در واحد یادگیری اول اعلام خطر و کنترل محیط و در واحد یادگیری دوم آتش کاری آموزش داده می‌شود.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظر سنجی کتاب درسی



پودمان اول

عملیات نقشه برداری



نقشه برداری از یک طرف به علم هندسه ارتباط پیدا می کند و از سوی دیگر به ابزارهایی مربوط است که فاصله و زاویه را اندازه گیری می کنند. عملیات نقشه برداری از جمله فعالیت هایی است که علاوه بر معدن در بسیاری از زمینه های فنی و مهندسی از جمله راه سازی، شهر سازی، سد سازی و ... به عنوان علم پایه مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین افرادی که دارای آشنایی با این دانش و مهارت هستند دارای بازار کار گسترده و کاربردی می باشند.

واحد یادگیری ۱

کار با ابزارهای نقشه برداری (انجام محاسبات فنی)

مقدمه

در این مبحث به بررسی نحوه استفاده از ابزارهای نقشه برداری و انجام محاسبات فنی جهت برداشت نقاط مختلف یک محدوده و انجام نقشه برداری فنی معدنی پرداخته می شود که به کمک آن موقعیت عوارض (مصنوعی و طبیعی) سطح زمین نسبت به هم تعیین می گردد.

استاندارد عملکرد

انجام محاسبات فنی در نقشه برداری با استفاده از دوربین نقشه برداری، محاسبات فنی و ریاضی و ترسیم نقشه طبق استاندارد. مراحل انجام این کار عبارت اند از: تراز یابی، برداشت و ترسیم نقشه.

پیش نیاز و یادآوری

ترسیم نقشه (اصطلاحات در نقشه‌برداری)

■ نقشه‌برداری معدنی

نقشه‌برداری، فنی است که به کمک آن موقعیت عوارض (مصنوعی و طبیعی) سطح زمین نسبت به هم تعیین می‌گردد. جهت انجام این کار دو مرحله اساسی نیاز است:

۱) موقعیت چندین نقطه دلخواه را به‌دست آورید. این نقاط در اصطلاح ایستگاه‌های نقشه‌برداری نامیده می‌شوند.

۲) با کمک نقاط مرحله قبل (ایستگاه‌های نقشه‌برداری) موقعیت سایر عوارض مورد نظر برداشت می‌گردد.

■ برداشت چیست؟

برداشت در عملیات نقشه‌برداری عبارت است از قرائت فاصله، زاویه، ارتفاع و سایر اطلاعات یک نقطه از روی زمین.

با استفاده از دوربین‌های نقشه‌برداری فواصل و زوایای افقی و عمودی بین ایستگاه‌های نقشه‌برداری و عوارض مورد نظر قرائت و ثبت می‌گردد و با اصول و قواعد ریاضیات، مختصات نقاط مختلف به‌دست می‌آیند که توسط این نقاط تصویر افقی (plan) منطقه را با یک مقیاس نسبی روی کاغذ ظاهر نموده و این در اصطلاح نقشه افقی دو بعدی می‌باشد.

بر روی این نقشه، جهات، موقعیت و ارتفاع نسبی عوارض مورد نظر تعریف می‌گردد. همچنین در این نقشه‌ها مساحت و حجم نیز مشخص می‌شود. تهیه مقاطع (cross-section) و پروفیل‌ها (profiles) نیز انجام می‌شود.

■ نقشه‌برداری در معادن روباز

■ نقشه‌برداری مسطحاتی:

یک نقشه‌برداری از محدوده معدنی در یک مساحت کمتر از ۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. چون در این نقشه‌برداری از کرویت زمین صرف نظر می‌شود، به آن مسطحاتی می‌گویند.

در معادن روباز چون عملیات استخراج، تغییراتی در عوارض به وجود می‌آورند، لذا نقشه‌برداری مجدد عوارض جهت دنبال کردن برنامه استخراج الزامی است. از جمله کارهای عمده یک نقشه‌بردار در معدن روباز، علامت‌گذاری برای عملیات معدنی از نقشه، طراحی بر روی زمین و بعد از عملیات معدن‌کاری، برداشت، محاسبه احجام و پیاده کردن آن روی نقشه می‌باشد. این کار دائماً و به‌طور مرتب تا آخر عمر معدن ادامه دارد.

■ نقشه‌برداری در معادن زیرزمینی:

شامل نقشه‌برداری مسطحاتی منطقه معدنی و نقشه‌برداری کارهای معدنی زیرزمینی می‌باشد. از جمله کارهای عمده یک نقشه‌بردار در معادن زیرزمینی، علامت‌گذاری برای عملیات معدنی از نقشه طراحی، کنترل عملیات معدنی (پیشروی و استخراج) و بعد از عملیات معدن‌کاری، برداشت، محاسبه احجام و پیاده کردن آن روی نقشه می‌باشد. این کار دائماً و به‌طور مرتب تا آخر عمر معدن ادامه دارد. به‌طور کلی عملیات نقشه‌برداری زیرزمینی را می‌توان در سه مرحله شامل عملیات روی زمین، عملیات انتقال و عملیات در زیر

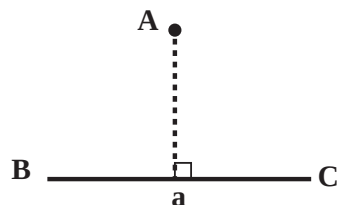
زمین خلاصه کرد. مهم‌ترین اشکالات و موانعی که هنگام کار کردن در زیر زمین به وجود می‌آید عبارت‌اند از: راه‌های ورودی معمولاً کوچک و تنگ است و با هر وسیله دلخواهی نمی‌توان کار کرد. به دلیل رطوبت محل کار و وجود آب‌های زیرزمینی و گل‌ولای، استفاده از لباس مخصوص و مناسب ضروری است. برای جلوگیری از آتش‌سوزی در زیرزمین به علت وجود گازهای محترقه استفاده از کبریت و فندک ممنوع است و به جای آنها باید از وسایل روشنایی الکتریکی استفاده شود. پیش‌بینی تهویه دائمی به دلیل کمبود هوا و وجود گازهای سمی الزامی است. لازم است افراد گروه نقشه‌برداری زیر زمینی از تجربه، تخصص و قدرت بدنی مناسب و سلامت جسمی برخوردار باشند.

■ تفاوت نقشه‌برداری در معادن روباز و زیر زمینی :

فرق نقشه‌برداری روی زمین با نقشه‌برداری زیر زمین، این است که در نقشه‌برداری زیرزمینی ایستگاه‌های نقشه‌برداری به جای کف زمین یا حفریه معدنی، در سقف حفریات (تونل، گالری، دوپل و کارگاه استخراج و...) نصب می‌شوند؛ چون محیط نقشه‌برداری زیرزمین تاریک است، دوربین و محیط مورد نقشه‌برداری نیازمند نوردهی کافی می‌باشد. علاوه بر این محیط کار بسیار محدود است و حمل و نقل وسایل حساس نقشه‌برداری از راه‌های سخت و مشکل، نیاز به انضباط و احتیاط فراوان دارد.

■ تصویر نقطه بر خط:

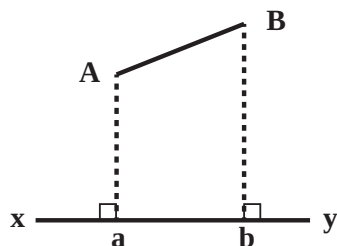
چنانچه از نقطه A عمودی بر خط BC وارد کرده و پای عمود را a بنامیم، نقطه a تصویر نقطه A بر خط BC است.



شکل ۱

■ تصویر خط بر خط:

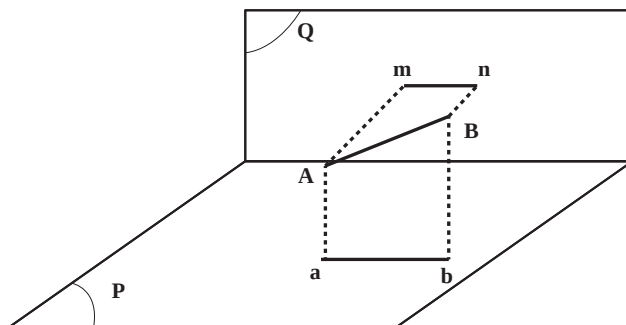
برای تعیین تصویر خط AB روی خط xy ، از نقاط A و B بر خط xy عمود کرده و پای عمودها را به ترتیب a و b می‌نامیم. ab تصویر AB بر xy است.



شکل ۲

■ تصویر خط بر صفحه افقی یا قائم:

خط AB و صفحه افقی P و صفحه قائم Q مفروض‌اند. اگر از نقاط A و B به صفحات مزبور عمود کرده و پای عمودها را در صفحه P به ترتیب a و b و در صفحه Q به ترتیب m و n بنامیم، تصویر افقی خط AB و mn تصویر قائم خط AB نامیده می‌شود.



شکل ۳

تعریف نقشه

تصویر افقی و کوچک‌شده هر منطقه را نقشه آن منطقه می‌نامند و میزان کوچک‌شدن را مقیاس می‌گویند. اغلب نقشه‌ها تصویر افقی عارضه یا عوارض متعدد هستند. اما این بدان معنا نیست که به سایر تصاویر نام نقشه اطلاق نشود؛ مثلاً در معادن و ذخیره‌های معدنی ترسیم تصویر قائم نیز لازم است. چنین تصویری نیز نقشه نامیده می‌شود که نوع تصویر در این نمونه نقشه قید می‌شود. با توجه به اینکه اکثر نقشه‌ها تصویر افقی هستند معمولاً نوع تصویر در آنها نوشته نمی‌شود.

■ مقیاس نقشه:

فرض کنیم ابعاد کارگاه معدن در هنرستان شما ۴۰ متر عرض و ۶۰ متر طول داشته باشد. اگر بخواهید برای ترسیم شکل آن بر روی کاغذ، مستطیلی به ابعاد ۴۰ متر در ۶۰ متر رسم کنید به علت کوچکی کاغذ این کار امکان ندارد؛ از این رو به جای ۴۰ متر ۴ سانتی‌متر و به جای ۶۰ متر، ۶ سانتی‌متر روی کاغذ در نظر می‌گیرند. ملاحظه می‌شود که هر دو فاصله به یک نسبت کوچک شده‌اند. مستطیل رسم‌شده بر روی کاغذ، نقشه کارگاه معدن با مقیاس $\frac{1}{1000}$ است، زیرا به جای هر ۱۰ متر روی زمین، یک سانتی‌متر روی کاغذ نقشه در نظر گرفته شده است. در عمل هر فاصله‌ای را که روی زمین اندازه‌گیری می‌کنند، ابتدا تصویر افقی آن را حساب کرده و سپس به میزان معینی آن را کوچک کرده و اقدام به ترسیم فاصله مزبور بر روی کاغذ نقشه می‌کنند.

«میزان یا نسبت کوچک‌شدن فواصل را مقیاس نقشه می‌نامند.»

$$\text{مقیاس نقشه} = \frac{\text{فاصله دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصله همان دو نقطه روی زمین}}$$

مقیاس نقشه را به دو صورت عددی و خطی نمایش می دهند.

■ مقیاس عددی:

در این حالت مقیاس نقشه را به صورت یک کسر نشان می دهند که صورت آن، عدد ۱ و مخرج آن نسبت کوچک شدن فواصل است؛ مانند اعداد $\frac{1}{10000}$ ، $\frac{1}{1000}$ ، $\frac{1}{500}$ ، $\frac{1}{100}$ و غیره. مخرج این کسرها مضربی از ۵ یا ۱۰ است تا محاسبات مربوط به آن به سادگی صورت پذیرد. در نقشه‌ای با مقیاس $\frac{1}{100}$ ، فاصله افقی روی زمین در کسر $\frac{1}{100}$ ضرب شده (یا بر عدد ۱۰۰ تقسیم شده) و سپس روی نقشه یا کاغذ ترسیم شده است.

■ مقیاس خطی:

قطعه خطی را به صورت نوار نازک در پایین نقشه ترسیم و آن را به قطعات مساوی تقسیم می کنند. هر قطعه نماینده فاصله‌ای است که روی آن نوشته می شود. در شکل ۴، نوار به قطعات یک سانتی متری تقسیم شده و قطعه نماینده ۵۰ متر است.



شکل ۴

■ مقیاس عددی نقشه با مقیاس خطی فوق را محاسبه نمایید؟

در صورت لزوم می توان یک قطعه از مقیاس خطی را مدرج کرد تا فواصل کوچک را نیز با این مقیاس اندازه گرفت.

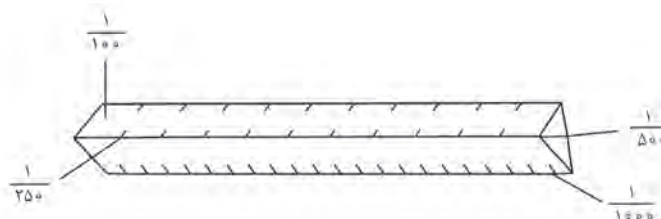
■ بایستی توجه داشت که کاغذ نقشه با مرور زمان در اثر رطوبت و حرارت، کوچک و بزرگ می شود و مسلماً نقشه ترسیم شده روی آن نیز کوچک و بزرگ خواهد شد. به نظر شما استفاده از مقیاس خطی مورد اعتمادتر است یا مقیاس عددی؟ چرا؟

بارش فکری



■ خط کش مقیاس (Scale):

برای سهولت ترسیم نقشه‌ها، خط کش‌هایی که با مقیاس‌های مختلف مدرج شده‌اند در دسترس است. با این گونه خط کش‌ها می توان فواصل را بدون نیاز به محاسبه با مقیاس مورد نظر روی کاغذ پیاده کرد. در اغلب موارد خط کش مقیاس را به سه رویه می سازند و به این ترتیب ۶ نوع اشل روی آنها قید می شود.



شکل ۵

■ مقیاس مناسب

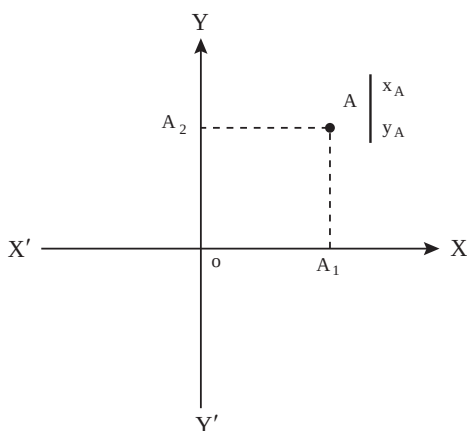
انتخاب مقیاس هر نقشه تابع ابعاد عوارض و دقتی است که از نقشه انتظار داریم. هر چه مقیاس نقشه بزرگ تر باشد جزئیات بیشتری را می توان روی آن ترسیم کرد. اگر فرض کنیم با وسایل ترسیم موجود، کوچک ترین پاره خطی که می توان به طور واضح روی کاغذ کشید برابر با ۲ میلی متر باشد، این قطعه خط روی نقشه ای به مقیاس $\frac{1}{1000}$ نماینده ۲ متر است. به عبارت دیگر روی چنین نقشه ای عوارض کوچک تر از ۲ متر قابل نمایش نیستند و در صورت لزوم برای نشان دادن چنین عوارضی باید مقیاس نقشه را بزرگ تر در نظر گرفت (هرچه مخرج کسر کوچک تر باشد مقیاس نقشه بزرگ تر است). به طور کلی انتخاب مقیاس، تابع عواملی است که نقشه بردار، محل مورد نقشه برداری، هدف از تهیه نقشه و لوازم نقشه برداری و ترسیم در آن مؤثرند. در ترسیم نقشه، مقیاس های پیشنهادی زیر می توانند مورد استفاده قرار گیرند:

جدول ۱

نوع کار	مقیاس مناسب
کارهای اجرایی دقیق	$\frac{1}{100}$ تا $\frac{1}{1}$
تهیه مقاطع و نیم رخ ها در خاکریزی و خاک برداری	$\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{2000}$
تأسیسات و ساختمان	$\frac{1}{1000}$
نقشه جامع عملیات استخراجی در معادن روباز	$\frac{1}{10000}$ تا $\frac{1}{20000}$
کارهای اجرایی در معادن زیرزمینی	$\frac{1}{500}$

■ مختصات:

برای پیاده کردن ایستگاه های نقشه برداری یا نقاطی که باید دقیق پیاده شوند، از سیستم مختصات استفاده می شود. سیستم مختصات، دو خط عمود بر هم به نام محورهای مختصات بر روی صفحه کاغذ در نظر می گیرند و فاصله هر نقطه روی صفحه کاغذ را به وسیله فاصله اش از این دو خط معلوم می کنند. مبدأ فاصله سنجی، محل برخورد محورهای مختصات است. محور افقی مختصات را محور X ها یا طول ها و محور قائم را محور Y ها یا عرض ها می نامند. در شکل ۶، خط XOX' محور طول ها و خط YOY' محور عرض ها و نقطه O مبدأ مختصات نام دارند.



شکل ۶

- برای مشخص کردن یا علامت‌گذاری و یا تعیین محل نقطه A ، دو فاصله لازم است.
- فاصله نقطه A از محور x ها که آن را عرض نقطه A و یا y_A می‌نامند و در شکل برابر با AA_1 است.
 - فاصله نقطه A از محور y ها که آن را طول نقطه A و یا x_A می‌نامند و در شکل برابر با AA_2 است.

مختصات نقطه A را به صورت $A \begin{vmatrix} x_A \\ y_A \end{vmatrix}$ یا $A(x_A, y_A)$ می‌نویسند. برای تعیین محل نقطه A ابتدا از نقطه O فاصله‌ای به اندازه x_A روی محور x ها جدا می‌کنند تا به نقطه A_1 برسند؛ همین‌طور روی محور y ها فاصله y_A را جدا می‌کنند تا به نقطه A_2 برسند. از A_1 عمودی بر محور x ها و از A_2 عمودی بر محور y ها اخراج می‌کنند. محل برخورد این دو خط عمود نقطه A را نشان می‌دهد. معمولاً مختصات نقطه O را $O \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ انتخاب می‌کنند.

در محاسبه مختصات در نقشه‌برداری می‌توان اعداد دیگری را برای مبدأ مختصات در نظر گرفت.

نکته



به‌طوری‌که در شکل ملاحظه می‌شود، محورهای مختصات صفحه کاغذ را به چهار قسمت تبدیل می‌کند که به نام‌های ربع اول، ربع دوم، ربع سوم و ربع چهارم نامیده می‌شوند. از مبدأ مختصات یا نقطه O به سمت راست اعداد مثبت و به سمت چپ اعداد منفی روی محور x ها برده می‌شود و همچنین از نقطه O به سمت بالا اعداد مثبت و به سمت پایین اعداد منفی یا عرض‌های منفی روی محور y ها منتقل می‌شود.

با استفاده از محورهای مختصات رئوس یک چهارضلعی دارای مختصات زیر است. چهارضلعی را رسم کنید.

$$A \begin{vmatrix} 2 \\ 3 \end{vmatrix} \text{ و } B \begin{vmatrix} -3 \\ 5 \end{vmatrix} \text{ و } C \begin{vmatrix} -2 \\ 0 \end{vmatrix} \text{ و } D \begin{vmatrix} 1 \\ -4 \end{vmatrix}$$

فعالیت



یک گوشه کلاس خود را به عنوان مبدأ $O \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ در نظر بگیرید و آنگاه نقشه کلاس را با مقیاس $\frac{1}{50}$ در روی کاغذ رسم کنید. مختصات مرکز کلاس را نیز به دست آورید و در نقشه مشخص کنید. محل در کلاس و پنجره‌ها را نیز مشخص نمایید.

فعالیت



یک محدوده مشخص در هنرستان خود را در نظر بگیرید و با استفاده از GPS نقاط چهار گوشه آن را برداشت و در صفحه کاغذ با مقیاس مناسب رسم کنید. از هنرآموز خود کمک بگیرید و مختصات را در سیستم UTM برداشت کنید و همچنین برای مبدأ نقطه‌ای غیر از $O \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ در نظر بگیرید.

فعالیت



ترسیم نقاط نقشه برداری (ایستگاه های نقشه برداری)

نقشه برداری به طور کلی در برداشت و رسم تعدادی نقطه خلاصه می شود. شناسایی این نقاط کار نقشه بردار را ساده می کند و تنها کافی است که او به برداشت و رسم این نقطه ها اقدام کند. تعداد نقاط مزبور برای عوارض مختلف متفاوت است. در نقشه برداری به طور کلی دو دسته نقاط باید برداشت شوند.

الف) ایستگاه های نقشه برداری

ب) نقاط نقشه برداری

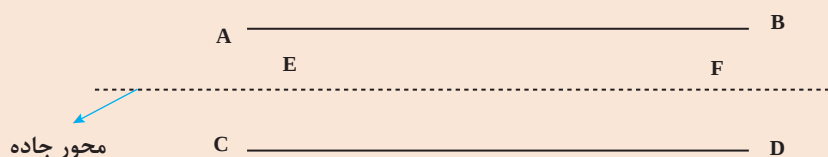
حال به ترتیب با ذکر مثال به شرح هریک می پردازیم.

■ نقاط نقشه برداری

نقاط نقشه برداری نقاطی هستند که نقاط پیرامون عارضه را تشکیل می دهند و اگر آنها را به هم وصل کنیم شکل عارضه به دست می آید. این امر درباره تمام عوارض طبیعی مثل کوه، دره، رودخانه و غیره و عوارض ساخته دست بشر مثل معدن، سد، راه، ساختمان و غیره صادق است. به این ترتیب باید هر عارضه را تبدیل به چند نقطه کنیم و این نقاط را برداشت کرده و پس از ترسیم بر روی کاغذ، آنها را به یکدیگر وصل کنیم. شناسایی نقاط نقشه برداری آسان است و با اندکی توجه می توان مهارت کافی را به دست آورد. برای آشنایی بیشتر به مثال زیر توجه کنید.

آشنایی با نقاط نقشه برداری در یک جاده مستقیم: برای نقشه برداری جاده مستقیم مطابق شکل ۷ چند روش وجود دارد.

مثال ۱



شکل ۷

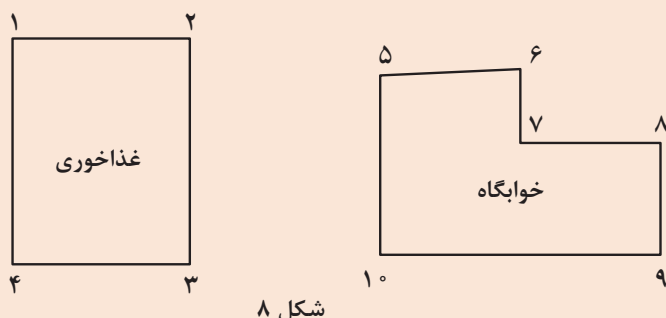
روش اول: چهار نقطه A، B، C و D را برداشت و روی کاغذ ترسیم شوند. سپس نقطه A و B و نقاط C و D به یکدیگر وصل شوند. به این ترتیب شکل قسمتی از جاده روی کاغذ به دست می آید که آن را نقشه جاده می نامند.

روش دوم: می دانیم که دو طرف جاده با هم موازی هستند. در این صورت کافی است سه نقطه A، B، و C برداشت و ترسیم شوند؛ سپس نقطه A و B به یکدیگر وصل شوند و از نقطه C خط CD موازی AB رسم شود تا نقشه جاده به دست آید.



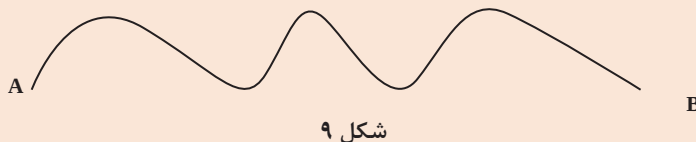
به کمک هنرآموز خود با توجه به محور جاده روش سوم را شرح دهید؟

نقاط نقشه برداری ساختمان و تأسیسات: نقاط نقشه برداری مجموعه ساختمان و تأسیساتی مطابق شکل ۸ است که با اعداد ۱ تا ۱۰ نشان داده شده است.



برای نقشه برداری این مجموعه ساختمانی کافی است ۱۰ نقطه نشان داده شده برداشت و ترسیم شوند. از وصل کردن نقاط ۱ تا ۴ سالن غذاخوری و وصل کردن نقاط ۵ تا ۱۰ نقشه خوابگاه به دست می آید.

نقاط نقشه برداری خطوط منحنی مانند رودخانه، جاده های معدنی و مرز واحدهای سنگ شناسی: اگر در نظر باشد خط منحنی بین نقطه A تا B نقشه برداری شود، نمی توان با برداشت و ترسیم نقاط A و B نقشه خط را به دست آورد.



از نظر ریاضی برای اینکه شکل منحنی به درستی مجسم و ترسیم شود باید نقطه های بسیار زیادی روی شکل انتخاب و برداشت کرد. اما می دانیم که به طور عملی این کار ممکن نیست، از این رو کافی است چند نقطه در محل های حساس منحنی انتخاب و برداشت کرد.

در انتخاب نقاط روی منحنی باید این نکته را در نظر داشت که نقاط، جایی انتخاب شوند که اگر هر دو نقطه متوالی را به هم وصل کنید، خط راست تقریباً روی منحنی را بپوشاند. به کمک هنرآموز خود ۵ نقطه در روی منحنی فوق انتخاب کنید و بررسی کنید که آیا نقاط انتخاب شده رضایت بخش است یا خیر؟



هرچه تعداد نقاط روی منحنی بیشتر باشد، شکل به دست آمده دقیق تر است اما کار بیشتری را می طلبد.



نقاط نقشه برداری کوه و دره: کوه و دره عوارض طبیعی هستند که شکل هندسی منظمی ندارند. بنابراین هر کوه یا دره از کنار هم قرار گرفتن چند سطح صاف کوچک یا بزرگ تشکیل می شوند. با توجه به اینکه هر سطح محدود به چند نقطه است و هر خط محدود به دو نقطه، پس نقشه عوارضی مانند کوه و دره را با انتخاب تعدادی نقطه می توان ترسیم کرد.

■ نقاط نقشه برداری در معدن روباز و زیرزمینی

بخشی از معادن عوارض طبیعی هستند، مانند ذخیره معدنی، زمین و کوهی که معدن در آن قرار دارد. بخشی از معادن ساخته دست بشرند، مثل تونل ها و راهروهای زیرزمینی معدن و یا راه ها در معدن روباز. برای نقشه برداری هر شکل یا عارضه اعم از طبیعی و یا ساختگی در معدن باید تعدادی نقاط اطراف و متعلق به آن را برداشت و ترسیم کرد تا نقشه عارضه مورد نظر به دست آید.

■ ایستگاه های نقشه برداری

در مثال شماره ۲ اگر هر کدام از ساختمان های ذکر شده را جداگانه نقشه برداری کنیم، دو نقشه خواهیم داشت که هر نقشه وضعیت یک ساختمان را نشان خواهد داد؛ اما به هیچ وجه نمی توانیم این دو نقشه را به هم ارتباط دهیم. به عبارت دیگر وضعیت این ساختمان ها نسبت به یکدیگر قابل شرح و تشخیص نیست؛ مثلاً نمی توانیم تعیین کنیم که سالن غذاخوری در کدام طرف و در چه فاصله ای از خوابگاه واقع است. برای اینکه وضع ساختمان ها نسبت به هم قابل بررسی باشد باید نقشه آنها را روی یک کاغذ ترسیم و دو نقشه در یک نقشه جمع شوند؛ به طوری که وضع و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر همان باشد که در روی زمین است. حفظ این ارتباط به کمک ایستگاه های نقشه برداری میسر است. برای نقشه برداری هر منطقه اعم از عوارض طبیعی یا ساختگی باید نقاطی خاص به نام ایستگاه نقشه برداری انتخاب شوند. ایستگاه های نقشه برداری اسکلت نقشه را تشکیل می دهند و نقاطی هستند که از آنجا برداشت نقاط نقشه برداری اجرا می شود.

ویژگی های ایستگاه های نقشه برداری

۱ ایستگاه نقشه برداری باید در محلی انتخاب شود که از آن محل بتوان حداکثر تعداد نقاط نقشه برداری را برداشت کرد.

۲ ایستگاه نقشه برداری یک نقطه است و انتخاب محل آن بستگی زیادی به مهارت و تجربه نقشه بردار دارد؛ چون ایستگاه های نقشه برداری برعکس نقاط نقشه برداری معمولاً وجود ندارند و باید به وسیله نقشه بردار تهیه شده و یا به وجود آیند.

۳ هر ایستگاه نقشه برداری باید حداقل از دو ایستگاه دیگر قابل رؤیت باشد.

۴ محل هر ایستگاه باید روی زمین و روی نقشه مشخص شود.

۵ ایستگاه نقشه برداری باید تا آخر اجرای طرحی که به خاطر آن نقشه برداری شده حفظ و مراقبت شود، مگر اینکه مجبور به از بین بردن آن باشیم.

ایستگاه‌های نقشه‌برداری را به صورت‌های زیر تثبیت می‌کنند.

■ قطعاتی بتنی با ابعاد ۳۰ سانتی‌متر در ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر ساخته و در آن میله فولادی قرار می‌دهند. رأس میله فولادی نقطه ایستگاه نقشه‌برداری است. برای جلوگیری از جابه‌جا شدن قطعات، زمین را مقداری گود کرده و قطعه ساخته شده را در آن قرار می‌دهند.

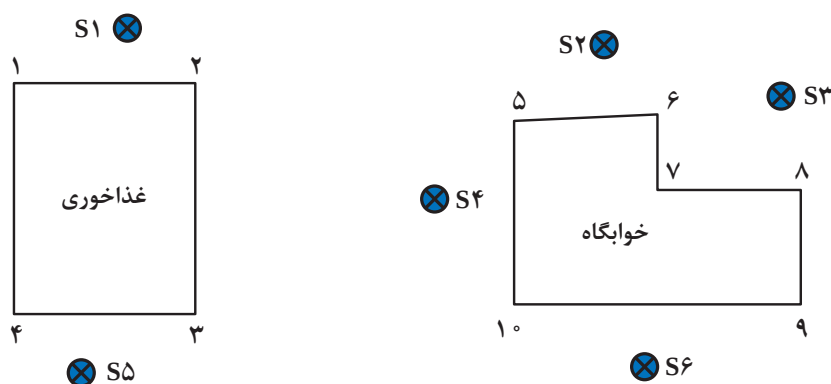


شکل ۱۰- ایستگاه‌های نقشه‌برداری تثبیت شده در زمین

■ زمین را گود کرده و در آن بتن می‌ریزند و با قراردادن یک میله فولادی در داخل بتن به نحوی که سر آن بیرون از بتن بوده و به خوبی قابل مشاهده باشد، می‌تواند به منزله ایستگاه نقشه‌برداری در نظر گرفته شود.

■ برخی اوقات لزومی ندارد که ایستگاه نقشه‌برداری مدتی طولانی دوام داشته باشد. در این گونه مواقع میخ‌های چوبی همراه با یک میخ فولادی که در رأس میخ چوبی کوبیده می‌شود به عنوان ایستگاه نقشه‌برداری استفاده می‌شود.

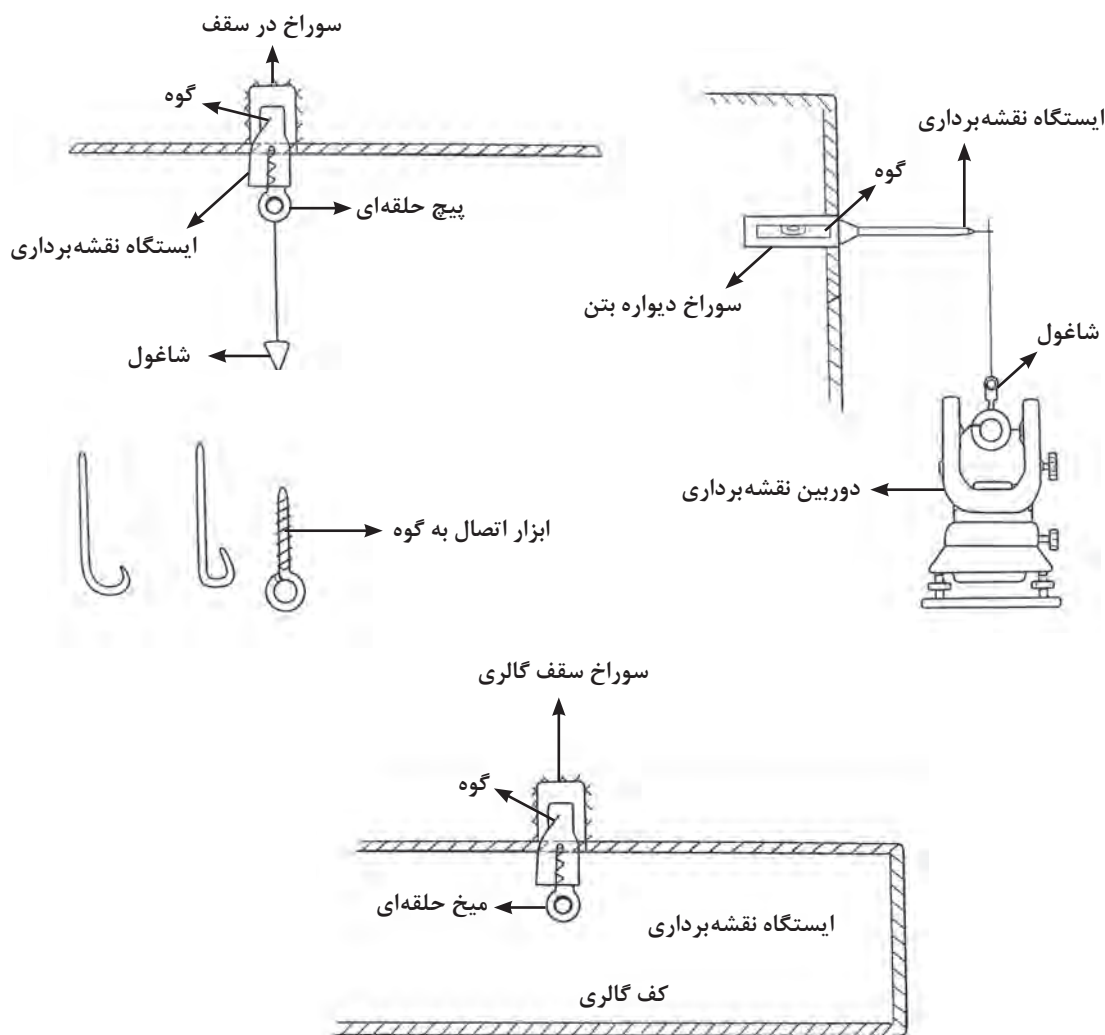
در شکل ۱۱ نقاط ۱ تا ۱۰ نقاط نقشه‌برداری و نقاط S۱ تا S۶ ایستگاه‌های نقشه‌برداری هستند.



شکل ۱۱

ایستگاه‌های نقشه برداری در نقشه برداری معدنی

در معادن زیرزمینی، ایستگاه‌های نقشه برداری در سقف کارگاه‌های تونلی و استخراجی نصب می‌شوند. در سقف کارگاه سوراخی به قطر ۲ سانتی‌متر و عمق حدوداً ۵ الی ۱۰ سانتی‌متر زده و در آن گوه پیش‌ساخته چوبی با چکش میخ می‌کنند. وسط میخ چوبی یا گوه یک میخ فلزی حلقه‌دار می‌کوبند و شاغول را به‌عنوان ایستگاه نقشه برداری به آن آویزان می‌کنند مطابق شکل‌های ۱۲ تا ۱۵.



شکل ۱۲

توضیح اینکه کلیه مراحل انجام کارهای فوق باید با راهنمایی هنرآموز مربوطه انجام شود و گزارش کار هم تهیه شود.

نکته





شاغول در ایستگاه
نقشه برداری

شکل ۱۳- عملیات استقرار دوربین نقشه برداری در ایستگاه نقشه برداری به کمک شاغول در سقف تونل



شکل ۱۵- نصب محل دوربین نقشه برداری با شاغول در تونل



شکل ۱۴- ایستگاه نقشه برداری در سقف تونل معدن زیرزمینی

هنرستان خود را در نظر بگیرید و با توجه به نکات گفته شده جهت برداشت دو ساختمان مختلف ایستگاه‌های نقشه برداری را با همکاری هنرآموز مربوطه تعریف کرده و آن را با ساخت قطعات بتنی تثبیت کنید.

فعالیت



چرا در معادن زیرزمینی ایستگاه‌های نقشه برداری را در سقف تونل، گالری و ... نصب می‌کنند؟

سؤال



با هماهنگی مدیر هنرستان و هنرآموز خود در سقف راهروی کلاس‌ها (به عنوان تونل) چند ایستگاه نقشه برداری طراحی کنید.

فعالیت



نخستین کار نقشه‌برداری در یک منطقه معدنی ایجاد مثلث‌بندی یا ایستگاه‌های نقشه‌برداری روی زمین است. این ایستگاه‌ها معمولاً روی نقاط مرتفع منطقه نصب می‌شوند و باید نقاطی باشند که هیچ گونه فعالیتی در زمینه معدن کاری روی آنها انجام نشود تا بتوان از آنها سال‌ها استفاده برد. تعداد ایستگاه‌های مثلث‌بندی (ایستگاه‌های نقشه‌برداری) باید به اندازه‌ای باشد که منطقه فعالیت را بپوشاند و باید این ایستگاه‌ها نسبت به همدیگر طوری قرار گیرند که اگر دوربین روی هر کدام از آنها سوار شود، حداقل به سه ایستگاه دید داشته باشد که بتوان از آنها دو مثلث ساخت.

پس از انجام کارهای سطحی نقشه‌برداری در منطقه معدنی توسط مثلث‌بندی، جهت کنترل و برداشت کارهای پیشروی و استخراج زیرزمینی نیاز به اتصال (Connection) یا انتقال (Transfer) نقاط مثلث‌بندی (ایستگاه‌های نقشه‌برداری) به زیرزمین است. از جمله مشخصاتی که باید به زیر زمین انتقال یابند عبارت‌اند از:

۱ انتقال جهت (حداقل جهت و امتداد یک خط در کارهای زیرزمینی)

۲ انتقال مختصات (حداقل مختصات یک نقطه در کارهای زیر زمینی)

۳ انتقال ارتفاع (حداقل ارتفاع یک نقطه در کارهای زیرزمینی)

جهت انتقال این مشخصات به زیر زمین می‌توان از راه‌های زیر استفاده کرد:

الف) تونل یا ادیت (تونل افقی که جهت دسترسی به ماده معدنی حفر می‌شود).

ب) چاه مایل

ج) یک یا دو چاه عمودی

در صورتی که راه‌های ارتباطی به معدن تونل، ادیت یا چاه مایل باشند، انتقال مشخصات نقشه‌برداری به زیر زمین توسط نقشه‌برداری عادی به عمل می‌آید (یعنی تثبیت چند ایستگاه در سقف یا دیواره آنها و سپس برداشت و غیره). اگر راه ارتباطی به معدن چاه عمودی باشد، عملیات و روش‌های ویژه‌ای داریم که توسط آنها مشخصات نقشه‌برداری به کارهای زیرزمینی انتقال می‌یابند. در این صورت شاغل‌های سنگین و مخصوص با نخ ویژه و بسیار طولانی در چاه‌ها با وسایل مخصوص باید آویزان شوند و عملیات نقشه‌برداری روی زمین و زیر زمین با کمک آنها انجام پذیرد.

در نقشه‌برداری معدنی، حداقل سه شاغل در یک تونل، گالری، دریافت (تونلی که در داخل لایه معدنی حفر می‌شود و لایه را دنبال می‌کند) باید نصب شوند (مطابق با شکل ۱۶). دوربین روی نقطه‌ای که نزدیک‌تر به ایستگاه معلوم (ایستگاه‌های نقشه‌برداری روی زمین و یا اولین ایستگاه نقشه‌برداری در تونل که از طریق ایستگاه‌های نقشه‌برداری بیرون معدن ایجاد شده) مستقر شده و بعد از تراز و سان تراز (علاوه بر تراز بودن نقطه مرکزی روی تلسکوپ دوربین در زیر مرکز شاغل سقفی یا شاغل نوری زیر دوربین روی ایستگاه زمینی فیکس شود) دید به عقب و جلو رفته و یادداشت‌های ذیل به عمل می‌آید. شماره‌گذاری گام‌ها مطابق با شکل ۱۶ است.

۱ یادداشت زوایای افقی و عمودی برای دیدهای عقب و جلو

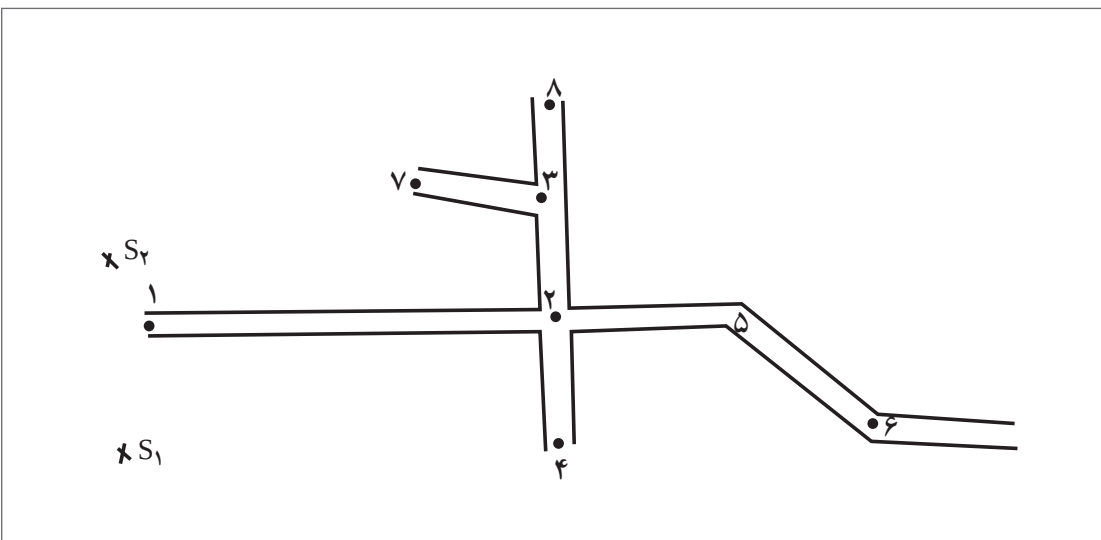
۲ یادداشت فاصله شیبی از دوربین به دید به عقب و جلو (از مرکز تلسکوپ تا نقطه نشانه)

۳ یادداشت فاصله عمودی از دوربین به شاغل بالای آن فاصله h (خود ایستگاه)

۴ یادداشت فاصله عمودی از نقطه نشانه به ایستگاه خود شاغل (فاصله T)

۵ یادداشت فاصله عمودی از نقطه نشانه به کف کارگاه.

■ به نقطه ۲ در داخل تونل قراول روی کرده زاویه افقی مربوط را روی لمب افقی دستگاه از اکولر دوربین می‌خوانیم و یادداشت می‌کنیم و فاصله نقطه ۱ تا نقطه ۲ را به یکی از طرق شرح داده شده به دست می‌آوریم.



شكل ١٧

■ دوربین را به نقطه ۲ منتقل می‌کنیم و آن را به نقطه ۱ صفر می‌کنیم. همان‌طور که در شکل ۱۷ ملاحظه می‌شود از این نقطه به‌علت قابل رؤیت بودن می‌توانیم نقاط ۳، ۴ و ۵ برداشت می‌کنیم، یعنی به یک یک این نقاط قراول روی کرده ضمن خواندن زاویه افقی فواصل آنها را با نقطه ۲ به‌دست می‌آوریم.

■ دور بین را در نقطه ۵ مستقر کرده با روشی که ذکر شد نقطه ۶ را برداشت می‌کنیم.

کار به همین ترتیب تا برداشت کلیه نقاط داخل تونل ادامه پیدا می‌کند.

در صورتی که تونل‌های جدیدی پس از گذشت مدتی مثلاً از نقطه ۳ حفر شوند، نقاط نقشه‌برداری این تونل‌ها را شبیه نقاط ۷ و ۸ تعیین کرده دوربین را در نقطه ۳ مستقر کرده نسبت به نقطه ۲ صفر می‌کنیم، سپس به برداشت نقاط ۷ و ۸ اقدام می‌کنیم.

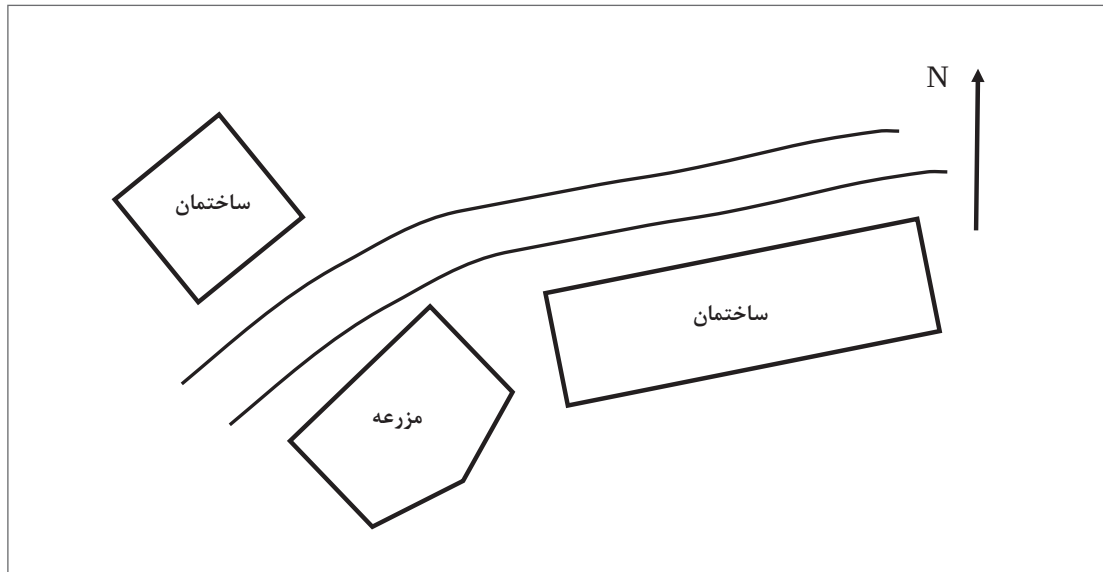
کلیه اطلاعاتی که از این پیمایش به دست می آید باید همراه با تهیه کروکی در جدولی ضبط شود تا برای ترسیم نقشه در دفتر مورد استفاده قرار گیرد.

زاویه و واحدهای سنجش زاویه

زاویه یکی از عوامل اساسی در نقشه برداری است، برای اندازه گیری زاویه از واحدهای مختلفی از قبیل درجه، گراد و رادیان استفاده می شود که به صورت کامل در پودمان ۵ دانش فنی پایه با عنوان محاسبات فنی شرح داده شده است.

■ توجیه نقشه و تعیین امتداد

نقشه روی کاغذ توجیه شده رسم می‌شود. کاغذ توجیه‌شده یعنی کاغذی که یک یا چند جهت و راستای مشخص روی آن نشان داده شده است. این جهت را با علامتی مانند پیکان روی نقشه نمایش می‌دهند، مانند شکل ۱۸.



شکل ۱۸

نقشه یک محل با جهت شمال امتدادهایی که روی نقشه ترسیم می‌شوند برای خواندن سریع نقشه در محل و تطبیق آن با واقعیت‌های روی زمین بسیار مفید هستند. امتدادها یا راستاهای توجیه نقشه به سه صورت زیر است:

■ امتداد شمال جغرافیایی؛

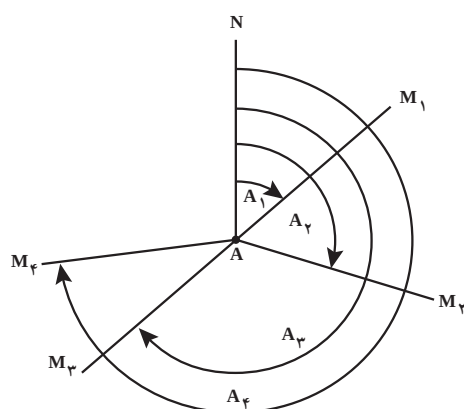
■ امتداد شمال مغناطیسی؛

■ امتداد مشخص محلی؛

از هر نقطه روی زمین، خطی که به قطب شمال وصل شود امتداد شمال جغرافیایی را در آن نقطه نشان می‌دهد. به این ترتیب امتداد نصف النهار هر نقطه امتداد شمال جغرافیایی آن نقطه است. شمال جغرافیایی را به کمک ستاره قطبی می‌توان مشخص کرد. امتدادی که از هر نقطه روی زمین به ستاره قطبی وصل شود، شمال جغرافیایی آن نقطه است. شمال جغرافیایی را با ژيروسکوپ نیز می‌توان تعیین کرد.

امتداد عقربه مغناطیسی در هر محل یا نقطه، شمال و جنوب مغناطیسی را در آن نقطه نشان می‌دهد. شمال مغناطیسی را با کمپاس (قطب‌نما) نیز می‌توان تعیین کرد.

چنانچه دو نقطه خاص در محل یا منطقه مورد نقشه‌برداری را در نظر بگیریم می‌توانیم سایر امتدادها را با خط واصل بین این دو نقطه توجیه کنیم. این امر را امتداد توجیهی محلی می‌گویند.



شکل ۱۹- نمایش آزیموت و یا گرا

■ آزیموت:

با توجه به شکل مقابل اگر AN امتداد شمال مغناطیسی یا شمال جغرافیایی باشد، زاویه A_1 که بین این امتداد و امتداد AM_1 ساخته می‌شود، آزیموت AM_1 نام می‌گیرد. این زاویه در جهت حرکت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌شود. در این شکل آزیموت (Azimuth) امتدادهای AM_1, AM_2, AM_3, AM_4 به ترتیب زوایای A_1, A_2, A_3, A_4 هستند. اگر AN شمال مغناطیسی باشد، زوایای A_1 و A_3 را آزیموت مغناطیسی می‌نامند و اگر AN شمال جغرافیایی باشد، زوایای A_1, A_2, A_3, A_4 را آزیموت جغرافیایی می‌گویند.

امتداد شمال جغرافیایی و مغناطیسی بر هم منطبق نیستند، آیا آزیموت جغرافیایی و مغناطیسی بر هم منطبق هستند یا خیر؟

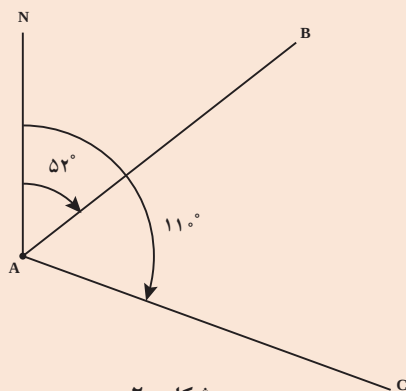
بارش فکری



زاویه بین دو امتداد با اسامی مختلفی، مثل آزیموت، گرا و سمت معرفی می‌شود که مفهوم همه آنها مشابه یکدیگر است. در این کتاب آزیموت و گرا به یک معنا است و آن هم زاویه‌ای است که بین امتداد توجیهی (شمال مغناطیسی، شمال جغرافیایی، امتداد محلی) و امتداد مورد نظر در جهت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌شود و از این پس با g نشان داده می‌شود.

آزیموت امتداد AB و AC به ترتیب 52° و 110° درجه است، زاویه $\widehat{BAC}$ چقدر است؟

مثال ۴



شکل ۲۰

حل: به طوری که از شکل پیداست،

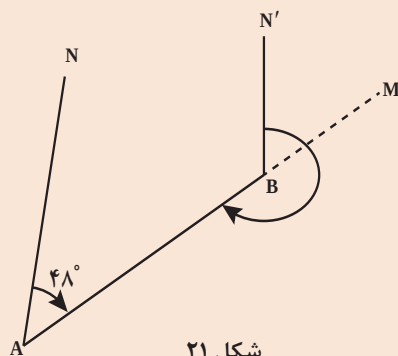
$$\widehat{BAC} = \widehat{CAN} - \widehat{BAN}$$

اما $\widehat{CAN}$ آزیموت AC و $\widehat{BAN}$ آزیموت AB است. پس:

$$\widehat{BAC} = g_{AC} - g_{AB}$$

$$\widehat{BAC} = 110 - 52 = 58$$

آزیموت یا گرای امتداد AB برابر با 48° درجه است، آزیموت BA (آزیموت معکوس) چقدر است؟



حل: اگر از نقطه B خط BN' را موازی AN رسم کنیم، زاویه‌ای که رأس آن B، یک ضلعش امتداد BN' و ضلع دیگرش BA باشد و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری شود، آزیموت یا گرای BA نام دارد. اگر AB را به صورت خط چین تا نقطه M ادامه دهیم، ملاحظه می‌کنیم که آزیموت BA از زاویه $\widehat{MBN'}$ و یک زاویه 180° درست می‌شود. اما داریم:

$$\widehat{MBN'} = \widehat{MAN} = 48^\circ$$

$$g_{BA} = \widehat{N'BA} = 180^\circ + 48^\circ = 228^\circ$$

گرای BA در اصطلاح گرای معکوس AB می‌نامند و اختلاف آنها برابر با 180° درجه است.

$$g_{BA} = g_{AB} + 180^\circ = 228^\circ$$

یک سالن مستطیل شکل در هنرستان خود را در نظر بگیرید. با راهنمای هنرآموز خود با استفاده از کمپاس آزیموت یک ضلع آن را به‌دست آورید، در مرحله بعد گرای سایر اضلاع را محاسبه کنید و با مقیاس مناسب بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

فعالیت



عملیات اندازه‌گیری فاصله و اختلاف ارتفاع

نقشه‌برداری در اندازه‌گیری دو عامل مهم یعنی فاصله و زاویه خلاصه می‌شود. فاصله یکی از عوامل مهم نقشه و فاصله‌سنجی یکی از ارکان نقشه‌برداری به حساب می‌آید. فاصله را به دو طریق مستقیم و غیر مستقیم اندازه‌گیری می‌کنند.

■ واحدهای سنجش فاصله:

برای اندازه‌گیری طول یا فاصله سیستم‌های اندازه‌گیری متفاوتی وجود دارد، بالطبع واحدهای متعددی نیز برای اندازه‌گیری موجود است. واحدهای رایج برای اندازه‌گیری فاصله در سیستم‌های مختلف به شرح صفحه بعد است:

■ **سیستم متریک:** در این سیستم واحد اندازه‌گیری طول متر است. متر را در زمان قدیم به فاصله معادل

$\frac{1}{40,000,000}$ محیط کره زمین می‌دانستند؛ اما در حال حاضر میله‌ای از آلیاژ مخصوص که در اثر حرارت و رطوبت تغییر طول نمی‌دهد، این فاصله را نشان می‌دهد. هر هزار متر را یک کیلومتر می‌نامند. یک متر برابر با ۱۰ دسی‌متر، ۱۰۰ سانتی‌متر و ۱۰۰۰ میلی‌متر است.

■ **سیستم انگلیسی:** در این سیستم واحد اندازه‌گیری طول یارد است. هر یارد برابر با $\frac{91}{44}$ سانتی‌متر است. هر یارد به سه فوت و هر فوت به ۱۲ اینچ تقسیم می‌شود. تقسیمات اینچ به صورت $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{8}$ ، $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{32}$ اینچ است. ۱۷۶۰ یارد را یک مایل، می‌گویند. واحدهای مختلف فاصله را می‌توان با استفاده از جدول زیر به یکدیگر تبدیل کرد.

جدول ۲

اینچ	فوت	یارد	میلی‌متر	سانتی‌متر	متر	
۳۹/۳۷	۳/۲۸۰۸	۱/۰۹۳۶	۱۰۰۰	۱۰۰	۱	متر
۰/۳۹۳۷	۰/۰۳۲۸۱	۰/۰۱۰۹۴	۱۰	۱	۰/۰۱	سانتی‌متر
۰/۰۳۹۳۷	۰/۰۰۳۲۸۱	۰/۰۰۱۰۹۴	۱	۰/۱	۰/۰۰۱	میلی‌متر
۳۶	۳	۱	۹۱۴/۴	۹۱/۴۴	۰/۹۱۴۴	یارد
۱۲	۱	$\frac{1}{3}$	۳۰۴/۸	۳۰/۴۸	۰/۳۰۴۸	فوت
۱	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{36}$	۲۵/۴	۲/۵۴	۰/۰۲۵۴	اینچ

۵/۸ متر چند اینچ و چند فوت است؟

بارش فکری



■ روش‌های اندازه‌گیری فاصله

فاصله بین نقاط را بسته به شرایط کار با روش‌های زیر می‌توان اندازه گرفت.

۱ قدم‌شماری؛

۲ سرعت پیاده‌روی؛

۳ استفاده از کیلومترشمار وسایل نقلیه؛

۴ استفاده از چرخ دستی فاصله‌سنج (چرخ‌متر)؛

۵ زنجیر کشی و متر کشی؛



شخصی فاصله ۱۰۰ متر را با ۱۲۵ قدم طی می‌کند، اگر تعداد قدم‌های او برای طی فاصله‌ای ۱۷۵ قدم باشد، فاصله مزبور چقدر است؟

حل: چون نقشه‌بردار هر ۱۰۰ متر را با ۱۲۵ قدم طی می‌کند، پس هر قدم آن $\frac{100}{125}$ متر است و برای

۱۷۵ قدم، فاصله طی شده برابر است با:

$$\frac{100}{125} \times 175 = 140 \text{ متر}$$

شخصی با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت پیاده‌روی می‌کند، پس از دو ساعت و نیم چه فاصله‌ای را پیموده است؟

حل:

$$4 \times 2/5 = 10 \text{ کیلومتر}$$

در شکل ۲۲ دو نوع چرخ‌متر نشان داده شده است، هر دو نوع وسیله، تا فاصله ۱۰۰۰۰ متر را اندازه‌گیری می‌کنند. این چرخ‌مترها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که بر اساس محیط چرخ، دورشمار به جای تعداد دور فاصله طی شده را نشان می‌دهد. برخی دورشمارها الکترونیکی و برخی مکانیکی هستند.



شکل ۲۲- نمونه چرخ‌متر

با کمک زنجیرکشی و مترکشی می‌توان فاصله را دقیق‌تر از سایر روش‌ها اندازه‌گیری کرد. زنجیر مساحی از تعدادی حلقه و میله مطابق شکل ۲۳ تشکیل شده که به یکدیگر متصل‌اند و در دو انتهای زنجیر، دستگیره‌هایی برای زنجیرکشی تعبیه شده است.



شکل ۲۳- زنجیر مساحی و ساختمان زنجیر مساحی

زنجیر مساحی به علت سنگینی وزن و کندی کار کمتر مورد استفاده واقع می‌شود و اما با نوارهای متر نواری اندازه‌گیری دقیق‌تر و راحت می‌باشد.

متر نواری به شکل نواری است که با واحدهای مختلف اندازه‌گیری طول مدرج شده است. نوار اندازه‌گیری طول را متر نیز می‌نامند. شکل ۲۴ چند نمونه متر را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴- چند نوع متر

در جدول صفحه بعد سایر ابزارهای اندازه‌گیری فاصله نشان داده شده است. با کمک هنرآموز خود جدول را کامل کنید.

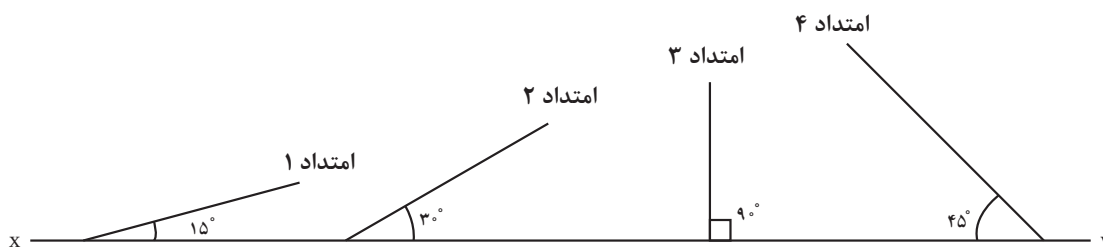
فعالیت



ابزار	شکل	کاربرد
شاغول		
ژالن		
شمشه و تراز		
آلیداد		
گونیا ی مساحی		

■ مفهوم شیب و اندازه‌گیری شیب

■ شیب: زاویه‌ای را که یک امتداد با افق می‌سازد شیب آن امتداد می‌گویند. در شکل ۲۵ اگر xy نمایش افق باشد، شیب امتدادهای ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۱۵ درجه، ۳۰ درجه، ۹۰ درجه و ۴۵ درجه است.



شکل ۲۵

■ واحد شیب: شیب را با واحدهای زیر اندازه‌گیری یا معرفی می‌کنند.

الف) واحد سنجش زاویه مثل درجه، گراد و رادیان. (در پودمان پنجم دانش فنی پایه به‌طور کامل شرح داده شده است).

ب) تانژانت زاویه شیب که در این صورت شیب به صورت یک عدد مطلق ذکر می‌شود؛ مثلاً در شکل ۲۵ خواهیم داشت:

$$\text{شیب امتداد ۱} = \tan 15^\circ = 0.27$$

$$\text{شیب امتداد ۲} = \tan 30^\circ = 0.58$$

$$\text{شیب امتداد ۳} = \tan 90^\circ = \infty$$

$$\text{شیب امتداد ۴} = \tan 45^\circ = 1$$

ج) به صورت درصد که امتدادهای فوق به‌صورت زیر می‌باشند:

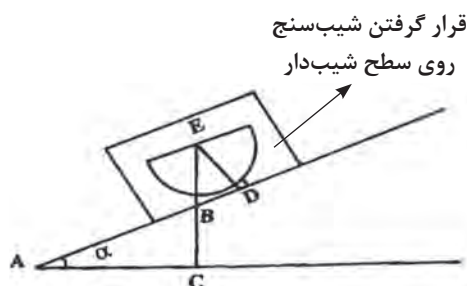
$$\text{شیب امتداد ۱} = 27\%$$

$$\text{شیب امتداد ۲} = 58\%$$

$$\text{شیب امتداد ۳} = \infty$$

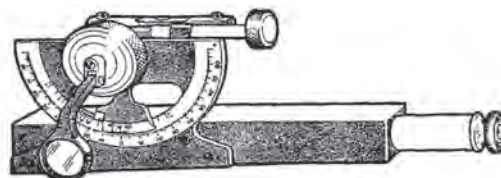
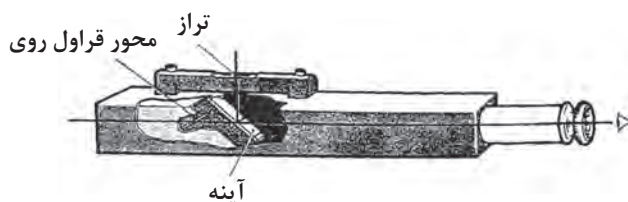
$$\text{شیب امتداد ۴} = 100\%$$

اندازه‌گیری شیب توسط شیب‌سنج و کمپاس می‌تواند صورت پذیرد. ساختمان شیب‌سنج به‌طور ساده شامل شاغول و یک نقاله است. شکل‌های ۲۶ و ۲۷ یک شیب‌سنج در روی سطح شیب‌دار و یک نمونه شیب‌سنج دستی و طرز کار آن را نشان می‌دهد.



$$\hat{BED} = \hat{CAB} = \alpha$$

شیب AB



شکل ۲۶- نمایش شیب‌سنج روی سطح شیب‌دار و شیب‌سنج دستی و طرز کار آن



شکل ۲۷- یک نوع شیب‌سنج دستی

برای نحوه تعیین شیب با استفاده از کمپاس به کتاب ایمنی و راه‌سازی و خدمات در معدن پودمان دوم احداث راه‌های دسترسی به معدن صفحات ۷۳ الی ۷۵ مراجعه کنید.

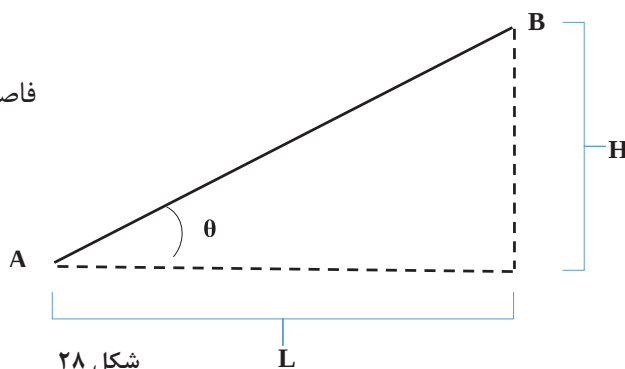
■ اندازه‌گیری فاصله افقی و قائم و اختلاف ارتفاع

در این وضعیت به متر و شیب‌سنج نیازمند هستیم. فاصله مایل دو نقطه A و B را با متر اندازه‌گیری می‌کنیم. برای اندازه‌گیری شیب باید شمشه و یا تخته‌ای صاف و مستقیم را در طول AB قرار داده و با استقرار شیب‌سنج بر روی آن شیب کف زمین را اندازه گرفت. برای کنترل عملیات بهتر است این کار در چندین نقطه AB انجام شود. با داشتن طول مایل AB و شیب خط AB فاصله افقی و فاصله قائم A تا B با توجه به شکل و روابط زیر به راحتی قابل محاسبه است.

$$\text{فاصله افقی} = L = |AB| \cos \theta$$

$$\text{فاصله قائم} = H = |AB| \sin \theta$$

فاصله قائم، اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B می‌باشد.



شکل ۲۸



در هنرستان خود با استفاده از متر و شیب‌سنج یک راه‌پله را در نظر بگیرید و فاصله مایل، فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بالا و پایین راه‌پله را حساب کنید.

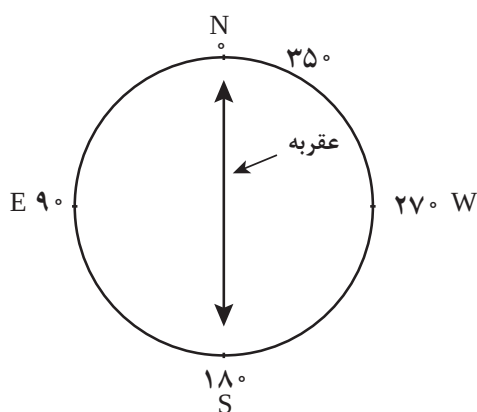
عملیات زاویه‌سنجی و روابط مثلثاتی

زاویه یکی از عوامل اساسی در نقشه‌برداری است. برای سنجش واحدهای مختلفی از قبیل درجه، گراد و رادیان به کار می‌رود. در مورد این واحدها و تبدیل آنها به یکدیگر در کتاب دانش فنی پایه سال گذشته بحث شده است. در نقشه‌برداری، با درجه و گراد سروکار داریم و واحدهای اندازه‌گیری زاویه با یکی از این دو واحد مدرج شده‌اند. این ابزارها را زاویه‌سنج می‌نامیم. زاویه‌سنج‌ها را بر حسب دقت و اندازه‌گیری، به شرح زیر تقسیم می‌کنند:

(الف) زاویه‌سنج کم دقت مثل قطب‌نما؛

(ب) زاویه‌سنج دقیق مثل تئودولیت

■ **قطب‌نما:** اگر عقربه مغناطیسی را از مرکز ثقلش طوری آویزان کنیم که آزادانه بتواند در جمیع جهات بچرخد، پس از مقداری نوسان سرانجام در امتداد معینی خواهد ایستاد که منطبق بر نصف النهار مغناطیسی محل یا به عبارت دیگر شمال و جنوب میدان مغناطیسی زمین خواهد بود. قطب‌نما از عقربه مغناطیسی درست شده که می‌تواند آزادانه روی تکیه‌گاه خود در یک صفحه مدرج بچرخد. صفحه مدرج (لمب افقی) صفحه‌ای به شکل دایره است که با تقسیمات صفر تا 360° درجه یا صفر تا 400 گراد مدرج شده است. روی این صفحه که لمب افقی نام دارد، حروف N به نشانه شمال (North)، E به نشانه شرق (East)، W به نشانه مغرب (West) و S به نشانه جنوب (South) نوشته شده است. توجه کنید که W به نشانه مغرب در سمت راست و حرف E به نشانه شرق در سمت چپ صفحه قطب‌نما نوشته شده است (ابتدا باید جهت شمال جغرافیایی محل مشخص شده و شمال کمپاس در امتداد آن قرار بگیرد که در این صورت شرق و غرب صحیح مشخص می‌شود) (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- لمب افقی قطب‌نما



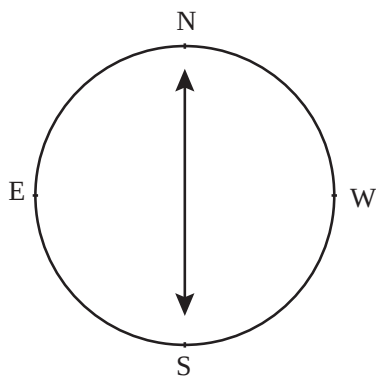
شکل ۲۹- نوعی قطب‌نما

قسمت‌های مختلف قطب‌نما شامل عقربه مغناطیسی که اساسی‌ترین قسمت قطب‌نما است، آینه و تراز جهت مشاهده بهتر و تراز کردن قطب‌نما که به صورت افقی قرار گیرد و آلیداد جهت قراول‌روی در یک امتداد معین، می‌باشد.



شکل ۳۱

برای اندازه‌گیری زاویه با استفاده از قطب‌نما به صورت زیر عمل می‌کنیم:
الف) آلیداد قطب‌نما را به سمت شمال یا جنوب قرار می‌دهیم.

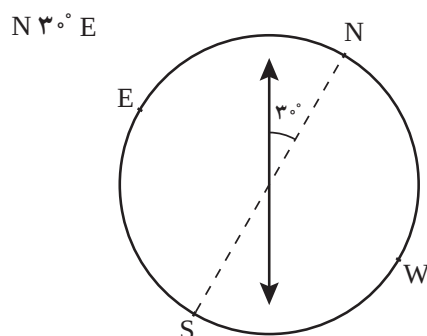


شکل ۳۲- وضعیت عقربه و لمب افقی موقعی که قطب‌نما در امتداد شمال و جنوب مغناطیسی قرار دارد.

توجه داشته باشید که جهات شرق و غرب بر روی تصویر بالا و تصویر صفحه قبل کمپاس زمین‌شناسی برعکس نوشته شده است که به دو دلیل زیر است:

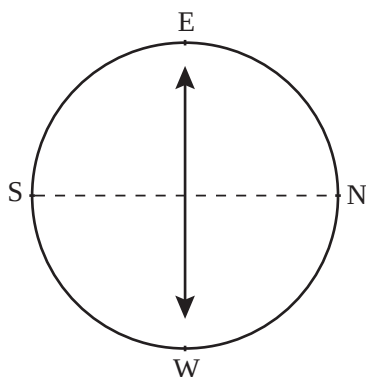
- ۱ به دلیل خواندن راحت‌تر در آینه کمپاس در امر قراول روی
- ۲ نوشتن مختصات دقیق و سریع در اندازه‌گیری امتداد لایه‌ها

ب) قطب‌نما را از وضعیت فوق به سمت راست (شرق) و یا چپ (غرب) می‌چرخانیم این مقدار زاویه به شکل‌های ۳۳ و ۳۴ دیده می‌شود.



شکل ۳۳- وضعیت عقربه و لمب افقی موقعی که قطب نما ۳۰ درجه به سمت شرق

ج) اگر قطب‌نما در امتداد مشرق - مغرب قرار گیرد، یک سر عقربه روی E و سر دیگرش روی W قرار می‌گیرد.



شکل ۳۴- وضعیت عقربه و لمب افقی موقعی که عقربه‌نما در امتداد مشرق - غرب قرار می‌گیرد.

وضعیت امتدادهای زیر را در قطب‌نماهای نشان داده رسم کنید.

N70E

S45E

W30S

E20N

فعالیت



توضیح اینکه قطب‌نمای صحرایی بوسل (Bussole) و قطب‌نما (کمپاس برانتون) در فعالیت‌های زمین‌شناسی کاربردهای گسترده دارند.



شکل ۳۵- چند نوع قطب‌نمای دستی

■ **تئودولیت (Theodolite):** یکی از ابزارهای عمده نقشه‌برداری است. با این دستگاه می‌توان زاویه افقی و قائم را اندازه‌گیری کرد که به‌طور کامل در واحد یادگیری ۲ (انطباق محدوده روی نقشه) شرح داده شده است.



شکل ۳۶- تئودولیت (Theodolite)

روابط مثلثاتی

در یک مثلث قائم الزاویه روابط زیر برقرار است.

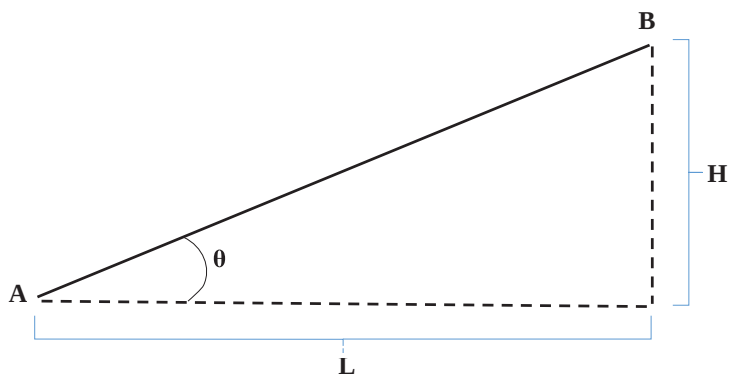
$$|AB|^2 = L^2 + H^2$$

$$\sin \theta = \frac{H}{|AB|}$$

$$\cos \theta = \frac{L}{|AB|}$$

$$\tan \theta = \frac{H}{L}$$

$$\cot \theta = \frac{L}{H}$$



شکل ۳۷

ارزشیابی شایستگی کار با ابزارهای نقشه برداری (انجام محاسبات فنی)

نام و نام خانوادگی	شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:
کد حرفه	کد پیمان/پودمان	استاندارد عملکرد:
کد وظیفه شغل	سطح صلاحیت	انجام عمل کار با ابزارهای نقشه برداری (انجام محاسبات فنی) با استفاده از وسایل نقشه برداری.
کد کار	سطح شایستگی	

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها/ داوری/ نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	۱- ترسیم نقشه (اصطلاحات در نقشه برداری)	مکان: اتاق نقشه برداری تجهیزات: وسایل نقشه برداری زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	عملیات ترسیم نقشه کلاس با یک مقیاس مناسب	۳	
				عملیات ترسیم نقشه کلاس بدون مقیاس مناسب	۲	
				عملیات ترسیم نقشه	۱	
۲	۲- ترسیم نقاط نقشه برداری (ایستگاه های نقشه برداری)	مکان: اتاق نقشه برداری تجهیزات: وسایل نقشه برداری زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	انتخاب و ترسیم نقاط نقشه برداری تعیین و احداث ایستگاه های نقشه	۳	
				انتخاب و ترسیم نقاط نقشه برداری تعیین ایستگاه های نقشه	۲	
				انتخاب و ترسیم نقاط نقشه برداری	۱	
۳	۳- عملیات توجیه نقشه و تعیین امتداد	مکان: اتاق نقشه برداری و محوطه معدن تجهیزات: وسایل نقشه برداری زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	کار با کمپاس و تعیین آزیموت	۳	
				کار با کمپاس بدون تعیین آزیموت	۲	
				عدم کار با کمپاس	۱	
۴	۴- عملیات اندازه گیری فاصله و اختلاف ارتفاع	مکان: محوطه معدن تجهیزات: وسایل نقشه برداری زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	اندازه گیری فاصله و اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از متر و شیب سنج	۳	
				اندازه گیری فاصله و اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از متر	۲	
				اندازه گیری فاصله	۱	
۵	۵- عملیات زاویه سنجی، روابط مثلثاتی	مکان: محوطه معدن تجهیزات: وسایل نقشه برداری زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تعیین اندازه ها در امتداد های مختلف کار با متر و کمپاس	۳	
				تعیین اندازه ها در امتداد های مختلف کار با متر	۲	
				عدم تعیین اندازه ها	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴ عدم رعایت موارد ۳ تا ۴	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
				عدم توجه به نکات فوق	۱	

☐ بلی	ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)
☐ خیر	

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار :

- کسب حداقل نمره ۲ از مراحل و (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها

- تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

واحد یادگیری ۲: انطباق محدوده بر روی نقشه

مقدمه

در این مبحث به بررسی نحوه استفاده از ابزارهای نقشه برداری جهت برداشت نقاط مختلف یک محدوده از روی زمین و پیاده سازی آن بر روی نقشه پرداخته شده است. نحوه کار با دوربین های ترازایی و زاویه سنجی از مهم ترین ابزارهایی است که در این درس معرفی و طرز کار آنها بیان می شود.

استاندارد عملکرد

انجام عمل انطباق محدوده بر روی نقشه با استفاده از دوربین نقشه برداری، محاسبات فنی، ریاضی و ترسیم نقشه طبق استاندارد، مراحل انجام این کار عبارت اند از: ترازایی، برداشت و ترسیم نقشه.

پیش نیاز و یادآوری

پودمان دوم کتاب سال دهم، ایمنی، جاده سازی و خدمات در معدن با عنوان احداث راه های دسترسی معدن

دوربین‌های ترازیبی در نقشه‌برداری

■ نقشه

عبارت است از تصویر قائم عوارض سطح زمین مانند شهر، پستی بلندی، رودخانه، راه‌ها و ... بر روی صفحه‌ای افقی که به‌طور یکسان کوچک شده باشد. به عبارت دیگر نقشه وسیله‌ای است که عوارض مرئی و نامرئی سطح زمین را با دقت هندسی در یک مقیاس کوچک‌تر نسبت به سطح زمین نشان می‌دهد.

■ نقشه‌برداری

مجموعه عملیاتی که جهت ترسیم یک نقشه انجام می‌شود را نقشه‌برداری گویند.

■ اهمیت نقشه‌برداری در عملیات معدنی:

در عملیات معدن‌کاری از جمله مراحل مختلف عملیات (اکتشاف و محاسبه ذخیره، احداث راه دسترسی به معادن روباز و زیر زمینی، حفاری، آتش‌کاری و استخراج معادن و ...) بدون نقشه نمی‌توان کاری را پیش برد زیرا بخشی از ذخیره‌های معدنی (کانسارها) علاوه بر اینکه به‌علت بزرگی به‌طور یکپارچه در معرض دید قرار نمی‌گیرند و در زیر زمین پنهان هستند، تصمیم‌گیری درباره آنها بدون تهیه نقشه غیر ممکن است. به‌طور کلی هرگونه عملیاتی از قبیل سدسازی، راه‌سازی، اکتشاف و استخراج معادن، انتقال آب، ساختن راه‌آهن و نظایر آنها باید با نقشه شروع شود و همگام با نقشه پایان یابد. نقشه‌برداری تنها کار با ابزارهایی مثل ترازیبی، دوربین نقشه‌برداری، متر و امثال آنها نیست بلکه این ابزارها تنها زاویه و فاصله را اندازه می‌گیرند. بلکه نقشه‌برداری هندسه عملی است و برای آموزش آن علاوه بر یادگیری کار با وسایل ذکر شده، باید هندسه را به خوبی درک کرد و دانست.

مجموعه عملیات نقشه‌برداری که جهت احداث راه دسترسی از محل کارگاه معدن تا واحد فراوری انجام می‌شود با استفاده از چه ابزارها و به چه روش انجام می‌شود.

بررسی کنید



■ برداشت چیست؟

برداشت در عملیات نقشه‌برداری عبارت است از خواندن فاصله، زاویه، ارتفاع و سایر اطلاعات یک نقطه از روی زمین.

■ ترسیم نقشه چگونه انجام می‌شود؟

نقشه براساس اطلاعات برداشت شده از روی زمین و انتقال آنها بر روی کاغذ ترسیم می‌شود.

عملیات نقشه‌برداری در معدن به ۲ بخش تقسیم می‌شوند:

۱ ترازیبی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف ارتفاع نقاط ترسیم می‌شوند.

۲ زاویه‌سنجی: برداشت و ترسیم نقشه‌هایی که براساس اختلاف زاویه ترسیم می‌شوند.

ترازیابی

■ **سطح ژئوئید:** عبارت است از سطح متوسط آب دریاها و آزاد که به صورت یک بیضوی در کل کره زمین در نظر گرفته شده است و ارتفاع نقاط نسبت به آن را ارتفاع مطلق گویند در صورتی که سطح مبنای دیگری انتخاب شود ارتفاع نقاط نسبت به آن ارتفاع نسبی است.



■ **نقاط ژئودزی:** نقاطی است که توسط سازمان نقشه برداری کشور با پراکندگی مناسب در سطح کشور علامت گذاری و جانمایی شده است. این نقاط دارای ارتفاع مشخص نسبت به سطح ژئوئید (سطح آب های آزاد) می باشند.

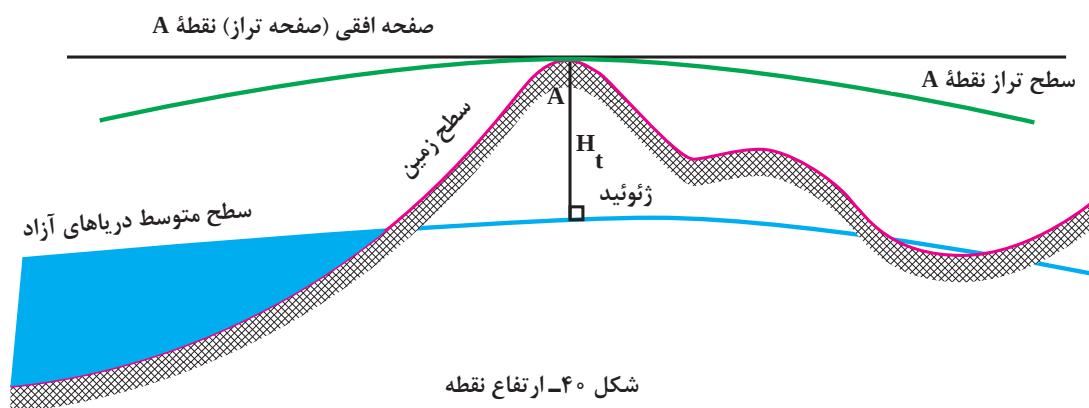
شکل ۳۸- نقطه ژئودزی

■ **نقاط پنج مارک:** جهت انجام عملیات نقشه برداری در یک محدوده، ایستگاه هایی به نام پنج مارک در نظر گرفته می شود که ارتفاعشان با استفاده از نقاط ژئودزی توجیه شده است و سپس از این ایستگاه ها جهت نقشه برداری محدوده مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۳۹

■ **ارتفاع نقطه:** برای اندازه گیری ارتفاع نقاط مختلف در داخل محدوده از نقاط پنج مارک استفاده می شود. بدین ترتیب ارتفاع هر نقطه نسبت به ارتفاع سطح مبنا (ژئوئید) مشخص می شود.



شکل ۴۰- ارتفاع نقطه

■ ابزارهای ترازیبی

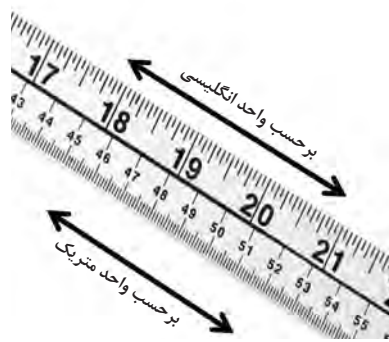
جهت تعیین ارتفاع نقاط در عملیات نقشه‌برداری ابزارهایی مورد نیاز است که یک نقشه‌بردار می‌بایست این ابزارها را به خوبی بشناسد و نحوه استفاده از آنها را بداند.

۱ متر: یکی از مهم‌ترین و ساده‌ترین ابزارهای اندازه‌گیری طول است که برحسب واحد استاندارد متریک (متر، سانتی‌متر و میلی‌متر) و همچنین واحد استاندارد انگلیسی (یارد، فوت و اینچ) مدرج شده است.

۲ شاغول: وزنه‌ای است به شکل مخروط که در سطح قاعده آن حلقه‌ای تعبیه شده است و در صورتی که نخ به این حلقه بسته شود و شاغول آویزان گردد، کشیدگی نخ و شاغول امتداد قائم محل را نشان می‌دهد. از این خاصیت در مترکشی استفاده می‌شود.



شکل ۴۲- شاغول



شکل ۴۱- متر



۳ ژالن: میله‌ای است از جنس چوب یا فلز که برای نشان دادن ارتفاع و فاصله نقطه نسبت به دوربین نقشه‌برداری (مستقر در ایستگاه نقشه‌برداری) از آن استفاده می‌شود.



شکل ۴۳- ژالن

۴ شاخص یا میر: خط کشی است معمولاً به طول ۳، ۴ و یا ۵ متر و به عرض ۶ تا ۱۰ سانتی متر و به ضخامت ۱ تا ۲ سانتی متر که به سانتی متر مدرج و به رنگ های مختلف می باشد. برای تعیین ارتفاع و فاصله دو نقطه با دوربین نقشه برداری از آن استفاده می شود.



شکل ۴۴- شاخص یا میر



شکل ۴۵- تراز نبشی

ژالن و میر معمولاً دارای یک تراز نبشی شکل هستند. در هنگام استقرار این تجهیزات جهت اندازه گیری باید کاملاً تراز باشند.

توجه

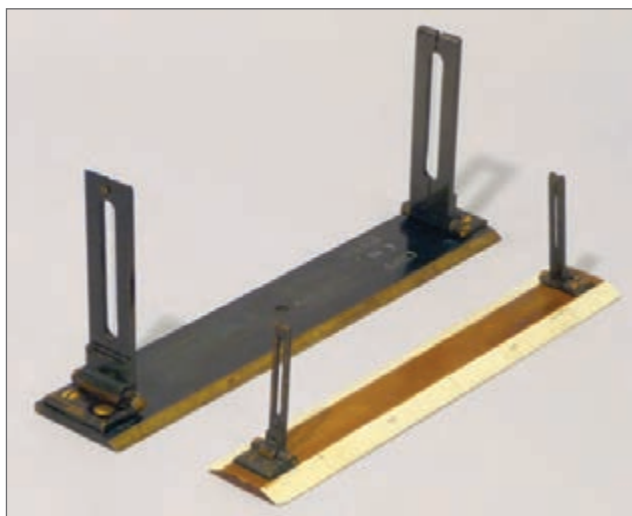


تراز بودن ژالن و میر در هنگام اندازه گیری نقاط توسط دوربین چه اهمیتی دارد؟

بارش فکری



۵ **آلیداد:** قراول روی به معنی نشانه به سمت یک امتداد یا نقطه است و آلیداد ابزاری است که به وسیله آن عمل قراول روی انجام می‌شود، از این وسیله جهت تعیین یک امتداد استفاده می‌شود. جهت قراول روی به کمک این ابزار از تارهایی که بر روی آن تعبیه شده استفاده می‌شود.



شکل ۴۷- آلیداد



شکل ۴۶- تار وسط آلیداد
جهت قراول روی دقیق

۶ **شیب سنج:** وسیله‌ای است که جهت اندازه‌گیری شیب بین دو نقطه که روی یک سطح شیب‌دار قرار گرفته‌اند، استفاده می‌شود.



شکل ۴۸- کُمپاس (شیب سنج)

۷ **دوربین تراز یابی (نیو):**

دوربینی است که می‌تواند تنها در یک صفحه افقی به سمت راست و یا چپ بچرخد و ارتفاع نقاط مختلف را معمولاً به کمک میر (شاخص) اندازه‌گیری نماید.



شکل ۴۹

۱	صفحه استقرار	دوربین به وسیله این صفحه بر روی سه پایه نصب می شود.
۲	پیچ های تراز دوربین	سه عدد پیچ که به وسیله آنها تنظیمات مربوط به تراز دوربین بر روی سه پایه انجام می شود.
۳	صفحه مدرج	به کمک این صفحه می توان میزان زاویه چرخش دوربین را به صورت چشمی تعیین نمود.
۴	پیچ حرکت کند زاویه	به کمک این پیچ زاویه افقی دوربین را به آرامی حرکت داده و تعیین می کنند.
۵	تراز کروی	نشان دهنده تراز بودن دوربین در محل استقرار است.
۶	پیچ وضوح تصویر	در صورت واضح نبودن تصویر مشاهده شده در دوربین به کمک این پیچ وضوح تصویر تنظیم می شود.
۷	آلیداد دوربین	به کمک این ابزار می توان قبل از اندازه گیری، قراول روی حدودی به سمت ژالن یا میر را انجام داد. در داخل عدسی دوربین جهت اندازه گیری دقیق تارهایی به نام تارهای رتیکول قرار داد که به کمک این پیچ می توان تنظیمات لازم بر روی تارهای رتیکول را انجام داد.
۸	عدسی چشمی و پیچ تنظیم تارهای رتیکول	نقشه بردار می تواند با قرار دادن یکی از چشم های خود در مقابل آن قرائت های لازم را انجام دهد.
۹	عدسی شیئی دوربین	به کمک این عدسی دوربین بزرگ نمایی لازم جهت مشاهده و خواندن دقیق اعداد روی میر و اجسام انجام می شود.
۱۰	آینه تراز کروی	انعکاسی از تراز کروی نشان می دهد تا در میدان دید نقشه بردار قرار گیرد.

دوربین‌های تراز یابی

■ استقرار دوربین

جهت کار با دوربین می‌بایست ابتدا آن را بر روی ایستگاه نقشه‌برداری (بنچ مارک) مستقر نمود. اولین مرحله کار مستقر کردن سه پایه دوربین نقشه‌برداری است. تمامی دوربین‌های نقشه‌برداری جهت انجام عملیات نقشه‌برداری می‌بایست بر روی سه پایه نصب شوند. در ادامه سه پایه دوربین نقشه‌برداری و نحوه نصب آن تشریح می‌شود.

■ سه پایه دوربین:

دوربین‌های نقشه‌برداری جهت استقرار بر روی سه پایه قرار می‌گیرند. قسمت‌های مختلف سه پایه در شکل ۵۰ نشان داده شده است.



شکل ۵۰

۱	صفحه استقرار دوربین	این صفحه نگهدارنده دوربین نقشه‌برداری است و دوربین به وسیله پیچی که در زیر آن قرار گرفته به دوربین متصل می‌شود.
۲	پایه‌های تلسکوپی	این پایه‌ها، قابلیت تنظیم ارتفاع به سه پایه را می‌دهند.
۳	قفل‌های پایه تلسکوپی دوربین	به کمک این قفل‌ها پایه‌های تلسکوپی در محل موردنظر ثابت می‌شود.
۴	پدال پایه‌های دوربین	در قسمت انتهایی، سه پایه دارای قسمت فلزی نوک تیز است که به کمک این پدال‌ها و با فشار پا در زمین محکم می‌شود.
۵	بندهای حمل پایه	پس از جمع کردن پایه‌ها می‌توان به کمک این بندها سه پایه را حمل کرد.
۶	پیچ اتصال پایه به دوربین	به کمک این پیچ دوربین به پایه متصل و محکم می‌شود.
۷	شاغول	به کمک امتداد شاغول، مرکز پایه‌های دوربین دقیقاً بر روی نقطه ایستگاه نقشه‌برداری قرار می‌گیرد.

■ مراحل استقرار دوربین:

۱ ■ طریقه استقرار سه پایه دوربین بر روی ایستگاه نقشه‌برداری

ابتدا سه پایه را بر روی ایستگاه نقشه‌برداری مورد نظر، به‌طور قائم قرار دهید، پیچ‌های تعبیه‌شده روی آن را باز کرده، اندازه پایه را حدوداً متناسب با قد نقشه‌بردار تنظیم کرده و مجدداً پیچ‌ها را می‌بندیم. یک پایه را درون زمین محکم کرده و دو پایه دیگر را طوری حرکت می‌دهیم تا نقطه ایستگاهی مورد نظر در مرکز سه پایه قرار گیرد. توجه به نکات زیر در هنگام استقرار سه پایه ضروری است:

الف) صفحه محل قرارگیری دوربین بر روی سه پایه باید کاملاً تراز و افقی باشد.

ب) ارتفاع سه پایه باید متناسب با قد نقشه‌بردار باشد تا مجبور نباشد در هنگام کار با دوربین خم شود زیرا در غیر این صورت باعث خستگی اپراتور دوربین می‌شود.

ج) پایه‌ها باید کاملاً در زمین محکم باشد تا در هنگام نقشه‌برداری جابه‌جا نشود و یا در اثر باد و ... دوربین به زمین نیفتد.

د) نقطه مورد نظر باید دقیقاً در مرکز سه پایه قرار گیرد.



شکل ۵۱- سه پایه دوربین مستقر شده بر روی ایستگاه نقشه‌برداری

۲ ■ استقرار دوربین بر روی سه پایه

مراحل استقرار دوربین بر روی سه پایه به شرح ذیل است:

الف) دوربین را روی سه پایه قرار داده و با پیچ، سه پایه را به دوربین می‌بندند.

ب) با استفاده از سه پیچ تنظیم حباب تراز کروی را به وسط هدایت می‌کنند.



شکل ۵۲

۱	پیچ اتصال سه پایه به دوربین	در مرحله اول باید دوربین به وسیله این پیچ کاملاً بر روی سه پایه مستقر شده و بر روی ایستگاه نقشه برداری مستقر شود.
۲	تراز کروی	دوربین باید کاملاً بر روی سطح افقی قرار گیرد. ابزاری که به کمک آن تراز بودن دوربین را اندازه گیری می کنند، تراز کروی است. براین اساس حباب داخل این تراز باید دقیقاً در دایره مرکزی قرار گیرد. شکل ۵۳ - ترازهای کروی
۳	پیچ های تراز دوربین	زمانی که دوربین دقیقاً بر روی سه پایه سوار شد با استفاده از سه پیچ تنظیم، دوربین تراز می شود. در این مرحله: الف) دو پیچ از سه پیچ را در دو جهت مخالف (هر دو پیچ به داخل یا به خارج) می پیچانند. با این کار حباب تراز کروی را در مقابل پیچ سوم قرار می دهند. ب) حال کافی است با پیچاندن پیچ سوم حباب را به مرکز تراز هدایت نمود. شکل ۵۴ - تراز کروی و نحوه حرکت حباب داخل آن

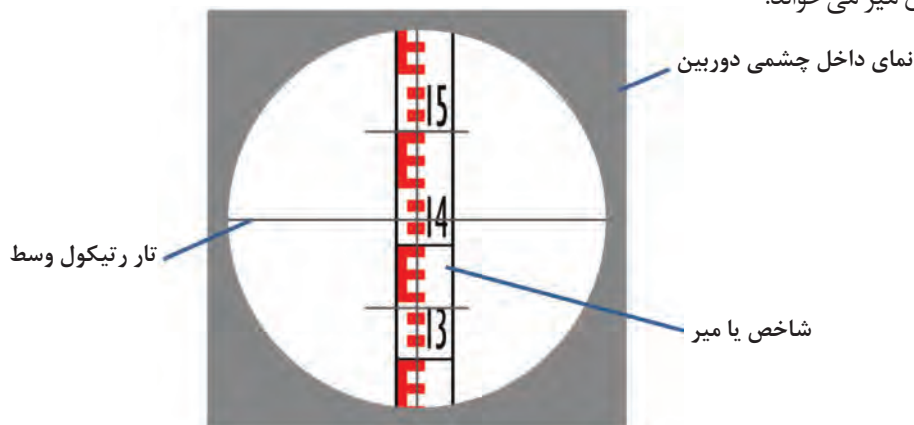
طرز کار با دوربین ترازیبی :

- ۱ خواندن ارتفاع: ابزارهای مورد نیاز جهت اندازه‌گیری ارتفاع نقاط، میر و دوربین ترازیب (نیوو) هستند. مراحل اجرا بدین شرح است:
- الف) سه پایه و دوربین بر روی ایستگاه نقشه‌برداری که دارای دید کافی به محدوده مورد نظر است، قرار می‌گیرد.
- ب) ارتفاع دوربین تا سطح زمین با استفاده از متر اندازه‌گیری می‌شود.



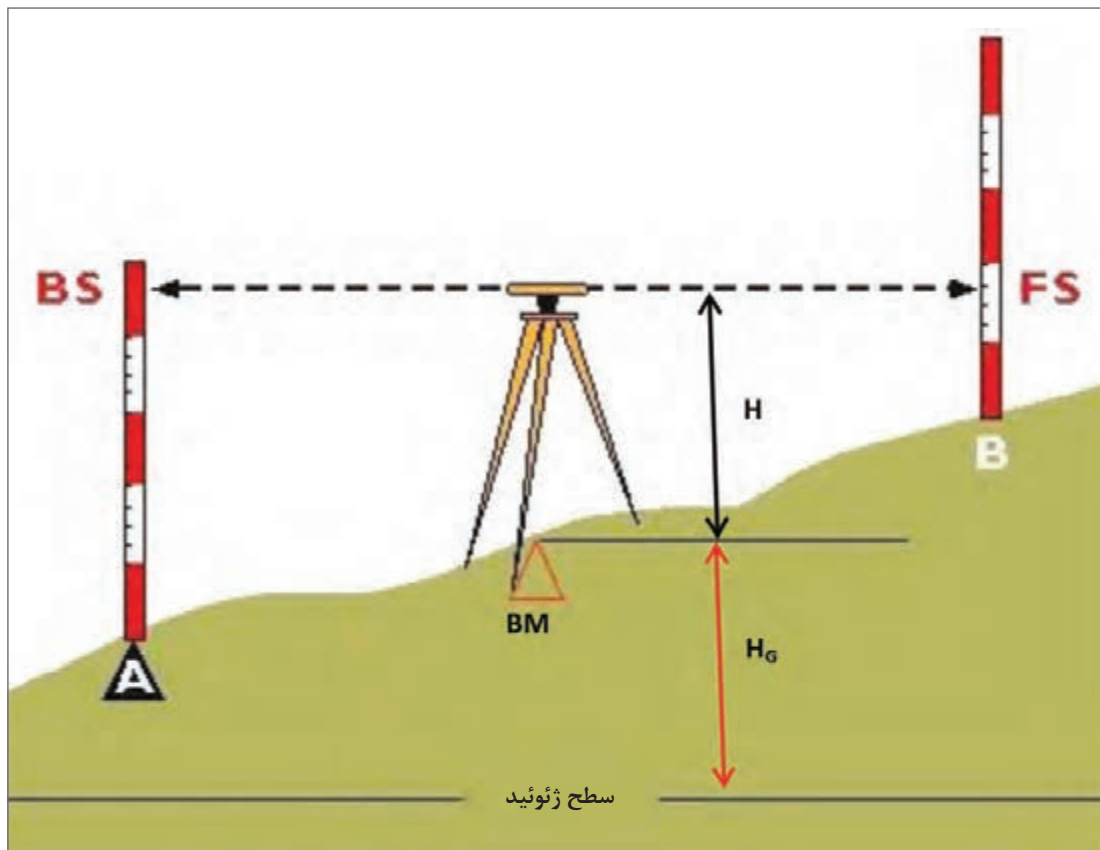
شکل ۵۵ - اندازه‌گیری ارتفاع دوربین تا سطح زمین

- ج) میر بر روی نقاطی که باید ارتفاع آنها خوانده شود، به نوبت قرار می‌گیرد.
- د) به کمک آلیداد روی دوربین به سمت میر قراول روی می‌شود.
- ه) نقشه‌بردار با مشاهده میر از داخل چشمی دوربین و براساس وضعیت قرارگیری تار رتیکول وسط آن مقدار ارتفاع را از روی میر می‌خواند.



شکل ۵۶ - نمای درون چشمی دوربین ترازیبی و تارهای رتیکول آن

- و) ارتفاع دوربین از ارتفاع اندازه‌گیری شده بر روی میر در هر نقطه کسر می‌گردد در نتیجه میزان ارتفاع نقاط مختلف بر روی سطح زمین حاصل می‌شود.
- ز) جهت مشخص شدن ارتفاع واقعی نقاط نیاز است تا ارتفاع نقاط به‌دست آمده از این اندازه‌گیری‌ها با ارتفاع ایستگاه مبنای نقشه‌برداری که دوربین بر روی آن قرار گرفته جمع جبری شود تا ارتفاع واقعی نقاط مشخص شود.



شکل ۵۷

H : ارتفاع دوربین از ایستگاه نقشه‌برداری (بنچ مارک، BM)
 H_G : ارتفاع نقطه بنچ مارک از سطح ژئوئید
 BS و FS : ارتفاع خوانده شده نقاط توسط دوربین بر روی میر

در صورتی که H_G برابر با $1/5$ باشد و ارتفاع دوربین (H)، 1 متر باشد و مقدار ارتفاع خوانده شده بر روی میر قرار گرفته در نقطه B ، 70 سانتی‌متر باشد، ارتفاع نقطه B از سطح ژئوئید بدین شکل محاسبه می‌شود:

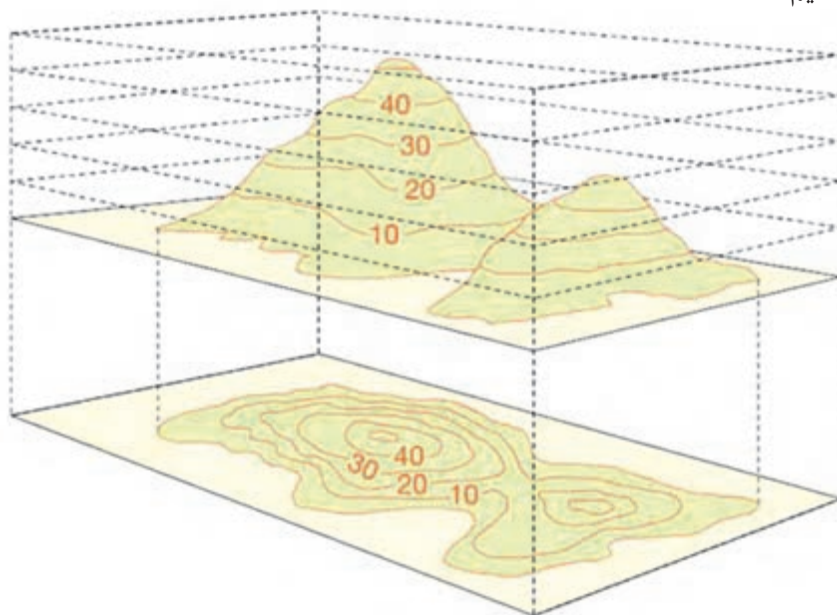
ارتفاع نقطه B از سطح زمین	$H - FS = 1 - 0.7 = 0.3 \text{ m}$
ارتفاع نقطه B از سطح ژئوئید	$H_G + 0.3 = 1/5 + 0.3 = 1/8 \text{ m}$

سؤال: در صورتی که ارتفاع قرائت شده BS ، $1/8$ متر باشد ارتفاع نقطه A از سطح زمین و سطح ژئوئید را محاسبه نمایید.

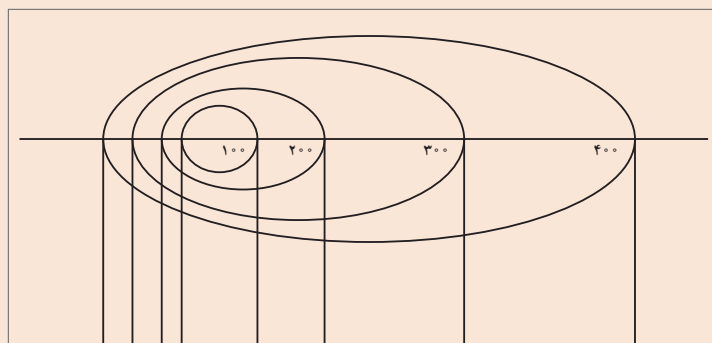
مثال ۶



در نهایت پس از برداشت نقاط ارتفاع با پراکندگی مناسب در محدوده مورد نظر می توان نقشه توپوگرافی محدوده را ترسیم نمود. برای این کار نقاط هم ارتفاع را بر روی نقشه به همدیگر وصل نموده و خطوط تراز را ترسیم می کنیم.



شکل ۵۸ - نقاط ارتفاعی روی زمین، خطوط تراز و نقشه توپوگرافی حاصل از آن



شکل واقعی خطوط توپوگرافی
مقابل را رسم کنید:

شکل ۵۹

بارش فکری



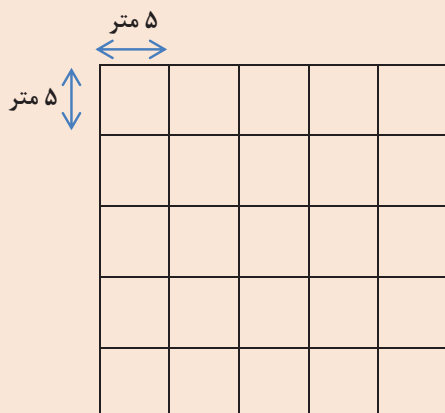
تعیین اختلاف ارتفاع و سطح مبنا

کار عملی ۱: استقرار سه پایه دوربین بر روی یک نقطه مشخص و نصب دوربین بر روی آن
شرح فعالیت:

- ۱ سه پایه باید بر روی نقطه مورد نظر مستقر شود.
 - ۲ پایه ها کاملاً در زمین محکم باشد.
 - ۳ دوربین با استفاده از پیچ پایه بر روی سه پایه محکم شود.
- با استفاده از پیچ های تراز دوربین و به کمک تراز کروی دوربین را تراز نمایید.

فعالیت
کارگاهی





شبکه برداشت ۵×۵ متر

کار عملی ۲: در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت را بر روی یک شبکه برداشت منظم با فواصل نقاط برداشت ۵ متر و فواصل خطوط برداشت ۵ متر، حداقل برای ۳۰ نقطه با پراکندگی مناسب در محوطه هنرستان خود و به کمک دوربین ترازبایی و میر انجام دهید.

شرح فعالیت:

- ۱ نقاط رئوس شبکه با گچ علامت گذاری شود.
 - ۲ میر باید دقیقاً بر روی نقطه مشخص شده و به صورت عمودی قرار گیرد.
 - ۳ عملیات برداشت باید طبق یک شبکه برداشت منظم و با تعداد نقاط برداشت کافی انجام شود، تا اختلاف ارتفاع‌های موجود بر روی زمین به خوبی نشان داده شود.
 - ۴ مقدار ارتفاع خوانده شده باید از ارتفاع دوربین کسر شود.
- سؤال:** فرض کنید نقطه BM دارای ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح ژئودزی است؛ ارتفاع هر یک از نقاط را نسبت به سطح ژئودزی محاسبه نمایید.

مواد و ابزار: سه پایه دوربین، میر، دوربین ترازبایی، نوشت افزار، ماشین حساب، گچ.

نکات ایمنی: پایه باید کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه‌برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

ارزشیابی مرحله‌ای: ترازبایی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	استقرار سه پایه روی زمین، نصب دوربین بر روی سه پایه و تراز کردن آن، نحوه کار با میر و ژالن	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: دوربین ترازبایی، سه پایه، ژالن و میر مواد مصرفی: میخ-رنگ زمان: ۱۰ دقیقه
۲	استقرار سه پایه روی زمین، نصب دوربین بر روی سه پایه و تراز کردن آن	قابل قبول	
۱	استقرار سه پایه دوربین روی زمین و نصب دوربین بر روی آن	ناقص	

طرز کار با دوربین‌های زاویه‌سنجی

دوربین‌های ترازیبی قابلیت اندازه‌گیری ارتفاع و زوایا در سطح افق و فواصل نقاط را دارند اما دوربین‌های زاویه‌سنجی علاوه بر این قابلیت‌ها، قادرند تغییرات زاویه قائم و اندازه‌گیری شیب را نیز انجام دهند. اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم در نقشه‌برداری به‌طور مستمر انجام می‌شود این اندازه‌گیری‌ها برای تعیین موقعیت نقاط مورد استفاده قرار می‌گیرد. با اندازه‌گیری زوایای افقی (زوایای سمتی) امتدادها را در صفحه افق و با اندازه‌گیری زوایای قائم (زوایای ارتفاعی) امتدادها را در صفحه قائم مشخص می‌کنند.

■ دوربین‌های زاویه‌سنجی (تئودولیت):

دوربین‌های زاویه‌سنجی دوربین‌هایی هستند که برای اندازه‌گیری زاویه (افقی و قائم) روی زمین به کار می‌روند.



شکل ۶۰

جدول ۳

اجزای مختلف دوربین تئودولیت		
ردیف	نام اجزا	شرح
۱	لنز شیئی	به کمک این عدسی دوربین بزرگ‌نمایی لازم جهت مشاهده دقیق ژالن و اجسام انجام می‌شود.
۲	عدسی چشمی	تنظیم‌کننده وضوح عدسی چشمی
۳		جداکننده لنز چشمی
۴	پوشش تار رتیکول	
۵	پیچ تنظیم‌کننده وضوح تارهای رتیکول	به کمک این پیچ تنظیم، وضوح مورد نیاز تارهای رتیکول تلسکوپ جهت مشاهده اجسام در فواصل مختلف انجام می‌شود.
۶	مگسک‌های قراول روی تلسکوپ	جهت قراول روی اولیه و پیداکردن راحت‌تر آنها در تلسکوپ دوربین به کار می‌رود.
۷		
۸	تراز لوبیایی تلسکوپ	جهت تراز کردن دوربین و تلسکوپ دوربین به کار می‌رود.
۹	تراز لوبیایی دوربین	
۱۰	پیچ تنظیم‌کننده تراز لوبیایی	
۱۱	تراز لوبیایی سمت مقابل	جهت تراز کردن دوربین به کار می‌رود.
۱۲	پیچ تنظیم‌کننده تراز لوبیایی	
۱۳	تراز کروی	جهت تراز کردن دوربین بر روی پایه به کار می‌رود.
۱۴	دکمه قفل‌کننده تلسکوپ	با استفاده از این دکمه از چرخش دوربین جلوگیری می‌شود.
۱۵	پیچ تنظیم زاویه قائم تلسکوپ	به کمک این پیچ زاویه قائم تلسکوپ دوربین تنظیم می‌شود.
۱۶	قفل کن چرخش سریع افقی	به کمک این ابزار می‌توان به صورت سریع دوربین را در زوایای افقی حرکت داد تا به صورت حدودی بر روی جسم موردنظر قرار گیرد.
۱۷	قفل کن زاویه سریع افقی	
۱۸	قفل کن چرخش کند افقی	به کمک این ابزار می‌توان به صورت آهسته دوربین را در زوایای افقی حرکت داد تا به صورت دقیق بر روی جسم موردنظر قرار گیرد.
۱۹	قفل کن زاویه کند افقی	
۲۰	نمایشگر چرخش افقی	۲ عدد از این اجزا در دوربین وجود دارد و می‌توان دوربین را تا ۱۸۰ درجه به سمت چپ یا راست چرخاند.
۲۱	پنجره روشنایی برای خواندن در شب	۲ عدد از این اجزا در دوربین وجود دارد که در هنگام کار در شب یا مکان‌های تاریک از این قسمت استفاده می‌شود.
۲۲	نمایشگر چرخش قائم	با چرخش این ابزار به چپ و راست می‌توان تصاویر را با مقیاس مختلف مشاهده نمود.
۲۳	صفحه چرخش افقی	با چرخش این صفحه دوربین در سطح افقی به سمت راست و چپ می‌چرخد.
۲۴	شاغل نوری	جهت تراز بودن دوربین بر روی نقطه ایستگاه نقشه‌برداری استفاده می‌شود.
۲۵	صفحه تراز	صفحه‌ای است که دوربین بر روی آن قرار گرفته و در زیر آن پیچ‌های تراز دوربین قرار دارند.
۲۶	پیچ‌های تراز دوربین	دوربین دارای ۳ عدد از این پیچ‌ها می‌باشد که جهت تراز کردن دوربین بر روی سه پایه استفاده می‌شود.
۲۷	صفحه پایه دوربین	به کمک این صفحه دوربین بر روی سه پایه قرار می‌گیرد.
۲۸	کشویی نصب کمپاس	روی این کشویی کمپاس نصب می‌شود.

■ طرز کار با دوربین تئودولیت

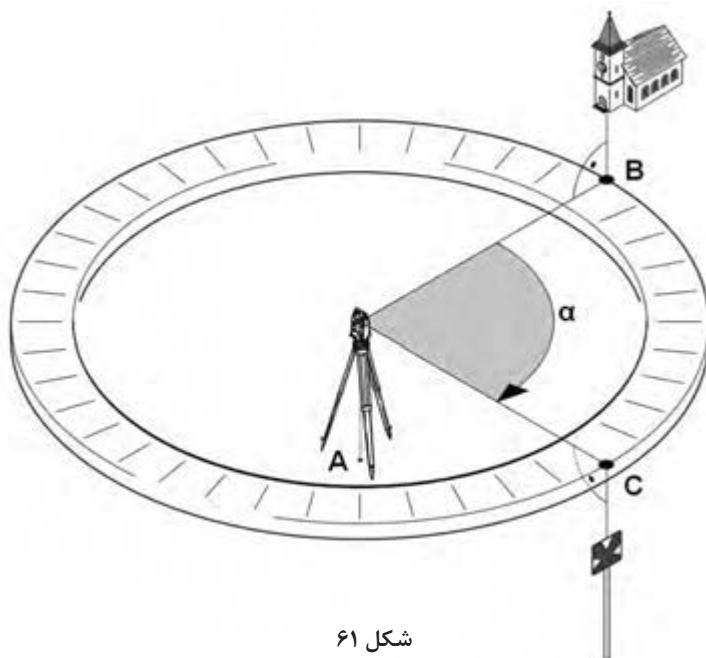
با استفاده از دوربین‌های تئودولیت می‌توان زاویه افقی و قائم، اختلاف ارتفاع و فاصله بین نقاط مختلف را اندازه‌گیری نمود.

پس از استقرار سه‌پایه بر روی ایستگاه نقشه‌برداری و نصب و تراز دوربین بر روی آن، جهت کار با دوربین تئودولیت و انجام عملیات نقشه‌برداری لازم است تا مراحل زیر به ترتیب انجام شود:

الف) زاویه‌سنجی

جهت اندازه‌گیری زوایای قائم و افقی در دوربین‌های تئودولیت از نقاله‌هایی با نام لمب افقی و قائم استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری زاویه افقی

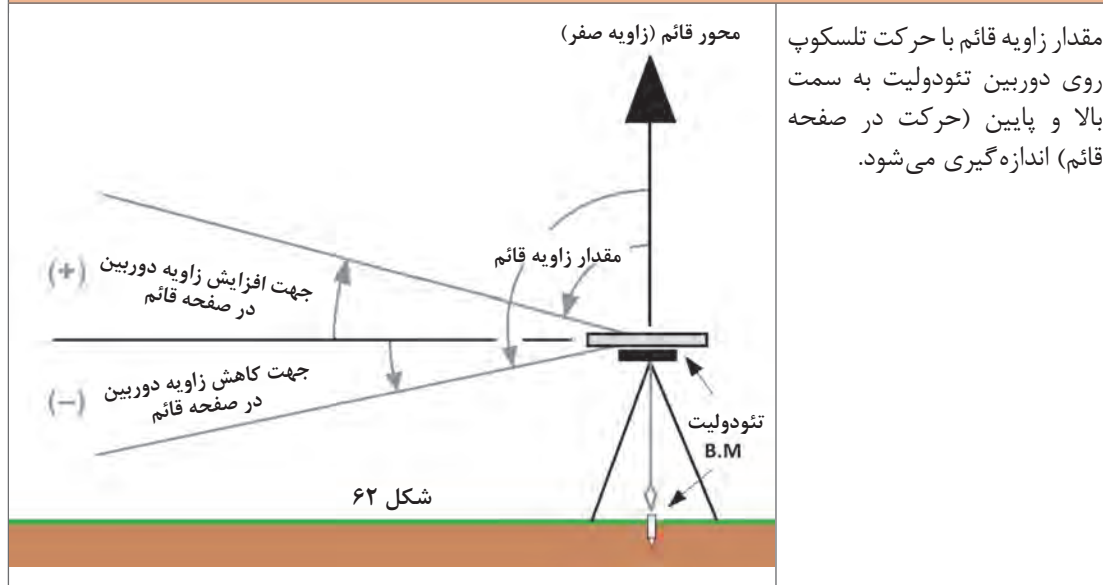


شکل ۶۱

جهت اندازه‌گیری زاویه بین نقاط B و C ابتدا توسط دوربین که در نقطه A قرار گرفته به نقطه B قراول می‌رویم. مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خوانیم. سپس به نقطه C قراول می‌رویم و مجدداً مقدار زاویه را از روی لمب افقی می‌خوانیم و در نهایت دو زاویه را از هم کم می‌کنیم و زاویه بین دو نقطه (α) به دست می‌آید.

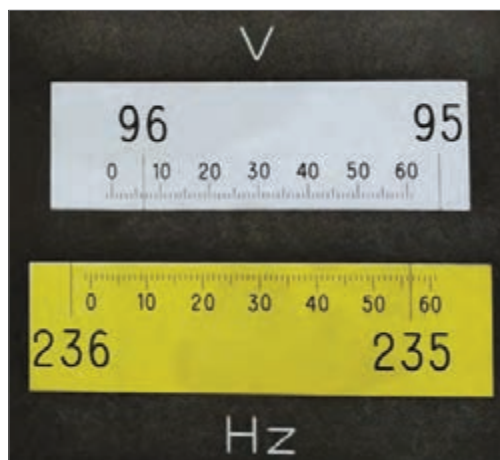
- توجه ۱: مقدار زوایای لمب افقی در جهت عقربه‌های ساعت افزایش و در خلاف آن کاهش می‌یابند.
- توجه ۲: این عملیات می‌تواند توسط دوربین تراز یاب (نیوو) هم انجام شود.

اندازه گیری زاویه قائم



مقدار زاویه قائم با حرکت تلسکوپ روی دوربین تئودولیت به سمت بالا و پایین (حرکت در صفحه قائم) اندازه گیری می شود.

توجه ۱: مقدار زوایای لمب قائم در جهت عقربه های ساعت افزایش و در خلاف جهت آن کاهش می یابند.
توجه ۲: این عملیات تنها می تواند توسط دوربین تئودولیت انجام شود.



شکل ۶۳

لمب قائم دوربین تئودولیت:

اگر شاخص نزدیک به هر یک از اعداد بزرگ باشد همان عدد به عنوان زاویه اصلی خوانده می شود و مقادیر اعشار آن از روی درجه بندی کوچک تر (ورنیه) اندازه گیری می شود. بدین ترتیب مقدار زاویه قائم نشان داده شده در تصویر مقابل نود و شش درجه و شش دقیقه و نیم ثانیه می باشد.

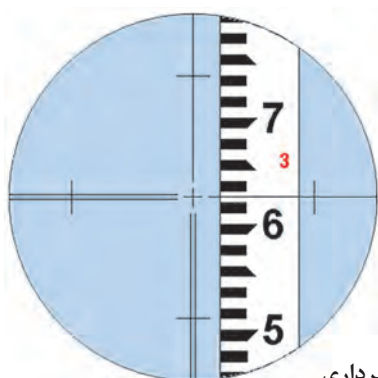
لمب افقی دوربین تئودولیت:

مقدار زاویه افقی نشان داده شده در لمب افقی مقابل ۲۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه می باشد.

ب) فاصله سنجی

۱ قراول روی: برای آنکه با دوربین مستقر در یک ایستگاه نقشه برداری به سمت یک نقطه قراول رویم دوربین را به سمت نقطه می چرخانیم و به کمک مگسک های قراول روی به سمت نقطه نشانه روی می کنیم. در این حالت نقطه مورد نظر از داخل دوربین نیز قابل رؤیت خواهد بود.

۲ پیچ تنظیم تصویر: برای اینکه تصویر به طور واضح در داخل دوربین دیده شود از پیچ تنظیم کننده وضوح تصویر استفاده می شود.



۳ قفل کن چرخش کُند افقی: به کمک این ابزار که در دو طرف دوربین قرار دارد دوربین دقیقاً بر روی نقطه مورد نظر قرار می‌گیرد.

۴ تارهای رتیکول: به کمک پیچ تنظیم‌کننده وضوح تارهای رتیکول تلسکوپ، تارها را واضح و روشن کرده و دقیقاً بر روی جسم مورد نظر قرار می‌دهیم تا دقیقاً خوانده شود.

شکل ۶۴- تارهای رتیکول داخل دوربین نقشه‌برداری

۵ اندازه‌گیری فاصله: جهت اندازه‌گیری فاصله میر را بر روی نقطه مورد نظر به طور قائم قرار می‌دهیم، سپس با استفاده از دوربین به میر قراول روی می‌کنیم و از تارهای رتیکول دستگاه جهت اندازه‌گیری فاصله استفاده می‌شود، به این روش استادیومتری می‌گویند.

الف) تار رتیکول وسط بر روی عدد ارتفاع دوربین قرار می‌گیرد.

ب) مقادیر مربوط به تارهای رتیکول بالا و پایین بر روی میر را می‌خوانند.

ج) محاسبه طول افقی و مایل بدین شرح انجام می‌شود:

فاصله مایل	$L = 100 \times (\text{تار بالا} - \text{تار پایین})$
فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^2 \alpha$
$L =$ فاصله مایل $D.H =$ فاصله افقی $\alpha = 90^\circ -$ زاویه قائم دوربین	

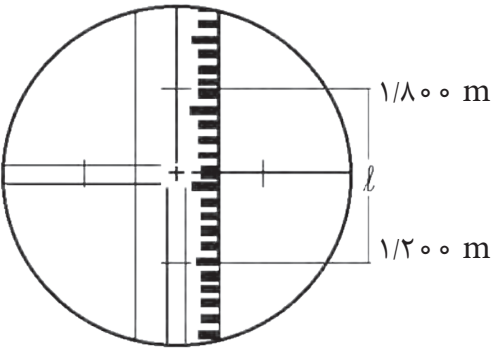
در صورتی که مقدار زاویه قائم دوربین 30° درجه باشد، مقدار فاصله افقی و مایل را برای شکل زیر محاسبه نمایید.

مثال ۷



	فاصله مایل	$L = 100 \times (1/600 - 1/200) = 40 \text{ m}$
	فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^2 \alpha = \frac{L}{2} \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ $D.H = \frac{40}{2} \times \cot\left(\frac{90^\circ - 30^\circ}{2}\right) = 34 \text{ m}$
		$L = 40 \text{ m}$ فاصله مایل $D.H = 34 \text{ m}$ فاصله افقی

سؤال: در صورتی که مقدار زاویه قائم دوربین ۴۵ درجه باشد. مقدار فاصله افقی و مایل را برای شکل زیر محاسبه نمایید.

	فاصله مایل	$L = 100 \times (\text{تار پایین} - \text{تار بالا})$
	فاصله افقی	$D.H = L \times \cos^2 \alpha$ $D.H = \frac{L}{2} \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
		فاصله مایل = L فاصله افقی = $D.H$ زاویه قائم دوربین = $\alpha = 90^\circ$

ترازیابی و تعیین ارتفاع نقاط مختلف در یک محدوده به کمک دوربین تئودولیت چگونه اجرا می‌شود؟

بارش فکری



امروزه یکی از دوربین‌های نقشه‌برداری که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد دوربین‌های توتال استیشن^۱ می‌باشند. در گروه‌های سه‌نفره در مورد این دوربین‌ها، قسمت‌های مختلف آنها و طرز کار آنها و فناوری‌های به کار رفته در آنها تحقیق نموده و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش کنید



شکل ۶۵- دوربین توتال استیشن



تعیین فاصله و زاویه سنجی نقاط به وسیله دوربین نقشه برداری:

کار عملی ۱: در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت فواصل تمام گوشه‌های محوطه حیاط هنرستان خود را به کمک دوربین تئودولیت و میر اندازه‌گیری نمایید.

شرح فعالیت:

۱ سه پایه دوربین در ایستگاه نقشه برداری باید در جایی مستقر شود، که دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد.

۲ دوربین روی سه پایه مستقر و تراز شود.

۳ میر باید به صورت عمودی در نقاط مورد نظر قرار گیرد.

۴ مقدار ارتفاع تار وسط دوربین بر روی میر باید دقیقاً با ارتفاع دوربین تا سطح زمین یکسان باشد.

۵ مقادیر تار بالا، پایین و وسط قرائت و در جدول مربوطه یادداشت شود.

مواد و ابزار: سه پایه دوربین، میر و ژالن، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب.

نکات ایمنی: پایه باید کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه خارج از جعبه نباید جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

کار عملی ۲: در گروه‌های سه نفره عملیات برداشت زوایای بین دوربین با گوشه‌ها و عوارض موجود در محوطه حیاط هنرستان خود را به کمک دوربین تئودولیت اندازه‌گیری نمایید.

شرح فعالیت:

۱ سه پایه دوربین در ایستگاه نقشه برداری باید در جایی مستقر شود، که دید کافی به حداکثر نقاط داشته باشد.

۲ دوربین روی سه پایه مستقر و تراز شود.

۳ مرکز تارهای رتیکول دوربین را دقیقاً روی نقطه اول که ژالن بر روی آن قرار دارد، منطبق کرده و زوایای آن خوانده شده و یادداشت می‌شود.

۴ حال دوربین را چرخانده و به نقطه دوم قراول روی می‌کنیم. زاویه جدید را از روی لمب‌ها می‌خوانیم و یادداشت می‌کنیم.

چرخش دوربین را ادامه می‌دهیم تا تمامی زوایای نقاط خوانده شود.

مواد و ابزار: سه پایه دوربین، میر و ژالون، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب

نکات ایمنی: سه پایه باید کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه نباید خارج از جعبه جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

ارزشیابی مرحله ای: برداشت

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	خواندن مختصات نقاط - به دست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت ۹۰٪	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: انواع دوربین نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۶۰ دقیقه
۲	خواندن مختصات نقاط - به دست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت ۸۰٪	قابل قبول	
۱	خواندن مختصات نقاط - به دست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت کمتر از ۸۰٪	ناقص	

ترسیم نقشه

برداشت های انجام شده توسط دوربین های تراز یابی (نیوو) و زاویه سنجی (تئودولیت) با هدف ترسیم ۲ نوع نقشه انجام می شود:

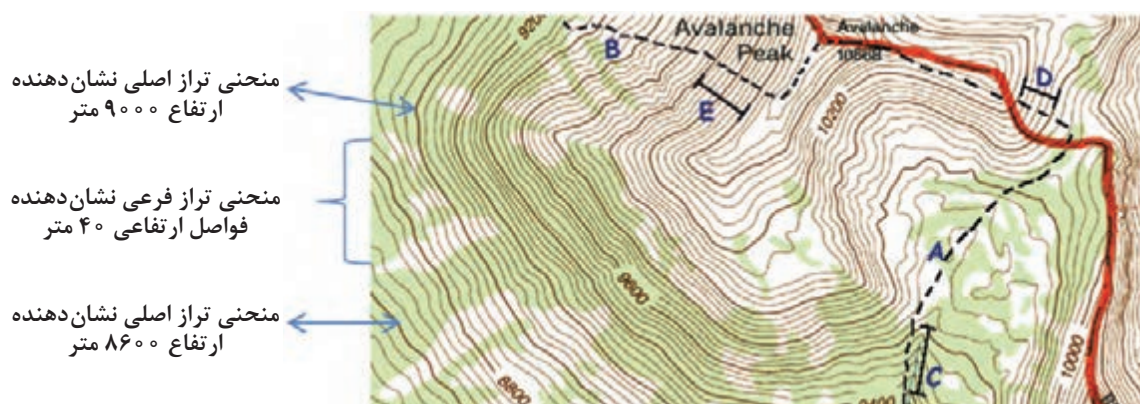
۱ پلان: تصویری است افقی (دید از بالا) که براساس اطلاعات حاصل از عملیات برداشت زاویه و فاصله رسم می شود، پلان موقعیت قرارگیری محدوده و عوارض مختلف موجود در آن را با مقیاسی مشخص نشان می دهد.



علائم	توضیحات
	محدوده معدن
	راه های داخل معدن و مسیر حرکت ماشین ها در آنها
	ابنیه (انبار، دفتر، تعمیرگاه ها و ...)
	دپوی مواد معدنی
	پله های معدن
سایر عوارض داخل محدوده معدن نمایش داده شده است.	

شکل ۶۶- نمایی از پلان یک معدن روباز

۲ توپوگرافی: نقشه‌ای است که براساس اطلاعات حاصل از عملیات تراز یابی ترسیم می‌شود. این نقشه دارای خطوطی است با نام منحنی تراز (خطوط تراز) که هر یک ارتفاع ثابتی دارند و با مقیاسی مشخص رسم می‌شوند.



شکل ۶۷- نمونه‌ای از یک نقشه توپوگرافی

- ۱ خطوط پر رنگ تر رسم شده در نقشه توپوگرافی را منحنی تراز اصلی و خطوط کم رنگ تر را منحنی‌های تراز فرعی گویند.
- ۲ منحنی‌های تراز اصلی و فرعی دارای فواصل ارتفاعی ثابت از یکدیگر هستند.
- ۳ منحنی‌های تراز اصلی فواصل ارتفاعی بزرگ تر را نشان می‌دهند (مثلاً ۲۰۰ متر در شکل بالا) و مقدار ارتفاع بر روی آنها ثبت می‌شود.
- ۴ منحنی‌های تراز فرعی مابین دو منحنی تراز اصلی رسم می‌شوند و فواصل ارتفاعی کمتر (مثلاً ۴۰ متر در شکل بالا) را نشان می‌دهند.
- ۵ منحنی‌های تراز هیچ‌گاه همدیگر را قطع نمی‌کنند و معمولاً به صورت دایره بسته ترسیم می‌شوند.

توجه



- ۱ چرا منحنی‌های تراز نباید همدیگر را قطع کنند و معمولاً به صورت دایره بسته ترسیم می‌شوند؟
- ۲ نزدیک شدن منحنی‌های تراز به همدیگر و افزایش تراکم آنها چه چیزی را نشان می‌دهد؟

بارش فکری



ترسیم نقشه:

پلان: جهت ترسیم پلان بر روی کاغذ می‌توان از ابزارهای نقشه کشی مانند خط کش، نقاله، گونیا و ... استفاده و موقعیت و زوایای نقاط برداشت شده را با مقیاس مشخص بر روی کاغذ پیاده نمود. اما امروزه دیگر از روش‌های دستی جهت ترسیم نقشه، کمتر استفاده می‌شود به طوری که اطلاعات را جهت ترسیم پلان با نرم‌افزارهایی از جمله اتوکد و GIS وارد می‌کنند و نقشه‌ها را به صورت دیجیتال رسم می‌کنند.



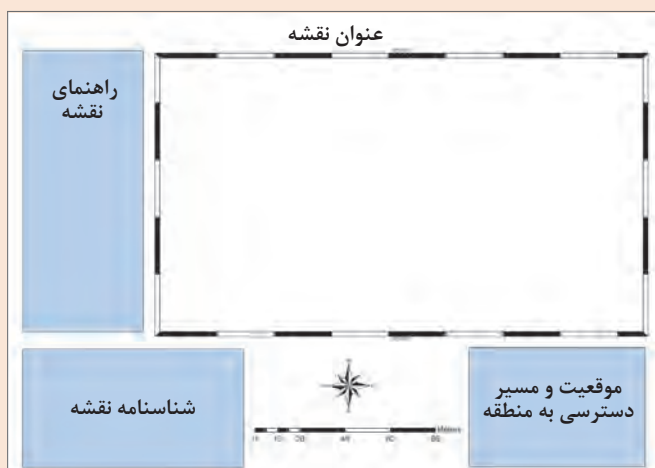
■ **توپوگرافی:** جهت ترسیم نقشه توپوگرافی نقاط ارتفاعی برداشت شده را بر طبق یک شبکه منظم به وسیله دوربین ترازبایی و براساس طول و عرض نقاط بر روی کاغذ علامت گذاری کرده و مقدار ارتفاع آن را در کنار هر نقطه می نویسند. سپس با توجه به اطلاعات به دست آمده خطوط تراز را ترسیم می کنند. امروزه نقشه های توپوگرافی را با استفاده از نرم افزارهایی مانند AutoCAD، Surfer و GIS رسم می کنند.

پیاده کردن عوارض زمین بر روی نقشه و ترسیم نقشه توپوگرافی

کار عملی ۱: در گروه های سه نفره داده های به دست آمده از عملیات برداشت زوایا و فواصل حیاط مدرسه خود را که در تمرین های قبلی انجام شد، با مقیاس ۱:۲۰ و یا ۱:۱۰ بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

شرح فعالیت: (در صورتی که با نرم افزارهای AutoCAD و یا GIS آشنایی دارید می توانید از آنها استفاده نمایید).

- ۱ از فرمت نقشه ارائه شده در شکل زیر استفاده نمایید.
- ۲ محل استقرار دوربین را در نقطه مطلوبی روی کاغذ مشخص کنید.
- ۳ با استفاده از خط کش و نقاله فواصل و زوایای خوانده شده با دوربین را بر اساس مقیاس بر روی کاغذ ترسیم نمایید.
- ۴ یک راهنما برای نقشه خود ترسیم کنید که در آن علائم عوارض مختلف نقشه معرفی شده باشد.
- ۵ نقشه باید دارای عنوان باشد.
- ۶ نقشه باید دارای مقیاس عددی و خطی باشد.
- ۷ نقشه باید دارای جهت امتداد شمال باشد.
- ۸ نقشه باید دارای محور مختصات باشد.
- ۹ نقشه باید دارای شناسنامه ای باشد که بر روی آن نام نقشه، برداشت کننده نقشه، ترسیم کننده نقشه، تاریخ تهیه و ... مشخص شده باشد.



شکل ۶۸

مواد و ابزار: کاغذ و قلم، مداد، خط کش، نقاله، گونیا و ماشین حساب.

کار عملی ۲: در گروه‌های سه نفره داده‌های به دست آمده از عملیات تراز یابی در حیاط مدرسه خود را با مقیاس ۱:۲۰ و یا ۱:۱۰ بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

(در صورتی که با نرم افزارهای AutoCAD, Surfer و ... آشنایی دارید می‌توانید از آنها استفاده نمایید.)
۱ شبکه برداشت نقاط ارتفاعی را طبق مختصات و مقیاس برداشت شده از حیاط مدرسه بر روی کاغذ ترسیم نمایید.

۲ در کنار هر نقطه از شبکه برداشت ارتفاع آن را یادداشت کنید.

۳ منحنی تراز اصلی را با استفاده از درون‌یابی فواصل نقاط و میزان ارتفاع بر روی نقشه ترسیم کنید.

۴ چهار منحنی تراز فرعی را در بین هر یک از منحنی‌های تراز اصلی ترسیم نمایید.

۵ نقشه توپوگرافی نیز مانند نقشه قبلی باید دارای مختصات، سمت شمال، عنوان و ... باشد.

مواد و ابزار: کاغذ و قلم، مداد، خط‌کش، نقاله، گونیا و ماشین حساب.

نکات ایمنی:

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل در ترسیم نقشه

ارزشیابی مرحله‌ای: ترسیم نقشه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	پیاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۹۰٪	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: خط‌کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه زمان: ۵۰ دقیقه
۲	پیاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ، ترسیم پلان و نقشه توپوگرافی با دقت ۸۰٪	قابل قبول	
۱	پیاده کردن فواصل، زوایا و شبکه برداشت تراز یابی بر روی کاغذ	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: هنرستان تجهیزات: خط‌کش، گونیا و نقاله مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه زمان: ۵۰ دقیقه
۲	دقت - صحت - مسئولیت پذیری - محاسبات فنی و ریاضی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی انطباق محدوده بر روی نقشه

نام و نام خانوادگی	شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۱۲	کار
متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمان/بودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴
عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
انطباق محدوده بر روی نقشه	سطح شایستگی	۲
استاندارد عملکرد:	انجام عملیات انطباق محدوده روی نقشه با استفاده از دوربین نقشه برداری و نوشت افزار.	

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها/ داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	ترازیابی	مکان: محدوده معدن تجهیزات: انواع دوربین نقشه برداری مواد مصرفی: میخ - رنگ زمان: ۱۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	تراز دستگاه نقشه برداری در جای خودش (وسط) قرار بگیرد. علامت گذاری صحیح نقشه روی زمین به وسیله میخ و رنگ به عنوان ایستگاه تراز دستگاه نقشه برداری در جای خودش (وسط) قرار بگیرد. علامت گذاری صحیح نقشه روی زمین به وسیله میخ تراز نامناسب عدم انطباق دوربین با نقطه تراز شده	۳ ۲ ۱	
۲	برداشت	مکان: محدوده معدن تا مساحت ۱ هکتار تجهیزات: انواع دوربین نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۶۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	خواندن مختصات نقاط برداشت شده - به دست آوردن فواصل نقاط - زاویه سنجی نقاط با دقت ۱۰۰٪ انجام موارد فوق با دقت ۹۰٪ عدم خواندن صحیح مختصات نقاط - تعیین فواصل تعیین زوایا	۳ ۲ ۱	
۳	ترسیم نقشه	مکان: دفتر کار در محدوده معدن تجهیزات: انواع دوربین نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار - کاغذ نقشه زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	پایاده کردن مختصات نقاط برداشت روی نقشه و انطباق آن با مقیاس ۱/۱۰۰۰ پایاده کردن مختصات نقاط برداشت روی نقشه و انطباق آن با مقیاس ۱/۱۰۰۰ عدم انطباق آن بر روی نقشه و عدم توانایی در ترسیم نقشه	۳ ۲ ۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۴ تا ۱	رعایت مسئولیت پذیری - درستکاری - رعایت موارد ایمنی - دقت و سرعت عمل در کار	۲	
			عدم رعایت موارد ۱ تا ۳	عدم توجه به نکات فوق	۱	

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

☐ بلی
☐ خیر

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از مراحل ۲ (مراحل بحرانی)
- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.
- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.



پودمان دوم

پیاده‌سازی محدوده‌های معدنی



یکی از مهمترین مهارت‌ها که در معادن دارای اهمیت و کاربرد گسترده است، پیاده‌سازی محدوده‌ها و پس از آن تعیین دقیق موقعیت قرارگیری نقاط حفاری، جبهه کارها، ترانشه‌ها و همچنین راه‌ها و سایر تأسیسات معدن می‌باشد. دقت و سرعت عمل در این کار از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند باعث افزایش راندمان و بهره‌وری در معدن شود. مهارت پیاده‌سازی محدوده‌ها و نقاط می‌تواند در طیف گسترده‌ای از مشاغل مانند راه‌سازی، شهرسازی و ... نیز مورد استفاده قرار گیرد.

واحد یادگیری ۱: پیاده‌سازی الگوی حفاری

مقدمه

یکی از مهارت‌های پایه جهت استخراج مواد معدنی که جزء اولین مراحل کاری بهره‌برداری از معادن می‌باشد، پیاده‌سازی الگوی حفاری است که در این مبحث به بررسی آن پرداخته می‌شود و شامل نحوه استفاده از دوربین نقشه‌برداری جهت تعیین دقیق محل قرارگیری رئوس محدوده از روی نقشه بر روی زمین می‌باشد.

استاندارد عملکرد

انجام عمل پیاده‌سازی الگوی حفاری با استفاده از نقشه و آماده‌سازی محل با دقت ۹۰٪ صورت می‌گیرد و مراحل انجام این کار عبارت‌اند از: هموارسازی - تعیین الگوی حفاری - انطباق محدوده الگو بر روی زمین می‌باشد که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش‌نیاز و یادآوری

واحد یادگیری ۱، پودمان اول

تسطیح محل شبکه چال‌ها

برای اجرای عملیات پیاده‌سازی شبکه حفاری چال‌های آتش‌کاری، در ابتدا لازم است محدوده مورد نظر مشخص شود و از آنجایی که عمدتاً محدوده‌های معدنی دارای ناهمواری، پستی و بلندی می‌باشند، لازم است نسبت به هموارسازی آن قبل از شروع عملیات حفر چال‌ها اقدام شود. عملیات تسطیح و هموارسازی به کمک ماشین‌آلات معدنی و راه‌سازی از قبیل بلدوزر، لودر، بیل مکانیکی، گریدر و ... در موارد بسیار محدود به صورت دستی و به وسیله کارگر و یا در مواردی که نیاز به عملیات کوه‌بری (برداشتن موانع سنگی سخت موجود در محدوده) باشد از انفجار استفاده می‌شود. برای این کار یک یا چند چال محدود ایجاد و عملیات خرج گذاری و انفجار انجام می‌شود تا مانع خرد و حذف شود، سپس عملیات تسطیح ادامه می‌یابد.

روش تسطیح و هموارسازی:

برای تسطیح یک محدوده، ابتدا مختصات رأس‌های آن طبق نقشه به طور تقریبی به وسیله GPS در شرایطی که محدودیت‌های زیست‌محیطی و یا معارض (مانند وجود مناطق حفاظت شده محیط زیست، منازل مسکونی و زمین‌های کشاورزی و ...) نباشد، شناسایی می‌شود. در صورت وجود محدودیت‌ها کار با دوربین و با دقت زیاد انجام می‌شود. هنگام عملیات تسطیح یک محدوده، ابتدا باید یک سطح افقی فرضی را در نظر گرفت و با کندن و پرکردن پستی و بلندی‌ها، هموارسازی محدوده را انجام داد. برای اندازه‌گیری پستی، بلندی‌ها و تسطیح کامل محدوده از دوربین نقشه‌برداری استفاده می‌شود.

در هنگام تسطیح یک محدوده لازم است بیشترین توجه به رعایت نکات زیست‌محیطی صورت گیرد مانند از بین نبردن درختان، مسدود نکردن مسیر جریان آب و قنات‌ها.

نکات زیست
محیطی



روش هموارسازی:

- ۱ تعیین تقریبی محل محدوده آتش‌کاری توسط GPS.
- ۲ استقرار دوربین ترازیابی در یک نقطه ایستگاهی که حتی‌الامکان به حداکثر نقاط محدوده دید داشته باشد.
- ۳ تعیین سطح افقی فرضی جهت انجام عملیات تسطیح طبق طراحی انجام شده، این سطح باید طوری در نظر گرفته شود که کمترین میزان عملیات تسطیح را نیاز داشته باشد.



- ۴ انجام عملیات نقشه‌برداری توسط دوربین ترازیابی و تعیین میزان عملیات خاکبرداری و خاک‌ریزی.

- ۵ انجام عملیات تسطیح توسط ماشین‌آلات: کنترل سطح تسطیح شده توسط دوربین ترازیابی، این عملیات با حرکت دادن میر بر روی نقاط مختلف محدوده تسطیح شده، انجام می‌شود تا از تراز بودن و رسیدن به سطح افقی طراحی شده، اطمینان حاصل شود.

شکل ۱- گریدر در حال انجام عملیات تسطیح در معدن



تسطیح منطقه حفاری با استفاده از بیل لودر، بولدوزر و ...

کار عملی: بازدید از یک واحد معدنی و یا کارگاه راه سازی و مشاهده عملیات تسطیح و تهیه گزارش

شرح فعالیت: گزارش باید شامل موارد ذیل باشد:

- ۱] معرفی کارگاه بازدید شده
- ۲] معرفی نوع تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده جهت انجام عملیات تسطیح
- ۳] نحوه استفاده از دوربین و GPS
- ۴] شرح مراحل تسطیح و هموارسازی به ترتیب اجرا

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین

نکات ایمنی: تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه ای: دقت در یادگیری، مراقبت از عدم تخریب محیط زیست

ارزشیابی مرحله ای: هموارسازی

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تعیین محدوده چالزنی به کمک GPS، تعیین سطح تسطیح فرضی، کار با دوربین ترازیابی، نحوه تسطیح با ماشین آلات	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه معدنی یا راه سازی تجهیزات: ابزارهای نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار - مصالح ساختمانی زمان: ۱۵ دقیقه
۲	تعیین محدوده چالزنی به کمک GPS، تعیین سطح تسطیح فرضی، کار با دوربین ترازیابی	قابل قبول	
۱	تعیین محدوده چالزنی به کمک GPS، نحوه تسطیح با ماشین آلات	ناقص	

تعیین محدوده شبکه حفاری

عملیات حفاری در یک محدوده براساس یک نقشه شبکه حفاری که از قبل طراحی شده (الگوی حفاری)، اجرا می شود.

تعیین محدوده شبکه حفاری:

با استفاده از دوربین زاویه سنجی و با دقت کافی محدوده حفاری براساس نقشه بر روی زمین پیاده می شود.

روش پیاده سازی محدوده شبکه حفاری (الگوی حفاری):

مختصات محدوده به طور تقریبی می تواند به وسیله GPS دستی مشخص شود (با خطای در حد ± 5 متر). اما برای تعیین دقیق محدوده و نقاط حفاری نیاز است تا از دوربین نقشه برداری زاویه سنجی استفاده شود. مراحل انجام این کار به شرح ذیل است:

۱ چنانچه معدن دارای یک نقطه ایستگاهی (بنچ مارک) باشد که دارای دید کافی به محدوده مورد نظر باشد دوربین را بر روی آن مستقر می‌کنیم و کلیه نقاط محدوده بر روی زمین پیاده‌سازی می‌شود.

۲ در صورت نبود یک بنچ مارک یا نقطه ایستگاهی توجیه شده لازم است دوربین در نقطه‌ای با طول، عرض و ارتفاع مشخص مستقر شود که قابل توجیه در نقشه باشد. مراحل به شرح ذیل است:

جهت تعیین نقطه توجیه شده در نقشه، از بنچ مارک‌های معدن استفاده می‌شود. روش کار به این صورت است که نقطه‌ای با دید کافی به محدوده، داخل نقشه در نظر گرفته می‌شود. دوربین را بر روی ایستگاه بنچ مارک مستقر می‌کنیم و میر را بر روی نقطه تعیین شده در محدوده قرار می‌دهیم و با قراول روی به آن، فاصله و زاویه نقطه از بنچ مارک به‌وسیله دوربین خوانده می‌شود و مختصات نقطه تعیین می‌شود. بدین ترتیب دارای نقطه ایستگاهی توجیه شده در داخل نقشه و با دید کافی به محدوده مورد نظر هستیم.

در برخی از موارد جهت توجیه یک نقطه با دید کافی به محدوده ممکن است لازم باشد عملیات بالا چندین بار تکرار شود تا به نقطه ایستگاهی در داخل نقشه برسیم.

توجه



شکل ۳- ایستگاه بنچ مارک در بالای پله‌های یک معدن روباز



شکل ۲- قراول روی از روی نقطه بنچ مارک در بالای پله‌های معدن به نقطه‌ای با دید کافی در داخل محدوده



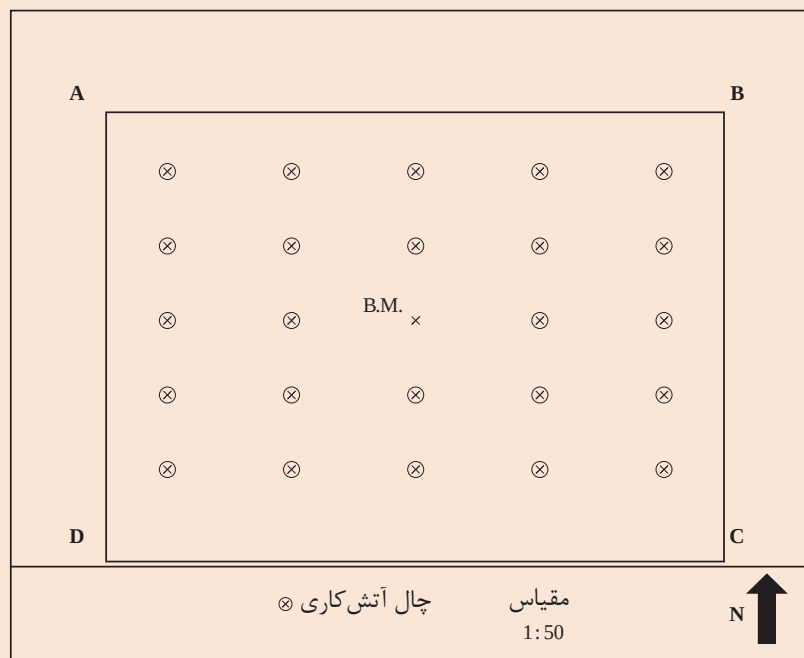
۲ سپس دوربین بر روی نقطه ایستگاهی مشخص شده، مستقر می‌شود و با استفاده از میر و ژالن فاصله و زاویه‌های مورد نظر را خوانده و نقاط رأس‌های محدوده را بر روی زمین علامت‌گذاری می‌کنیم.

شکل ۴- خواندن رأس‌های محدوده با استفاده از دوربین و از روی یک نقطه با دید کامل به محدوده



پیاده‌سازی محدوده شبکه حفاری (الگوی حفاری)

کار عملی: در گروه‌های ۴ نفره، با توجه شکل پلان شبکه حفاری زیر با مقیاس ۱:۵۰ با استفاده از دوربین محل رئوس محدوده (A, B, C, D) را بر روی زمین علامت گذاری کنید.



شرح فعالیت:

- ۱ سه پایه دوربین را بر روی نقطه B.M. مستقر کنید.
- ۲ دوربین روی سه پایه مستقر و تراز شود.
- ۳ رئوس محدوده را بر روی زمین علامت گذاری کنید.

مواد و ابزار: سه پایه دوربین، میر و ژالن، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب، گچ و یا اسپری رنگ.

نکات ایمنی: پایه باید کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه نباید خارج از جعبه جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.

اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه‌برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

ارزشیابی مرحله‌ای: تعیین الگوی حفاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	خواندن و توجیه نقشه، استقرار دوربین در ایستگاه مورد نظر، تعیین محل رؤس محدوده بر روی زمین	بالتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: ابزارهای نقشه‌برداری مواد مصرفی: نوشت افزار - مصالح ساختمانی زمان: ۴۵ دقیقه
۲	خواندن و توجیه نقشه، استقرار دوربین در ایستگاه مورد نظر، تعیین محل حداقل ۳ رأس از رؤس محدوده بر روی زمین	قابل قبول	
۱	خواندن و توجیه نقشه، استقرار دوربین در ایستگاه مورد نظر	ناقص	

شاخص گذاری محدوده شبکه حفاری

آخرین مرحله از عملیات پیاده‌سازی الگوی حفاری علامت گذاری محدوده جهت انجام عملیات حفر چال‌های انفجاری است. بنابراین باید به وسیله گچ، رنگ و یا سنگ چین تمامی اضلاع محدوده بر روی زمین علامت گذاری شود.

در تصویر سنگ چین شدن محدوده حفاری نشان داده شده است و دستگاه حفاری نیز در حال انجام عملیات حفر چال‌های آتش کاری می باشد.

روش شاخص گذاری:



پس از تعیین محل دقیق هر یک از رؤس محدوده لازم است تا به وسیله میخ، گچ و یا سنگ محل هر رأس علامت گذاری شود. این عملیات تا تعیین آخرین رأس ادامه می‌یابد. در نهایت باید هر یک از رؤس به وسیله گچ و یا رنگ به رأس بعدی متصل شود تا محدوده حفاری به طور کامل مشخص شود. لازم به ذکر است با توجه به اینکه عملیات تعیین محدوده، حفر چال‌ها و آتش کاری در حداقل زمان باید انجام شود. لازم نیست از ابزارهای پُر هزینه و یا علامت گذاری‌هایی که مدت زمان زیادی پایداری نمی‌باشند، استفاده شود.

شکل ۵- شاخص گذاری محدوده شبکه حفاری به وسیله سنگ چین



عملیات شاخص گذاری محدوده شبکه حفاری

کار عملی: در گروه‌های ۴ نفره پس از مشخص شدن رؤس A, B, C, D در تمرین قبل نسبت به شاخص گذاری این نقاط و تعیین محدوده اقدام نمایید.

شرح فعالیت: طبق روش شاخص گذاری ارائه شده در متن درس

مواد و ابزار: کاغذ و قلم، گچ، رنگ، بیل

نکات ایمنی: لباس کار، دستکش

اخلاق حرفه‌ای: کارگروهی، نظافت محل در پایان کار، دقت و سرعت عمل

ارزشیابی مرحله‌ای: انطباق محدوده الگو بر روی زمین

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تشریح اهمیت، علامت گذاری و تشریح رؤس و محدوده الگوی حفاری مطابق نقشه	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه حفاری تجهیزات: ماشین آلات راه‌سازی و معدنی مواد مصرفی: سوخت، آب، روغن و ... زمان: ۳۰ دقیقه
۲	علامت گذاری رؤس و محدوده الگوی حفاری با خطای ۱۰٪	قابل قبول	
۱	علامت گذاری رؤس و محدوده الگوی حفاری با خطای بیش از ۱۰٪	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: کارگاه حفاری تجهیزات: ماشین آلات راه‌سازی و معدنی مواد مصرفی: سوخت - آب - روغن و ... زمان: ۳۰ دقیقه
۲	دقت - صحت - خلاقیت - تجهیزات ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی پیاده‌سازی الگوی حفاری

نام و نام خانوادگی		شماره ملی		تاریخ ارزشیابی:	
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمان/پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴۲
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۲۱	کار	پیاده سازی الگوی حفاری	سطح شایستگی	۲

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	تعیین الگوی حفاری	مکان: کارگاه حفاری تجهیزات: نقشه حفاری- ابزار های نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار- مصالح ساختمانی زمان: ۱۵ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	خواندن صحیح نقشه- پیاده سازی مختصات با دقت ۹۰٪	۳	
				خواندن صحیح نقشه- پیاده سازی مختصات با دقت ۸۰٪	۲	
				عدم رعایت هر یک از موارد فوق	۱	
۲	هموارسازی	مکان: کارگاه حفاری تجهیزات: ماشین آلات راه سازی و معدنی مواد مصرفی: سوخت- آب - روغن و ... زمان: ۴۵ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تسطیح منطقه حفاری به وسیله بیل مکانیکی- لودر- بولدوزر- دستی	۳	
				تسطیح محدوده حفاری با ماشین آلات با تأثیر چشمی	۲	
				عدم تسطیح محدوده حفاری جهت استقرار ماشین آلات حفاری	۱	
۳	انطباق نقاط الگو بر روی زمین	مکان: کارگاه حفاری تجهیزات: ابزار آلات نقشه برداری- نقشه حفاری مواد مصرفی: مصالح ساختمانی زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	انتقال مختصات و سایر نقاط محدوده بر روی زمین براساس مقیاس و علامت گذاری	۳	
				بتون ریزی- گچ ریزی- میخ کوبی شبکه چال های حفاری بر روی زمین	۲	
				انتقال نادرست مختصات نقاط محدوده بر روی زمین	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
			عدم رعایت موارد ۱ تا ۳	عدم توجه به نکات فوق	۱	

☐ بلی
☐ خیر

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از مراحل ۱ و ۲ و ۳ (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها

- تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

واحد یادگیری ۲: پیاده کردن نقاط آتش کاری

مقدمه

پس از تسطیح و پیاده سازی محدوده حفاری لازم است نقاط آتش کاری به دقت با استفاده از دوربین نقشه برداری بر روی زمین پیاده سازی شود که در این مبحث به بررسی آن پرداخته می شود و شامل نحوه استفاده از دوربین نقشه برداری جهت تعیین دقیق محل قرارگیری نقاط حفر چال های آتش کاری در محدوده و از روی نقشه بر روی زمین می باشد.

استاندارد عملکرد

انجام عمل پیاده کردن نقاط آتش کاری با استفاده از نقشه و تجهیزات نقشه برداری وبا دقت انجام کار تا میزان ۹۵٪، مراحل انجام این کار عبارت اند از: خواندن نقشه آتش کاری - تعیین و ترتیب نقاط آتش کاری - تهیه پاسپورت (شناسنامه) آتش کاری می باشد که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش نیاز و یادآوری

نقشه خوانی و تبدیل مقیاس

جهت استخراج بسیاری از مواد معدنی سخت از عملیات آتش‌کاری استفاده می‌شود. عملیات آتش‌کاری طبق یک طراحی مشخص (نقشه شبکه آتش‌کاری) اجرا می‌شود که در آن، محدوده مورد نظر و چال‌های آتش‌کاری که دارای فواصل و ابعاد مشخصی می‌باشند، نشان داده شده است. جهت تعیین موقعیت محدوده آتش‌کاری و محل چال‌های آن لازم است از عملیات نقشه‌برداری استفاده شود تا محل قرارگیری هر یک از چال‌های آتش‌کاری دقیقاً از روی نقشه و بر اساس مقیاس آن به کمک دوربین نقشه‌برداری بر روی زمین پیاده شود.

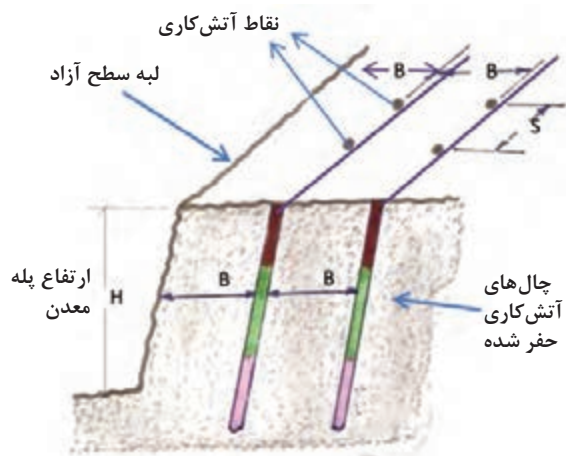
دقت در انجام عملیات مربوط به پیاده‌سازی محل دقیق نقاط چال‌های حفاری، طبق نقشه شبکه حفاری از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و عدم دقت در آن می‌تواند تبعاتی از جمله کاهش راندمان کاری معدن و یا حتی خسارات جانی و مالی را در پی داشته باشد.

توجه



■ **نقشه شبکه آتش‌کاری:** نقشه‌ای است که بر روی آن محدوده آتش‌کاری در معدن، محل حفر چال‌ها، فواصل و تعداد چال‌های آتش‌کاری مشخص شده است. یک نقشه شبکه آتش‌کاری دارای مشخصات زیر است:

پلان شبکه آتش‌کاری	
شکل ۶	لبه سطح آزاد
	① چال حفاری (ترتیب اعداد مشابه داخل هر چال اولویت ردیف انفجار آن را نشان می‌دهد).
	B فاصله عمودی هر ردیف از چال‌های انفجاری از سطح آزاد (Burden)
	S فاصله افقی هر ستون از چال‌های انفجاری یکدیگر (Spacing)
	D قطر چال



شکل ۷- مقطع قائم شماتیک از شبکه حفاری

مواد پس از انفجار افزایش حجم قابل توجهی پیدا می کنند که لازم است فضای کافی در اختیار داشته باشند. این فضا در بالای شبکه انفجار و در سطوح دیگری که امکان پرتاب مواد به آسانی وجود دارد در نظر گرفته می شود. در عمل و با توجه به هدف از آتش کاری تعدادی سطح آزاد برای جابه جایی مواد حاصل از انفجار ایجاد می شود. منظور از سطح آزاد، سطحی است که مواد حاصل از انفجار به آن طرف پرتاب می شوند. جهت پیاده سازی چال های آتش کاری بر روی زمین نیاز است تا با استفاده از مقیاس نقشه، فواصل واقعی چال ها را محاسبه و در علامت گذاری نقاط به کار گیریم.

سؤال: اگر مقیاس یک نقشه ۱:۱۰۰ باشد و فاصله از سطح آزاد (B) روی نقشه ۱/۵ سانتی متر و فاصله نقاط از همدیگر (S) ۱ سانتی متر باشد. مقادیر واقعی این فواصل را در روی زمین محاسبه کنید.

سؤال

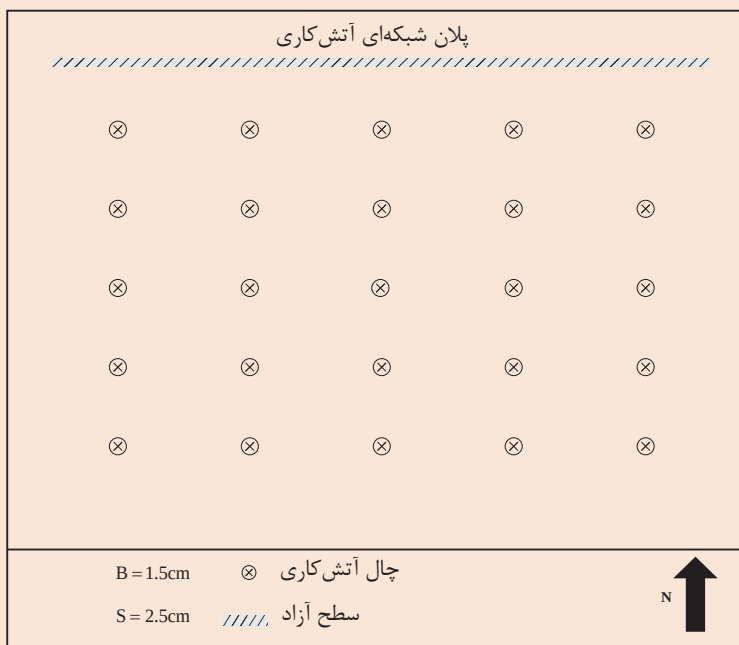


فعالیت
کارگاهی



خواندن نقشه آتش کاری

کار عملی ۱: با توجه به شکل پلان شبکه آتش کاری، مقادیر فاصله از سطح آزاد (B) و فاصله چال های آتش کاری از یکدیگر (S) را با هر یک از مقیاس های زیر بر روی زمین محاسبه کنید.



الف) ۱:۲۰۰

ب) ۱:۵۰

ج) ۱:۲۵۰

شکل ۸

کار عملی ۲: در صورتی که فاصله ستون‌های عمودی چال‌های آتش‌کاری در دو طرف برابر (S) باشد مساحت محدوده آتش‌کاری را محاسبه کنید.

شرح فعالیت:

۱ مقدار فاصله از سطح آزاد یا (بردن^۱) می‌باشد.

۲ S مقدار فاصله بین چال‌های آتش‌کاری است.

۳ با استفاده از فرمول مقیاس، مقدار واقعی فواصل B و S را بر روی زمین محاسبه کنید:

مواد و ابزار: نوشت‌افزار

نکات ایمنی:

$$S = \frac{\text{فاصله روی نقشه}}{\text{همان فاصله روی زمین}}$$

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل در انجام محاسبات

ارزشیابی مرحله‌ای: خواندن نقشه آتش‌کاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تعیین محدوده شبکه آتش‌کاری، بیان تعاریف مربوطه و تبدیل مقیاس	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: نقشه آتش‌کاری و ابزار نقشه‌برداری مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۲۰ دقیقه
۲	تعیین محدوده شبکه آتش‌کاری، بیان تعاریف مربوطه	قابل قبول	
۱	تعیین محدوده شبکه آتش‌کاری	ناقص	

علامت‌گذاری و اولویت‌بندی نقاط آتش‌کاری

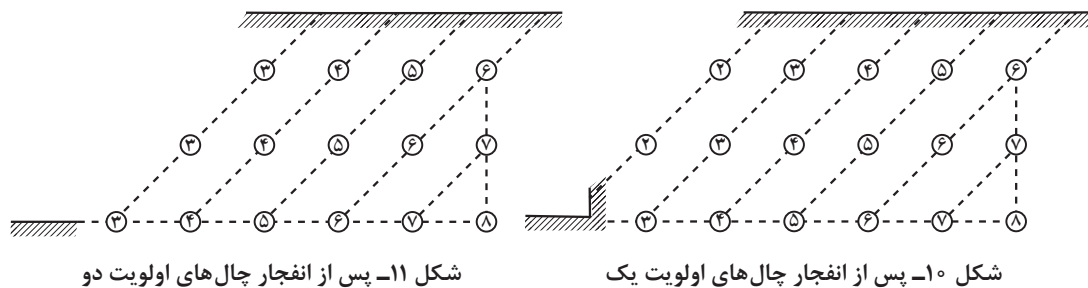
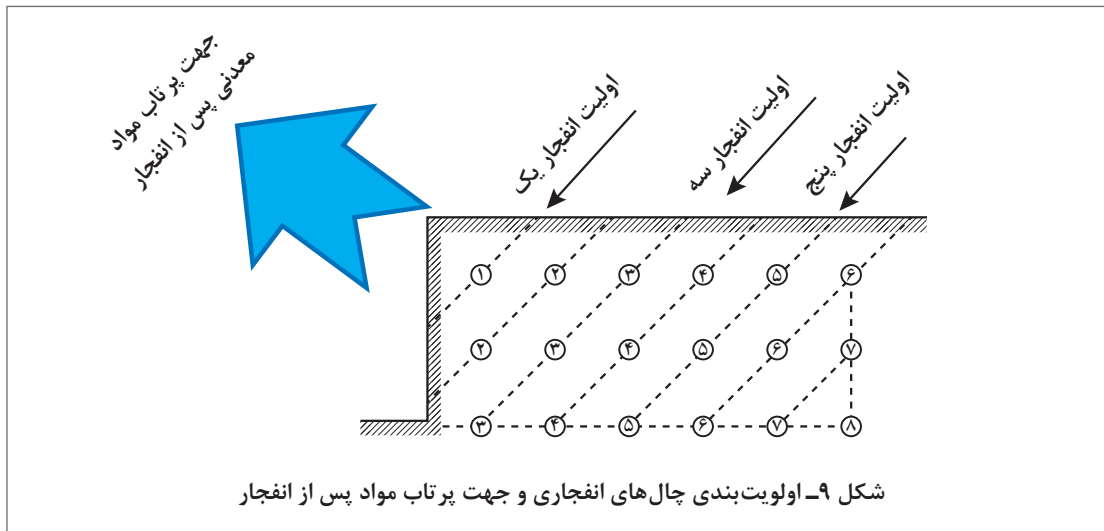
با توجه به نقشه آتش‌کاری و تبدیل مقیاس انجام شده در مرحله قبل می‌بایست تمامی ردیف‌ها و ستون‌های شبکه حفاری به کمک دوربین نقشه‌برداری بر روی زمین پیاده شود و سپس با استفاده از متر نقاط آتش‌کاری بر روی زمین تعیین موقعیت شده و به وسیله گچ و یا میخ، علامت‌گذاری شوند.

عملیات تعیین موقعیت چال‌های انفجاری بر روی زمین

جهت تعیین موقعیت چال‌های آتش‌کاری بر روی زمین بر اساس پلان شبکه آتش‌کاری، دوربین را در یک محل مناسب که دارای دید کافی به محدوده آتش‌کاری باشد قرار می‌دهیم و سپس امتداد ردیف‌ها و یا ستون‌های شبکه حفاری را با استفاده از تعیین محل اولین و آخرین چال براساس آزیموت و فاصله بر روی زمین علامت‌گذاری کرده و با استفاده از متر (فواصل نقاط چال‌ها) از همدیگر (S) و یا فاصله نقاط از سطح آزاد (B) را بر روی زمین مشخص می‌کنیم.

■ اهمیت اولویت بندی نقاط حفاری

نقاط آتش کاری با توجه به نحوه طراحی، ترتیب و تقدم آتش کاری چال ها، دارای اولویت بندی می باشند که این اولویت بندی در پلان شبکه حفاری به صورت اعدادی در روی چال ها نشان داده می شوند. به عنوان مثال در شکل ۹ چال ها با تأخیری در حدود چند میلی ثانیه از اولویت یک شروع به انفجار می کنند و تا اولویت هشتم که انتهای عملیات آتش کاری است پیش می روند.



■ اهمیت اولویت بندی در عملیات انفجار

مهندسين و طراحان شبکه حفاری همیشه عملیات آتش کاری را به نحوی طراحی می کنند تا با صرف کمترین مقدار مواد منفجره و حداقل مصرف انرژی، بیشترین مقدار مواد معدنی خرد شده، استخراج شود. جهت دستیابی به چنین هدفی داشتن بیشترین مقدار سطح آزاد در هر مرحله از انفجار دارای اهمیت است به همین علت همیشه در طراحی شبکه آتش کاری اولویت بندی های لازم برای چال های انفجاری در نظر گرفته می شود و اجرای عملیات نیز بر همان اساس صورت می گیرد.

عملیات چال زنی چال های انفجاری توسط دستگاه های حفاری استخراجی از جمله دریل واگن، جامبو دریل، راسل و DTH پس از تعیین موقعیت چال های آتش کاری و علامت گذاری آنها در شبکه حفاری، انجام می شود.

توجه





شکل ۱۲- دستگاه حفاری DTH در حال حفر چال‌های انفجاری

علامت‌گذاری و اولویت‌بندی نقاط آتش‌کاری

کار عملی: در گروه‌های ۴ نفره، با توجه به شکل پلان شبکه آتش‌کاری زیر با مقیاس ۱:۵۰ با استفاده از دوربین و متر محل چال‌ها را بر روی زمین علامت‌گذاری و اولویت هر سری از چال‌ها را در کنار آن یادداشت کنید.

فعالیت
کارگاهی



پلان شبکه‌ای آتش‌کاری				
////////////////////////////////////				
۱⊗	۱⊗	۱⊗	۱⊗	۱⊗
۲⊗	۲⊗	۲⊗	۲⊗	۲⊗
۳⊗	۳⊗	۳⊗	۳⊗	۳⊗
۴⊗	۴⊗	۴⊗	۴⊗	۴⊗
۵⊗	۵⊗	۵⊗	۵⊗	۵⊗
B = 1.5cm ⊗ چال آتش‌کاری S = 2.5cm // سطح آزاد مقیاس 1:50 N ↑				

شکل ۱۳

شرح فعالیت:

۱ سه پایه دوربین در محلی که دارای دید کافی به حداکثر نقاط باشد مستقر شود.

۲ دوربین روی سه پایه قرار گیرد و تراز شود.

۳ امتداد ردیف یا ستون چال‌ها را با استفاده از دوربین تعیین کنید.

۴ با استفاده از متر و دوربین محل دقیق هر چال را تعیین و علامت‌گذاری نمایید.

مواد و ابزار: سه پایه دوربین، میر و ژالن، دوربین تئودولیت، نوشت افزار، ماشین حساب، گچ و یا اسپری رنگ
نکات ایمنی: پایه باید کاملاً در زمین محکم باشد، دوربین به هیچ وجه نباید خارج از جعبه جابه‌جا شود، در هنگام نصب دوربین روی سه پایه دقت شود. دوربین با استفاده از پیچ سه پایه کاملاً روی آن محکم شود.
اخلاق حرفه‌ای: دقت و امانت‌داری در نگهداری تجهیزات نقشه‌برداری، دقت و سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار.

ارزشیابی مرحله‌ای: تعیین و ترتیب نقاط آتش‌کاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	خواندن نقشه آتش‌کاری، تعیین میزان فاصله از سطح آزاد و فاصله چال‌ها از هم، پیاده‌سازی نقاط و اولویت‌بندی چال‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: نقشه - ابزار نقشه‌برداری مواد مصرفی: گچ - رنگ - مصالح ساختمانی زمان: ۸۰ دقیقه
۲	خواندن نقشه آتش‌کاری، تعیین میزان فاصله از سطح آزاد و فاصله چال‌ها از هم، پیاده‌سازی نقاط	قابل قبول	
۱	خواندن نقشه آتش‌کاری، تعیین میزان فاصله از سطح آزاد و فاصله چال‌ها از هم	ناقص	

پاسپورت (شناسنامه) آتش‌کاری

شناسنامه چال شماره	
اولویت	
X:	مختصات
Y:	
Z:	
	قطر
	عمق
	شیب

پس از تعیین موقعیت دقیق چال‌ها نیاز است تا مشخصات کامل چال شامل: شماره و اولویت چال، مختصات (طول و عرض جغرافیایی)، عمق، شیب، قطر چال طبق طراحی‌های انجام شده و در جدول مشخصی یادداشت شود تا اطلاعات مورد نیاز برای هر چال در ادامه عملیات که شامل حفر چال‌ها و خرج‌گذاری آنها می‌باشد به خوبی مشخص باشد. به این جدول مشخصات چال‌ها شناسنامه چال گویند.



تهیه شناسنامه چال‌ها

کار عملی: در صورتی که چال‌های پیاده‌سازی شده بر روی زمین در تمرین قبل دارای مشخصات زیر باشند، شناسنامه هر چال را طبق فرمت ارائه شده تهیه و به هنرآموز خود ارائه نمایید.

شرح فعالیت:

۱ عمق چال‌های ردیف ۱ و ۲، ۱۵ متر

۲ عمق چال‌های ردیف ۳ و ۴، ۱۰ متر

۳ عمق چال‌های ردیف ۵، ۶ متر

مواد و ابزار: کاغذ و قلم

نکات ایمنی:

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل

شناسنامه چال شماره	
اولویت	
X:	مختصات
Y:	
Z:	
قطر	
عمق	
شیب	

ارزشیابی مرحله‌ای: تهیه پاسپورت (شناسنامه آتش‌کاری)

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نوشتن مختصات، عمق، زاویه، قطر هر گمانه و نصب در محل	بالتر از حد انتظار	مکان: شبکه آتش‌کاری تجهیزات: قفسه بایگانی مواد مصرفی: فرم - نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه
۲	نوشتن مختصات، عمق، قطر هر گمانه و نصب در محل	قابل قبول	
۱	نوشتن مختصات، عمق هر گمانه و نصب در محل از موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره‌دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	-	-	مکان: شبکه آتش‌کاری تجهیزات: قفسه بایگانی مواد مصرفی: فرم - نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه
۲	مسئولیت‌پذیری - دقت و صحت در کار - پوشش ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی پیاده کردن نقاط آتش کاری

نام و نام خانوادگی		شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۲۲	کار	پیاده کردن نقاط آتش کاری

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها/ داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	خواندن نقشه آتش کاری	مکان: شبکه آتش کاری تجهیزات: نقشه آتش کاری و ابزار نقشه برداری مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	تعیین محدوده شبکه آتش کاری تبدیل مقیاس و پیاده سازی صحیح مختصات نقاط آتش کاری	۳	
				تعیین محدوده شبکه آتش کاری و پیاده سازی صحیح مختصات نقاط آتش کاری	۲	
				عدم توجه به شبکه آتش کاری و عدم توانایی در خواندن مختصات نقاط	۱	
۲	تعیین و ترتیب نقاط آتش کاری	مکان: شبکه آتش کاری تجهیزات: نقشه - ابزار نقشه برداری مواد مصرفی: گچ - رنگ - مصالح ساختمانی زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انتقال تمامی نقاط آتش کاری از نقشه برداری زمین با رعایت ترتیب و توالی	۳	
				انجام موارد فوق تا میزان ۹۵٪	۲	
				انجام موارد فوق تا میزان زیر ۹۵٪	۱	
۳	تهیه با سپورت (شناسنامه آتش کاری)	مکان: شبکه آتش کاری تجهیزات: قفسه بایگانی مواد مصرفی: فرم - نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	نوشتن - مختصات - عمق - زاویه - قطر هر کمانه و نصب در محل	۳	
				نوشتن شناسنامه هر چال روی یک تابلو و نصب در محل مربوطه	۲	
				عدم توجه به هریک از موارد فوق	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴ عدم رعایت موارد ۳ تا ۴	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
				عدم توجه به نکات فوق	۱	

☐ بلی

☐ خیر

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از مراحل ۱ و ۲ و ۳ و (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیتها

- تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.



پودمان سوم

کنترل چال‌ها و حمل مواد ناریه



باتوجه به نیاز گسترده جهان به مواد معدنی، لازم است تا این مواد با کمترین هزینه استخراج و به بازار مصرف ارسال شوند. یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج، استفاده از عملیات آتش‌کاری است که نیاز به دقت فراوان در تمامی مراحل آن دارد. کنترل چال‌ها جزء مراحل اولیه آتش‌کاری در معادن است و پس از آن لازم است مواد منفجره به معدن و به محل شبکه آتش‌کاری حمل شوند. انجام این مراحل باید توسط افراد متخصص و دوره‌دیده انجام شود و نیاز به دقت و رعایت دقیق دستورالعمل‌های اجرایی و ایمنی دارد. افرادی که در این زمینه فعالیت می‌کنند دارای تخصص‌های ویژه‌ای هستند و می‌توانند علاوه بر معدن در تونل‌سازی، سدسازی، راه‌سازی و ... فعالیت نمایند.

واحد یادگیری ۱: کنترل ابعاد و تعداد چال‌ها طبق نقشه

مقدمه

کنترل ابعاد و تعداد چال‌ها جهت اجرای عملیات استخراج طبق طراحی انجام شده، تخمین و ارزیابی میزان مواد منفجره مورد نیاز نقش بسزایی داشته باشد. لذا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و لازم است افرادی که در این زمینه فعالیت می‌کنند علاوه بر تخصص‌های لازم دقت کافی را نیز داشته باشند. در این درس ابزارهای مورد نیاز (متر وزنه‌دار، خط‌کش، کمپاس و ...) و نحوه کار با آنها جهت کنترل چال‌های انفجاری شرح داده شده است.

استاندارد عملکرد

کنترل ابعاد و تعداد چال‌ها با استفاده از نقشه آتش‌کاری و نقشه‌خوانی بر اساس استاندارد حفاری و تهیه گزارش با دقت عمل بالای ۹۵٪ و مراحل انجام این کار عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد چال‌ها - کنترل نهایی تعداد چال‌ها - تهیه گزارش می‌باشد که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش‌نیاز و یادآوری

اندازه‌گیری ابعاد چال

بعد از انجام عملیات چال‌زنی و حفر چال‌ها لازم است کلیه چال‌های حفاری شده از نظر محل قرارگیری (مختصات)، عمق، قطر و شیب کنترل شده و از آماده‌بودن هر چال برای پر شدن از مواد ناریه اطمینان حاصل شود.

عملیات کنترل به منظور ارزیابی مطابقت طراحی با اجرا و برآورد میزان مواد ناریه برای هر چال ضروری است، مواردی که می‌تواند در حین انجام عملیات آتش‌کاری به وجود آید شامل:

۱ تعدادی از چال‌ها ممکن است در حین عملیات اجرایی ناخواسته به وسیله سنگ و یا خاک پر شده باشند و باعث ایجاد اختلال در روند عملیات آتش‌کاری شوند.

۲ برخی از چال‌ها در زیر زمین به درزو شکاف و یا حفره‌هایی برخورد کرده باشند که می‌تواند باعث مصرف بیش‌از حد مواد ناریه و هدر رفتن آنها شود.

۳ آبدار بودن برخی از چال‌ها در حین حفاری و یا پس از آن که در این حالت باید آب را خارج کرد و یا از مواد ناریه مخصوص در آنها استفاده نمود.

۴ در حین عملیات حفاری ممکن است شیب و یا امتداد برخی از چال‌ها از مقدار طراحی شده منحرف شود، این امر می‌تواند باعث برهم‌خوردن نظم در مراحل انفجار چال‌ها شود و در این صورت باید اصلاحات لازم بر روی این چال‌ها انجام شود.

ابزارهای اندازه‌گیری عمق و قطر چال‌های حفاری

مشخصات چال	وسیله اندازه‌گیری	شکل وسیله	نحوه اندازه‌گیری
عمق	از مترهای دارای وزنه، یا نخ و شاغول		وزنه را به سر متر وصل کرده و به داخل چال می‌فرستیم با توجه به سنگینی وزن متر به صورت قائم به سمت کف چاه حرکت می‌کند و زمانی که به انتهای چال برسد وزن بر روی زمین قرار می‌گیرد و کشش روی متر از بین می‌رود و مشخص می‌شود که متر به انتهای چال رسیده است. در این وضعیت عمق چال عبارت است از مقدار عدد روی متر + ارتفاع وزنه و قلاب
قطر	از خط‌کش، متر و یا کولیس		قطر چال به راحتی با قرار دادن عدد صفر در یک سمت چال و خواندن عدد در سمت دیگر دهانه چال اندازه‌گیری می‌شود.
شیب	معمولاً از کمپاس		در صورتی که چال در حال حفاری باشد با قرار دادن کمپاس بر روی لوله حفاری می‌توان شیب آن را اندازه‌گیری کرد. اما در صورتی که حفاری چال قبلاً انجام شده باشد با قراردادن یک چوب یا میله در داخل چال حفر شده و با قراردادن کمپاس بر روی آن شیب را تعیین می‌کنند.
امتداد	معمولاً کمپاس		چال‌های آتش‌کاری در اکثر موارد به صورت قائم حفر می‌شوند. اما در صورتی که نیاز به حفر چال‌های شیب‌دار باشد باید علاوه بر شیب، امتداد چال نیز تعیین و حفاری با توجه به آن انجام گیرد. امتداد چال‌ها نیز همانند روش قبل توسط کمپاس اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۱- اندازه‌گیری عمق چال حفاری شده به وسیله متر وزنه‌دار

عوارض ناشی از عدم کنترل ابعاد چال‌ها		
نواقص ممکن	عواقب ناشی از آن	اقدامات لازم
کم بودن عمق چال	کاهش ایجاد محصول، باقی ماندن قسمتی از مواد معدنی در جای خود و نیاز به انفجار مجدد و در نهایت صرف زمان و هزینه بیشتر	انجام عملیات حفاری تا رسیدن به عمق طراحی شده
زیاد بودن عمق چال	برهم خوردن طراحی پله‌های معدن و افزایش مصرف مواد ناریه	پرکردن بخشی از کف چال تا رسیدن به عمق طراحی شده
درزو شکاف در چال	فرار مواد ناریه از درزو شکاف، هدر رفتن مواد منفجره، ایجاد نقص در فرایند آتش کاری و هدر رفت زمان و افزایش هزینه	اعلام به مدیر عملیات آتش کاری جهت در نظر گرفتن تمهیدات لازم
آبدار بودن چال	خیس شدن مواد ناریه و از دست رفتن خواص آن و ایجاد نقص در عملیات آتش کاری و هدر رفت زمان و افزایش هزینه	تخلیه آب و یا استفاده از مواد ناریه مخصوص آتش کاری در محیط مرطوب
شیب چال	در صورتی که شیب چال‌های انفجاری اشتباه باشد فاصله چال‌ها تا فضای آزاد (B) و یا از هم دیگر (S) تغییر خواهد کرد و باعث کاهش راندمان کاری، برهم خوردن ابعاد محصول تولید شده و تغییر طراحی پله‌های معدن خواهد شد.	اطلاع‌رسانی به مدیر عملیات آتش کاری و اقدام جهت تصحیح شیب و یا امتداد چال‌ها در صورت امکان.



اندازه‌گیری قطر، عمق و زاویه چال‌ها

کار عملی: بازدید از یک واحد معدنی و از چال‌های حفر شده جهت انجام عملیات آتش‌کاری و کنترل ابعاد آنها

شرح فعالیت:

- ۱ مشاهده نحوه انجام عملیات حفر چال
 - ۲ کنترل عمق، قطر، امتداد و شیب چال‌های حفر شده با استفاده از ابزارهای مربوطه
 - ۳ کنترل آبدار بودن چال‌ها
- مواد و ابزار:** شاغول، متر وزنه‌دار، متر، کمپاس، کولیس و خط‌کش، نوشت‌افزار
- نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت قوانین ایمنی کارگاه
- اخلاق حرفه‌ای:** دقت و سرعت عمل

ارزشیابی مرحله‌ای: اندازه‌گیری ابعاد چال

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	اندازه‌گیری قطر، عمق، زاویه، شیب، امتداد، طبق نقشه آتش‌کاری و آبدار بودن چال‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه حفاری تجهیزات: شاغول، متر وزنه‌دار، متر، کمپاس، کولیس و خط‌کش، نوشت‌افزار مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۴۰ دقیقه
۲	اندازه‌گیری قطر، عمق، زاویه، شیب، امتداد طبق نقشه آتش‌کاری	قابل قبول	
۱	اندازه‌گیری قطر و عمق	ناقص	

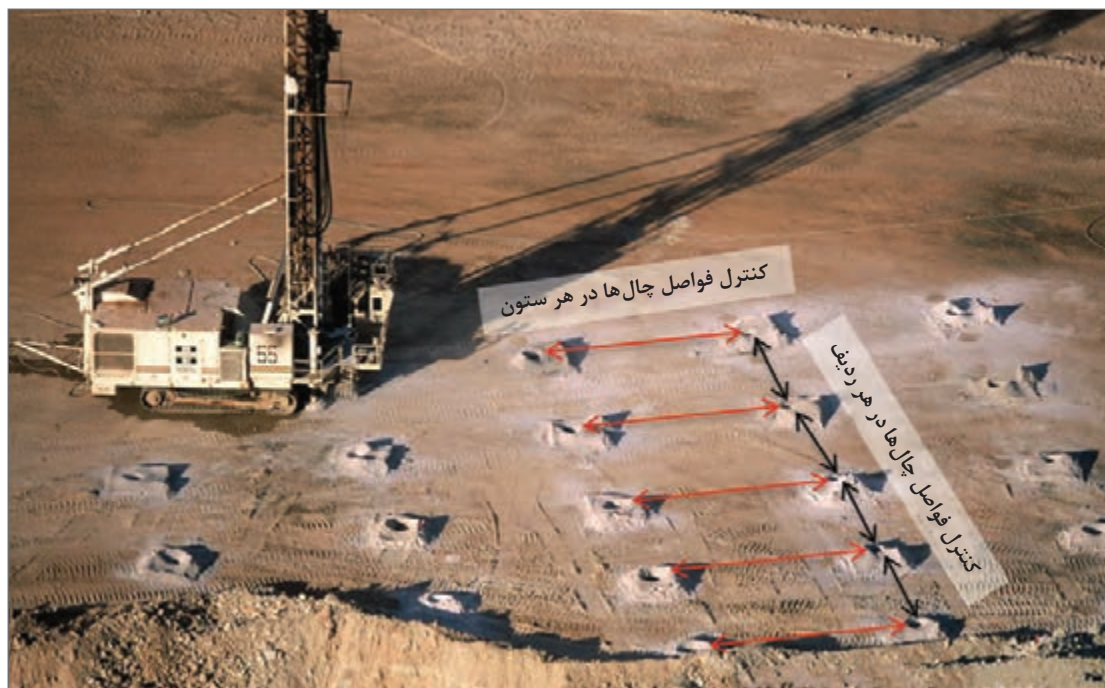
کنترل تعداد، فاصله ردیف‌ها و ستون‌های چال

بعد از اتمام عملیات چال‌زنی برای اطمینان از صحت عملیات حفاری انجام شده، لازم است فاصله و تعداد چال‌ها کنترل شود. شبکه حفاری شده به لحاظ ابعاد، تعداد و فواصل چال‌ها باید کاملاً مطابق با شبکه حفاری طراحی شده باشد. چنانچه فواصل رعایت نشده باشد لازم است اطلاع‌رسانی‌های لازم صورت گیرد تا در صورت امکان نسبت به اصلاح آنها توسط دستگاه حفاری براساس طراحی اقدام شود.

در صورتی که فاصله چال‌ها از هم مطابق نقشه شبکه آتش‌کاری اجرا نشده باشد چه مشکلاتی را می‌تواند به بار بیاورد؟



برای کنترل فاصله چال‌ها از یکدیگر باید به وسیله متر فاصله هر چال از چال‌های کناری در هر سطر و ستون شبکه آتش‌کاری اجرا شده، اندازه‌گیری و با نقشه شبکه حفاری مطابقت داده شود.



شکل ۲- اندازه‌گیری فواصل چال‌ها در هر سطر و ستون

در شکل زیر مجموعه‌ای از فعالیت‌های لازم جهت انجام عملیات آتش‌کاری شامل، راه‌های دسترسی، محدوده شبکه حفاری، چال‌های آتش‌کاری حفاری شده، ماشین‌آلات حفاری، کامیون حامل مواد منفجره و سایر قسمت‌ها و فعالیت‌ها در یک معدن روباز نشان داده شده است.



شکل ۳- شبکه چال آتش‌کاری حفر شده

نواقص ممکن	عواقب ناشی از آن	اقدامات لازم
افزایش فاصله چال‌ها	بزرگ‌شدن ابعاد محصول حاصل از انفجار و مشکلات حمل و نقل و یا فراوری	گزارش به مدیر عملیات آتش‌کاری و اقدام به انجام اصلاحات لازم
کاهش فاصله چال‌ها	کوچک‌تر شدن ابعاد محصول از ابعاد طراحی و مشکلات در فروش محصول و یا مراحل فراوری	

فعالیت
کارگاهی



کنترل تعداد و انطباق مختصات چال‌ها با نقشه

کار عملی: بازدید از یک واحد معدنی از چال‌های حفر شده جهت انجام عملیات آتش‌کاری و کنترل فواصل و تعداد آنها

شرح فعالیت:

- ۱ مشاهده نحوه انجام عملیات حفر چال
 - ۲ کنترل فاصله چال‌ها و تعدادشان در هر ستون و ردیف شبکه آتش‌کاری با استفاده از ابزارهای مربوطه
 - ۳ کنترل آبدار بودن چال‌ها
 - ۴ گزارش مشکلات احتمالی موجود در شبکه آتش‌کاری اجرا شده
- مواد و ابزار:** شاغول، متر وزنه‌دار، متر، کمپاس، کولیس و خط‌کش، نوشت‌افزار
- نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت قوانین ایمنی کارگاه
- اخلاق حرفه‌ای:** دقت و سرعت عمل

ارزشیابی مرحله‌ای: کنترل نهایی تعداد چال‌ها

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	شمارش تعداد و فواصل ردیف‌ها و ستون‌های شبکه آتش‌کاری حفر شده، مقایسه تعداد چال‌ها و مختصات شبکه آتش‌کاری روی زمین با نقشه آتش‌کاری	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه حفاری تجهیزات: متر-نقشه مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۲۰ دقیقه
۲	شمارش تعداد و فواصل ردیف‌ها و ستون‌های شبکه آتش‌کاری حفر شده	قابل قبول	
۱	شمارش چال‌ها	ناقص	

گزارش پایان عملیات چال‌زنی

پس از اتمام عملیات چال‌زنی و کنترل چال‌ها نحوه اجرای عملیات چال‌زنی طبق فرمت مشخصی (که ممکن است در هر معدن متفاوت باشد) به مدیر مربوطه گزارش داده می‌شود. با توجه به اهمیت عملیات چال‌زنی و لزوم داشتن دقت کافی در اجرای عملیات، ضروری است در صورت وجود نواقص و یا معایب در چال‌های حفر شده، عملیات کنترل تا رفع نقص نهایی ادامه یابد.

با توجه به اهمیت عملیات چال‌زنی در اجرای صحیح عملیات آتش‌کاری و استخراج معدن، لازم است مسئول کنترل چال‌ها با مسئولیت‌پذیری و دقت فراوان بر نحوه اجرای عملیات چال‌زنی نظارت کند. زیرا در صورت وجود نواقص می‌تواند تبعات مالی و جانی جبران‌ناپذیری را به همراه داشته باشد.

توجه



در ادامه یک نمونه از فرم گزارش پایان عملیات چال‌زنی و کنترل نهایی چال‌ها آمده است.

گزارش پایان عملیات چال زنی و کنترل نهایی چال ها		
پیوست نقشه شبکه چال زنی *: کلیه نواقص موجود باید بر روی نقشه شبکه چال زنی پیوست نیز منعکس شود.		تاریخ: شماره گزارش:
نام شبکه چال زنی:		موقعیت محدوده شبکه چال زنی:
مشخصات طراحی شبکه چال زنی	تعداد چال:	متراژ کل حفاری:
	قطر چال ها:	شیب و امتداد چال ها:
	فواصل چال ها از سطح آزاد (B):	فواصل چال ها از هم (S):
عملیات چال زنی اجرا شده	تعداد چال حفر شده:	متراژ کل حفاری انجام شده:
	قطر چال ها:	شیب و امتداد چال های حفر شده:
	فواصل چال ها از سطح (B):	فواصل چال ها از هم (S):
	نواقص اجرا:	رفع نقص انجام شد.
چال های آبدار: چال های دارای درز و شکستگی:		
نام و نام خانوادگی کنترل کننده:		نام و نام خانوادگی مدیر اجرایی:
تاریخ کنترل و امضا:		تاریخ کنترل و امضا:



تهیه گزارش پایان عملیات چال‌زنی

کار عملی: تکمیل فرم گزارش پایان عملیات چال‌زنی و کنترل نهایی چال‌ها مربوط به چال‌هایی که در مراحل قبل بازدید نموده‌اید.

شرح فعالیت:

- ۱ یک کپی از فرم را همراه خود داشته باشید.
 - ۲ نقشه شبکه چال‌زنی را تهیه و ضمیمه گزارش خود کنید.
 - ۳ چال‌های بازدید شده را بر روی نقشه علامت‌گذاری کنید.
 - ۴ قسمت مربوط به طراحی را بر اساس نقشه طراحی معدن تکمیل کنید.
 - ۵ قسمت مربوط به اجرا را بر اساس کنترل‌هایی که انجام داده‌اید تکمیل کنید.
 - ۶ اگر چالی دارای ایراد بود بر روی نقشه پیوست گزارش، علامت‌گذاری نمایید و با شماره در قسمت نواقص فرم توضیحات لازم را بنویسید.
 - ۷ جهت تکمیل فرم می‌توانید از کمک مسئول کنترل معدن و هنرآموز خود استفاده نمایید.
 - ۸ در پایان گزارش را به هنرآموز خود ارائه نمایید.
- مواد و ابزار:** ماشین حساب، فرم‌های مربوط به گزارش و نقشه طراحی شبکه چال‌زنی، نوشت‌افزار، دوربین
- نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت قوانین ایمنی کارگاه
- اخلاق حرفه‌ای:** مسئولیت‌پذیری، خوب گوش دادن، دقت و سرعت عمل

ارزشیابی مرحله‌ای: تهیه گزارش

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تهیه گزارش بر اساس فرمت معدن و دستورالعمل، اقدام لازم جهت رفع معایب چال‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: دفتر کار تجهیزات: ماشین حساب - فرم‌های مربوطه و نقشه مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۱۵ دقیقه
۲	تهیه گزارش بر اساس فرمت معدن و دستورالعمل	قابل قبول	
۱	عدم توجه به فرمت معدن و دستورالعمل به هنگام تهیه گزارش	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی، بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: دفتر کار تجهیزات: ماشین حساب - فرم‌های مربوطه و نقشه مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۱۵ دقیقه
۲	مسئولیت‌پذیری - رعایت بهداشت - پوشش ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی کنترل ابعاد و تعداد چال ها طبق نقشه

نام و نام خانوادگی	شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۳۱	کار
متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمان/پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴۳
عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
کنترل ابعاد و تعداد چال ها طبق نقشه	سطح شایستگی	۲
استاندارد عملکرد:	انجام عملیات کنترل ابعاد و تعداد چال ها طبق نقشه با استفاده از نقشه آتش کاری - متر - تجهیزات نقشه برداری - کاغذ - قلم.	

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها / داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	۱- اندازه گیری ابعاد چال ها	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: نقشه آتش کاری- متر- تجهیزات نقشه برداری- کاغذ- قلم- دستورالعمل های آتش کاری مواد مصرفی: متر- تجهیزات نقشه برداری- کاغذ- قلم زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	اندازه گیری و اصلاح احتمالی قطر، عمق - زاویه چال ها	۳	
				اندازه گیری قطر، عمق - زاویه چال ها	۲	
				عدم توانایی در اندازه گیری ابعاد چال	۱	
۲	۲- کنترل نهایی چال زنی	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: نقشه آتش کاری - متر - تجهیزات نقشه برداری - کاغذ - قلم - دستورالعمل های آتش کاری و گزارش نویسی مواد مصرفی: متر- کاغذ- قلم زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	شمارش تعداد و انطباق مختصات چال ها با نقشه و کنترل حفاری (زاویه - انحراف - عمق)	۳	
				شمارش تعداد و انطباق مختصات چال ها با نقشه و کنترل حفاری (عمق)	۲	
				شمارش تعداد و انطباق مختصات چال ها با نقشه	۱	
۳	۳- تهیه گزارش	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: نقشه آتش کاری - متر- تجهیزات نقشه برداری - کاغذ - قلم - دستورالعمل های آتش کاری و گزارش نویسی مواد مصرفی: متر- تجهیزات نقشه بردار- کاغذ - قلم	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	نوشتن گزارش پایان عملیات چال زنی و ارائه به مسئول رده بالاتر	۳	
				نوشتن گزارش پایان عملیات چال زنی	۲	
				عدم توانایی انجام موارد بند ۲	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴ عدم رعایت موارد ۱ تا ۳	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
				عدم توجه به نکات فوق	۱	
ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)						
☐ بلی						
☐ خیر						

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از ۱ و ۲ و ۳ (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

واحد یادگیری ۲: حمل مواد منفجره

مقدمه

در عملیات آتش‌کاری آشنایی با انواع مواد منفجره و انتخاب صحیح آن بر اساس ویژگی‌های مواد معدنی، نحوه صحیح بسته‌بندی و حمل و نقل ایمن آنها براساس دستورالعمل‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است. به همین علت در این درس به بررسی نحوه انتخاب مواد منفجره و بسته‌بندی، حمل و انبار کردن آنها پرداخته شده است.

استاندارد عملکرد

انجام عمل حمل مواد ناریه با استفاده از ناوگان مخصوص حمل و با رعایت استاندارد ایمنی، تفکیک و بسته‌بندی آن با دقت ۱۰۰٪ و مراحل انجام این کار عبارت‌اند از: انتخاب مواد ناریه - تفکیک و بسته‌بندی و انبار کردن مواد ناریه - دریافت مجوز حمل مواد ناریه و حمل و نقل مواد ناریه می‌باشد که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش‌نیاز و یادآوری

انواع مواد منفجره و کاربرد آنها

بارش فکری



به تصویر زیر نگاه کنید، این تصویر عملیات چال زنی و آتش کاری در یک معدن را نشان می دهد. فکر می کنید عملیات آتش کاری در معدن چگونه انجام می شود و چال های انفجاری به وسیله چه موادی پر می شوند. این مواد که به آنها مواد منفجره گفته می شود باید دارای چه خصوصیات و ویژگی هایی باشند؟



شکل ۴- عملیات چال زنی و آتش کاری در معدن

بارش فکری



اگر از آتش کاری استفاده نشود بهره برداری از این معدن و استخراج مواد معدنی چگونه ممکن است؟ استخراج مواد معدنی را با استفاده از عملیات آتش کاری و بدون استفاده از آن، از نظر زمان و هزینه مقایسه کنید و نتایج را در کلاس به بحث بگذارید.

مفاهیم اصلی آتش کاری

ترکیب یک ماده سوختنی با اکسیژن را که با حرارت همراه است سوختن گویند. در فعل و انفعال سوختن عوامل متعددی مثل ماده سوختنی، درجه حرارت، مقدار حرارت، نوع گازها و... مطرح هستند.

سوختن

سوختن سریع مواد منفجره را که با آزاد شدن مقدار زیادی گاز و حرارت همراه است انفجار می نامند. گازهای حاصل از انفجار به محیط اطراف خود فشار وارد می کنند، موجب شکسته شدن و خرد شدن سنگ های آن محیط می شوند. با استفاده از همین خاصیت، مواد منفجره را در داخل چال حبس می کنند. پس از انفجار، مقدار زیادی گاز تولید می شود که حجم آن تقریباً هزار برابر حجم ماده منفجره است. این گازها چون جایی برای فرار ندارند به دیوار چال فشار می آورند و سنگ ها را شکسته و خرد می کنند.

انفجار

ترکیب شیمیایی یا مخلوط مکانیکی است که در اثر جرقه، ضربه و حرارت یا شعله در زمان بسیار کوتاهی سوخته و مقدار بسیار بالایی گاز و حرارت تولید می کند.

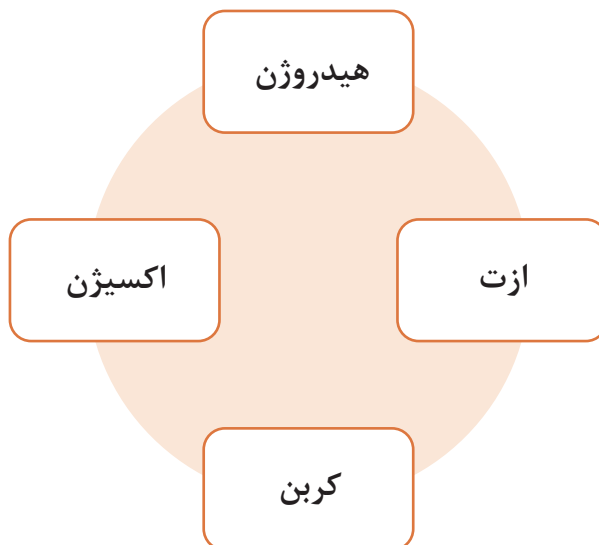
مواد منفجره

■ خواص ماده منفجره:

مواد منفجره دارای خواصی هستند که برای کار با آنها باید مورد توجه قرار بگیرند. دانستن این خواص نه تنها برای آتش کاری است بلکه حمل و نقل و انبارداری نیز براساس این خواص انجام می گیرد. خواص عمده ای که باید مورد توجه قرار گیرند عبارت اند از: سرعت انفجار، قدرت انفجار، وزن مخصوص، اثر رطوبت، سمی بودن و حساسیت.

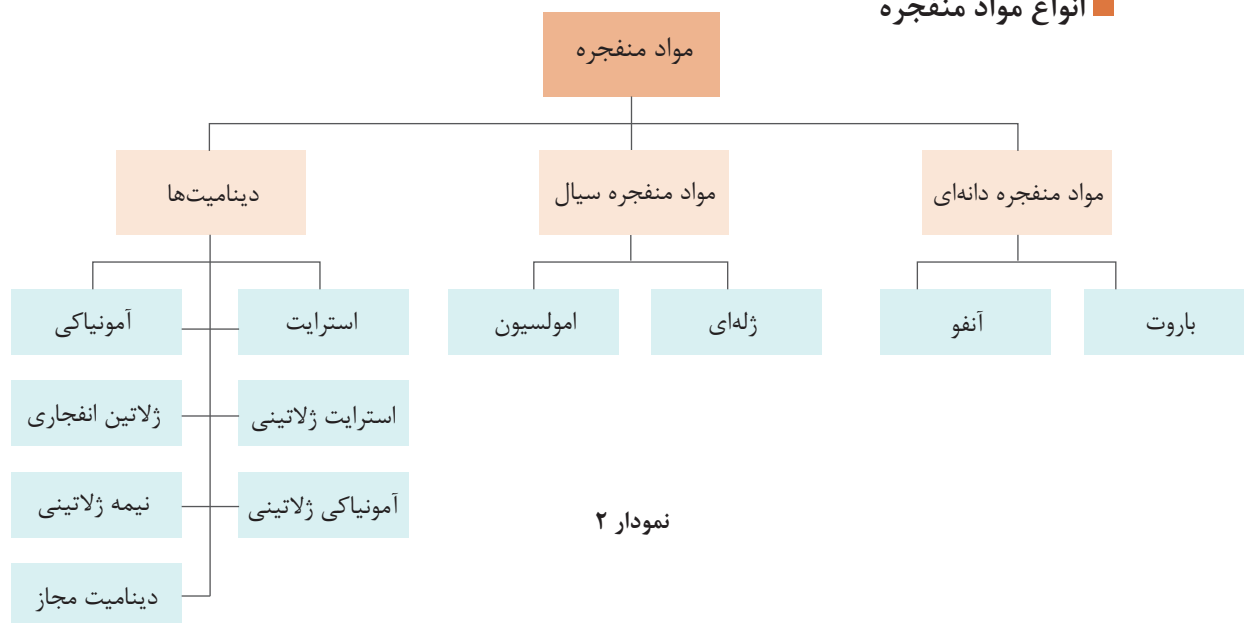
سرعت انفجار	هرچه سرعت انفجار بیشتر باشد، قدرت خرد کردن ماده منفجره بیشتر است.
قدرت انفجار	هرچه قدرت بیشتر، انرژی تولید شده به ازای واحد وزن بیشتر است.
وزن مخصوص	هرچه وزن مخصوص ماده منفجره بیشتر باشد، سرعت قدرت انفجار بیشتر است.
اثر رطوبت	باعث کاهش درجه حرارت انفجار می شود.
سمی بودن	مواد منفجره سمی هستند و از طریق جذب پوست و تنفس و ... باعث مسمومیت می شوند.
حساسیت	به حداقل انرژی لازم برای انفجار یک ماده منفجره حساسیت گویند.

■ عناصر اصلی تشکیل دهنده ماده منفجره



برای ساختن یک ماده منفجره از یک یا چند ماده که ترکیب عمده آنها از عناصر بالا تشکیل شده است، استفاده می‌شود. براساس مواد تشکیل‌دهنده مختلف، مواد منفجره متفاوتی نیز ساخته می‌شود که در ادامه برخی از آنها معرفی می‌شوند.

■ انواع مواد منفجره



برخی از انواع مواد منفجره معمول در معادن در ادامه شرح داده می‌شود.

	نام: باروت ^۱
	مواد تشکیل‌دهنده: نیتрат سدیم و یا پتاسیم، گوگرد+ زغال چوب.
	کاربرد: برای مواد با مقاومت کم تا متوسط و در چال‌های خشک کاربرد دارد. (در معدن گچ و نمک)
	خصوصیات ویژه: ماده منفجره کند سوز است. با ضربه و شعله منفجر می‌شود. قدرت انفجاری کم دارد. حساس به آب است. بدون چاشنی هم منفجر می‌شود.
ایمنی: ۱- دور از رطوبت نگهداری شود. ۲- از رسیدن شعله و جرقه به آن اکیداً خودداری شود.	

	نام: آنفو ^۱
	مواد تشکیل دهنده: نیتрат آمونیوم + گازوئیل
	کاربرد: کاربرد زیاد در معادن روباز با سنگ سخت
خصوصیات ویژه: مقاومت ضعیف در مقابل آب ارزان، ایمن و با حساسیت کم وزن مخصوص کم (0.9 gr/Cm^3)	
ایمنی: ۱- حمل و نقل معمولاً بی‌خطر است. ۲- رطوبت کم باعث تجزیه و کلوخه شدن آنفو می‌شود که با ضربه چوب می‌توان آن را از هم جدا کرد.	

	نام: دینامیت ^۲
	مواد تشکیل دهنده: نیتروگلیسرین + نیترات سدیم + مغز چوب + ...
	کاربرد: دارای انواع زیاد از جمله دینامیت معمولی، ژلاتینی، با وزن مخصوص کم است. در معادن روباز و زیرزمینی به‌طور گسترده کاربرد دارد.
خصوصیات ویژه: ارزان بودن عدم حساسیت نسبت به گاز خیزی زغال زود یخ می‌زند. نشت مایعات داخل دینامیت باعث خراب شدن آن می‌شود. گران قیمت است.	
ایمنی: ۱- در اثر نگهداری طولانی مایعات آن خارج می‌شود و در این وضعیت جابه‌جایی آنها خطرناک است. ۲- دست‌زدن به مایعاتی که از دینامیت خارج می‌شود خطرناک است. ۳- استنشاق گازهای متصاعد شده از دینامیت باعث مسمومیت می‌شود. ۴- در حالت یخ‌زدن بسیار خطرناک است و به سرعت منفجر می‌شود. ۵- باید در دمای ۱۰ تا ۲۵ درجه نگهداری شود.	

۱. Anfo (Ammonium Nitrate Fluid Oil)

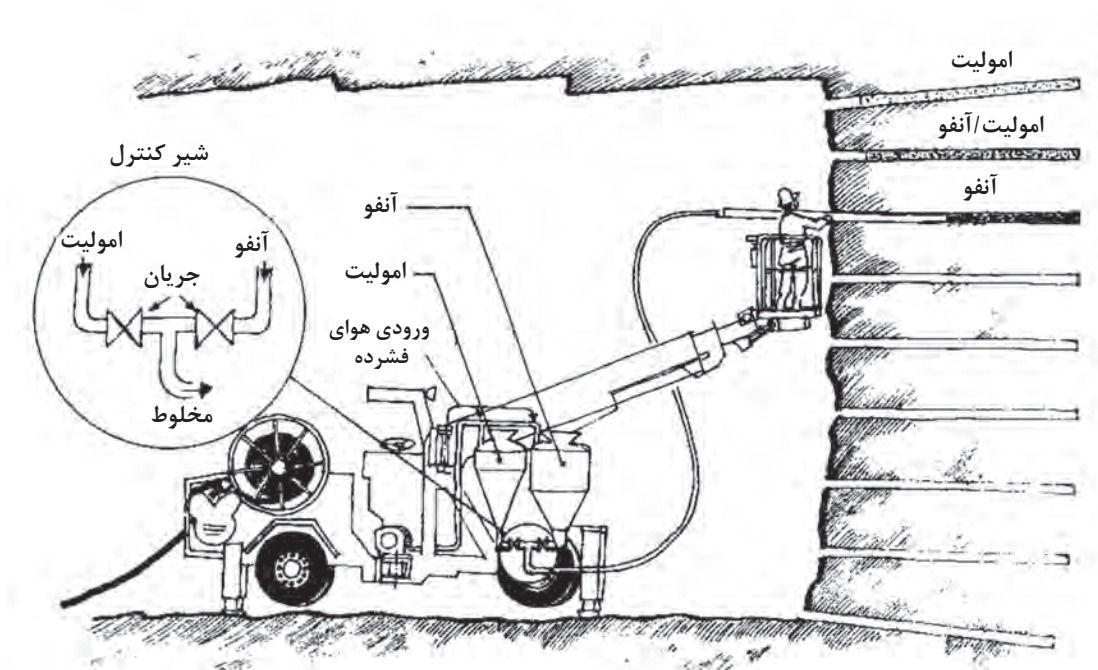
۲. Dynamite

	نام: امولیت (مواد منفجره ژله‌ای) ^۱
	مواد تشکیل دهنده: نیترات آمونیوم + مواد نفتی و روغنی + اکسید کننده‌ها
	کاربرد: دارای انواع مختلفی است. قابل استفاده در چال‌های آبدار و خشک (در چال‌های آبدار جای آب را گرفته و آب را به بیرون چال هدایت می‌کند).
	خصوصیات ویژه: سرعت انفجار بالا دارد. دیر یخ می‌زند. ارزان قیمت است.

ایمینی:
 ۱- به وسیله تانکرهای مخصوص حمل می‌شود و به وسیله شیلنگ خرطومی تانکر به داخل چال‌ها پمپ می‌شود.
 ۲- علاوه بر این می‌توان این مواد را در بسته‌های پلاستیکی با قطر کم، بسته‌بندی و حمل نمود.

برای افزایش دانسیته و انرژی درونی آنفو، می‌توان آن را با امولیت ترکیب نمود که به آن امولان گویند. در این صورت قدرت انفجار تا ۲/۵ برابر افزایش می‌یابد.

نکته



شکل ۵- خرج گذاری با امولیت و آنفو (آمولان) در چال‌های یک معدن زیرزمینی



مواد منفجره دارای تنوع بسیار زیادی می‌باشند که چند ماده منفجره اصلی تاکنون معرفی شده است. در مورد دیگر مواد منفجره مورد استفاده در معدن تحقیق کنید و نتایج را مانند آنچه در کتاب بیان شده ارائه نمایید.

■ مقررات ایمنی کار با مواد منفجره

احتمال خطرهای ناشی از بی‌مبالاتی به هنگام سروکار داشتن با مواد منفجره به حدی متنوع است که شرح آن در چندین جلد کتاب می‌گنجد. یک انفجار بی‌موقع می‌تواند ضررهای جانی و مالی فراوان وارد کند لذا رعایت دستورالعمل‌های ایمنی که بر اساس سال‌ها تجربه و مطالعه به دست آمده است الزامی است. برخی از نکات ایمنی کار با مواد منفجره به شرح ذیل است:

- ۱ اشخاصی که به هر نحو با مواد منفجره سروکار دارند، باید واجد شرایط زیر باشند:
(الف) باید سالم و مسلط به خود و در مقابل هر پیشامدی قادر به اخذ تصمیم باشند.
(ب) نباید فراموشکار و عصبی باشند.
(ج) باید با خطرات ناشی از مواد منفجره آشنا و آموزش‌های لازم را دیده و از امتحانات مربوط به آتش‌کاری برآمده باشند.
(د) حداقل ۲۱ سال سن و شرایط بدنی مناسب داشته باشند.
- ۲ مسئول معدن باید از صلاحیت کارگرانی که برای کارکردن با مواد منفجره استخدام می‌شوند، مطمئن و از سلامتی آنها نیز اطمینان داشته باشد. به منظور احضار این افراد آدرس محل سکونت آنان باید در دفتر یا پرونده خاص ثبت شود.
- ۳ حداقل فاصله محل چال‌زدن تا محل قرار گرفتن ماده منفجره نباید از صد متر کمتر باشد.
- ۴ چون تماس مواد منفجره با دست عوارضی ایجاد می‌کند، کارگران باید ضمن عمل از دستکش لاستیکی استفاده کنند.
- ۵ حتی‌المقدور در هر چال بایستی تنها از یک نوع مواد منفجره استفاده شود.
- ۶ به هنگام کار کردن با مواد منفجره، ایجاد هرگونه آتشی مگر برای آتش‌کردن چال‌ها ممنوع است و تا شعاع ۱۰ متری باید از ایجاد هر نوع شعله‌ای مطلقاً خودداری شود.
- ۷ قرار دادن ماده منفجره در مجاورت برف، یخ و آتش ممنوع است.

■ به هنگام کار با مواد منفجره نباید اشتباهی را مرتکب شد

زیرا اولین اشتباه، آخرین اشتباه است.



■ انتخاب مواد منفجره

در عملیات چال‌زنی و انفجار مواد معدنی یکی از عوامل مهم انتخاب نوع ماده منفجره مصرفی است. در انتخاب ماده منفجره، ویژگی‌های مواد منفجره، نوع ماده معدنی، ابعاد چال‌های انفجار و شرایط محیط کاری دخیل هستند. به عنوان مثال:
سنگ‌های نرم و درزه‌دار به مواد منفجره‌ای احتیاج دارد که سرعت انفجار کم داشته باشند.
در سنگ‌های مقاوم و سخت، مواد منفجره‌ای باید به کار برد که سرعت انفجار زیاد داشته باشند.
برای کار در محیط‌های آبدار و مرطوب باید از مواد منجره ضد آب استفاده کرد.



انتخاب مواد منفجره (با توجه به عواملی از قبیل قدرت تخریب، حساسیت، سختی مواد معدنی) کار عملی: بازدید از یک واحد آتش کاری معدن و مشاهده انواع مواد منفجره، کاربرد هر یک از آنها و نحوه انتخاب ماده منفجره مناسب براساس راهنمایی استادکار آتش کاری معدن

شرح فعالیت: تهیه گزارش از بازدید انجام شده که شامل

۱ انواع مواد منفجره موجود در معدن

۲ کاربرد هر یک از آنها

۳ نحوه انتخاب مواد منفجره

۴ نکات ایمنی کار با مواد منفجره

۵ تهیه عکس و فیلم از آنها

۶ ارائه گزارش در کلاس و به بحث و بررسی گذاشتن نتایج حاصل از آن

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین

نکات ایمنی: تجهیزات حفاظت فردی، رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: دقت، خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات و کار در تیم

ارزشیابی مرحله‌ای: انتخاب مواد منفجره

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	انواع مواد معدنی مورد استفاده در معدن، انتخاب مواد منفجره با توجه به نوع ماده معدنی و وضعیت ساختمانی زمین و میزان رطوبت، رعایت نکات ایمنی	بالاتر از حد انتظار	مکان: معدن تجهیزات: دستورالعمل استفاده از مواد مواد منفجره مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه
۲	انواع مواد معدنی مورد استفاده در معدن، انتخاب مواد منفجره با توجه به نوع ماده معدنی، رعایت نکات ایمنی	قابل قبول	
۱	انواع مواد معدنی مورد استفاده در معدن	ناقص	

تفکیک، بسته‌بندی و انبار کردن مواد منفجره

با توجه به حساسیت مواد منفجره و خطرات ناشی از آن لازم است مواد منفجره تا حد ممکن در بسته‌بندی‌های کاملاً ایمن تفکیک و بسته‌بندی شوند تا نگهداری و حمل و نقل آنها بدون خطر انجام گیرد.



شکل ۶

در کار با مواد منفجره شامل تفکیک، بسته‌بندی، حمل و نقل، انبار کردن و به کارگیری رعایت کلیه نکات ایمنی ضروری است.

بسته‌بندی مواد منفجره بسته به نوع و شکل ماده منفجره متفاوت است که در ادامه به بررسی آن می‌پردازیم:



شکل ۷

■ مواد منفجره پودری (باروت، آنفو و ...):

■ عمدتاً در بسته‌های پلاستیکی پارافین دار ۲۵Kg بسته‌بندی می‌شوند.

■ دینامیت:

■ دینامیت دارای شکل استوانه و داخل کاغذهای پارافین دار ساخته می‌شود که به آن بسته‌های فشنگی (لول) گفته می‌شود. فشنگ‌ها در جعبه‌های چوبی و یا مقوایی بسته‌بندی می‌شود.



شکل ۹- جعبه چوبی دینامیت



شکل ۸- دینامیت‌های چیده شده درون جعبه چوبی



- **مواد منفجره ژله‌ای (امولیت، امولن، ...)**
- مواد منفجره ژله‌ای می‌توانند به ۳ روش بسته‌بندی و حمل شوند:
- بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی ۲۰ کیلوگرمی درون بشکه‌های پلی‌اتیلن با درپوش مناسب انجام می‌گیرد و بخاطر حمل آسان هر ۱۵ بسته در یک پالت آهنی جای می‌گیرد.
- حمل با تانکرهای مخصوص
- بسته‌های فشنگی پلاستیک و پارافین دار

شکل ۱۰



■ مقررات ایمنی انبار کردن مواد منفجره

- ۱ جایگاه موقت مواد منفجره محلی است که در آن حداکثر مصرف یک روز نگهداری می‌شود. جایگاه موقت فتیله و چاشنی باید مجزا از جایگاه موقت سایر مواد منفجره بوده و فاصله بین آنها کمتر از ۱۵ متر نباشد. این جایگاه‌ها نباید در جاهای سرد و مرطوب، پررفت و آمد و در معرض بروز آتش‌سوزی و انفجار باشد. درب و قفل و بست این جایگاه‌ها باید کاملاً محکم باشد و بر روی درب ورودی تابلوی اخباری با عبارت «مواد منفجره» با خط خوانا نصب شود.
 - ۲ آن مقدار از مواد منفجره پیش‌بینی شده برای مصرف روزانه که به مصرف نرسیده است، یا مواد منفجره‌ای که به علت عدم مصرف در عملیات انفجاری، باقی مانده است باید فقط در جایگاه موقت نگهداری شود.
 - ۳ آتش‌کاری نباید با همراه داشتن مواد منفجره به جایگاه موقت چاشنی و همچنین با همراه داشتن چاشنی به جایگاه موقت مواد منفجره وارد شود.
 - ۴ داخل انبار مواد منفجره و همچنین محوطه اطراف آن تا فاصله ۵۰ متری باید از وجود کلیه مواد سریع‌الاحتراق مانند مواد نفتی، تکه‌های پارچه، کاغذ، خار، بته و نظایر آنها پاکیزه نگهداری شود.
 - ۵ مقدار مواد منفجره وارده و صادره انبار باید با ذکر دقیق زمان در دفتر مخصوص ثبت شود.
 - ۶ در انبارها باید نکات زیر رعایت شود:
- الف) صندوق حاوی مواد منفجره طوری قرار داده شود که لول‌ها به صورت قائم قرار نگیرد.
- ب) صندوق مواد منفجره و چاشنی در داخل انبار باز نشود.

- ج) صندوق مواد منفجره و چاشنی باید به آرامی جابه‌جا شده و از پرتاب کردن و یا لغزاندن آن خودداری شود.
- د) با کفش میخ‌دار نباید وارد انبار مواد منفجره و چاشنی شد.
- ه) صندوق‌های محتوی مواد منفجره و چاشنی باید طوری روی هم چیده شوند که ارتفاع آنها از ۲ متر یا ۵ صندوق در هر ردیف بیشتر نشود و بین هر دو ردیف، فضای کافی برای تهویه مناسب وجود داشته باشد. ضمناً فاصله ردیف صندوق‌های مجاور دیوارهای انبار با دیوار باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر باشد. صندوق‌های زیرین باید روی الوارهای مناسب چیده شود.
- و) انبار باید به وسایل پیشگیری و مهار آتش‌سوزی مجهز باشند.
- ۷) به منظور پیشگیری از بروز و گسترش آتش، ساختمان انبار باید به وسایل و تجهیزات اعلام و اطفای حریق خودکار مجهز باشد.
- ۸) درب انبار مواد منفجره باید به طرف بیرون باز شود.
- ۹) نشت کارتن‌های دینامیت باید با آب داغ تمیز شود.
- ۱۰) راهروهای انبار مواد منفجره باید با علائم اخباری شبرنگ مشخص شود.
- ۱۱) به استناد آیین‌نامه حفاظت و بهداشت عمومی در کارگاه‌ها، بردن کبریت، فندک و هر وسیله‌ای که بتواند تولید جرقه و شعله کند، به انبار ممنوع است.
- ۱۲) در انبارهای مواد منفجره فقط باید از چراغ ایمنی برای روشنایی استفاده شود و از به کار بردن هرگونه چراغ دیگر و سیم‌کشی برق، خودداری شود.
- ۱۳) نصب گرماسنج که حداقل و حداکثر دما را در داخل انبار نشان دهد برای کنترل دما ضروری است.
- ۱۴) دمای انبار نباید از ۳۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر و از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد.
- ۱۵) ورود اشخاص غیر مجاز به انبار اکیداً ممنوع است.
- ۱۶) انباردار مواد منفجره باید دارای صلاحیت کافی بوده و صلاحیت وی به تأیید رسیده باشد و دوره آموزشی لازم را در مراکز ذی‌ربط گذرانده باشد.
- ۱۷) آتش‌کار باید مواد منفجره و چاشنی پیش‌بینی شده مصرف روزانه را با تسلیم رسید فقط درمقابل در انبار دریافت کند. ورود وی و سایر افراد به استثنای متصدی انبار، به انبارهای مواد منفجره ممنوع است.
- ۱۸) صندوق محتوی مواد منفجره باید حداقل در فاصله ۵۰ متری از انبار و با وسایل مخصوص باز شود.
- ۱۹) قبل از انجام هرگونه عملیات تعمیراتی در انبار مواد منفجره، باید کلیه مواد موجود را به محل امنی منتقل ساخت و پس از بازرسی و تمیز کردن انبار، تعمیرات را آغاز کرد.

عملیات تفکیک، بسته‌بندی و انبار مواد منفجره

کار عملی: بازدید از انبار مواد منفجره معدن و مشاهده نحوه بسته‌بندی و انبار کردن

شرح فعالیت: تهیه گزارش از بازدید انجام شده که شامل:

۱) نحوه بسته‌بندی

۲) نحوه انبار کردن

فعالیت
کارگاهی



۳ ویژگی های انبار مواد معدنی

۴ قوانین ایمنی موجود در انبار

۵ تجهیزات ایمنی موجود در انبار

۶ ارائه گزارش در کلاس

مواد و ابزار: نوشت افزار

نکات ایمنی: تجهیزات حفاظت فردی، رعایت قوانین ایمنی انبار

اخلاق حرفه ای: دقت، خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات

ارزشیابی مرحله ای: تفکیک، بسته بندی و انبار کردن مواد منفجره

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	شرایط انبار مواد منفجره، بیان قوانین و مقررات ایمنی مربوطه، تفکیک و بسته بندی مواد منفجره اصلی باتوجه به حساسیت و استانداردهای تفکیک و بسته بندی مواد منفجره	بالاتر از حد انتظار	مکان: معدن تجهیزات: جعبه های بسته بندی دستورالعمل تفکیک و بسته بندی مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	بیان قوانین و مقررات ایمنی مربوطه و تفکیک و بسته بندی مواد منفجره اصلی باتوجه به حساسیت و استانداردهای تفکیک و بسته بندی مواد منفجره	قابل قبول	
۱	بیان قوانین و مقررات ایمنی مربوطه	ناقص	

رویه اخذ مجوز دریافت و حمل مواد ناریه

به منظور کنترل، نظارت و حفظ امنیت در کلیه امور مربوط به مواد منفجره اجرای دستورالعمل ها، قوانین و مقررات امری ضروری است. در همین راستا استفاده از فرم های استاندارد به تحقق بهتر موارد یاد شده کمک می کند.

■ رویه اخذ مجوز دریافت و حمل مواد منفجره:

الف) درخواست کتبی مواد منفجره از سازمان صنایع معادن استان

جهت دریافت مواد منفجره می بایست میزان مورد نیاز مواد منفجره به طور دقیق مشخص شود. این میزان باتوجه به تعداد، قطر و عمق چال ها و در داخل محدوده مشخص شبکه آتش کاری تعیین می شود. این اطلاعات در داخل فرم هایی که از طرف سازمان صنایع و معادن استانی که معدن در آن قرار گرفته است درج می شود. نمونه ای از این فرم ها در صفحات بعد نشان داده شده است.

تاریخ: ۱۳۹۷/۰۵/۰۵

شماره: ۱۳۹۷/۰۵/۰۵

یوسنت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۵

موضوع: درخواست مواد تاریه

نام ماده معدنی:

فستاً تصویر آخرین بزرگ صورت مصرنی ماهانه که به تأیید مراجع ذیصلاح استان رسیده به انضمام تصویر قرارداد شرکت خدمات آتشکاری (جهت مصارف موردی) جهت استحضار تقدیم می شود.

101

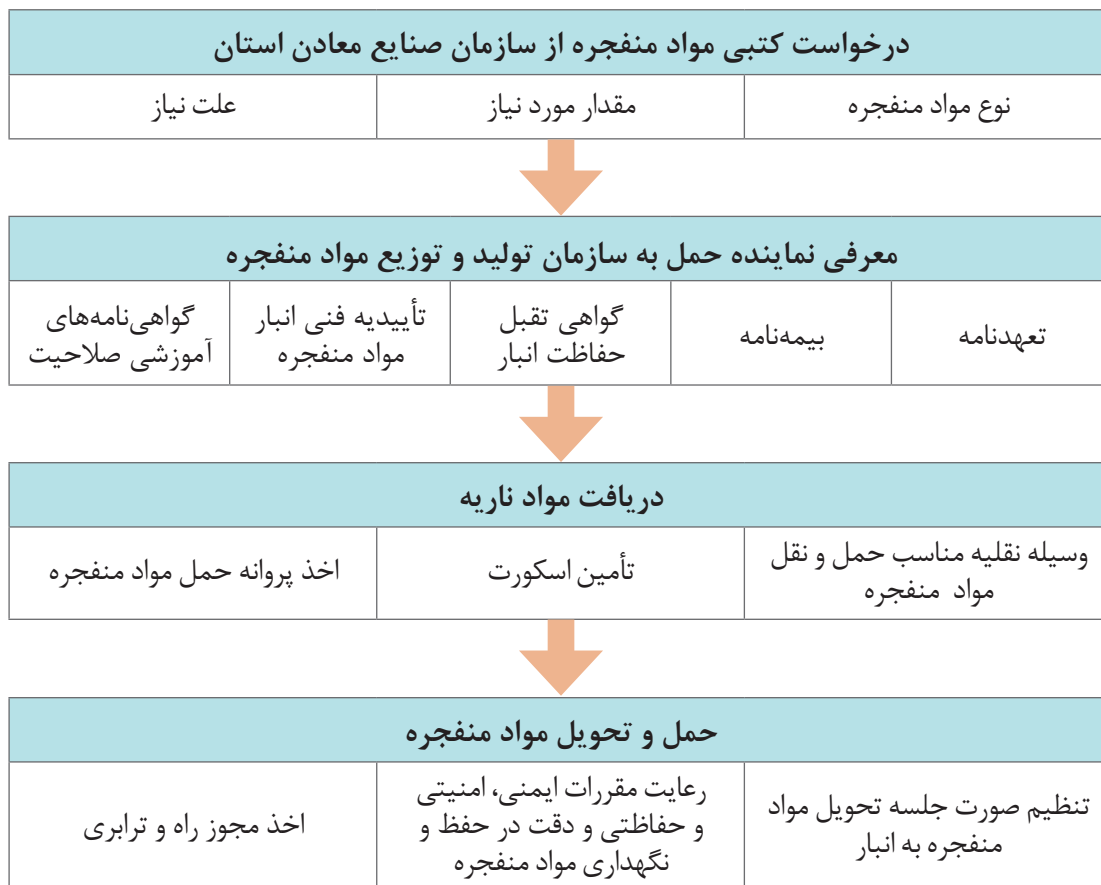
پسره تعالیه

به : میزبان صنعت معدن

موضوع : گزارش کارشناسی برآورد مواد ناریه

نام معدن:	نوع ماده معدنی:	نوع عملیات:
نام بهره بردار:	نوع مجوز:	شماره و تاریخ مجوز: مدت اعتبار مجوز:
نمای شماتیک از محل انفجار با محل های انفجار با ذکر تعداد و فواصل و مختصات GPS موقعیت چالها: محل ۱ (مختصات چهار گوش) (تعداد چال حفر شده): نمای شماتیک محل ۱: A B C D		
محل ۲ (مختصات چهار گوش) (تعداد چال حفر شده): نمای شماتیک محل ۲: A B C D		
محل ۳ (مختصات چهار گوش) (تعداد چال حفر شده): نمای شماتیک محل ۳: A B C D		
نزدیکترین واحد مسکونی، تجاری، تاسیساتی (نظیر مزرعه، دکل برق و ...) به محل انجام عملیات آتشکاری با ذکر فاصله آن:		
مشخصات چال های انفجاری (از لحاظ تعداد، قطر، فاصله از یکدیگر، فاصله از لبه آزاد و جمع کل حفاری)		
فاصله از یکدیگر:	متوسط عمق:	تعداد کل چال ها:
متراژ کل حفاری:	قطر حفاری:	فاصله از لبه آزاد:
محاسبات برآورد مواد ناریه مورد نیاز (محاسبه خرج ویژه و نحوه خرج گذاری):		
تذکره: مواد ناریه بر اساس چال های حفر شده تا روز بازدید باید برآورد و تعیین شود، ضمن اینکه مسئول فنی مکلف است در داخل محدوده بودن چال های حفر شده را کنترل و تأیید نماید. تذکره: با عنایت به دستورالعمل اجرایی دبیرخانه امور ناریه، تعیین و کنترل میزان مواد ناریه درخواستی و هم چنین مختصات دقیق محل های انفجار برعهده مسئولین فنی معادن بوده و هرگونه تخلف در تأیید، تعیین میزان مواد ناریه و مختصات محل های انفجار متوجه مسئول فنی می باشد و در صورت محرز شدن تخلف مسئول فنی به شورای انتظامی سازمان همدسی معدن معرفی خواهد شد.		
نام و نام خانوادگی مسئول فنی:	امضاء مهر و شماره پروانه اشتغال:	
نام شرکت آتشکاری:	مهر و امضای مدیر عامل:	
نام بهره بردار:	مهر و امضای بهره بردار:	

فرم‌های تکمیل شده به همراه نامه درخواست به سازمان صنایع و معادن استان ارائه می‌شود. ادامه مراحل اخذ مجوز، دریافت مواد منفجره و حمل آن به طور خلاصه به شرح ذیل است:



ب) معرفی نماینده حمل به سازمان تولید و توزیع مواد منفجره

پس از تأیید درخواست مواد منفجره توسط سازمان صنایع و معادن استان، لازم است مسئول حمل مواد منفجره معدن به همراه تأییدیه به سازمان تولید و توزیع کننده مواد منفجره مراجعه نماید. مسئول حمل مواد منفجره، جهت دریافت این مواد لازم است:

- ۱ گواهی‌نامه‌های آموزشی صلاحیت را از سازمان فنی و حرفه‌ای دریافت کرده باشد.
- ۲ در صورتی که مواد منفجره در معدن انبار می‌شود (درخواست مربوط به مواد منفجره مصرف ۶ ماهه و یا سالانه باشد) و باید تأییدیه فنی انبار مواد منفجره را داشته باشند.
- ۳ گواهی‌نامه تقبل حفاظت از انبار مواد ناریه از اداره مربوطه دریافت شده باشد.
- ۴ لازم است بیمه‌نامه حوادث معتبر برای حمل مواد ناریه دریافت و ارائه شود.
- ۵ لازم است مدیرعامل و مسئول مواد ناریه اقدام به تکمیل و امضای فرم‌های تعهدنامه نمایند.

ج) دریافت مواد منفجره:

پس از اینکه مسئول حمل، مدارک مورد نیاز را به سازمان تولید و توزیع مواد منفجره ارائه نماید، می‌تواند مواد ناریه را دریافت نماید، اما پیش از آن لازم است نسبت به تأمین وسیله نقلیه مناسب جهت حمل مواد ناریه و ماشین‌های اسکورت اقدام نماید که پس از دریافت تأییدیه‌های مربوط به این وسایل نقلیه و اسکورت، پروانه حمل مواد ناریه صادر و مواد منفجره تحویل داده می‌شود.

د) حمل و تحویل مواد منفجره

حمل مواد منفجره باید با هماهنگی و دریافت مجوز راه و ترابری انجام شود. پس از دریافت مجوز راه و ترابری، ماشین حامل مواد ناریه همراه با ماشین‌های اسکورت، مواد منفجره را از محل تحویل گرفته و به معدن و یا انبار مواد منفجره معدن منتقل می‌شود. در نهایت مواد منفجره به مسئول انبار در معدن با شمارش دقیق تحویل داده می‌شود و صورت جلسه مربوط به آن تنظیم می‌شود.

دریافت مجوز حمل مواد ناریه

کار عملی ۱: در صورتی که چال‌های حفاری طراحی شده در پلان آتش‌کاری زیر دارای عمق ۱۲ متر و قطر ۲۵۰ میلی‌متر باشد و ۸۰٪ از حجم چال‌ها با استفاده از ماده منفجره آنفو که دارای وزن مخصوص ۰/۹ است پُر شود مقدار مواد ناریه مورد نیاز را محاسبه کنید.



فعالیت
کارگاهی



کار عملی ۲: باتوجه به اطلاعات محاسبه شده در فعالیت قبلی فرم‌های درخواست مواد ناریه از سازمان صنایع و معادن استان را تکمیل کنید.

شرح فعالیت:

- ۱ حجم هر چال را محاسبه شود.
- ۲ مقدار وزن ماده منفجره مورد نیاز برای هر چال محاسبه شود.
- ۳ مقدار مواد منفجره برای کل شبکه آتش‌کاری (۲۵ چال) بر حسب تن محاسبه شود.

مواد و ابزار: نوشت افزار

نکات ایمنی:

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل در انجام محاسبات

ارزشیابی مرحله‌ای: دریافت مجوز حمل مواد ناریه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تعیین مقدار ماده منفجره مورد نیاز، تکمیل فرم درخواست و بیان مراحل اخذ مجوز	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: فرم مجوز مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۱۰ دقیقه
۲	تعیین مقدار ماده منفجره مورد نیاز، تکمیل فرم درخواست	قابل قبول	
۱	تکمیل فرم درخواست	ناقص	

قوانین و مقررات حمل و نقل مواد ناریه

نباید تصور نمود که حمل و نقل مواد منفجره مشابه حمل و نقل سایر کالاها است زیرا مواد منفجره دارای حساسیت، قوانین و شرایط خاص خود می‌باشند که رعایت این موارد در طول حمل و نقل مواد منفجره از مبدأ تا مقصد به طور کامل الزامی است و باید باتوجه به نکات ایمنی، امنیتی و حفاظتی انجام شود. برخی از مقررات قانونی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره به شرح زیر است:

مقررات کلی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره

- ۱ حمل و نقل مواد منفجره باید طبق آئین‌نامه ارائه شده از سوی سازمان ذی‌ربط انجام شود.
- ۲ مواد منفجره و مهماتی جهت حمل مطمئن هستند که:
 - الف) کاملاً آماده استفاده باشند.
 - ب) شرایط ایمنی و پایداری مهمات منطبق بر شرایط درخواست باشد.
 - ج) طبق دستورالعمل در بسته‌های سالم بسته‌بندی شده و سپس بسته‌ها به طرق مختلف پلمپ شوند.
 - د) بسته‌ها از نظر فنی و کیفی کنترل شده باشند.



فطر
انفجار و آتش سوزی

شکل ۱۱

■ مقررات بارگیری و تخلیه مواد منفجره

- ۱ بارگیری و تخلیه مواد منفجره باید در روز صورت گیرد.
- ۲ قبل از عملیات بارگیری باید کنترل شود که شرایط وسیله نقلیه مطابق دستورالعمل باشد.
- ۳ قبل از عملیات بارگیری باید در محل مزبور تابلوی «خطر آتش سوزی» نصب شود.
- ۴ کامیون حامل مواد منفجره باید دارای دستگاه‌های آتش خاموش کن باشد.
- ۵ کامیون حامل مواد منفجره باید مجهز به برق گیر باشد.
- ۶ کامیون باید دارای سقف یا پوشش برزنتی غیر قابل نفوذ آب باشد.
- ۷ مخزن بنزین (سوخت وسیله نقلیه) و لوله‌های مربوط باید محکم باشد، چکه نکند و سیستم فشار داخلی مخزن به گونه‌ای باشد که در موقع حرکت سوخت روی اگرز پخش نشود.
- ۸ ترمزها و دنده‌ها باید مرتب بوده و کاسه نمد چکه نداشته باشد. کلیه لاستیک‌های خودرو باید در شرایط خوب و مطمئن باشند و توجه به خصوص به عمل آید تا فشار باد آنها کاملاً مناسب باشد.
- ۹ محل بارگیری و تخلیه باید مجهز به روشنایی باشد.
- ۱۰ به هنگام بارگیری و تخلیه، موتور وسیله نقلیه باید در وضعیت خاموش باشد.
- ۱۱ به هنگام بارگیری و تخلیه مواد منفجره، خودرو باید به وسیله ترمز دستی کاملاً بدون حرکت باشد و چرخ‌های خودرو باید به وسیله سنگ یا قطعات چوبی ثابت شود تا در حال بارگیری و تخلیه، از حرکت ناگهانی جلوگیری به عمل آید.



- ۱۲ به هنگام بارگیری و تخلیه، فاصله خودرو تا درب انبار حداقل ۱۰ متر باشد و از روشن کردن خودرو خودداری شود.
- ۱۳ به هنگام بارگیری و تخلیه، در نزدیکی وسایل نقلیه حامل مواد منفجره به هیچ وجه نباید دخانیات استعمال شود و یا از آتش روباز استفاده شود. راننده و سرنشینان وسیله نقلیه حامل مواد منفجره مجاز نیستند کبریت، فندک و غیره با خود همراه داشته باشند.



شکل ۱۲- چیدن کیسه‌های آنفو در کانتینر و حمل و نقل آن توسط تریلی و اسکورت از محل تحویل تا معدن



شکل ۱۳- کامیون حمل مواد منفجره در معدن

■ مقررات حمل مواد منفجره در معدن

- ۱ جابه‌جا کردن مواد منفجره در داخل معدن و حمل آن از انبار به محل کار و نظیر آن باید تحت نظارت و با مسئولیت آتش‌کار انجام شود.
- ۲ حمل مواد منفجره به مقدار مورد احتیاج باید در کیسه برزنتی یا جعبه مخصوصی که بدین منظور ساخته شده است انجام شود. کیسه‌ها و جعبه‌ها باید دارای قفل و بست و کلید آن در اختیار آتش‌کار باشد. حداکثر ظرفیت هر کیسه ۱۵ کیلوگرم و حداکثر ظرفیت هر صندوق ۲۵ کیلوگرم است. حمل بیش از یک کیسه یا یک صندوق به وسیله یک نفر ممنوع است.
- ۳ مواد منفجره پودری یا مایع باید توسط وسایل نقلیه مخصوص حمل شود.
- ۴ قرار دادن چاشنی همراه با ماده منفجره اصلی در یک کیسه یا یک صندوق یا یک وسیله نقلیه ممنوع است.
- ۵ قرار دادن لوازم و اشیای متفرقه درون کیسه برزنتی یا جعبه محتوی مواد منفجره ممنوع است.
- ۶ در صورت حمل مواد منفجره به وسیله لوکوموتیو در داخل معدن، قطار مربوطه باید دارای واگن مخصوص باشد و روی آن علائم خطر نصب شود. در این گونه موارد باید مراتب زیر نیز رعایت شود:
 - الف) حمل چاشنی به وسیله واگن مواد منفجره ممنوع است.
 - ب) به غیر از راننده و آتش‌کار و کمک او، استفاده سایر افراد از قطار حمل مواد منفجره ممنوع است.
 - ج) قطار حامل مواد منفجره باید حداقل ۵ دقیقه با قطارهای نفربر فاصله زمانی داشته باشد.
 - د) در زمان رعد و برق و در خلال آن حمل و نقل مواد منفجره ممنوع است.

در کار با مواد منفجره و به ویژه در حمل و جابه‌جایی آنها، داشتن التزام و دقت کامل در انجام تمامی مقررات ایمنی، امنیتی و حفاظتی بسیار مهم است. عدم توجه به کوچک‌ترین نکته می‌تواند خطرات و عواقب بسیار سنگین و غیر قابل جبرانی را چه به لحاظ جانی و چه از نظر مالی به همراه داشته باشد.





حمل و نقل مواد ناریه (تهیه اسکورت)

کار عملی: از نحوه حمل و نقل و بارگیری مواد منفجره در معدن باتوجه به قوانین و مقررات، تصاویر و فیلم‌هایی تهیه و نتایج را به همکلاسان خود نشان دهید.

شرح فعالیت: تهیه فیلم، عکس و گزارش در زمینه:

- ۱ امکانات و ملزومات همراه با ماشین‌آلات حمل و نقل مواد منفجره از خارج معدن به معدن و در داخل معدن مانند: داشتن اسکورت، چراغ‌های اعلام خطر، سالم بودن لاستیک‌ها و ...
- ۲ نحوه بارگیری و تخلیه بار از داخل وسیله حمل مواد منفجره
- ۳ نحوه بارگیری، حمل و تزریق به چال‌های مواد منفجره ژله‌ای در داخل معدن
- ۴ مقررات و قوانین مربوط به حمل و نقل مواد منفجره

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین

نکات ایمنی:

اخلاق حرفه‌ای: دقت و سرعت عمل

ارزشیابی مرحله‌ای: دریافت مجوز حمل مواد ناریه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان رویه حمل و نقل مواد منفجره، ناوگان حمل و نقل در خارج و داخل معدن براساس قوانین و مقررات مربوطه به آن	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: فرم مجوز مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۱۰ دقیقه
۲	بیان رویه حمل و نقل مواد منفجره براساس قوانین و مقررات مربوطه به آن	قابل قبول	
۱	ناوگان حمل و نقل در خارج و داخل معدن	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: هنرستان تجهیزات: فرم مجوز مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۱۰ دقیقه
۲	مسئولیت پذیری - رعایت بهداشت - پوشش ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

ارزشیابی شایستگی حمل مواد منفجره

نام و نام خانوادگی		شماره ملی		تاریخ ارزشیابی:	
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمان/پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴۳
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۳۲	کار	حمل مواد منفجره	سطح شایستگی	۲

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص‌ها/ داوری/ نمره دهی)	نتایج ممکن نمره کسب شده
۱	انتخاب مواد ناریه	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: انواع مواد ناریه - دستورالعمل‌های (تفکیک و دسته‌بندی - حمل و ایمنی)- گواهینامه حمل مواد ناریه - قلم - کاغذ - ناوگان مخصوص حمل مواد منفجره زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تهیه و تأمین مواد منفجره براساس (قدرت تخریب - حساسیت - موقعیت جغرافیایی محل سختی ماده معدنی - ابعاد محصول)	۳
				تهیه و تأمین مواد منفجره براساس قدرت تخریب - حساسیت - موقعیت جغرافیایی محل	۲
				تهیه و تأمین مواد منفجره	۱
۲	تفکیک و بسته‌بندی مواد ناریه	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: انواع مواد ناریه - دستورالعمل‌های (تفکیک و دسته‌بندی - حمل و ایمنی) زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تفکیک مواد منفجره براساس دستورالعمل (وزن و ..)- بسته‌بندی مواد منفجره براساس حساسیت و طبق دستورالعمل مربوطه	۳
				تفکیک مواد منفجره براساس دستورالعمل (وزن و ..)- بسته‌بندی مواد منفجره	۲
				بسته‌بندی مواد منفجره	۱
۳	دریافت مجوز حمل مواد ناریه	مکان: کارگاه معدن تجهیزات: گواهینامه حمل مواد ناریه - قلم کاغذ - ناوگان مخصوص حمل مواد منفجره زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	أخذ مجوز از مراجع ذی‌صلاح جهت حمل (ارتش - سپاه و محیط‌زیست و...)	۳
				أخذ مجوز از مراجع ذی‌صلاح جهت حمل (ارتش - سپاه و...)	۲
				أخذ مجوز از مراجع ذی‌صلاح	۱
۴	حمل و نقل	مکان: کارگاه فراوری و معدن تجهیزات: انواع مواد ناریه - گواهینامه حمل مواد ناریه - ناوگان مخصوص حمل مواد منفجره زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	۱- جابه‌جایی ناوگان حمل مواد منفجره به معدن ۲- تأمین اسکورت آن به منظور ایجاد امنیت در حین حمل و نقل	۳
				۱- جابه‌جایی ناوگان حمل مواد منفجره به معدن ۲- تأمین اسکورت	۲
				جابه‌جایی ناوگان حمل مواد منفجره به معدن	۱
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت‌پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴	رعایت مسئولیت‌پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲
			عدم رعایت موارد ۱ تا ۳	عدم توجه به نکات فوق	۱
ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)					
بلی ☐					
خیر ☐					

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از ۱ و ۲ و ۳ و (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه‌ای انجام می‌شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه‌ریزی و تحلیل، پاسخ‌گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت‌ها - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب‌یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.





پودمان چهارم

خرج گذاری چال ها



مهم ترین فعالیت در عملیات آتش کاری اجرای عملیات خرج گذاری است که شامل نحوه قرار دادن چاشنی و مواد منفجره در چال های انفجاری است. فرد مسئول در این زمینه باید دارای دانش و مهارت خاص عملیات آتش کاری باشد. حساسیت اجرای این عملیات بسیار زیاد است و با توجه به طرح توسعه در زمینه معادن به خصوص معادنی که عملیات استخراج را با انفجار انجام می دهند نیاز فراوانی به نیروی متخصص می باشد.

واحد یادگیری ۱: خرج گذاری

مقدمه

مهم ترین مرحله عملیات آتش کاری، عملیات خرج گذاری است که با کنترل چال ها، وضعیت درز و شکستگی، بررسی امکان پُرشدن چال ها و آب گرفتگی آغاز و شامل استفاده از انواع چاشنی و فتیله، روش صحیح خرج گذاری مواد منفجره و نحوه بستن دهانه چال ها و اتصال سیم ها است و داشتن تخصص، تجربه و مهارت های لازم در انجام این کارها بسیار مؤثر است که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات خرج گذاری با استفاده از مواد ناریه، چاشنی، فتیله - شبکه بندی آنها و براساس دستورالعمل آتش کاری و با رعایت ۱۰۰٪ ایمنی انجام می شود و مراحل این کار شامل: کنترل نهایی چال ها، چاشنی گذاری و شارژ مواد ناریه، گل گذاری و شبکه بندی سیم ها است که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش نیاز و یادآوری

انتخاب مواد منفجره

هدف نهایی عملیات آتش کاری این است که انرژی شیمیایی ذخیره شده در ماده ناریه به مقدار کافی و در محل مناسبی از سنگ قرار داده و به شیوه کنترل شده ای آزاد شده و موجب خردشدگی و شکستن سنگ شود. مواد منفجره که در پودمان قبل (کنترل چال ها و حمل مواد ناریه) با آنها آشنا شد بسته به شرایطی که در آن قرار می گیرند ممکن است رفتاری متفاوت از طبیعت انفجاری خود نشان دهند، یعنی با توجه به طبیعت ماده منفجره و سیستم شروع کننده آتش ممکن است رفتار آن ماده منفجره به شکل کندسوزی و یا انفجار باشد. انتخاب نوع ماده منفجره بخش مهمی از طرح آتش کاری و متعاقباً نتایج به دست آمده از آتش کاری را تشکیل می دهد.

مواد منفجره و عوامل انفجار رایج در عملیات آتش کاری دارای خواص متعددی هستند که در پودمان قبل پاره ای از آنها شرح داده شد. مواد منفجره براساس نوع آتش کاری که باید انجام شود و شرایطی که ماده منفجره باید تحت آن عمل نماید، ارزیابی و انتخاب می شوند. براساس نوع ماده منفجره ای که انتخاب می شود، می توان نتایج احتمالی خردشدگی سنگ، جابه جایی و لرزش را قبل از انفجار تخمین زد. بدیهی است که هزینه تأمین ماده منفجره یک پارامتر مهم در انتخاب آن به شمار می رود.

آیا در یک عملیات آتش کاری باید کم هزینه ترین مواد منفجره جهت اجرای عملیات انتخاب شود؟

بارش فکری



در محاسبه مقدار خرج لازم برای آتش کاری برخی از خواص ماده منفجره مانند چگالی، فاکتور بسیار مهمی است، برای مثال به عنوان یک قاعده کلی، در ته چال که تمرکز انرژی بیشتری مورد نیاز است از مواد منفجره با چگالی بالاتر مانند مواد ژلاتینی یا ژل آب ها استفاده می شود که دارای قیمت بیشتر نیز است و اما برای ستون ماده منفجره از مواد چگالی پایین و ارزان تر مانند آنفو یا مواد پودری استفاده می شود که هزینه کمتری دارد. بنابراین با توجه به چگالی پایین آنفو، انرژی حاصله از هر متر خرج آن در چال پایین است. در سنگ های محکم و سخت و سنگ هایی که هزینه حفاری در آنها بیشتر است برای افزایش انرژی موادی مانند پودر آلومینیوم به آنفو اضافه می شود.

از نقطه نظر اقتصادی، بهترین ماده منفجره ارزان ترین ماده منفجره نیست بلکه ماده منفجره ای است که کل هزینه های آتش کاری در استفاده از آن کمتر باشد.

نکته



عامل مهم دیگری که باید در کاربرد مواد منفجره و قطر چال‌های حفرشده در نظر گرفت قطر بحرانی چال‌ها می‌باشد. قطر بحرانی اندازه قطری تعریف می‌شود که در آن امواج انفجار نمی‌توانند منتشر شوند و طبعاً ماده ناریه منفجر نمی‌شود. برای چال‌ها با قطر کمتر از ۵۰ میلی‌متر علی‌رغم هزینه بالاتر بهتر است از اسلاری (ترکیبی از نیترات آمونیوم و آب) استفاده شود. برای چال با قطر ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر در آتش‌کاری پله‌ها استفاده از آنفو بلامانع است. برای چال با قطر بیش از ۱۰۰ میلی‌متر مشکلی از بابت استفاده از آنفو به وجود نخواهد آمد. با این حال در سنگ سخت بهتر است از سیستم آغاز انفجار خوب (استفاده از پرایمر، چاشنی و ماده منفجره مناسب و کافی) استفاده شود. در چال‌های با قطرهای بالاتر استفاده از مخلوط مواد منفجره مختلف مانند آنفو، اسلاری و امولسیون و خرج‌گذاری به وسیله تجهیزات مکانیکی بسیار باصرفه‌تر است.

خصوصیات ژئومکانیکی (رفتار ناشی از درزه‌ها و شکاف و ناپیوستگی توده سنگ) تحت آتش‌کاری مهم‌ترین پارامترهایی هستند که نه تنها تأثیر مستقیم روی نتایج آتش‌کاری دارند، بلکه دارای ارتباط نزدیکی با سایر متغیرهای طراحی هستند.

در سنگ‌های توده‌ای و مقاوم که تعداد درز و شکاف و سطوح ضعف بسیار کم است، ماده منفجره باید با انرژی کرنشی خود سطوح جدید ایجاد نماید. بنابراین ماده منفجره ایده‌آل برای این نوع سنگ‌ها باید دارای فشار انفجار بالایی باشد و این به دلیل ارتباط مستقیم فشار انفجار با مکانیزم شکست سنگ است. مواد منفجره مانند اسلاری‌ها، امولسیون‌ها و مواد منفجره ژلاتینی که دارای چگالی بالا و سرعت انفجار زیاد می‌باشند برای این سنگ‌ها مناسب می‌باشند.

در سنگ‌های بسیار درزه‌دار، مواد منفجره با انرژی گاز بالاتر مانند آنفو مناسب می‌باشند. اگر فاصله درزه‌ها زیاد شود و توده سنگ به شکل بلوک‌های نسبتاً بزرگی درآمده باشد، خردشدگی توده سنگ بیشتر بستگی به هندسه آتش‌کاری (نحوه طراحی فاصله ردیفی چال‌ها = spacing و فاصله چال‌ها تا سطح آزاد = burden) دارد. و بایستی از مواد منفجره با نسبت انرژی کرنشی به انرژی گاز متعادل مانند آنفوی آلومینیوم دار استفاده شود.

نحوه صحیح و مناسب عملیات آتش‌کاری نقش بسیار بارز و مهمی در فرایند اقتصادی عملیات معدنی از جمله در مراحل پرعیارسازی مواد معدنی دارد.

نکته



در سنگ‌های متخلخل با توجه به فضای خالی سنگ پدیده خنثی شدن ضربه‌های انفجار اتفاق می‌افتد و باید از مواد منفجره با چگالی کم و سرعت انفجار پایین مانند باروت و آنفو استفاده شود.

مقدار ماده منفجره مورد نیاز برای عملیات، براساس حجم حفاری و برنامه زمان‌بندی عملیات تعیین می‌شود. حجم سنگ استخراجی معمولاً به وسیله نقشه‌برداری و یا با استفاده از اشکال هندسی منظم و ریاضی تعیین

می شود. اگر حجم عملیات زیاد باشد استفاده از مواد فله ای و خرج گذاری مکانیزه باتوجه به کاهش هزینه نیروی انسانی و نیز استفاده بهتر از حجم چال حفاری شده، ضرورت دارد.

وقتی چال هایی که باید ماده منفجره در داخل آنها قرار گیرد، آبدار باشند، هر ماده منفجره براساس ترکیب آن مدت زمانی طول می کشد تا در معرض آب خواص خود را از دست دهد. ژل آب ها، دینامیت ژلاتینی و امولسیون ها کاملاً در مقابل آب مقاوم هستند و آنفو به دلیل قابلیت انحلال شدید در آب، هیچ مقاومتی در مقابل آب ندارد. برای کاربرد آنفو در آب و هوای مرطوب به دلیل جذب بالای رطوبت نیترات آمونیوم، باید تمهیدات خاصی به کار برد. گاهی دانه های نیترات آمونیوم به وسیله مواد خاصی پوشانده می شود تا از تر شدن سطح آنها جلوگیری به عمل آید.

در محیط های سنگی درز و شکاف دار، آبدار و حاوی مواد سست باید فاصله مناسب را برای انتقال انفجار مواد منفجره در نظر بگیریم. اگر چال های آتش کاری نزدیک هم باشند، ممکن است در اثر عبور امواج کرنشی از میان سنگ ها، آب زیرزمینی، ناپیوستگی های درون سنگ یا مواد سست میان خرج های منقطع انفجار به طور ناخواسته و هم زمان روی دهد که باعث نتایج خردشدگی و لرزش فوق العاده مخرب شود.

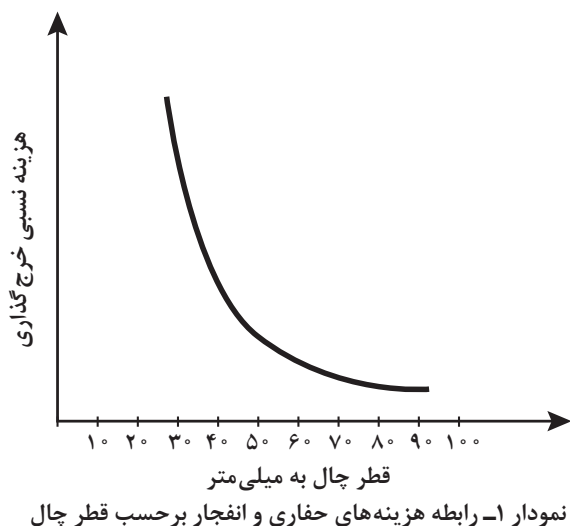
مشکلات اصلی آتش کاری برای مناطق نزدیک به آن، مسئله لرزش زمین و لرزش هوا است. مواد منفجره با انرژی کرنشی بالا دارای لرزش بیشتری هستند. پس بهتر است در صورت امکان از آنفو به جای مواد اسلاری (مخلوطی ژله ای از نیترات ها مانند نیترات آمونیوم و نیترات سدیم و سوخت) استفاده شود. همچنین تقسیم و تأخیر در خرج (انفجار کنترل شده) می تواند لرزش زمین را کم کند.

انتخاب مواد منفجره در معادن زیرزمینی: علاوه بر موارد فوق باید نسبت گازهای مضر تولید شده توسط یک ماده منفجره و وضعیت تهویه معدن را در نظر گرفت. همچنین برای استخراج سنگ های ساختمانی باید برای باطله برداری از مواد منفجره کندسوز که سرعت انفجار آنها کمتر از ۲۰۰۰ متر بر ثانیه است استفاده شود. امروزه کاربرد باروت محدود به استخراج بلوک های سنگی بزرگ در معادن سنگ ساختمانی و استخراج سنگ گچ (ژیپس) است. در معادن زغال سنگ نیز باید باتوجه به گازخیزی معدن و تجهیزات تهویه از دینامیت مجاز استفاده شود. مهم ترین خصوصیت مواد منفجره مجاز دمای پایین انفجار آنهاست.

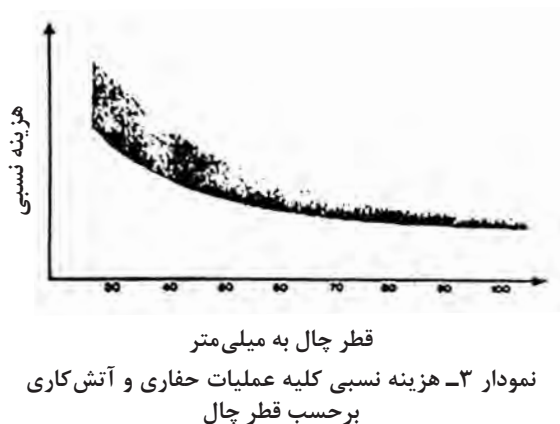
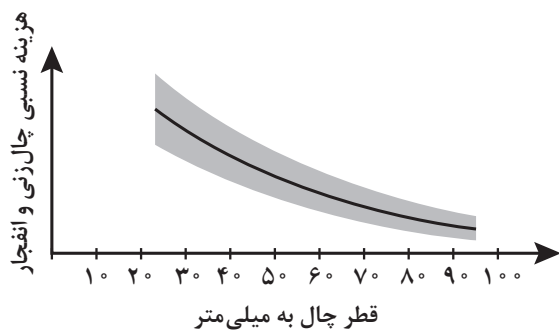
در انتخاب مواد منفجره باید در نظر داشت که باید به اندازه کافی در برابر عوامل شروع انفجار حساسیت داشته باشند و همچنین از لحاظ ایمنی به ویژه در حمل و نقل دارای درجه حساسیت مناسب باشند. رسیدن به یک حالت متعادل مابین حساسیت و ایمنی همیشه به راحتی قابل دسترس نیست. مواد منفجره ژلاتینی حساسیت بالایی دارند و اگر مقداری از ماده منفجره به هر دلیلی منفجر نشود و در توده مواد آتش کاری باقی بماند ممکن است به هنگام کار ماشین آلات سنگین از قبیل لودر و بلدوزر باعث بروز انفجار و خطراتی برای راننده و ماشین آلات شود. با کاربرد اسلاری ها و امولسیون ها این مشکل تا حدودی مرتفع شده است.

■ مروری کلی بر هزینه‌های حفاری و انفجار

برای شکستن یک توده سنگ بزرگ ابتدا در سنگ چال حفر می‌شود و سپس مواد منفجره در چال قرار می‌گیرد و منفجر می‌شود. نظر به اینکه مقدار خرج ویژه برای هر متر مکعب سنگ تا حدودی ثابت است، می‌توان گفت برای انفجار و شکستن حجم معینی از سنگ مقدار معینی از ماده منفجره لازم است و چون مواد منفجره باید در چال قرار داده شود پس لازم است حجم معینی از چال برای آن وجود داشته باشد. اگر قطر چال را بزرگ بگیریم نیاز به تعداد کمتری چال برای یک حجم معینی از سنگ نیاز است در نتیجه هزینه حفاری و انفجار پایین می‌آید.



عامل دیگری که در هزینه حفاری و انفجار مؤثر است نوع ماده منفجره مصرفی است. در انتخاب ماده منفجره در درجه اول مسائل فنی و سپس مسائل اقتصادی باید مورد توجه قرار گیرد، مثلاً برای سنگ مقاوم باید ماده منفجره قوی به کار برد و برای معادن زیرزمینی باید مواد منفجره‌ای به کار برد که میزان گازهای سمی حاصل از انفجار حداقل ممکن باشد تا باعث آلودگی هوای معدن نشود. از هزینه‌های مصرفی باقی‌مانده در یک عملیات حفاری و انفجار هزینه‌های خرج‌گذاری و آتش‌کاری است به‌طوری که شرح داده شد هرچه قطر چال بیشتر باشد تعداد آنها برای انفجار یک توده سنگ کمتر می‌شود و به همین مناسبت هزینه خرج‌گذاری و آتش‌کاری کاهش می‌یابد.



توضیح اینکه کلیه موارد فوق تأثیر بسیار زیادی در انتخاب مواد ناریه مناسب و همچنین در هرچه بیشتر اقتصادی بودن عملیات معدن‌کاری دارد.

■ لوازم آتش کاری

به موازات تکامل تدریجی مواد منفجره، تکنولوژی اجرای عملیات انفجار نیز پیشرفت مهمی را تجربه کرده است. امروزه دو سیستم انفجار کاربرد بیشتری در آتش کاری دارد.

۱ سیستم های الکتریکی

۲ سیستم های غیرالکتریکی

در اینجا خصوصیات لوازم انفجار مختلف این دو سیستم مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

■ سیستم های شروع انفجار غیرالکتریکی:



شکل ۱- فتیله

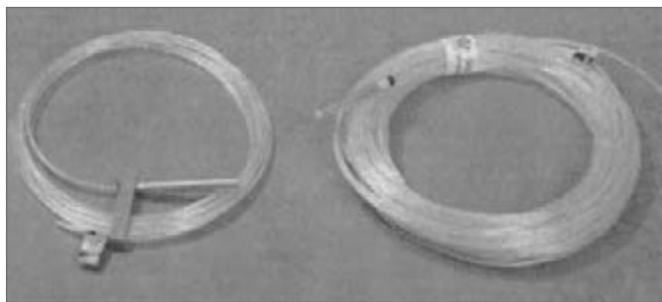
انفجار به وسیله چاشنی هایی که توسط فتیله انفجاری ضعیف منفجر می شوند.

فتیله انفجاری ضعیف عبارت است از یک مغزه از جنس پنترایت با بار ۰/۸ تا ۱/۵ گرم بر متر که به وسیله پوشش سیمی و یک لایه پلاستیکی قابل انعطاف محافظت می شود. چاشنی به یکی از دو انتهای فتیله متصل می شود و سر دیگر فتیله با گیره پلاستیکی به فتیله انفجاری اصلی که قوی تر است متصل می شود (شکل ۱).

رواج استفاده از مواد منفجره مانند آنفو، اسلاری ها و امولسیون ها مدیون توسعه روش های شروع انفجار می باشد. علت این امر از یک سو پایین بودن حساسیت نسبی این مواد و از سوی دیگر حصول حداکثر کارایی از انرژی آزاد شده مواد منفجره می باشد.

۱ انفجار به وسیله لوله شوک

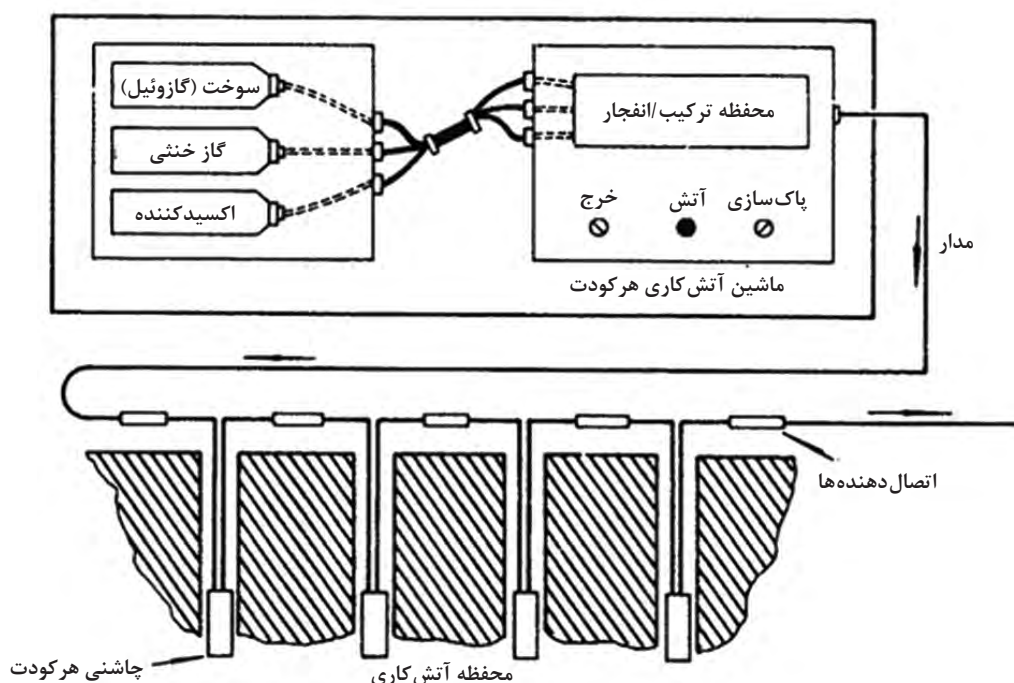
این سیستم شامل یک لوله پلاستیکی نازک و شفاف است که به وسیله لایه نازکی از مواد منفجره به مقدار تقریبی ۲۰ میلی گرم بر متر پوشانده شده است. سرعت موج شوک در درون این لوله حدود ۲۰۰۰ متر بر ثانیه است. این موج قادر به انفجار ماده منفجره چسبیده به آن نیست و باعث انفجار پرایمر می شود. این سیستم تحت عنوان نازل نامیده می شود.



شکل ۲- لوله ها و چاشنی نازل

۲ انفجار به وسیله چاشنی هرکودت (سیستم چاشنی گازی)

این سیستم از یک دستگاه انفجار مخصوص که به لوله های نازک پلاستیکی وصل می شود، تشکیل شده است. دستگاه انفجار مخلوطی از اکسیژن و گاز سوختنی را در درون لوله ها تزریق می کند هنگامی که همه لوله ها از این مخلوط پر شدند انفجار آغاز می شود. انفجار با سرعت ۲۴۰۰ متر بر ثانیه در طول لوله پیش می رود و چاشنی های سر راه خود را منفجر می کند. این انفجار قادر به انفجار ماده منفجره چسبیده به آن نیست که شرایط شروع انفجار از کف چاه را به خوبی فراهم می آورد.

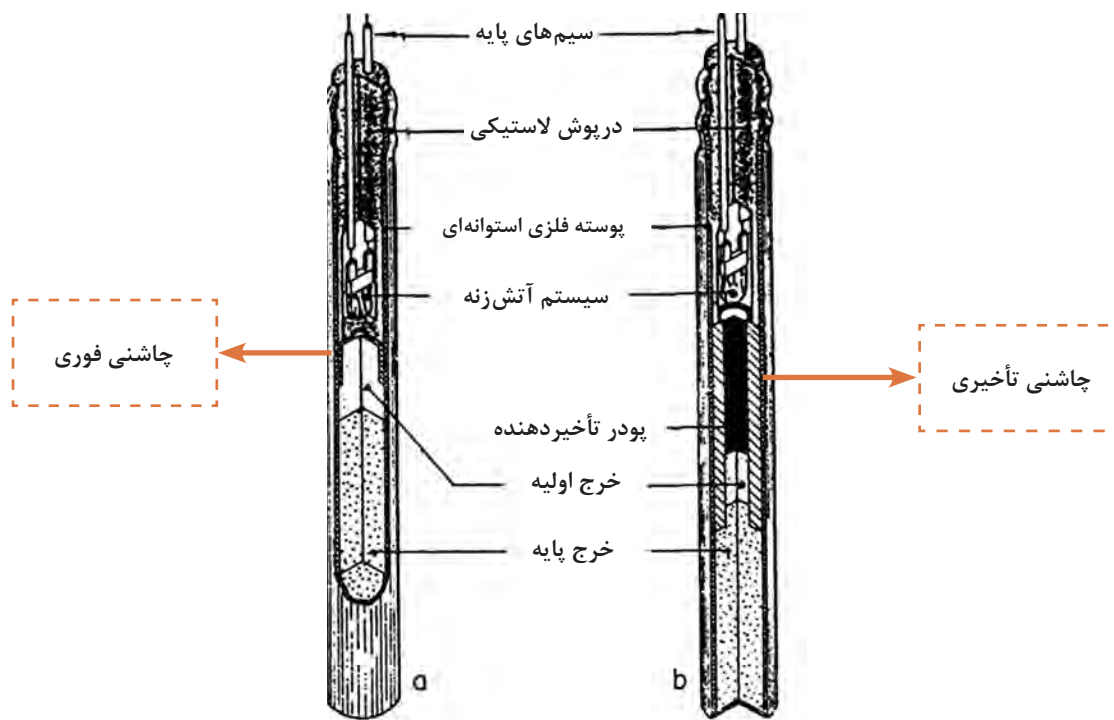


شکل ۳- الگوی یک مدار هرکودت

■ سیستم های شروع انفجار الکتریکی

چاشنی های الکتریکی

این چاشنی ها از یک غلاف آلومینیومی یا مسی که خرج های اولیه و پایه درون آن قرار دارند، تشکیل شده اند. برحسب فاصله زمانی موجود از لحظه اتصال چاشنی به برق تا لحظه انفجار، آنها را به دو دسته کلی ۱- چاشنی فوری ۲- چاشنی تأخیری تقسیم بندی می کنند. در چاشنی تأخیری یک بخش تأخیردهنده ما بین خرج اصلی و آتش زنه وجود دارد، مطابق شکل ۴.



شکل ۴- چاشنی فوری و تأخیری الکتریکی

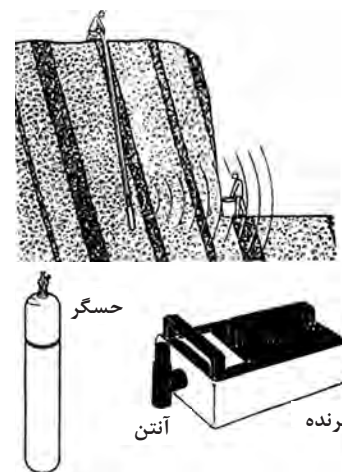
■ ماشین‌های آتش‌کن (آتش‌زنه) معمولی

از بین گروه‌های ماشین آتش‌کن، انواع تخلیه خازنی (CD) بیشترین کاربرد را دارند. با استفاده از یک کلید یا باتری خشک، خازن شارژ شده و سپس به‌طور اتوماتیک مدار بسته می‌شود. در برخی از مدل‌ها شارژ شدن خازن با استفاده از یک چراغ نشان داده می‌شود. تخلیه جریان در زمان بسیار کوتاهی انجام می‌شود.



شکل ۵- دستگاه‌های آتش‌زنه برقی

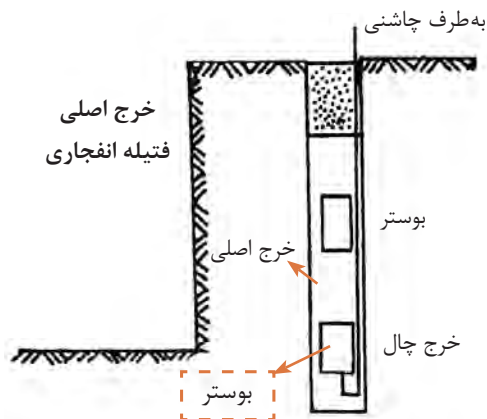
■ سایر لوازم آتش کاری

نام تجهیزات	عکس	کاربرد
سیستم پیش‌بینی رعد و برق	 تجهیزات اندازه‌گیری شدت میدان الکترواستاتیکی، ثبت سیگنال‌های رعد و برق و صداهای اتمسفر	با اندازه‌گیری شدت میدان الکترواستاتیکی و ثبت سیگنال‌های رعد و برق و صداهای اتمسفر با چراغ‌های زرد و قرمز هشدار می‌دهد؛ برای توجه به اینکه در هنگام شدت رعد و برق عملیات آتش کاری متوقف شود.
وسایل اندازه‌گیری بارسنگ	 حسگر	این دستگاه شامل یک فرستنده امواج رادیویی است و داخل چال فرستاده می‌شود و یک حسگر امواج رادیویی که توسط اپراتور در پای پله نگه داشته می‌شود. اگر چال بیش از حد مجاز انحراف داشته باشد هشدار می‌دهد. این موضوع هنگام خرج‌گذاری هم کاربرد اساسی دارد. اگر به این موضوع توجه نشود باعث افزایش هزینه حفاری و انفجار می‌شود.
اتصال‌ها		شبکه اتصال چال‌ها

سیستم های شروع انفجار

پرایمر و بوستر:

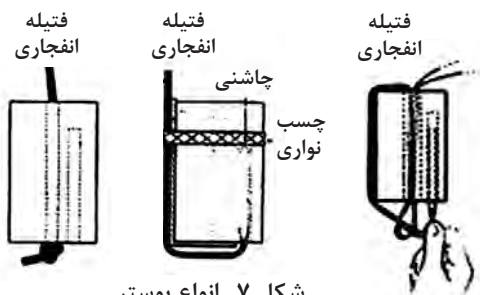
غیر از انواع چاشنی ها، فتیله و مواد منفجره که در آتش کاری به کار گرفته می شوند، برای تقویت چگونگی انفجار علاوه بر خرج اصلی، اجزایی به نام پرایمر و بوستر به کار می رود.



شکل ۶- محل قرارگیری بوستر در چال انفجاری

عملیات انفجار نیاز به یک انرژی شروع انفجار (پرایمرها و بوسترها) به عنوان عوامل شوک دهنده دارد تا بتواند گسترش یافته و شرایط ماندگار خود را حفظ نماید.

بوستر (تقویت کننده): ماده منفجره قدرتمندی است که هیچ سیستم شروع انفجاری به آن متصل نیست و دو وظیفه زیر را به عهده دارد. یعنی نوعی ماده منفجره است که با خرج اصلی فرق دارد و تقویت کننده خرج اصلی هر چال است. بوستر چاشنی ندارد و برحسب شرایط کار بین خرج چال معمولاً در چند نقطه چال به کار می رود.



شکل ۷- انواع بوستر

۱- کامل کردن کار پرایمر در منفجر کردن ستون

ماده منفجره

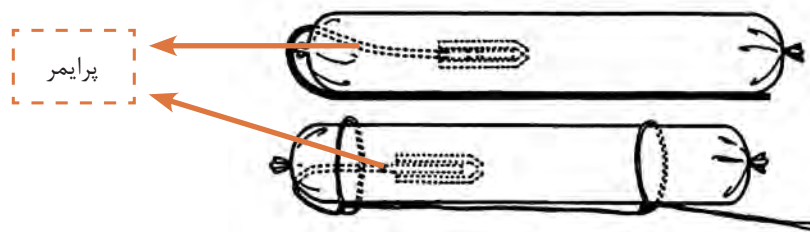
۲- ایجاد یک زون با انرژی آزاد شده بالاتر در طول

ستون خرج

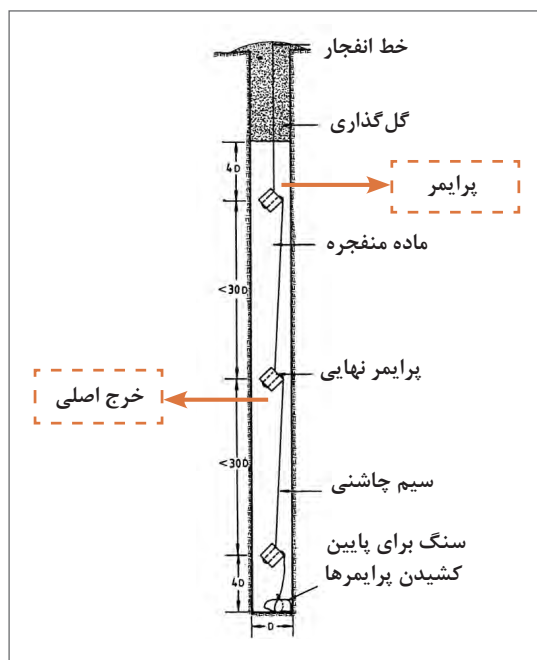
پرایمر: ماده منفجره با قدرت و حساسیت بالا است که جهت منفجر کردن ستون اصلی خرج داخل چال

استفاده می شود. این مواد به چاشنی و فتیله انفجاری (حتی فتیله های ضعیف) حساس هستند.

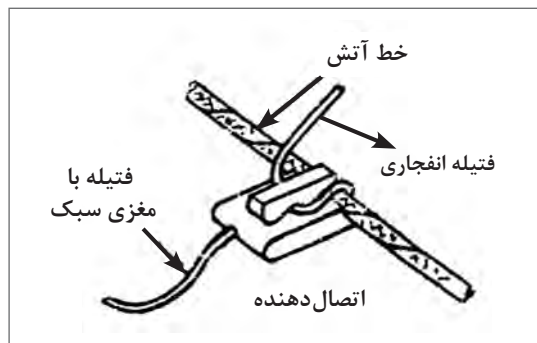
مهم ترین خاصیت پرایمر این است که در شرایط مختلف کار خود را که عبارت است از فشار انفجار بالا (فشار موج ضربه)، مقاومت در مقابل آب و حساسیت برای انفجار را به خوبی انجام دهد.



شکل ۸- انواع پرایمر معمولی و فشنگ های پرایمر



شکل ۹- سیستم پرایمرگذاری پیشنهادی برای ژل آب‌ها و امولسیون‌ها



انرژی شروع آتش برحسب نوع ماده منفجره و به شیوه‌های مختلف ایجاد می‌شود. در مورد مواد منفجره کندسوز و باروت‌ها، یک شعله جهت شروع کافی است در حالی که برای مواد ناریه تندسوز نوعی موج شوک جهت شروع آتش مورد نیاز است.

با افزایش قطر چال حساسیت آنفو به چاشنی کمتر می‌شود. در عمل پرایمرهای ۱۵۰ گرمی برای چال‌های با قطر کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر کافی هستند ولی برای قطرهای بالاتر پیشنهاد می‌شود از پرایمرهای آماده ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرمی استفاده شود.

در مواد منفجره مانند امولسیون فله‌ای یا پمپ شده عموماً گفته می‌شود که حساسیت آنها کمتر از آنفو است. ولی این مواد به راحتی فشرده می‌شوند و ممکن است در اثر انفجار فتیله انفجاری حساسیت خود را از دست بدهند. در نتیجه باید در طول چال از یک سیستم شروع انفجار چندگانه استفاده شود، یعنی تعدادی پرایمر در فواصل مساوی در طول خرج اصلی قرار می‌دهند، مانند شکل ۹.

با قرار دادن محل پرایمر در ته چال، انفجار از ته چال شروع شده و این استفاده حداکثری از مواد منفجره، افزایش خردشدگی، جابه‌جایی سنگ و همچنین ایجاد کمترین پرتاب سنگ که از نتایج مطلوب انفجار می‌باشند را به دنبال خواهد داشت.

شکل ۱۰- فتیله انفجاری ضعیف همراه با چاشنی و اتصال پلاستیکی آنها به خط آتش

مزیت اصلی این فتیله‌ها در این است که موادی نظیر اسلاری‌ها و آنفو را منفجر نمی‌کنند و انفجار خرج به وسیله پرایمر ته چال انجام می‌شود. بنابراین استفاده از فتیله انفجاری ضعیف فوق برای شروع انفجار پرایمر در کف چال کاربرد دارد.

■ محل پرایمر در چال

از نظر ایمنی، کیفیت انفجار و نتایج حاصله محل پرایمر در چال بسیار مهم است که باید مورد توجه قرار گیرد. برای عملکرد مطلوب یک انفجار سنگ انتهای چال بیش از سایر جاها نیاز به انرژی ماده منفجره دارد زیرا توده سنگ مربوط به هر چال بیشترین مقاومت را در انتهای چال دارد. در این قسمت از چال نه تنها باید توده سنگ شکسته شود بلکه باید جابه‌جا هم بشود.

در کارهای معادن روباز پرایمرگذاری صحیح موجب می شود که سکو در پای پله ایجاد نشود همچنین در معادن زیرزمینی پرایمرگذاری صحیح باعث می شود که ته چال به وجود نیاید.



۳ انفجار به وسیله پرایمرهای تأخیردار

این گروه از وسایل معمولاً شامل یک پرایمر عادی است که دارای یک کانال تأخیر بوده و یک فتیله انفجاری ضعیف با بار ۳ الی ۶ گرم بر متر از میان آن می گذرد. عنصر پرایمر زمانی که دارای یک چاشنی در نزدیک فتیله انفجاری است، درون پرایمر فرو می رود و وظیفه آن انتقال و ایجاد تأخیر در انفجار است.

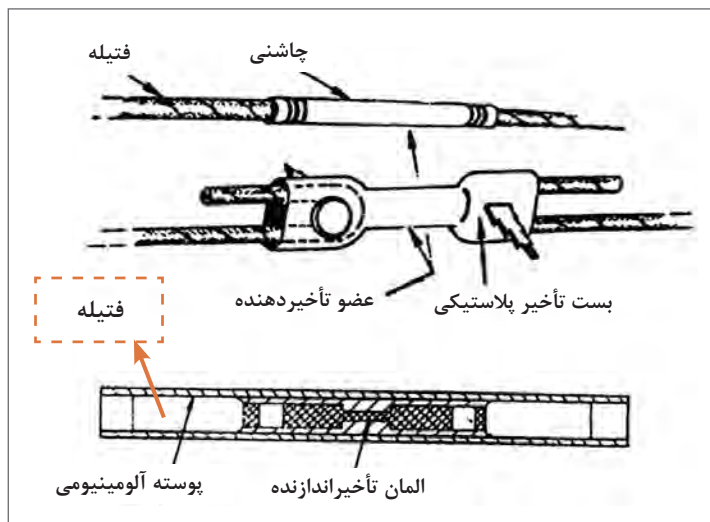
شکل ۱۱- پرایمر تأخیری شرکت دک مستر

۴ اتصالی های تأخیری میلی ثانیه

این اتصالی ها لوازمی هستند که وقتی در طول تغذیه آتش نصب می شوند، مقداری تأخیر در عبور موج انفجار از فتیله انفجاری ایجاد می کنند. این لوازم از دو خرج کوچک و یک اتصال تأخیری تشکیل شده اند که درون یک محفظه فلزی قرار گرفته است. در طرح های قدیمی فتیله انفجار به وسیله انبر مخصوص به پوشش فلزی متصل می شد ولی در انواع جدید که پلاستیکی هستند، در هر دو طرف سوراخ هایی وجود دارد که می توان فتیله را تا کرده، درون آن قرار داده و به وسیله پین آن را محکم نمود. زمان های تأخیر برحسب میلی ثانیه هستند و از ۱۰ تا ۱۰۰ میلی ثانیه متغیر هستند.

نوع دیگری از اتصالی های تأخیردهنده که به تأخیردهنده های چال مشهور هستند از یک استوانه آلومینیومی که یک طرف آن باز است و فتیله انفجاری چال به آن وارد می شود و طرف دیگر آن دارای حلقه ای است که فتیله انفجاری خط اصلی از آن عبور می نماید.

نمونه اتصالی



شکل ۱۲- انواع اتصالی های تأخیردهنده میلی ثانیه سطحی و در چال

سیستم‌های مکانیزه خرج گذاری و آب‌زدایی چال‌ها

با توسعه مواد منفجره، خرج گذاری و آب‌زدایی در چال‌ها نیز مکانیزه شده‌اند. این امر مزایای متعددی در عملیات آتش‌کاری ایجاد نموده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

- برای استفاده بهتر از چال حفر شده: در خرج گذاری مکانیزه می‌توان چال را به خوبی با مواد منفجر پر نمود به نحوی که ماده منفجره در تماس کامل با دیواره چال باشد.
- امکان خرج گذاری انتخابی: در خرج گذاری مکانیزه می‌توان چگالی و انرژی مخصوص ماده منفجره را در طول ستون خرج، به دلخواه و به‌طور متغیر اجرا کرد.
- امکان استفاده از مواد منفجره فله‌ای: این مواد ارزان‌تر از مواد فشنگی هستند.
- زمان خرج گذاری کوتاه‌تر
- امکان استفاده از آنفو به جای ژل آب‌ها و امولسیون‌ها پس از آب‌زدایی چال، آنفو از این مواد ارزان‌تر است.
- کنترل بهتر روی مواد منفجره و تأمین آنها

باتوجه به استفاده بهتر از حجم کل چال می‌توان چال‌زنی را کاهش داد و با خرج گذاری سریع‌تر هزینه‌های چال‌زنی و آتش‌کاری را کاهش داد.

سیستم‌های خرج گذاری مکانیزه را می‌توان به دو دسته بزرگ تقسیم کرد:

الف) سیستم‌هایی که فقط خرج گذاری می‌کنند.

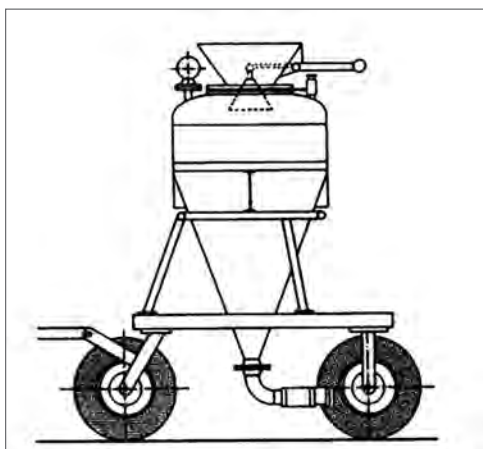
ب) سیستم‌هایی که ماده منفجره را آورده و بعد آن را خرج گذاری می‌کنند.

■ خرج گذاری مواد منفجره – آنفو

سیستم‌های خرج گذاری، بسته به ظرفیت مخازن به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

■ خرج گذاری پنوماتیکی

در کارهای زیرزمینی و معادن روباز کوچک استفاده می‌شود. ماده منفجره به کمک فشار هوا درون یک شیلنگ آنتی استاتیک نیمه‌رسانا به جلو رانده می‌شود.



شکل ۱۳- خرج گذار پنوماتیکی آنفو



شکل ۱۴- خرج گذار پنوماتیکی آنفو نصب شده روی کامیون

■ کامیون های خرج گذار (اختلاط - بارگیر و اختلاط - پمپ)

کامیون های خرج گذار (اختلاط - بارگیر و اختلاط - پمپ) این کامیون ها در معادن روباز بزرگ استفاده می شود. به دو دسته کلی سیستم های پنوماتیکی و سیستم های اوگری تقسیم می شوند.



شکل ۱۵- انواع کامیون های خرج گذاری فله ای مواد منفجره ژله ای و اسلاری



■ مواد منفجره اسلاری و امولسیون

برخی از اسلاری ها دارای حالت روان بوده و می توان آنها را پمپاژ نمود. مزیت استفاده از این نوع اسلاری ها در امکان استفاده از خرج گذاری مکانیزه و پرشدن کامل چال می باشد. از این رو در خرج گذاری آنها می توان از کامیون های ویژه استفاده کرد.

شکل ۱۶- عملیات انتقال مواد منفجره ژله ای به داخل چال

چال ها را با مواد منفجره بسته بندی شده یا فله ای خرج گذاری می کنند. مواد فله ای که در چال ریخته می شود یا به وسیله پمپ یا تحت فشار هوا در چال قرار می گیرند. مواد منفجره بسته بندی شده به وسیله سنبه چوبی یا هوای فشرده داخل چال کار گذاشته می شود.

نکته





در صورت امکان موقع خرج گذاری بهتر است همیشه طول چال خالی را کنترل کرد و از بابت انحراف و حفره‌ای در چال که موجب اتلاف خرج و وقت می‌شود اطمینان حاصل کرد.

چرا هنگام کوبیدن مواد ناریه در چال فقط باید از سنبه چوبی استفاده کرد؟

ویژگی‌های چال‌های انفجاری و روش‌های آب‌کشی آنها

■ **خرج گذاری:** عبارت است از عملیات اجرایی قرار دادن مواد منفجره در داخل چال‌های حفر شده و بستن دهانه چال که مراحل مختلف آن عبارت است از:

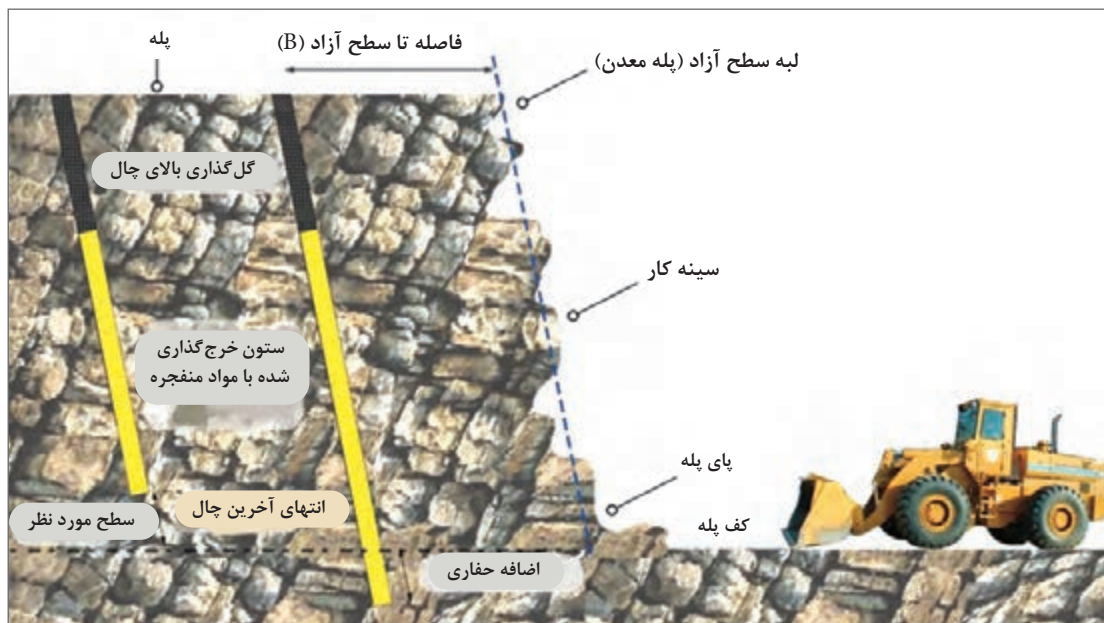
۱ **کنترل نهایی چال‌ها:** (از نظر محل، عمق، ابعاد و موقعیت، آبدار بودن، ریزشی و یا دارای حفره و درز و شکستگی بودن)

۲ **آب‌کشی از چال:** جهت جلوگیری از تأثیر رطوبت بر ماده منفجره، برای آب‌کشی از پمپ استفاده می‌کنند. معمولاً از لوله پلی‌اتیلن که یک طرف این لوله‌ها بسته است استفاده می‌کنند تا آب به چال نفوذ نکند، قطر لوله متناسب با قطر چال است. برای خرج گذاری در چال‌های آبدار می‌توان از کیسه‌های مخصوص و یا مواد منفجره ضد آب استفاده کرد.

۳ **چاشنی گذاری**

۴ **قرار دادن ماده منفجره در چال:** خرج گذاری با سنبه چوبی، هوای فشرده، با ماشین، به صورت آزاد در کیسه‌های پلی اتیلن.

۵ **گل گذاری دهانه چال:** از ذرات حاصل از حفاری چال همراه رس جهت مسدود کردن دهانه چال و جلوگیری از پرتاب سنگ، کم شدن لرزش هوا و خروج گازها انجام می‌گیرد.



شکل ۱۷- موقعیت چال‌های خرج گذاری شده

■ **کنترل نهایی چال ها:** عملیات کنترل چال ها از نظر موقعیت، عمق، ابعاد، درز و شکستگی و آبدار بودن در مراحل قبلی انجام شده است. در صورتی که عملیات خرج گذاری بلافاصله پس از مرحله کنترل چال انجام شود، می توان عملیات را بدون کنترل مجدد چال ها انجام داد اما در صورتی که فاصله ای بین عملیات کنترل چال ها و خرج گذاری باشد لازم است به لحاظ عمق، آبدار بودن کنترل نهایی بر روی چال ها انجام شود و در مورد چال های آبدار و یا دارای درز و شکستگی ضروری است تدابیر لازم، جهت عملیات خرج گذاری انجام شود.



■ **درز و شکستگی:** در صورتی که چال دارای درز و شکستگی باشد سنگ های خرد شده از دیواره آن دچار ریزش شده و به داخل آن ریخته و عمق چال کاهش می یابد؛ در این صورت باید دیواره چال به وسیله لوله پلی اتیلن و یا گل حفاری پوشش داده شود و موادی که به انتهای چال ریخته اند، خارج شود.

شکل ۱۸- قراردادن لوله های پلی اتیلن در چال ها جهت جلوگیری از ریزش مواد در چال

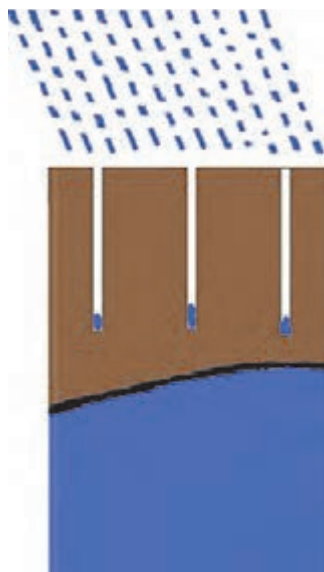
در صورتی که چال بیش از حد ریزشی باشد (دارای درز و شکستگی فراوان باشد) می توان از آن چال صرف نظر کرد و عملیات خرج گذاری را در مورد آن چال انجام نداد.

توجه



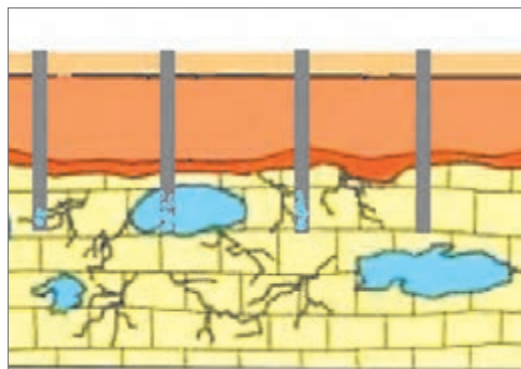
چرا از چال هایی که دارای درز و شکستگی زیاد بوده و ریزشی هستند می توان صرف نظر نمود.

بارش فکری

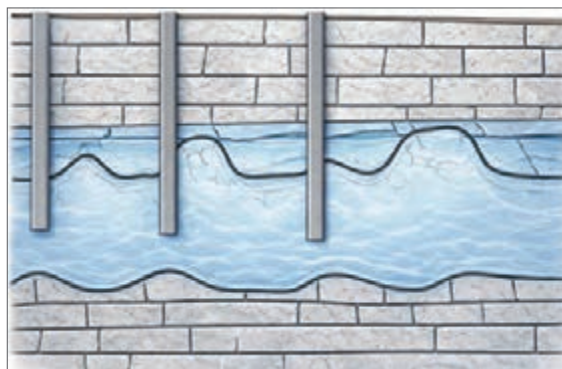


■ **آبدار بودن:** در اثر بارندگی و هجوم آب های سطحی به داخل چال، آب شدن برف ها، پایین تر بودن عمق چال از سطح ایستابی منطقه، برخورد چال به سفره های آب زیرزمین و یا انتقال آب از طریق درز و شکستگی های منطقه به داخل چال ها نیاز است تا عملیات ویژه ای جهت انفجار چال صورت گیرد زیرا اکثر مواد منفجره به رطوبت حساس می باشند و در صورتی که مرطوب شوند عمل نمی کنند.

شکل ۱۹- ورود آب در اثر بارندگی به چال ها



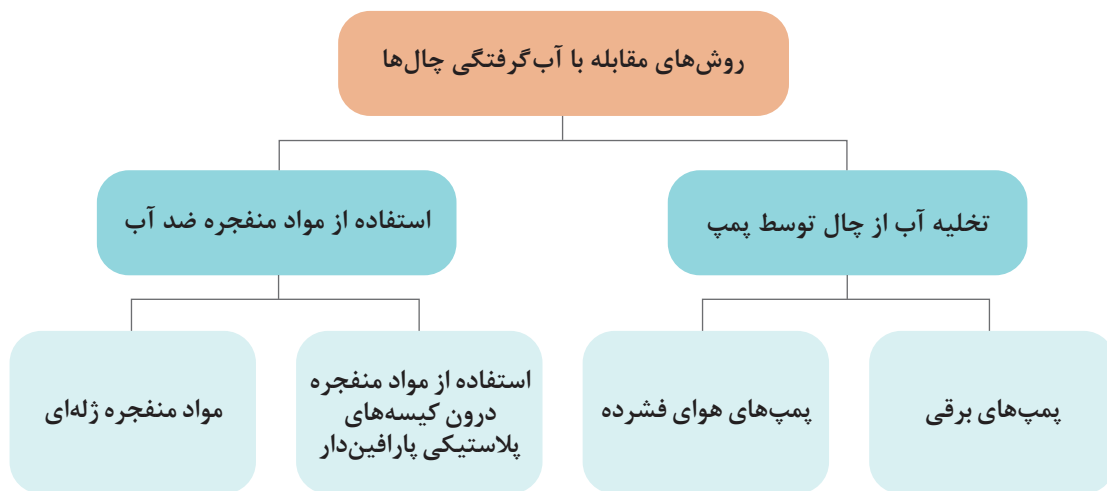
شکل ۲۱- ورود چال به مخزن آب محبوس زیرزمین و یا ورود آب از طریق درز و شکستگی به چال‌ها



شکل ۲۰- عبور چال‌ها از سطح ایستابی

■ روش‌های مقابله با آب‌گرفتگی چال‌های انفجاری

روش‌های مقابله با آب‌گرفتگی چال‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:



نمودار ۴

۱ **تخلیه چال توسط پمپ:** در صورتی که آب داخل چال‌ها تجمع پیدا کرده باشد از تخلیه آب توسط پمپ استفاده می‌شود به خصوص در زمان‌هایی که بارندگی شده است و آب مجدداً به داخل چال وارد نمی‌شود. پمپ‌های مورد استفاده در این روش بر دو نوع هستند:

■ پمپ‌هایی که با استفاده از وارد کردن هوا با فشار زیاد به داخل چال باعث خارج شدن آب از چال می‌شوند. در چال‌هایی که حجم آب داخل چال زیاد نباشد از این نوع پمپ استفاده می‌شود.

■ در صورتی که حجم آب داخل چال زیاد باشد از پمپ‌های مکندۀ برقی استفاده می‌شود و آب به خارج از چال هدایت می‌شود.

۲ استفاده از مواد منفجره ضد آب: مهندسان جهت مقابله با آب گرفتگی چال ها روش های دیگری نیز ابداع کرده اند که شامل تغییر در نوع مواد منفجره مورد استفاده است، بخشی از آنها شامل موارد زیر می باشند:



استفاده از مواد منفجره درون کیسه های پلاستیکی پارافین دار: در چال هایی که دارای میزان آب قابل توجهی نباشند از مواد منفجره درون کیسه های پلاستیکی استفاده می شود که این پوشش پلاستیک مانع از ورود آب به داخل مواد منفجره می شود. این گونه چال ها باید بلافاصله پس از خرج گذاری منفجر شوند.

شکل ۲۲- مواد منفجره درون کیسه های پلاستیکی پارافین دار



مواد منفجره ژله ای: این مواد نسبت به آب حساس نیستند و می توانند در تمامی چال های انفجاری مورد استفاده قرار گیرند. با ورود این مواد به داخل چال با توجه به وزن مخصوص بالای آنها، آب به بالای چال منتقل و از آن خارج می شود.

شکل ۲۳- تزریق مواد منفجره ژله ای به داخل چال های آبدار

بازرسی موقعیت چال ها قبل از خرج گذاری و در صورت لزوم آب کشی آنها

کار عملی: بازدید از یک شبکه آتش کاری و مشاهده نحوه کنترل نهایی و رفع مشکل چال های دارای درز و شکستگی و یا آب گرفتگی

شرح فعالیت: تهیه گزارش همراه عکس و فیلم از نحوه کنترل چال ها شامل:

- ۱) نحوه کنترل عمق چال ها
- ۲) نحوه پوشش دادن دیواره چال های دارای درز و شکاف و ریزش
- ۳) نحوه آب کشی از چال های دارای آب

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین

نکات ایمنی: تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه ای: دقت در یادگیری، مسئولیت پذیری

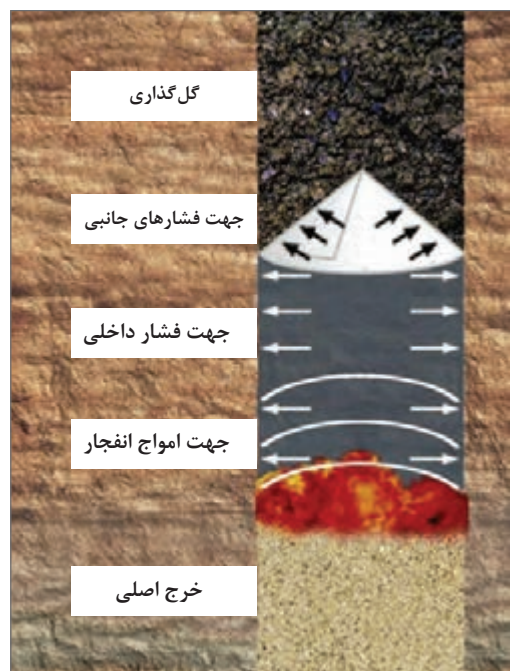
ارزشیابی مرحله‌ای: کنترل و آب‌کشی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	کنترل چال، انتخاب نحوه رفع مشکل چال و ماده منفجره کاملاً متناسب با شرایط است.	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: انواع پمپ آب‌کشی و اتصالات مواد مصرفی: نوشت‌افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کنترل چال، انتخاب نحوه رفع مشکل چال و ماده منفجره تقریباً متناسب با شرایط است.	قابل قبول	
۱	کنترل چال، انتخاب نحوه رفع مشکل چال و ماده منفجره متناسب با شرایط نمی‌باشد.	ناقص	

گل‌گذاری

■ انسداد دهانه چال‌ها پس از خرج‌گذاری (گل‌گذاری)

جهت جلوگیری از هدر رفتن انرژی و گازهای حاصل از انفجار لازم است دهانه چال پس از خرج‌گذاری، مسدود شود که به این عمل گل‌گذاری گویند. برای گل‌گذاری چال‌ها می‌توان از مخلوطی از سه قسمت ماسه سنگ‌ریز (خرده ریز سنگ‌های حفاری شده) و یک قسمت خاک رس مرطوب استفاده کرد و آن را به صورت استوانه‌هایی درون چال قرار داد. معمولاً برای بستن چال استوانه‌ای از گل رس را که به (سیخی) معروف است تهیه می‌کنند و چال را به وسیله آن می‌بندند.



در گل‌گذاری باید به همان اندازه دقت به عمل آید که در خرج‌گذاری می‌شود، زیرا موقع گل‌گذاری سیم‌چاشنی یا عامل انتقال تحریک به درون چال در سر راه قرار دارد و باید مواظبت کرد تا صدمه نبیند. همچنین در صورتی که دهانه چال به خوبی کوبیده و مسدود نشود، گازهای حاصل از انفجار می‌توانند از خلل و فرج آن خارج شده و در نتیجه انرژی انفجار را کاهش و از راندمان عملیات آتش‌کاری کم‌کنند. به عبارت دیگر پس از پایان عملیات، قراردادن خرج در چال بخشی از فضای بالای چال خالی باقی گذاشته می‌شود که باید از مواد باطله پر شود پر کردن فضای خالی چال موجب بهبود کیفیت چال و جلوگیری از پرتاب سنگ، کم شدن لرزش هوا و... می‌شود، این عمل را گل‌گذاری می‌گویند.

شکل ۲۴- تأثیر گل‌گذاری در عملیات آتش‌کاری

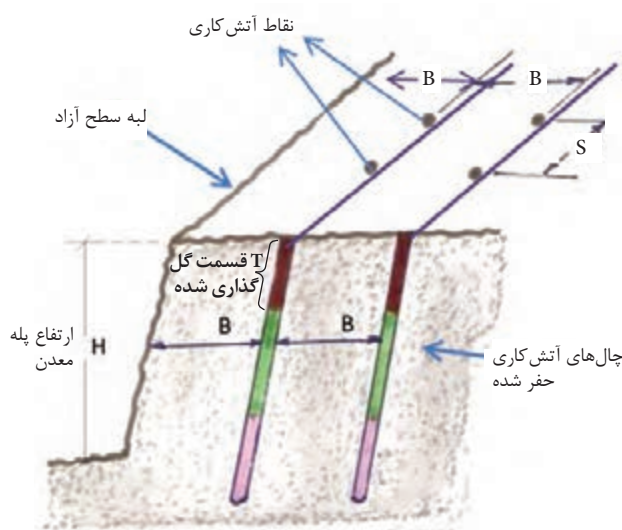
اگر ضخامت بارسنگ برابر با (B) یعنی فاصله بین چال تا سطح آزاد و طول قسمت گل گذاری را T نام گذاری کنیم، رابطه زیر برقرار است:

$$T = (0.7 - 1) B$$

T = Stemming

B = Burden

موقع گل گذاری با عامل انتقال تحریک به داخل چال در مسیر گل گذاری باید دقت شود تا فتیله آسیب نبیند.



شکل ۲۵- مقطع قائم شماتیک از شبکه حفاری

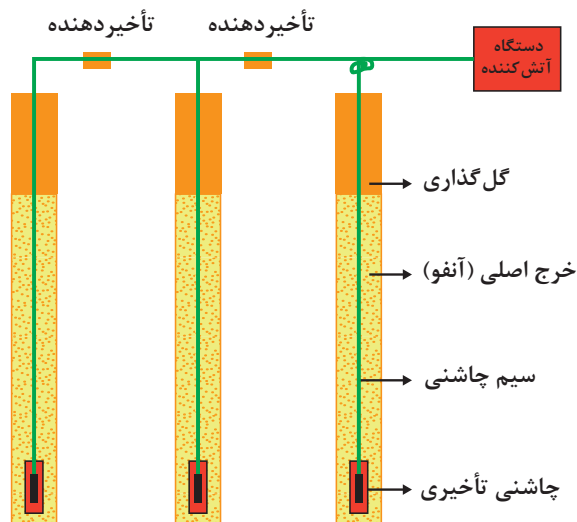
مواد مورد استفاده گل گذاری شن، خاک و مخلوط آن است. اگر ابعاد دانه های این مواد کم باشد ریختن آنها در چال اشکالی ندارد اما اگر ابعاد آنها بزرگ باشد موقع انفجار به بیرون پرتاب شده و خود موجب خطر می شود. اگر قطر چال را D و اندازه دانه های مواد گل گذاری را d نشان دهیم:

$$d = (D/20)$$

بین مواد موجود برای پر کردن فضای خالی چال از نظر ابعاد دانه ها و اقتصادی بودن کار بهترین ماده موجود خرده سنگ ها و ریزه قطعات ناشی از حفاری چال است.

نکات ایمنی در گل گذاری

- ۱ پس از خرج گذاری، بالای چال باید با خمیر خاک رس یا ماسه مخلوط با رس پر شود.
 - ۲ حدود یک چهارم بالای چال را به روش گل گذاری (گل سیخی) پر کرده و می کوبند.
 - ۳ در موقع پر کردن چال با خاک رس باید دقت شود تا از وارد آمدن هر گونه صدمه به فتیله و یا سیم چاشنی خودداری شود.
 - ۴ هیچ گاه نباید از مواد قابل اشتعال برای بستن چال استفاده کرد زیرا ممکن است این مواد مشتعل و باعث آتش سوزی شود.
 - ۵ طول قسمت گل گذاری شده چال در مورد چال های کوچک نباید از نصف طول آن کمتر و از ۲/۳ طول بیشتر باشد.
 - ۶ برای گل گذاری چال، استوانه های خمیر رس ماسه را به کمک سنبه چوبی داخل چال می کنند و چند استوانه اول را به آهستگی و بقیه استوانه ها را کاملاً می کوبند تا تمام فضای چال را پر کند.
 - ۷ پس از بستن چال باید کلیه وسایل، کیف های چاشنی و مواد منفجره را از محل آتش کاری دور کرد و آنها را در مکان و یا انباردستی امنی قرار داد.
- در شکل ۲۶ قسمت های مختلف چال های خرج گذاری شده شامل چاشنی گذاری (چاشنی تأخیری)، مواد منفجره قرار گرفته در چال، گل گذاری دهانه چال و سیم های چاشنی متصل شده به هم و به آتش زنه نشان داده شده است.



شکل ۲۶- ردیف چال‌های گل‌گذاری شده و آماده انفجار

گل‌گذاری چال‌ها

کار عملی: در گروه‌های دو نفره عملیات آماده‌سازی و گل‌گذاری چال‌ها را انجام دهید.

شرح فعالیت:

- ۱ آماده‌سازی گل شامل مخلوط کردن ماسه و گل طبق دستورالعمل
- ۲ قراردادن قسمت اول گل در چال
- ۳ کوبیدن آرام گل توسط میله چوبی
- ۴ قراردادن مراحل بعدی گل در چال و کوبیدن آن
- ۵ مراقبت از سیم یا فتیله انفجاری و ضربه نزدن به آن
- ۶ مسدود شدن کامل دهانه چال توسط گل بدون داشتن خلل و فرج

مواد و ابزار: گل یا خاک رس، ماسه سنگ، بیل، الک، آب

نکات ایمنی: استفاده از تجهیزات حفاظتی شامل کفش کار، دستکش، لباس کار

اخلاق حرفه‌ای: هدر ندادن آب، دقت در مسدود کردن دقیق دهانه چال، کار گروهی

ارزشیابی مرحله‌ای: گل‌گذاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	مخلوط کردن ماسه و گل مرطوب با نسبت مناسب - قرار دادن در دهانه چال و کوبیدن تا رسیدن به تراکم و انسداد کامل دهانه چال	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: وسیله کوبیدن گل - سیم‌چینی مواد مصرفی: گل - آب - سیم - سرند زمان: ۲۰ دقیقه
۲	قرار دادن گل در دهانه چال و کوبیدن تا رسیدن به تراکم و انسداد کامل دهانه چال	قابل قبول	
۱	عدم انسداد کامل دهانه چاه و نداشتن تراکم لازم	ناقص	

ارزشیابی شایستگی خرج گذاری

نام و نام خانوادگی			شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:	
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمان/پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۱۱	کار	انجام عملیات خرج گذاری چال ها (خرج گذاری)	سطح شایستگی	۲

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص‌ها/ داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	کنترل آب کشی	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: انواع پمپ آب کشی و اتصالات مواد مصرفی: زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	آب کشی کاملاً با ماده منفجره تناسب دارد.	۳	
				آب کشی تا ۸۰٪ با ماده منفجره تناسب دارد.	۲	
				آب کشی کمتر از ۸۰٪ و تخریب ماده منفجره	۱	
۲	چاشنی گذاری	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: سیم چین - نقشه آتش کاری مواد مصرفی: چاشنی - سیم زمان: ۴۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تمیز کردن و قراردادن انواع چاشنی در گمانه طبق نقشه انفجار باتوجه به دستورالعمل	۳	
				تمیز کردن و قراردادن انواع چاشنی در گمانه طبق نقشه انفجار	۲	
				عدم توجه به نقشه و دستورالعمل در چاشنی گذاری	۱	
۳	شارژ مواد ناریه	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: وسیله کوبیدن موادناریه - سیم چین مواد مصرفی: انواع مواد ناریه - چاشنی - فتیله - سیم زمان: ۶۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	خرج گذاری مواد ناریه و کوبیدن مواد ناریه طبق دستورالعمل	۳	
				خرج گذاری مواد ناریه و کوبیدن مواد ناریه	۲	
				عدم توجه به دستورالعمل به هنگام خرج گذاری	۱	
۴	گل گذاری	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: وسیله کوبیدن موادناریه - سیم چین مواد مصرفی: گل - آب - سیم - سرنده زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی- آزمون عملکردی	تهیه گل سیخی - قراردادن در دهانه چال و کوبیدن تا رسیدن به تراکم و انسداد کامل دهانه چال	۳	
				تهیه گل سیخی - قراردادن در دهانه چال و کوبیدن تا رسیدن به تراکم و انسداد چال	۲	
				عدم انسداد کامل دهانه چاه و نداشتن تراکم لازم	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۴ تا ۱	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
			عدم رعایت موارد ۱ تا ۳ عدم توجه به نکات فوق	عدم توجه به نکات فوق	۱	
ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)						
بلی ☐						
خیر ☐						

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از ۱ و ۲ و ۳ و (مراحل بحرانی)
- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش
- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

- ۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.
- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها
 - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

واحد یادگیری ۲: روش‌های انتقال آتش (عامل تحریک) به داخل چال

مقدمه

عملیات انتقال آتش از اتصال چال‌ها از طریق شبکه‌بندی سیم‌ها به یکدیگر (موازی یا سری و یا سری موازی یا موازی سری) با رعایت ضوابط و دستورالعمل مربوطه و رعایت اصول ایمنی با دقت ۱۰۰ درصد به‌منظور استفاده حداکثری از انرژی مواد منفجره برای استخراج مواد معدنی می‌باشد. لازم به ذکر است که داشتن تخصص، تجربه و مهارت‌های لازم در انجام این کارها بسیار مؤثر و الزامی است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات انتقال آتش با شبکه‌بندی چال‌ها براساس دستورالعمل آتش‌کاری و با رعایت ۱۰۰٪ نکات ایمنی، انجام می‌شود و مراحل انجام این کار شامل: شبکه‌بندی الکتریکی و یا غیرالکتریکی و به‌کارگیری سیستم نائل است که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش‌نیاز و یادآوری

کلیات روش های انتقال آتش

آتش کاری عملیات انتقال آتش (عامل تحریک به داخل چال) یکی از مهم ترین و پرکاربردترین روش ها در استخراج معادن است که برای خرد کردن توده سنگ و آماده سازی آن جهت بارگیری، حمل و در صورت نیاز فراوری مورد استفاده قرار می گیرد. امروزه بخش قابل توجهی از عملیات استخراج در معادن روباز و زیرزمینی به کمک آتش کاری انجام می شود و کیفیت اجرای این عملیات تأثیر مستقیمی بر میزان تولید، هزینه های استخراج، ایمنی کارگاه و راندمان تجهیزات معدنی دارد. به همین دلیل آشنایی با اصول و مراحل مختلف آتش کاری از مباحث اساسی در آموزش هنرجویان رشته معدن به شمار می رود.

برای انجام یک آتش کاری موفق، تنها استفاده از مواد منفجره کافی نیست، بلکه باید شرایطی فراهم شود تا انرژی لازم برای آغاز انفجار به طور ایمن و مطمئن به ماده منفجره منتقل شود. این انرژی اولیه که عامل تحریک نامیده می شود، از طریق چاشنی ها و سیستم های انتقال آتش به داخل چال های انفجاری هدایت می شود. در واقع، چاشنی و شبکه انفجار نقش آغازگر فرایند انفجار را برعهده دارند و عملکرد صحیح آنها تضمین کننده اجرای دقیق طرح آتش کاری است. هرگونه خطا در این بخش می تواند باعث انفجار ناقص، باقی ماندن مواد منفجره در چال، کاهش کیفیت خردایش سنگ و حتی بروز حوادث خطرناک شود.

یکی از مهم ترین مراحل آتش کاری، چاشنی گذاری است. چاشنی وسیله ای است که انرژی اولیه لازم برای شروع انفجار را تولید کرده و آن را به ماده منفجره اصلی منتقل می کند. انتخاب نوع چاشنی، محل قرارگیری آن در چال و نحوه اتصال آن به شبکه انفجار از عوامل مؤثر در موفقیت عملیات محسوب می شوند. چاشنی ها در انواع مختلفی ساخته می شوند که هر کدام برای شرایط خاصی از عملیات معدنی مناسب هستند. شناخت ویژگی ها و کاربردهای آنها به هنرجویان کمک می کند تا با اصول علمی و فنی آتش کاری آشنا شوند.

برای انتقال عامل تحریک به چال ها از سیستم های شبکه بندی استفاده می شود. شبکه بندی در حقیقت مجموعه ای از اتصالات و ارتباطات است که چاشنی ها را به یکدیگر مرتبط کرده و امکان انفجار همزمان یا با تأخیر مشخص را فراهم می سازد. یکی از روش های متداول، شبکه بندی الکتریکی است که در آن جریان برق از طریق سیم ها به چاشنی ها منتقل می شود. این روش سال ها در معادن مورد استفاده قرار گرفته و امکان کنترل و آزمایش مدار انفجار را پیش از اجرای عملیات فراهم می کند. با این حال، حساسیت به جریان های سرگردان برق، صاعقه و برخی عوامل محیطی از محدودیت های این روش به شمار می رود.

در کنار سیستم های الکتریکی، امروزه استفاده از شبکه بندی غیرالکتریکی نیز گسترش یافته است. در این روش انتقال انرژی بدون استفاده از جریان برق انجام می شود و از لوله های مخصوص انتقال موج شوک برای فعال سازی چاشنی ها استفاده می شود. ایمنی بیشتر، کاهش خطر انفجار ناخواسته و قابلیت استفاده در شرایط مختلف محیطی از مهم ترین مزایای این سیستم است. به همین دلیل بسیاری از معادن جدید از روش های غیرالکتریکی برای اجرای عملیات آتش کاری استفاده می کنند.

پس از انجام چاشنی گذاری و خرج گذاری آماده سازی شبکه انفجار، انجام می شود. عملیات خرج گذاری به فرایند قرار دادن مواد منفجره، چاشنی و سایر موارد مرتبط در داخل چال گفته می شود. این مرحله از حساس ترین بخش های عملیات آتش کاری است، زیرا نحوه توزیع مواد منفجره در چال و محل قرارگیری عامل تحریک تأثیر مستقیمی بر کیفیت انفجار دارد. اجرای صحیح خرج گذاری موجب خردایش مناسب سنگ، کاهش پرتاب سنگ، کنترل لرزش های ناشی از انفجار و افزایش بازده عملیات استخراج می شود.

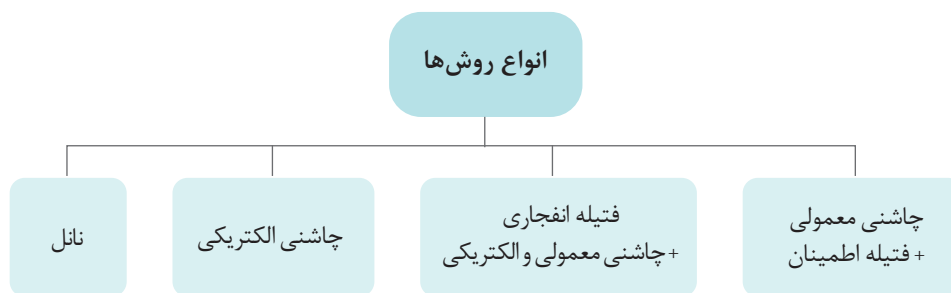
هنرجویان رشته معدن با فراگیری مباحث مربوط به چاشنی گذاری، شبکه بندی الکتریکی و غیرالکتریکی و اصول خرج گذاری، با یکی از مهم ترین مراحل استخراج معدنی آشنا می شوند. این مباحث علاوه بر ایجاد درک علمی از فرایند آتش کاری، زمینه کسب مهارت های عملی مورد نیاز در محیط های کاری معدنی را نیز فراهم می کند. آشنایی با اصول ایمنی، شناخت تجهیزات مورد استفاده و درک نقش هریک از اجزای سیستم انفجار، از جمله توانمندی هایی است که هنرجویان در این بخش از آموزش معدن به دست می آورند.

در نهایت می توان گفت که انتقال صحیح عامل تحریک به داخل چال، پایه و اساس یک آتش کاری ایمن و موفق است. چاشنی گذاری مناسب، طراحی صحیح شبکه انفجار و اجرای اصولی خرج گذاری نه تنها کیفیت عملیات استخراج را افزایش می دهد، بلکه از بروز حوادث و خسارات احتمالی نیز جلوگیری می کند. از این رو یادگیری این مباحث برای دانش آموزان هنرستان در رشته معدن اهمیت ویژه ای داشته و آنان را برای ورود به فعالیتهای تخصصی در صنعت معدن آماده می سازد.

عملیات چاشنی گذاری در چال های انفجاری

■ روش های انجام عملیات خرج گذاری

باتوجه به شرایط معدن مانند شرایط آب و هوایی، چال های انفجاری، نوع سنگ ها و ماده منفجره مورد نیاز از روش های مختلفی جهت خرج گذاری استفاده می شود. به طور کلی براساس نوع چاشنی و فتیله مورد استفاده عملیات خرج گذاری و آتش کاری در معادن را معمولاً می توان به روش های زیر تقسیم نمود که در نمودار ۵ نشان داده شده است.



نمودار ۵

در ادامه انواع چاشنی‌ها و فتیله به طور خلاصه شرح داده می‌شود.

تفکر



شکل ۲۷

به شکل ۲۷ نگاه کنید. این تصویر یک چاشنی را نشان می‌دهد. آیا می‌دانید کاربرد چاشنی در عملیات آتش‌کاری چیست؟

■ **چاشنی^۱:** مواد منفجره کندسوز مثل باروت را می‌توان به کمک شعله فتیله اطمینان یا کبریت منفجر کرد اما مواد منفجره قوی مثل دینامیت‌ها برای انفجار علاوه بر شعله به یک ضربه اولیه نیز احتیاج دارند که به کمک چاشنی‌ها ایجاد می‌شود. بنابراین چاشنی ابزاری است که انرژی و یا ضربه اولیه جهت انفجار مواد منفجره قوی در آتش‌کاری را ایجاد می‌کند.

چاشنی معمولی: عملکرد بر اساس تحریک حرارتی به وسیله سوختن فتیله اطمینان

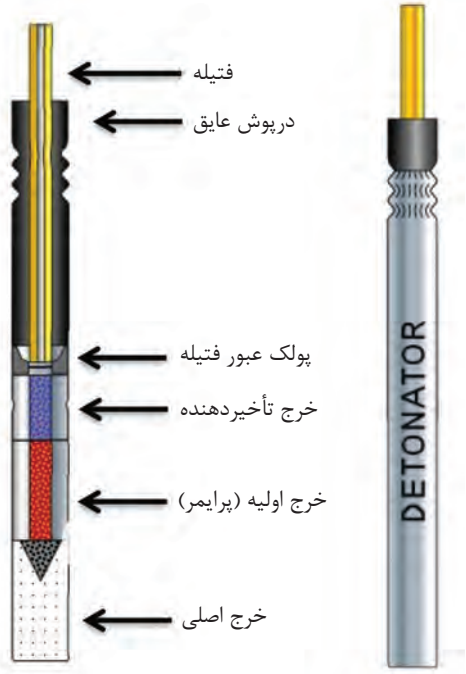
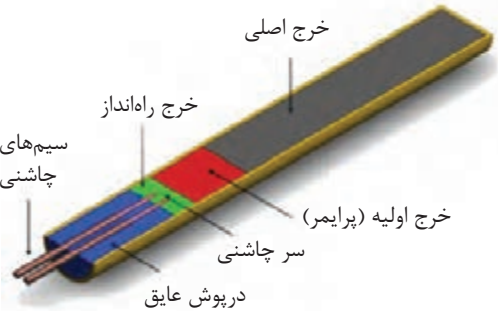
چاشنی الکتریکی فوری: انفجار سریع با تحریک توسط الکتریسیته

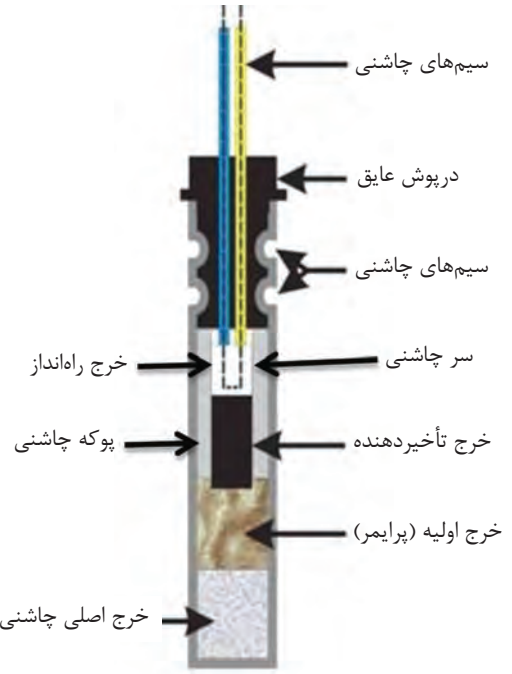
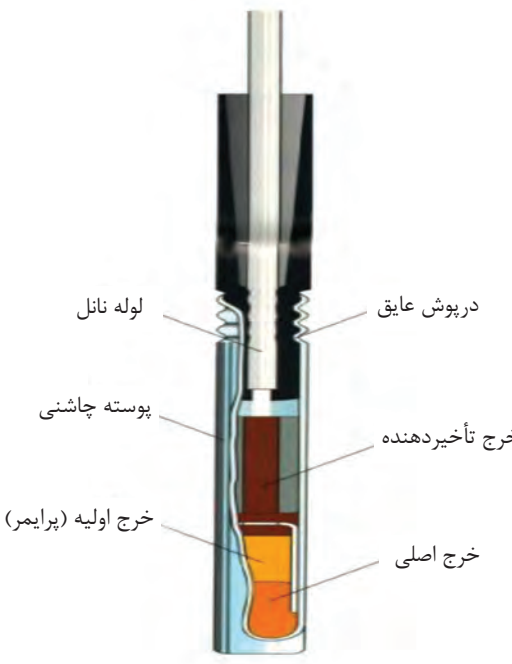
چاشنی الکتریکی تأخیری: عملکرد آن مانند چاشنی الکتریکی فوری است اما دارای یک عامل تأخیر دهنده است که باعث می‌شود چال‌ها با فواصل زمانی نسبت به هم منفجر شوند و راندمان انفجار را افزایش دهند.

انواع چاشنی

نمودار ۶

■ قسمت‌های مختلف انواع چاشنی‌ها

		چاشنی معمولی
		چاشنی الکتریکی

		چاشنی الکتریکی تأخیری
		نانل

شکل ۲۸

پژوهش
کنید



در مورد انواع چاشنی‌های نائل تحقیق کنید و نتایج را به صورت گزارش در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش
کنید



در مورد معایب و مزایای انواع چاشنی‌ها تحقیق کنید و نتایج را در قالب یک جدول در کلاس ارائه نمایید.

بررسی
کنید

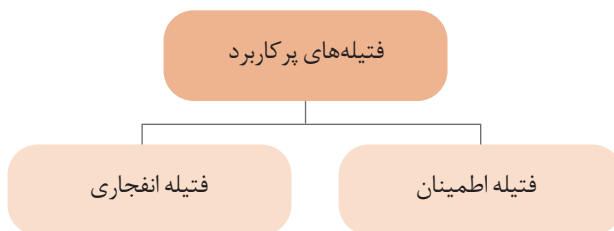


به شکل ۲۹ نگاه کنید. تصویری از فتیله را نشان می‌دهد. آیا می‌دانید کاربرد فتیله در عملیات آتش‌کاری چیست؟



■ **فتیله^۱:** ابزاری است که برای انتقال آتش از یک نقطه به چاشنی به کار می‌رود. با آتش‌زدن سر فتیله، خرج درون آن سوخته و آتش به چاشنی کار گذاشته شده در داخل مواد منفجره درون چال‌های انفجاری می‌رسد و چال منفجر می‌شود.

شکل ۲۹



نمودار ۷

■ **فتیله اطمینان^۲:**

فتیله‌های اطمینان جهت انتقال آتش از یک نقطه به چاشنی معمولی در زمان معین به کار می‌روند. فتیله اطمینان عبارت است از لوله‌ای است که هسته آن از باروت سیاه تشکیل شده است و دور هسته چند لایه متناوب از الیاف کنف، پنبه و نخ، قیر و یا صمغ، کائوچو و... قرار گرفته است. جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت و آب به داخل فتیله یک لایه نازک عایق و ضد آب دور خرج درون فتیله قرار دارد.

۱- Fuse

۲- Safety Fuse



شکل ۳۰- فتیله اطمینان و اجزای آن

چنانچه فتیله اطمینان مرطوب شود حتی بعد از خشک کردن هم قابل استفاده نبوده و باید تعویض شود.

نکته



فتیله اطمینان در حقیقت یک شروع انفجار خفیف است که با آتش زدن سر آزاد فتیله شروع می‌شود و پس از مدت مشخصی آتش بعد از پیمودن طول فتیله با سرعت ثابت به چاشنی رسیده و سپس انفجار اصلی رخ می‌دهد. علت اینکه این نوع فتیله را فتیله اطمینان می‌گویند سهولت کار با آن و سرعت ثابت سوختن خرج درون آن است که معمولاً قابل محاسبه است و از زمان شروع سوختن آن تا رسیدن آتش به چاشنی و خرج اصلی می‌توان تمهیدات لازم را برای ایمن‌سازی اطراف محل انفجار اندیشید.

سرعت سوختن فتیله‌های اطمینان حدود ۱ سانتی‌متر در نوع تندسوز و نیم سانتی‌متر در ثانیه در نوع کندسوز است.

نکته



■ **نگهداری فتیله‌ها:** فتیله‌ها را همانند سایر مواد منفجره باید بعد از تهیه مورد استفاده قرارداد اما در صورت لزوم می‌توان فتیله‌های معمولی را به مدت حداکثر یک‌سال و فتیله‌های ضد آب را به مدت ۵ سال در انبار و در محل مشخصی نگهداری کرد.

■ **بسته‌بندی فتیله‌ها:** معمولاً در کارخانه‌ها فتیله‌ها را به صورت کلاف تهیه می‌کنند که طول کلاف‌ها حدود ۵۰ متر و هر ۴۰ کلاف را در یک جعبه مخصوص قرار داده و بسته‌بندی می‌کنند. قطر فتیله‌ها در حدود ۵ تا ۶ میلی‌متر می‌باشد.

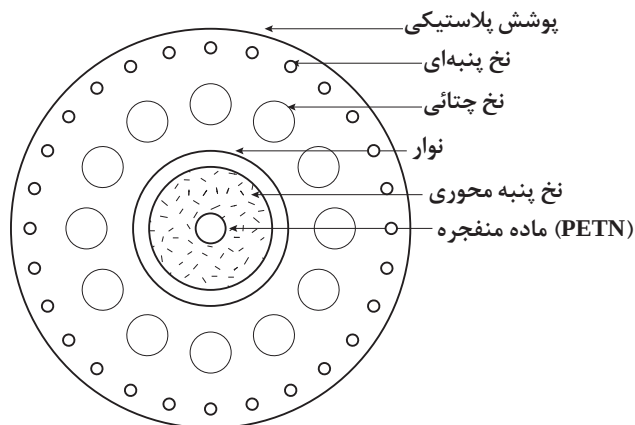
مزایا و معایب فتیله اطمینان

مزایا	۱] سهولت کار با فتیله اطمینان ۲] عدم نیاز به تخصص زیاد در کار با آن
معایب	۱] گاز حاصل از سوختن آن دارای مقدار زیادی مونواکسید کربن است که سمی می باشد. ۲] برای انفجار باید تک تک چال ها را آتش زد و به پناهگاه رفت، احتمال انفجار زود هنگام و ناخواسته در یکی از چال ها وجود دارد که برای رسیدن آتش کار به پناهگاه یک خطر جدی محسوب شده بنابراین لازم است فرصت کافی در اختیار آتش کار برای رسیدن به پناهگاه باشد. ۳] محدودیت تعداد چال ها: نباید تعداد چال ها از یک حد مشخصی بیشتر باشد؛ به طور مثال حداکثر ۸ عدد چال را می توان منفجر کرد که در انفجارهای بزرگ این یک محدودیت ناخواسته است. ۴] فتیله اطمینان برای آتش کاری زیر آب مناسب نیست. استفاده از فتیله اطمینان برای انفجارهای دارای زمان تأخیر (معمولاً کمتر از نیم ثانیه) مناسب نیست زیرا هر متر فتیله اطمینان ممکن است ۲۰ ثانیه خطای سوختن داشته باشد. ۵] گاهی اوقات ممکن است دو یا چند چال باهم منفجر شود.

■ فتیله انفجاری (کورتکس)^۱:

فتیله ای است محکم، نرم، ضد آب که با سرعت ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ متر بر ثانیه منفجر می شود. ماده منفجره به کار رفته در آن پانتريت است که به وسیله لایه هایی از نخ پنبه پوشیده شده و یک پوشش پلاستیکی دور آن را گرفته است. فتیله انفجاری به کمک چاشنی معمولی یا الکتریکی منفجر می شود در این صورت قادر است سایر مواد منفجره را هم منفجر کند اتصال چاشنی به فتیله انفجاری به کمک چسب، سیم یا نوار چسب صورت می گیرد. اگر چاشنی را وسط فتیله ای به طول ۲ متر ببندیم تنها یک متر آن منفجر خواهد شد و این یک متر آن قسمتی از فتیله است که انتهای چاشنی به آن سمت باشد.

کورتکس (Cordtex)



شکل ۳۱- فتیله و اجزای تشکیل دهنده آن

۱- Detonation Fuse (Cordtex)

مزایا و معایب فتیله انفجاری	
مزایا	۱] سهولت کاربرد ۲] هر جا که به علت وجود صاعقه و جریان های ولگرد امکان استفاده از چاشنی برقی نباشد، فتیله اطمینان مورد استفاده قرار می گیرد. ۳] تعداد تأخیرها با چاشنی برقی محدود است در صورتی که با تأخیردهنده فتیله انفجاری به هر تعداد و به هر شکل که لازم باشد تأخیر عملی است.
معایب	۱] سر و صدای زیاد هنگام انفجار ۲] آسیب زدن به گل گذاری چال قبل از انفجار خرج اصلی ۳] انفجار چال از دهانه به ته چال ۴] خرج اصلی چال به سرعت نهایی انفجار نمی رسد ۵] امکان قطع فتیله در اثر تا شدن

■ چاشنی و فتیله گذاری

به منظور اجرای صحیح و استفاده بهینه از مواد منفجره لازم است از روش چاشنی و فتیله گذاری جهت تحریک مواد منفجره و نهایتاً بالابردن راندمان عملیات آتش کاری استفاده نمود.

۱] چاشنی گذاری الکتریکی (الکتریکی فوری و تأخیری)

دینامیت را با درفش چوبی سوراخ کرده و چاشنی را داخل آن می گذارند. سیم چاشنی را یک دور به دور دینامیت گره زده و گره را محکم می کنند، این دینامیت آماده قرار دادن در چال می باشد. اگر چال افقی باشد سیم در قسمت بالا قرار می گیرد.



سوراخ کردن دینامیت با درفش چوبی



نحوه قرار دادن دینامیت چاشنی گذاری شده درون چال



طریقه قرار دادن چاشنی درون دینامیت

قرار دادن ماده منفجره در چال

مراحل مختلف قراردادن مواد منفجره از جمله آنفو، امولیت، باروت و دینامیت که به آنها خرج اصلی گفته می‌شود همراه با چاشنی‌های بارگذاری شده در چال به شرح ذیل می‌باشد:

۱ قرار دادن مقداری از خرج اصلی در کف چال (معمولاً یک بسته)

۲ چاشنی‌گذاری

۳ سیم چاشنی را در خارج از چال نگه داشته و بقیه خرج اصلی را با احتیاط و به ترتیب در داخل چال قرارداده و در هر مرحله مقدار خرج اصلی را با یک سنبه چوبی می‌کوبند تا با خرج زیر آن متصل شود و همه فضای چال را پر کند. قطر سنبه چوبی باید کمتر از قطر چال باشد و سیم چاشنی‌ها در هنگام کوبیدن مواد منفجره زخمی نشود.



شکل ۳۳- ریختن مواد منفجره (آنفو) درون چال و کوبیدن به وسیله سنبه چوبی

۴ اگر تنها یک چال برای خرج‌گذاری آماده شده باشد برای انفجار باید با در نظر گرفتن نکات ایمنی دوسر سیم چاشنی را به منبع برق وصل نمود تا عمل انفجار انجام شود اما در یک جبهه کار چندین چال حفر می‌شود و لازم است کلیه چال‌ها را خرج‌گذاری کرده و در نهایت سیم چاشنی‌های مختلف را به یکدیگر متصل نمود و مدار انفجار تشکیل داد.

۵ اتصال چاشنی‌ها به یکدیگر به صورت: موازی، سری، سری - موازی و موازی - سری طراحی می‌شود.

۶ معمولاً در هر چال تنها در یک لول از مواد منفجره چاشنی‌گذاری می‌شود؛ به این لول که چاشنی به آن متصل است پرایمر یا لول فعال می‌گویند.

نکات ایمنی در خرج‌گذاری

۱ هر روز در ساعتی که از طرف مسئول معدن تعیین می‌شود آتش‌کاران باید یک به یک در مقابل انبار مواد منفجره حاضر شوند و مقدار موادی را که طبق برگ درخواست برای مصرف روزانه از طرف مسئول معدن لازم تشخیص داده شده است، در مقابل تسلیم رسید تحویل گیرند.

۲ آتش‌کار با همراه داشتن ماده منفجره اصلی نباید وارد انبار چاشنی و همچنین با همراه داشتن چاشنی نباید وارد انبار مواد منفجره اصلی شود.

۳ ورود آتش‌کاران به طور دسته‌جمعی به انبار مواد منفجره اکیداً ممنوع است.

۴ چنانچه چال به عللی گرم باشد، باید از خرج‌گذاری چال در آن حالت خودداری کرد.

۵ به هنگام خرج‌گذاری حضور اشخاص متفرقه تا شعاع ۱۵ متری از محل کار ممنوع است.

۶ در موقع خرج‌گذاری، و آتش‌کاری به جز آتش‌کار و کمک او، حضور سایر افراد ممنوع است.

۷ از به کار بردن دینامیت‌های یخ‌زده، عرق کرده، مشکوک و فتیله‌های فاسد شده و مشکوک و همچنین مواد منفجره‌ای که از چال‌های آتش‌نگرفته بازیافت می‌شود، اکیداً باید خودداری شود. در دینامیت منجمد شده بلورهایی به چشم می‌خورد و در ضمن حالت شکنندگی پیدا می‌کند و نرمی ویژه خود را از دست می‌دهد.

نکات ایمنی



- ۸ در بعضی موارد شرایط زمین شناسی و شرایط دیگر ممکن است تغییری در برنامه چال زنی و انفجار پدید آورد ولی این تغییر باید در جهت تقلیل مصرف مواد منفجره باشد.
- ۹ سرکارگر عملیات انفجار مجاز به اجرای عملیات آتش کاری در جایی که هنوز کارهای مقدماتی آن براساس مقررات ایمنی انجام نشده، نیست.
- ۱۰ قبل از قرار دادن خرج در چال، باید از نبود گازهای قابل انفجار در محل آتش کاری و ۵۰ متر اطراف آن، اطمینان حاصل شود.
- ۱۱ قطر چال با قطر مواد منفجره مورد استفاده، مقایسه شود. معمولاً قطر مواد منفجره باید حدود ۳ میلی متر کمتر از قطر چال باشد.
- ۱۲ خرج موجود در هر چال اولاً باید از یک نوع ماده منفجره باشد، ثانیاً از لول های درسته استفاده شود و ثالثاً حتی المقدور اضافه خرج گذاری در چال انجام نگیرد.
- ۱۳ قبل از قرار دادن چاشنی ها در مواد منفجره باید آنها را بازدید کرد و از درستی آنها مطمئن شد و سپس پرایمر را درست کرد. بلافاصله پس از درست کردن پرایمر، باید آن را در چال قرار داد.

قرار دادن مواد ناریه در چال

کار عملی: بازدید از یک شبکه آتش کاری و مشاهده نحوه بارگذاری مواد منفجره در چال

شرح فعالیت: تهیه گزارش همراه عکس و فیلم از نحوه بارگذاری مواد منفجره شامل:

- ۱ قرار دادن مقداری از خرج اصلی در کف چال (معمولاً یک بسته)
 - ۲ قرار دادن چاشنی های الکتریکی و معمولی در داخل دینامیت و درون چال
 - ۳ افزودن مواد منفجره درون چال
 - ۴ کوبیدن مواد منفجره پودری به وسیله سنبه چوبی
- توجه:** مواد منفجره مایع نیاز به کوبیدن ندارند و به وسیله پمپ و یا هوای فشرده به داخل چال هدایت می شود.
- مواد و ابزار:** نوشت افزار، دوربین
- نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه
- اخلاق حرفه ای:** دقت در یادگیری، مسئولیت پذیری

فعالیت
کارگاهی

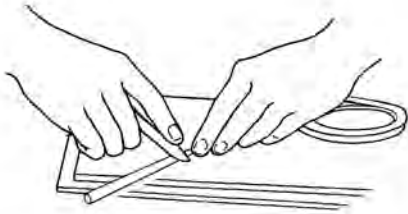
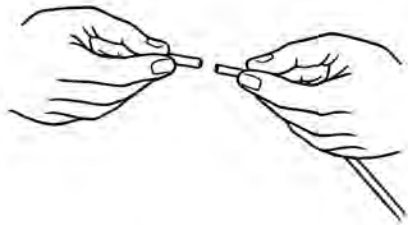
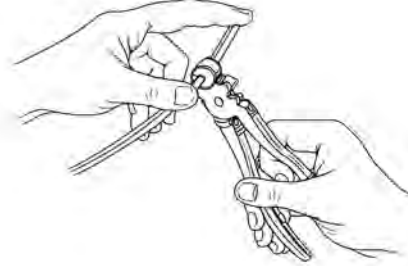


ارزشیابی مرحله ای: شارژ مواد منفجره

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری /نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	رعایت نکات ایمنی کار با مواد ناریه، بارگذاری مواد منفجره در چال، کوبیدن مواد منفجره با سنبه چوبی	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: وسیله کوبیدن مواد ناریه - سیم چین مواد مصرفی: انواع مواد ناریه - چاشنی - فتیله - سیم زمان: ۶۰ دقیقه
۲	بارگذاری مواد منفجره در چال، کوبیدن مواد منفجره با سنبه چوبی	قابل قبول	
۱	بارگذاری مواد منفجره در چال	ناقص	

۲ اتصال فتیله به چاشنی معمولی

در استفاده از چاشنی‌های معمولی (غیرالکتریکی) اتصال فتیله به چاشنی قبل از قراردادن چاشنی در چال انجام می‌گیرد برای این کار قسمت خالی پوکه چاشنی معمولی را کاملاً تمیز کرده و سپس انتهای فتیله را به وسیله یک چاقوی تیز به طور عمودی بریده و در قسمت خالی پوکه به گونه‌ای قرار می‌دهند که انتهای آن مماس بر پولک چاشنی باشد. ادامه عملیات مانند روش چاشنی‌گذاری الکتریکی است به طوری که چاشنی را درون دینامیت قرار می‌دهند و به داخل چال می‌فرستند و سر دیگر فتیله را در خارج از چال نگه می‌دارند.

ردیف	شرح کار	تصویر کار
۱	بریدن فتیله به طور عمودی	
۲	یک پوکه چاشنی معمولی را برداشته و تمیز می‌کنیم سپس فتیله را درون پوکه فرو می‌کنیم.	
۳	با استفاده از انبر مخصوص فتیله را درون پوکه چاشنی محکم می‌کنیم.	
۴	حال پوکه و فتیله آماده شده را درون فشنگ دینامیت که قبلاً سوراخ شده است قرار می‌دهیم. حال دینامیت آماده قرار گرفتن در چال انفجاری است.	

بسته به عمق و تعداد چال‌های جبهه کار، طول فتیله متفاوت است ولی در هر صورت نباید طول قسمتی از فتیله که از چال بیرون می‌ماند از ۲۰ سانتی‌متر کمتر باشد.

انتهای دیگر فتیله باید با چاقوی تیز و به صورت مایل بریده شود تا سطح وسیعی از مغز فتیله که باروت است پدیدار شود و امکان آتش زدن آن بیشتر شود.

طرفی از فتیله اطمینان را که مایل بریده شده است، می‌توان با شعله آتش زد در این صورت فتیله با سرعت ثابتی شروع به سوختن می‌کند و از سر دیگر آن که داخل چاشنی قرار گرفته یک رگبار جرقه خارج می‌شود که برای منفجر کردن چاشنی کافی است و انفجار چاشنی باعث انفجار دینامیت می‌شود.

فتیله‌ای که از چاه بیرون است نباید گره زده شود.

نکات ایمنی



- ۱ هرگز نباید لول چاشنی‌دار را روی زمین گذاشت بلکه باید بلافاصله پس از چاشنی گذاری، آن را داخل چال قرار داد. زیرا لول چاشنی‌دار ممکن است در اثر ضربه یا غلتیدن منفجر شود.
- ۲ برای خارج کردن چاشنی از قوطی نباید از چاقو، پیچ و سایر لوازم فلزی استفاده شود.
- ۳ قرار دادن فتیله و یا چاشنی در مواد منفجره باید به گونه‌ای باشد که به آسانی نتوان آنها را از مواد منفجره بیرون کشید.
- ۴ به هنگام چاشنی گذاری باید دقت شود که مواد خارجی از قبیل ماسه و خاک وارد لول نشود.
- ۵ به هنگام اتصال چاشنی معمولی به فتیله نباید فتیله را داخل چاشنی چرخاند.
- ۶ فتیله گذاری نباید در مجاورت مواد منفجره انجام گیرد.
- ۷ باتوجه به محدودیت تعداد چال‌ها در استفاده از فتیله اطمینان، آتش کار باید صدای انفجار همه چال‌ها را شنیده و بشمارد و با تعداد آنها انطباق دهد.
- ۸ براساس مقررات، انفجار بیش از حدود ۸ تا ۱۰ چال با فتیله در یک نوبت مجاز نمی‌باشد تا فرصت کافی برای فرار آتش کار و رسیدن به یک نقطه امن در اختیار وی باشد.
- ۹ در سیستم آتش کاری با فتیله باید طول فتیله‌های رابط طوری انتخاب شود که قبل از انفجار چال نزدیک به آتش کار (اولین چال) فتیله‌های سایر چال‌ها آتش گرفته باشد.
- ۱۰ می‌توان برای افزایش راندمان آتش کاری، چال‌ها را به ترتیب و به گونه‌ای منفجر نمود تا بعد از انفجار هر دسته از چال‌ها، جبهه کار آزادی برای انفجار سری چال‌های بعد ایجاد شود، این کار با تغییر عمق چال‌ها و یا با تغییر طول فتیله انجام می‌شود.

قرار دادن چاشنی‌ها و فتیله‌ها در چال

کار عملی: بازدید از یک شبکه آتش کاری و مشاهده نحوه چاشنی گذاری و فتیله گذاری

شرح فعالیت: تهیه گزارش همراه عکس و فیلم از نحوه قرار دادن چاشنی‌ها در چال و فتیله گذاری شامل:

- ۱ کنترل نهایی چال
- ۲ قرار دادن مقداری از خرج اصلی در کف چال (معمولاً یک بسته)

فعالیت کارگاهی



۳ قرار دادن چاشنی‌های الکتریکی و معمولی در داخل دینامیت و درون چال

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین

نکات ایمنی: تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: دقت در یادگیری، مسئولیت پذیری

ارزشیابی مرحله‌ای: کنترل چال

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	کنترل چال، تمیز کردن و قرار دادن انواع چاشنی در چال طبق نقشه انفجار با توجه به دستورالعمل	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: سیم چین - نقشه آتش کاری مواد مصرفی: چاشنی - سیم، فتیله زمان: ۴۰ دقیقه
۲	قرار دادن انواع چاشنی در چال طبق نقشه انفجار با توجه به دستورالعمل	قابل قبول	
۱	قرار دادن انواع چاشنی در چال	ناقص	

■ آتش کاری با فتیله انفجاری

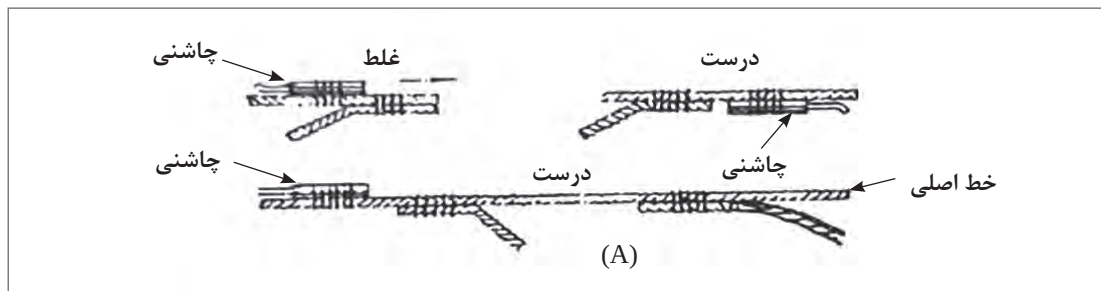
بسیاری از عملیات آتش کاری فوری یا تأخیری را می‌توان با فتیله انفجاری انجام داد. فتیله انفجاری در ایران با نام کورتکس برای اولین بار معرفی شده و هنوز هم به همین نام مشهور است. در حالی که کورتکس نام تجاری یک نوع فتیله انفجاری ساخت یک شرکت حفاری - انفجاری است. باید بدانیم که در مورد فتیله انفجاری در نظر گرفتن جهت حرکت آتش یا موج انفجار بسیار مهم است.

قسمتی از فتیله که در جهت موج انفجار است منفجر خواهد شد.

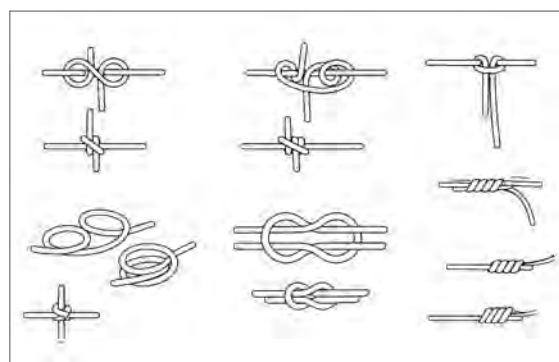
نکته



کافی است فقط نیم متر از فتیله انفجاری از هر چال بیرون باشد. حال این فتیله‌ها را به یک فتیله انفجاری اصلی (خط تغذیه) مطابق شکل ۳۴ در یک جهت وصل می‌کنیم و چاشنی معمولی با فتیله اطمینان یا چاشنی برقی را به طریقی که موج انفجار (حرکت آتش) سبب انفجار همه فتیله‌ها شود، به فتیله اصلی انفجاری می‌بندیم. هر قسمت از فتیله انفجاری مثل چاشنی عمل می‌کند و قادر است مواد منفجره را منفجر کند. در بعضی موارد رعایت جهت بستن فتیله‌ها مشکل به نظر می‌آید برای سهولت عمل می‌توان اتصال فتیله‌ها را به فتیله اصلی به صورت گره‌هایی مطابق شکل ۳۴ انجام داد.



شکل ۳۴



شکل ۳۵ انواع گره های فتیله های انفجاری را نشان می دهد. این گره ها باید در فتیله های قوی استفاده شوند و کاربرد آنها در فتیله های ضعیف (بار ۳ گرم بر متر) توصیه نمی شود.

شکل ۳۵

مطابق شکل فوق فتیله انفجاری نباید به صورت گره روی هم بیفتد و گره انفجار در همان محل قطع می شود. فاصله دو رشته فتیله موازی حداقل ۲۰ سانتی متر باید باشد و اگر مجبور باشیم دو رشته فتیله را از روی هم رد کنیم باید بین آنها جسمی به ضخامت حداقل ۲۰ سانتی متر قرار داد.

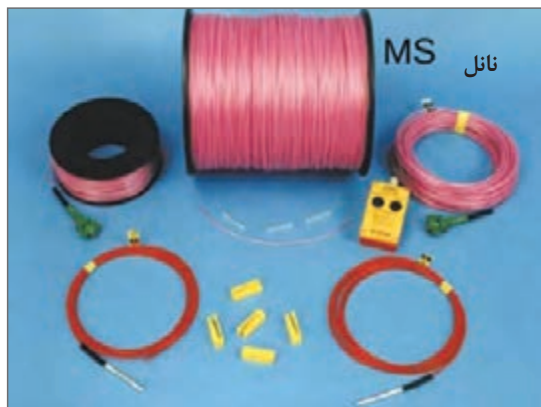
نحوه زدن انواع فتیله های انفجاری مطابق شکل فوق که در عملیات آتش کاری مرسوم است بستگی کامل به مهارت و سوابق عملی آتش کاران دارد.

نکته



سیستم نائل

نائل سیستم آتش کاری، غیرالکتریکی است که به وسیله کمپانی نیترونوبل سوئد در سال ۱۹۷۴ میلادی ابداع و تکمیل شده است. با اختراع نائل آتش کاران آن را جانشین چاشنی های الکتریکی کردند چون دارای مزایای چاشنی های الکتریکی بود اما هیچ کدام از معایب آنها را نداشت. نائل نسبت به مخاطرات الکتریکی به طور کامل بی خطر است. زمانی که آتش کاری الکتریکی غیرمجاز یا غیرممکن باشد از نائل استفاده می شود. چاشنی نائل مانند چاشنی های تأخیری الکتریکی است. اما سیم های چاشنی و سرفیوز به وسیله یک لوله پلاستیکی که امواج ضربه را منتشر می کند متصل شده است. انتهای لوله پلاستیکی با رسیدن امواج ضربه عامل تأخیر چاشنی را آتش می زند. لوله پلاستیکی دارای قطر خارجی ۳ میلی متری است و رویه داخلی آن توسط یک ماده فعال پوشیده شده است که امواج ضربه را با سرعت ۲۰۰۰ متر بر ثانیه منتقل می کند لوله پلاستیکی پس از عبور موج، سالم می ماند و امواج ضربه روی آن بی تأثیر است.



شکل ۳۶- چاشنی نانل

سیستم نانل همان گونه که قبلاً ذکر شد همانند خرج گذاری سیستم آتش کاری برقی است. بدین منظور، چاشنی نانل را داخل یکی از لوله های متصل به چاشنی کرده و سیم چاشنی باید تا بیرون چال ادامه یابد، ولی چاشنی نانل را باید در ماده منفجره قرار داده و آن را در ته چال قرار دهند.

در زیر به شرح مقررات آتش کاری با سیستم نانل می پردازیم:

- ۱] سیستم نانل در محیط های تا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قابل کاربرد است.
- ۲] به منظور دوام هر چه بیشتر نانل، آن را در بسته های غیرقابل نفوذ عرضه می کنند. بدیهی است جز به هنگام نیاز نباید بسته ها را باز کرد.
- ۳] پس از باز کردن بسته های نانل، باید محتویات آن را با توجه به شرایط جوی محل نگهداری و حداکثر بین ۳۰ تا ۹۰ روز مصرف کرد.
- ۴] محصولات نانل را باید حداکثر ظرف ۲ سال پس از تاریخ تولید مصرف کرد.
- ۵] سرعت انتقال امواج شوک دهنده در فتیله نانل ۲۰۰۰ متر در ثانیه است. بنابراین تأخیر زمانی طول فتیله نانل اجتناب ناپذیر است و این مسئله را باید به هنگام طراحی مدار انفجار نانل در نظر گرفت.
- ۶] از آنجا که صحیح و سالم بودن مدار نانل را نمی توان با دستگاه آزمایش کرد، بنابراین باید مدار نانل را با نظم و ترتیب خاصی بست تا به سهولت بتوان آن را با چشم کنترل کرد.
- ۷] به هنگام استفاده از سیستم نانل باید مراقب بود که فتیله های نانل محکم کشیده نشوند.
- ۸] اگر طول فتیله زیاد باشد باید آن را به شکل حلقه (کلاف) درآورد. چیدن و یا قطع کردن آن ممنوع است.

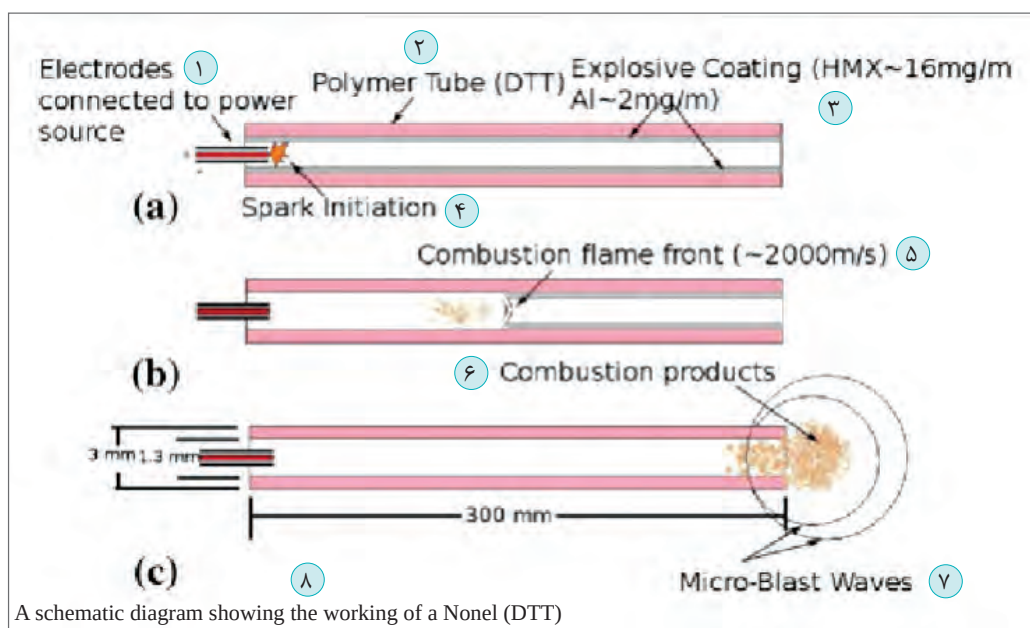
■ مزایای سیستم نانل:

- ۱] در برابر فرکانس های امواج رادیویی سالم می ماند.
- ۲] به ضربه، شوک و اصطکاک حساس نیست (افتادن وزنه ۱۰ کیلویی از ارتفاع ۳۰ متری بر روی آن نانل را منفجر نمی کند).
- ۳] آتش نمی گیرد.
- ۴] هر جا که استفاده از چاشنی برقی مجاز نباشد کاربرد نانل اشکال ندارد این محل ها عبارتند از: نزدیکی به خطوط انتقال نیرو - رعد و برق - نزدیکی به موتور برق و داخل معادن زیرزمینی گازخیز و...
۶] ضد آب است.
- ۷] در محیط تا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قابل کاربرد است.
- ۸] در مواردی که امکان بریده شدن سیم چاشنی باشد مقاوم است.

■ خرج گذاری و انفجار نازل:

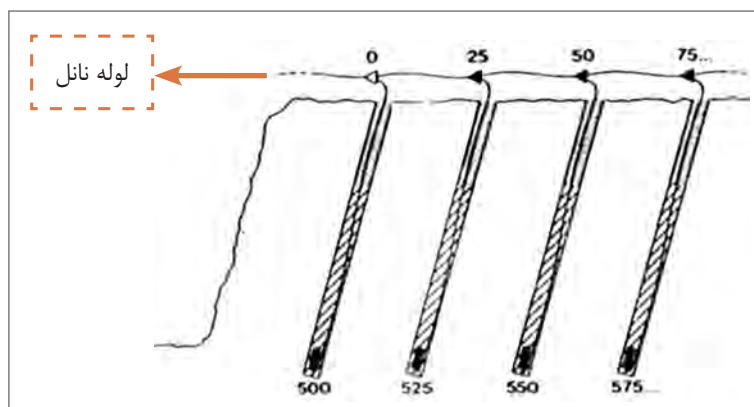
خرج گذاری با نازل شبیه آتش کاری برقی و شامل مراحل زیر است:

- ۱ چاشنی نازل داخل یکی از فشنگ های خرج گذاشته شده و در ته چال قرار می گیرد. لوله پلاستیکی نازل تا خارج چال ادامه دارد. طول اضافی لوله پلاستیکی باید به صورت حلقه جمع شده باشد.
 - ۲ لوله نازل تا شده در داخل رابط پلاستیکی قرار می گیرد. این اتصال به سهولت انجام شده و تا مدت ها سالم می ماند.
 - ۳ نازل را با فتیله انفجاری ۳ تا ۵ گرم در متر یا با تفنگ مخصوص منفجر می کنند.
- شکل زیر نشان دهنده عملکرد یک نوع چاشنی نازل می باشد. در این شکل لوله نازل (فتیله نازل) از جنس پلاستیک ساخته شده است. قطر خارجی آن ۳ میلی متر و قطر داخلی ۲ میلی متر می باشد. وزن لوله ۵/۵ گرم در متر است. داخل لوله اندودی از ماده منفجره به میزان ۲ صدم گرم در متر است. موج انفجار داخل لوله با سرعت ۲۰۰۰ متر بر ثانیه منتقل می شود. چاشنی آتش زنه نازل با قدرت انفجاری کم موجب اجرای عملیات نازل می شود و در نهایت موجب انفجار خرج می شود که این انفجار مواد معدنی را خرد می کند.



- ۱- الکتروود متصل به منبع تولید جرقه
- ۲- لوله از جنس پلیمر
- ۳- مواد ناریه پوشیده شده داخل لوله پلیمری با مشخصات HMX-16mg/mAl-2mg/m
- ۴- جرقه اولیه
- ۵- محفظه احتراق ناشی از سوختن مواد ناریه داخل لوله پلیمری
- ۶- محصول نهایی احتراق
- ۷- امواج حاصل از انفجار خرج اصلی
- ۸- نمای نحوه عملکرد فتیله نازل

شکل ۳۷- نحوه عملکرد فتیله نازل



شکل ۳۸- مدار آتش کاری نازل

طول اضافی لوله را با استفاده از یک گیره به شکل حلقه درمی آورند. پس از آنکه خرج گذاری چال ها کامل شد، با استفاده از رابط اتصال دهنده، لوله نازل چال ها را به حالت سری به هم وصل می کنند. به هنگام اتصال لوله های نازل، باید توجه داشت که اتصال تا آنجا که امکان دارد، از روند آتش کاری پیروی کند. علت آن است که اگر این شیوه به کار گرفته شود و بخشی از لوله ها آسیب ببینند، آتش کاری تا محل آسیب دیدگی به طور عادی انجام می گیرد و به آن بخش از سیستم که باقی می ماند، آسیب کمتری وارد می شود. در مواردی که برای حفر تونل از سیستم نازل استفاده می شود باید فاصله کافی بین برش های مختلف رعایت شود تا هر قسمت فرصت کافی برای انفجار کامل داشته باشد.

شبکه بندی (سربندی) الکتریکی

■ روش های اتصال سیم ها در مدار آتش کاری (سری و موازی)

پس از انجام عملیات خرج گذاری دو رشته سیم مربوط به چاشنی از هر چال خارج شده است که لازم است این سیم ها براساس مدار آتش کاری و جهت انفجار به هم متصل شوند. در عمل در هنگام عملیات آتش کاری با تعداد زیادی چال و به همین نسبت سیم چاشنی روبه رو هستیم که گاهی تا بیش از ۱۰۰۰ چال نیز می رسد بنابراین روش اتصال سیم ها به یکدیگر از اهمیت زیادی برخوردار است. در ادامه انواع روش های بستن سیم ها به یکدیگر تشریح شده است.

■ مدار آتش کاری

عملیات آتش کاری در محدوده ای مشخص شامل تعدادی چال حاوی مواد منفجره انجام می شود. این چال ها به وسیله سیم، طبق طرح و نقشه ای به هم وصل می شوند که مدار آتش کاری نامیده می شود. انواع مدارهای مورد استفاده در آتش کاری در جدول صفحه بعد آمده است.

نوع مدار	شکل مدار	توصیف
مدار سری		در این روش یک سیم از یک چاشنی به سیمی از چاشنی مجاور وصل می شود، سیم دوم چاشنی نیز به سیم اول چاشنی سوم متصل می شود. این کار در مورد همه چاشنی ها ادامه می یابد و سرانجام ۲ رشته سیم آزاد که یکی مربوط به چاشنی اولی و دیگری مربوط به چاشنی آخری است باقی می ماند که به آتش زنه متصل می شوند.
مدار موازی		در این روش با یک سیم یک سر سیم همه چاشنی ها به هم بسته می شوند و سر دیگر سیم چاشنی ها نیز به یکدیگر متصل می شود. سرانجام دو رشته سیم خواهیم داشت که باید با کمک سیم رابط به منبع برق (آتش زنه) وصل شود. معمولاً در این روش فاصله چال ها از یکدیگر زیاد است.
مدار مختلط		سری موازی: در این روش همه چاشنی ها را به چند دسته مساوی تقسیم می کنند. چاشنی های هر دسته را به صورت سری به هم می بندند و سپس سری ها را به صورت موازی به هم وصل می کنند.
		موازی سری: چاشنی هایی که به صورت موازی به هم متصل شده اند، در یک مدار به صورت سری به هم بسته می شوند.

مدار سری

- برای تعداد کم چال انفجاری مناسب است.
- با افزایش تعداد چال مقاومت در مدار افزایش می‌یابد.
- مقدار سیم کمتری نسبت به روش موازی مصرف می‌شود.
- کنترل مدار توسط گالوانومتر به آسانی میسر است.
- احتمال خطا در بستن مدار کم است.

مدار موازی

- در چال‌های با فاصله زیاد
- کاهش مقاومت مدار
- مقدار سیم استفاده شده زیاد است.
- کنترل مدار سخت و زمان‌بر است.

مزایا و معایب مدارهای سری موازی و موازی سری را بررسی کنید و نتایج را در کلاس بیان کنید.

بارش فکری



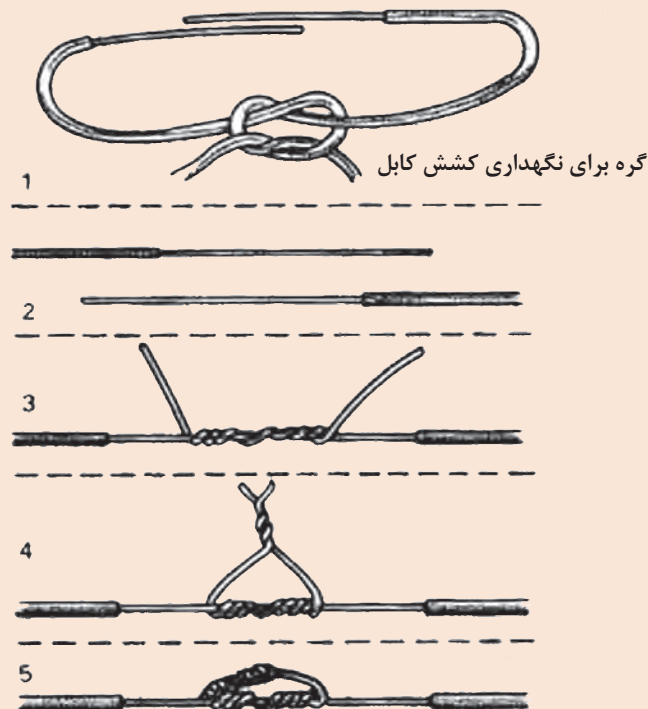
فعالیت
کارگاهی



سیم‌کشی سطحی مدار آتش‌کاری

کار عملی ۱: بستن سیم‌های رابط آتش‌کاری به یکدیگر

شرح فعالیت: مراحل پنج‌گانه بستن سیم‌های آتش‌کاری به شرح تصاویر زیر است:



شکل ۳۹

کار عملی ۲: انجام انواع روش‌های سیم‌کشی سطحی مدار آتش‌کاری را در گروه‌های سه‌نفره تمرین نمایید.
شرح فعالیت:

۱. بستن مدار آتش‌کاری براساس نمونه مدارهای زیر، بر روی یک کیت آموزشی و حداقل شامل ۱۰ چال
 ۲. بستن مدار آتش‌کاری به شکل موازی
 ۳. بستن مدار آتش‌کاری به صورت موازی - سری
 ۴. سیم‌ها باید طبق دستورالعمل پنج‌گانه زیر به هم بسته شوند.
- کنترل نهایی درست بسته‌شدن سیم‌ها و اتصال‌ها در مدار



شکل ۴۰

مواد و ابزار: کیت آتش‌کاری، سیم، سیم‌چین، چسب برق، ابزار آلات
نکات ایمنی: استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند لباس کار، دستکش، کفش ایمنی و ...
اخلاق حرفه‌ای: دقت در بستن سیم‌ها، سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات
 پس از اتمام کار

ارزشیابی مرحله‌ای: شبکه‌بندی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	اتصال صحیح سری و موازی سر سیم‌ها، بیان معایب و مزایای هر یک	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: سیم مواد مصرفی: نوشت افزار - سوخت زمان: ۵۰ دقیقه
۲	اتصال صحیح سری و موازی سر سیم‌ها	قابل قبول	
۱	عدم اتصال صحیح سری و موازی سر سیم‌ها	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره‌دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	-	-	مکان: هنرستان تجهیزات: سیم مواد مصرفی: نوشت افزار - سوخت زمان: ۵۰ دقیقه
۲	مسئولیت‌پذیری - رعایت بهداشت - پوشش ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

■ نکات مهم در مورد کنترل مدار الکتریکی قبل از انفجار

پس از آنکه سیم‌های رابط چال‌های خرج‌گذاری شده به هم متصل شدند، سیم رابط و سیم آتش‌زنه نیز به آنها متصل می‌شود. لازم است در این فرصت و قبل از انفجار، منطقه یک بار دیگر کنترل شود که ماشین‌آلات و افراد از منطقه دور شده و به مکان امن منتقل شوند. در این فاصله لازم است آتش‌کار نیز به پناهگاه امن که محل منبع جریان برق است، رسیده باشد. قبل از وصل کردن جریان برق باید مدار انفجار به‌خوبی بررسی و آزمایش شود تا اطمینان حاصل شود که مدار بدون عیب است زیرا عیب در مدار ممکن است به آتش زدن چال‌ها قبل از موقع مقرر و یا اصطلاحاً دزد کردن (انفجار قبل از موعد) چال‌ها بینجامد. بنابراین لوازم خاصی به کار می‌رود و آزمایش‌های لازم از جمله کنترل چند باره سیم‌های رابط و اتصال آنها به سیم رابط نهایی انجام می‌شود. پس از حصول اطمینان از اینکه در مدار انفجار عیبی وجود ندارد و یا پس از رفع عیوب موجود، اقدام به وصل کردن مدار به آتش‌زنه و انفجار توسط آتش‌کار انجام می‌شود.

■ ابزارهای مهم برای کنترل مدار انفجار:

■ **مدارسنج:** نوعی اهم‌متر است که مقاومت الکتریکی را اندازه نمی‌گیرد، بلکه نشان می‌دهد که آیا مدار در نقطه‌ای قطع است و یا مدار بسته می‌باشد. مدارسنج برای اطمینان از پیوستگی مدار در یک به یک چاشنی‌ها، سیم آتش و مدار انفجار به کار می‌رود.

مدارسنج با باطری کار می کند و جریانی را که داخل مدار می فرستد صدها مرتبه کمتر از مقداری است که برای انفجار یک چاشنی لازم است. چاشنی ها را قبل از خرج گذاری با مدارسنج آزمایش می کنند اگر عبور جریان نشان داده نشود دلیل بر خرابی چاشنی می باشد و نباید آن چاشنی را مصرف کرد. با مدارسنج می توان اتصال کوتاه در سیم آتش را نیز بررسی کرد.

مقاومت سنج یا اهم متر

وقتی مدار انفجار تکمیل شد قبل از اتصال جریان برق با اهم متر مقاومت مدار را اندازه گیری می کنند. باید مقاومت سنجیده شده با آنچه از طریق محاسبه به دست آمده بود برابر باشد. البته اختلاف تا پنج درصد قابل قبول است در غیراین صورت ایرادهایی در مدار است که به شرح زیر قابل بررسی است: الف) اگر مقاومت اندازه گیری شده بیشتر از مقدار محاسبه شده باشد دلیل بر این است که:

- تعداد چاشنی ها در محاسبه درست به حساب نیامده اند.
- تعداد چاشنی هایی که به طور سری بسته شده اند بیش از آن است که در محاسبه وارد شده است.
- اتصالی ها خوب نیست یا قطع است.
- ب) اگر مقاومت سنجیده شده کمتر یا خیلی کمتر از مقدار محاسبه شده باشد دلیل بر این است که همه چاشنی ها وصل نشده اند.
- تعداد چاشنی ها در سری کمتر از آن چیزی است که در محاسبه وارد شده است.
- اتصالی ها خوب نیست و یا مدار کوتاه درست شده است.
- اهم مترها با انواع مختلف و با ظرفیت های متفاوت ساخته شده اند.

■ نشت سنج

با این دستگاه معلوم می شود که آیا مدار نسبت به زمین عایق است یا خیر. این دستگاه یک آمپر متر بسیار ظریف است که حتی شدت جریان های خیلی کمتر را نیز اندازه می گیرد.

■ نکات ایمنی هنگام خرج گذاری

برای انجام عملیات خرج گذاری تحت شرایط ایمن، نکات زیر را باید مد نظر داشت:

- ۱ پیروی از قوانین و قواعدی که وجود دارند.
- ۲ آموزش فنی کافی برای اپراتورها، آتش کارها و افرادی که مواد منفجره را حمل می کنند.
- ۳ ماشین آلات، مواد منفجره، لوازم آتش کاری و سیستم های شروع آتش باید تحت شرایط ایمن به کار گرفته شود. سرپرست آتش کاری باید موارد فوق را کنترل و بررسی نماید، در غیر این صورت ممکن است عدم پیروی از قوانین ایمنی باعث افزایش خطرات ایمنی شود.

■ نکات ایمنی در هنگام آماده کردن پرایمر:

باتوجه به اهمیتی که پرایمرها در انتقال آتش، عملیات چاشنی گذاری و خرج گذاری دارند. بنابراین نکات ایمنی مربوط به آنها در صفحه بعد یادآوری می شود:

- پرایمر را مطابق روشی که کارخانه سازنده توصیه نموده است، آماده کنید و دقت کنید چاشنی به خوبی و دقیق درون آن قرار گرفته باشد.
- دقت کنید در طول خرج گذاری سیم چاشنی‌ها، فتیله انفجاری و محل‌های اتصال تحت کشش قرار نگیرند.
- چاشنی را درون سوراخی که به همین منظور توسط ابزاری به‌نام پریکر در پرایمر ایجاد شده است، قرار دهید. این ابزار می‌تواند از جنس چوب و هر ماده دیگری که تولید جرقه نکند، باشد. مناسب‌ترین پریکر از جنس چوب است.
- پرایمر را نباید از قبل آماده کرد. آماده کردن بیش از حد مصرف آن نیز مجاز نمی‌باشد. این کار را نمی‌توان در درون انبار و در نزدیکی مواد منفجره دیگر انجام داد.
- از تغییر شکل دادن و انداختن پرایمر در درون چال خودداری کنید و هرگز اجازه ندهید وزنه سنگینی روی پرایمر بیفتد.



■ سایر نکات ایمنی در هنگام خرج گذاری:

- قبل از خرج گذاری، هریک از چال‌ها را از لحاظ طول و شرایط آن از جمله وضعیت آب و مسدودی موضعی و... به دقت آزمایش کنید. برای این کار می‌توانید از یک میله چوبی و یا یک نوار اندازه‌گیری مطابق شکل روبه‌رو استفاده کنید.

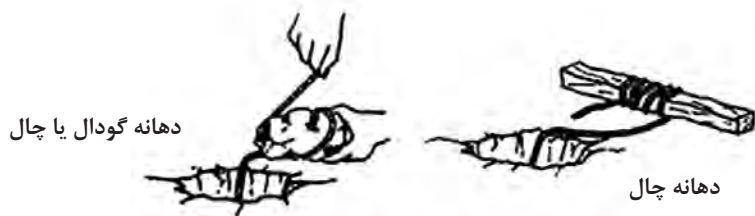
شکل ۴۱



- همیشه خطرات الکتریسیته ساکن را در نظر داشته باشید و به تمام تمهیدات لازم مثل اتصالات زمین بیندیشید. به خاطر داشته باشید رطوبت نسبتاً پایین اتمسفر احتمال الکتریسیته ساکن را بالا می‌برد.
- فتیله انفجاری را پس از قرار دادن یک سر آن در چال از روی قرقره حامل فتیله قطع کنید. این کار باید قبل از خرج گذاری مواد منفجره دیگر انجام شود (شکل ۴۲).

شکل ۴۲

■ فتیله انفجاری را دور یک تکه چوب یا سنگ بپیچانید تا ناخواسته درون چال انفجار نیفتد (شکل ۴۳).



شکل ۴۳

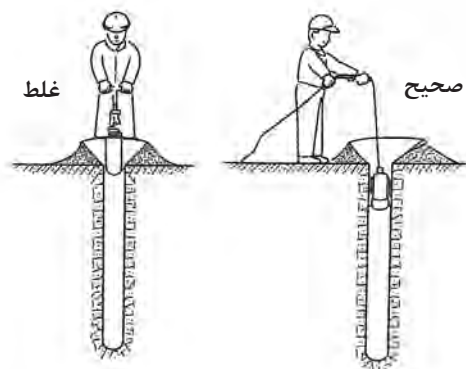
■ انتهای فتیله‌ها را به منظور عدم نفوذ آب عایق‌بندی کنید.

■ بالا آمدن سطح مواد منفجره (پوشیدن بیش از حد چال) فله‌ای را در چال هنگام خرج گذاری به دقت کنترل کنید. دقت خاصی در مورد حفرات درون چال نیز لازم است. این حفرات را می‌توان در هنگام چال زنی یا خرج گذاری تشخیص داد و در صورت امکان باید آن را قبل از خرج گذاری به طریقی مسدود کرد تا از فرار ناخواسته خرج جلوگیری شود.

■ بعد از خرج گذاری مواد منفجره شبکه انفجار باید بلافاصله باقی مانده مواد منفجره مازاد احتمالی را از محیط و محدوده کاری شبکه انفجار دور ساخت و رها نکرد و حتماً آنها را بدون فوت وقت و قبل از عملیات انفجار تحویل مسئول آتش کاری داد. گرچه میزان مواد ناریه همیشه به اندازه نیاز درخواست و تحویل داده می‌شود ولی در عمل ممکن است شرایط طوری پیش بیاید که مواد ناریه مازاد وجود داشته باشد که در این صورت باید اقدام لازم به شرح مذکور صورت گیرد.

■ هرگز چال را بلافاصله بعد از چال زنی خرج گذاری نکنید، بلکه چال باید ابتدا از لحاظ وجود قطعات فلزی، و لوازم چال زنی احتمالی باقی مانده در انتهای چال و یا احیاناً داغ بودن محدوده داخل چال در اثر اصطکاک و یا لوازم دیگر حتماً باید کنترل شود.

■ از خرج گذاری مجدد چال‌هایی که قبلاً خرج گذاری و آتش شده‌اند، بپرهیزید. بلکه باید در صورت نیاز چالی در نزدیکی آن چال حفر، خرج گذاری شده و منفجر کرد تا به کمک این چال جدید خرج قبلی نیز منفجر شود و محیط امن شود.



سایر نکات مهم ایمنی که باید مورد توجه آتش کاران مواد ناریه باشد.

۱ از قرار گرفتن پرسنل خرج گذار در روی یا امتداد چال در حال خرج گذاری خودداری شود. (شکل ۴۴)

شکل ۴۴

- ۲ در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به مواد ناریه و انبار به افراد غیرمسئول
- ۳ اختفای مواد ناریه و محترقه - مخدوش کردن اوراق صورت مصارف مواد ناریه
- ۴ مصرف مواد ناریه بدون حضور و نظارت نمایندگان ارگان مسئول
- ۵ مصرف مواد ناریه در غیر مواردی که برای آن مواد دریافت شده است
- ۶ عدم کنترل مقدار مواد ناریه دریافتی با مقدار ذکر شده در صورت جلسات مربوط
- ۷ به جا گذاشتن مواد ناریه مازاد بر مصرف در محل عملیات پس از پایان کار
- ۸ نگهداری مواد ناریه مازاد بر مصرف در محل های نامناسب و عدم برگشت آنها به انبار مواد ناریه
- ۹ سهل انگاری و بی توجهی در رعایت اصول حفاظتی و مقررات ایمنی در انجام وظایف مربوط
- ۱۰ استفاده از وسایل و ابزار غیراستاندارد و غیراصولی
- ۱۱ استفاده از کارگران تعیین صلاحیت نشده برای خرج گذاری چال

ارزشیابی شایستگی روش های انتقال آتش (عامل تحریک) به داخل چال

نام و نام خانوادگی		شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	کد پیمان/پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	سطح صلاحیت	L۲
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۴۲	سطح شایستگی	۲

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها/ داوری /نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	چاشنی گذاری	مکان: معدن چال های حفاری تجهیزات: انواع چاشنی ها - انواع فتیله ها زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انتقال چاشنی ها و قراردادن آن در چال با رعایت ضوابط و دستورالعمل	۳	
				انتقال چاشنی ها و قراردادن آن در چال با رعایت ضوابط	۲	
				انتقال چاشنی ها و قراردادن آن در چال	۱	
۲	شبکه بندی (سرپندی) غیر الکتریکی	مکان: معدن چال های حفاری تجهیزات: انواع فتیله ها و چاشنی های غیر الکتریکی زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انجام عمل اتصال انواع فتیله ها و چاشنی های غیر الکتریکی طبق دستورالعمل	۳	
				انجام عمل اتصال انواع فتیله ها و چاشنی های غیر الکتریکی	۲	
				انجام عمل اتصال انواع فتیله ها و چاشنی ها	۱	
۳	شبکه بندی (سرپندی) الکتریکی	مکان: معدن چال های حفاری تجهیزات: انواع فتیله ها و چاشنی های غیر الکتریکی زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انجام عمل اتصال (موازی - سری) سیم چاشنی ها به یکدیگر طبق دستورالعمل	۳	
				انجام عمل اتصال (موازی - سری) سیم چاشنی ها به یکدیگر	۲	
				انجام عمل اتصال (موازی) سیم چاشنی ها	۱	
۴	سیستم نائل	مکان: معدن چال های حفاری تجهیزات: انواع چاشنی های نائل زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انجام عمل اتصال در سیستم نائل طبق دستورالعمل	۳	
				انجام عمل اتصال در سیستم نائل	۲	
				عدم رعایت موارد فوق	۱	
۵	نکات ایمنی در زمان خرج گذاری	مکان: معدن چال های حفاری تجهیزات: انواع چاشنی ها - انواع فتیله های نائل زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	رعایت اصول ایمنی به صورت ۱۰۰ درصد		
				رعایت اصول ایمنی به صورت ۸۰ درصد		
				عدم رعایت اصول ایمنی		
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴ عدم رعایت موارد ۱ تا ۳	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
				عدم توجه به نکات فوق	۱	

☐ بلی

☐ خیر

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از ۱ و ۲ و ۳ (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.





پودمان پنجم

عملیات آتش کاری



عملیات آتش کاری استفاده از انرژی آزاد شده حاصل از انفجار برای شکستن سنگ‌ها می‌باشد تا سنگ از توده اصلی جدا شود و به قطعات قابل حمل تبدیل شود. به فردی که دارای تخصص‌های لازم جهت انجام عملیات آتش کاری باشد، آتش کار گویند. دقت و تعهد جزء خصوصیات یک آتش کار می‌باشد. آشنایی کامل با انواع مواد منفجره و کار با آنها و همچنین آگاهی از قوانین و مقررات آتش کاری و ایمنی می‌تواند منجر به دریافت مدرک معتبر آتش کاری شود که بدون آن امکان فعالیت در این زمینه نمی‌باشد. آتش کاری شغلی ویژه و خاص در معدن است که دارای گستره کاربرد در بسیاری از معادن است.

واحد یادگیری ۱: اعلام خطر و کنترل محیط

مقدمه

پس از عملیات خرج گذاری لازم است مدار آتش کاری مجدداً کنترل شود و پس از آن از مهم ترین نکات، نحوه اطلاع رسانی و اعلام خطر جهت خروج ماشین آلات، پرسنل شاغل در محدوده و اطمینان از ایمن بودن محیط کار است که در این واحد یادگیری به بررسی مراحل و نحوه انجام آن می پردازیم.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات اعلام خطر و کنترل محیط با وسیله نقلیه دارای علائم هشدار دهنده و مدیریت بر ایمن بودن محیط طبق دستورالعمل های ایمنی و مراحل انجام این کار عبارت اند از: بازرسی، اعلام هشدار و اعلام زمان انفجار که در این کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش نیاز و یادآوری

اصول سیم‌کشی و اتصال شبکه

آیا تاکنون به خطرات عملیات آتش کاری در معدن توجه کرده‌اید؟ چگونه می‌توان از به وجود آمدن آسیب‌ها و خطرات این عملیات جلوگیری کرد؟ اهمیت عملیات اعلام خطر و کنترل محیط در هنگام آتش کاری در معدن چیست و چگونه انجام می‌شود؟



شکل ۱

فکر می‌کنید جهت ایمنی افراد و ماشین‌آلات در هنگام عملیات آتش کاری چه نکاتی باید رعایت شود؟

تفکر



محاسبات مربوط به مدار آتش کاری

جهت کنترل مدار آتش کاری لازم است تا مقادیر مقاومت (اهم - Ω)، شدت جریان (آمپر - I) و اختلاف پتانسیل (ولتاژ - V) محاسبه شده و با مقادیر اندازه‌گیری شده، مطابقت داشته باشد. برخی از دستگاه‌های اندازه‌گیری مدار آتش کاری عبارت‌اند از گالوانومتر، اهم‌متر و مولتی‌متر که در تصاویر زیر نشان داده شده است.



شکل ۴- دستگاه مولتی‌متر آتش کاری که می‌تواند اهم، آمپر و ولتاژ را در مدار اندازه‌گیری نماید.



شکل ۳- گالوانومتر



شکل ۲- اهم‌متر

روابط مربوط به محاسبات در مدارهای سری و موازی عبارت‌اند از:

مدار سری	
$R = R_1 + R_2 + nr$	R : مقاومت کل مدار بر حسب اهم R_1 : مقاومت سیم چاشنی بر حسب اهم R_2 : مقاومت سیم آتش بر حسب اهم r : مقاومت هر یک از چاشنی‌ها n : تعداد چاشنی‌ها
$V = RI$	V : اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت I : شدت جریان مدار بر حسب آمپر

مثال ۱



۱۰ عدد چاشنی برقی هر یک با مقاومت ۲/۵ اهم به صورت سری به هم متصل شده‌اند و به کمک ۳۰ متر سیم مسی دولا که دارای مقاومت ۰/۰۰۳۳ اهم بر متر است، به منبع برق متصل می‌شوند. اگر شدت جریان لازم برای انفجار چاشنی‌ها ۱/۵ آمپر باشد، اختلاف پتانسیل را محاسبه کنید.

راه‌حل: در این پرسش سیم رابط و سیم آتش یک‌جا به صورت ۳۰۰ متر سیم دولا است. چون مقاومت هر سیم ۰/۰۰۳۳ اهم است، پس:

$$R_1 = 2 \times 300 \times 0.0033 = 1.98 \text{ اهم}$$

$$R = R_1 + nr \quad \text{مقاومت کل مدار}$$

$$R = 1.98 + (10 \times 2/5) = 26/98 \text{ اهم}$$

$$V = 26/98 \times 1/5 = 40/47 \text{ ولت}$$

مدار موازی	
$R = R_1 + R_2 + \frac{r}{n}$	R : مقاومت کل مدار بر حسب اهم R_1 : مقاومت سیم چاشنی بر حسب اهم R_2 : مقاومت سیم آتش بر حسب اهم r : مقاومت هر یک از چاشنی‌ها n : تعداد چاشنی‌ها
$I = ni$ $V = RI$	V : اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت I : شدت جریان مدار بر حسب آمپر i : مقدار جریان لازم برای هر چاشنی‌ها n : تعداد چاشنی‌ها

مثال ۲



۱۰ عدد چاشنی برقی هر يك به مقاومت ۲/۵ اهم به روش موازی به هم بسته شده‌اند. شدت جریان لازم برای هر چاشنی ۱/۸ آمپر، مقاومت سیم رابط ۳/۴ اهم و مقاومت سیم آتش ۵/۲ اهم است. اختلاف پتانسیل لازم را حساب کنید.

$$R = R_1 + R_2 + \frac{r}{n} \quad \text{مقاومت کل مدار:}$$

$$R = 3/4 + 5/2 + \left(\frac{2/5}{10}\right) = 8/85 \quad \text{اهم}$$

$$I = 10 \times 1/8 = 18 \quad \text{آمپر}$$

$$V = 8/85 \times 18 = 159/3 \quad \text{ولت}$$

بارش فکری



با توجه دو مثال مربوط به مدارهای سری و موازی، تفاوت‌های مقادیر ولتاژ، مقاومت و شدت جریان را با هم مقایسه کنید.

اصول و روش کنترل مدار

		۱- انطباق مدار اجرا شده با نقشه آتش کاری
		۲- کنترل اتصال سیم‌ها به یکدیگر در مدار
		۳- بررسی عایق بودن هریک از اتصالات به کابل اصلی و سایر سیم‌ها و رفع عیوب احتمالی

		۴- اندازه‌گیری مقدار مقاومت کلی مدار با اهم‌متر و مقایسه آن با میزان مقاومت سیم‌ها
		۵- تعیین محلی امن جهت قرار گرفتن آتش‌کار و دستگاه آتش‌زن
		۶- اتصال کابل آتش‌کاری از انتهای شبکه به آتش‌زن و رعایت فاصله مناسب

شکل ۵

مقدار خطای مجاز در مدار آتش‌کاری ۵٪± است.

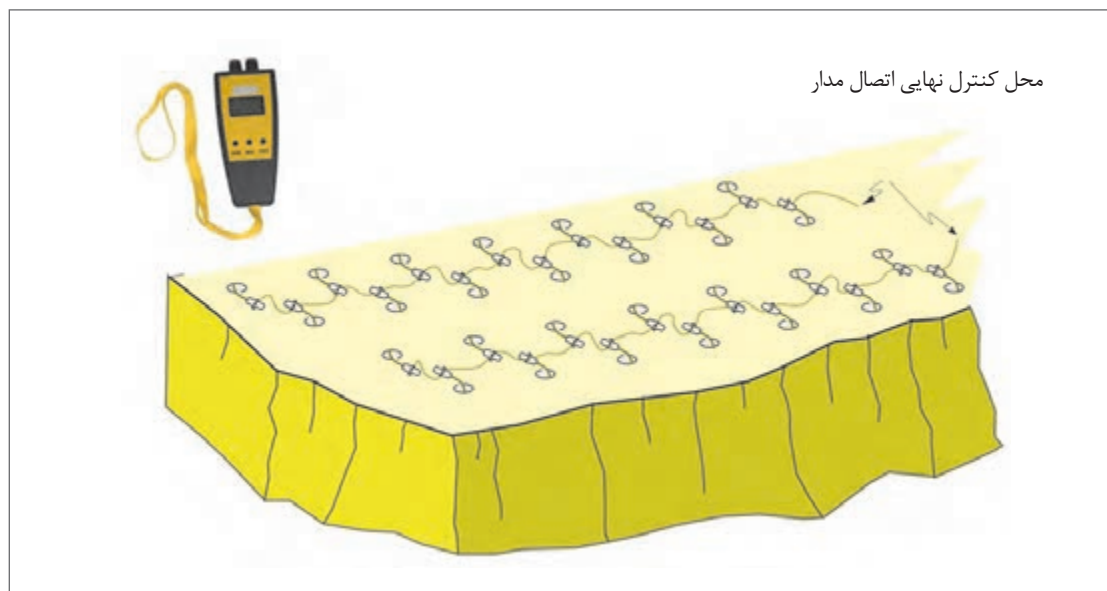
نکته



نوع اشکال موجود	اندازه‌گیری اهم‌متر
چند چاشنی نادرست بسته شده است.	اهم‌متر عددی بزرگ‌تر از مقدار محاسبه را نشان می‌دهد.
چند چاشنی از مدار خارج هستند و یا بد بسته شده‌اند.	اهم‌متر عددی کمتر از مدار را نشان می‌دهد.
نادرست بودن مدار	اهم‌متر عددی خیلی بزرگ‌تر از مقدار محاسبه را نشان می‌دهد.
قطع بودن مدار در یک یا چند نقطه	اهم‌متر بی‌نهایت را نشان دهد.
نادرست بودن مدار یا اتصالی در مدار	اهم‌متر عددی خیلی کمتر از مقدار محاسبه را نشان می‌دهد.



در صورتی که مدار دارای اشکال باشد، جهت رفع عیب باید مدار را به ۲ قسمت تقسیم نمود و در هر قسمت کنترل را انجام داد و در صورت نیاز این کار را تکرار می‌کنیم تا محل عیب پیدا شود.



شکل ۶- نمایی از یک مدار آتش کاری و نحوه کنترل آن

کنترل سیم‌کشی‌های سطحی و شبکه‌بندی چاشنی‌ها

کار عملی: با توجه به مدارهای سری، موازی و سری - موازی که در فعالیت قبل مقادیر مقاومت اندازه‌گیری شده و طراحی شده را محاسبه و مقایسه نمایید.

شرح فعالیت:

- ۱] نحوه کار با اهم‌متر
- ۲] کنترل مقاومت مدار سری و مطابقت دادن مقادیر طراحی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده و رفع عیب در صورت نیاز، طبق دستورالعمل
- ۳] کنترل مقاومت مدار موازی و مطابقت دادن مقادیر طراحی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده و رفع عیب در صورت نیاز، طبق دستورالعمل
- ۴] کنترل مقاومت مدار سری - موازی و مطابقت دادن مقادیر طراحی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده و رفع عیب در صورت نیاز، طبق دستورالعمل

مواد و ابزار: کیت آتش کاری، سیم، سیم‌چین، چسب برق، اهم‌متر

نکات ایمنی: استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند لباس کار، دستکش، کفش ایمنی و ...

اخلاق حرفه‌ای: دقت در بستن سیم‌ها، سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار



ارزشیابی مرحله‌ای: بازرسی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	انجام سیم‌کشی و کنترل اتصالات و ترمیم قطع جریان در مدار آتش‌کاری	بالاتر از حدانتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: وسیله نقلیه دارای علائم هشداردهنده - سیم
۲	انجام سیم‌کشی و کنترل اتصالات	قابل قبول	مواد مصرفی: نوشت افزار - سوخت
۱	وجود قطعی در اتصالات شبکه انفجار و عدم ترمیم آن	ناقص	زمان: ۵۰ دقیقه

اعلام خطر قبل از عملیات انفجار

■ نکات مهم اعلام خطر قبل از انجام عملیات آتش‌کاری

- آماده به کار بودن ماشین گشت‌زنی و سالم بودن لوازم اعلام خطر باید کنترل شود.
- زمان و محل عملیات آتش‌کاری باید با اطلاع‌دهی مسئول معدن و مسئول ایمنی باشد.
- زمان انجام عملیات آتش‌کاری از روز قبل و روز انجام عملیات در روستاهای اطراف اعلام شود.
- از ۱۵ دقیقه قبل از انفجار ۳ بار با صدای بلند یا هر وسیله مطمئن دیگر (معمولاً آژیر مخصوص) شروع انفجار را به سایرین خبر دهد. همچنین پس از انفجار با همان وسیله خاتمه عملیات را اعلام دارد.

در صورت مشاهده حیوانات اهلی و یا وحشی، آنها را به خارج محدوده خطر هدایت نمایند.

نکات ایمنی



فعالیت
کارگاهی



بازدید از یک معدن و مشاهده نحوه اعلام خطر و کنترل محیط در هنگام آتش‌کاری

کار عملی: گشت‌زنی و اعلام خطر با وسیله نقلیه قبل از عملیات انفجار

شرح فعالیت: تهیه گزارش از نحوه انجام عملیات اعلام خطر و کنترل محیط شامل

- ۱ نحوه انجام عملیات گشت‌زنی
- ۲ تعداد دفعات و نحوه اعلام خطر به وسیله آژیر
- ۳ تعیین محل امن برای ماشین‌آلات
- ۴ خارج کردن پرسنل از شعاع تأثیر
- ۵ کنترل‌های نهایی

مواد و ابزار: دوربین و نوشت‌افزار

نکات ایمنی: به کارگیری تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه معدنی، خوب گوش کردن به دستورات مسئول کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: احترام به مسئولین معدن، حضور به هنگام، دقت و سرعت عمل در کار، رعایت نکات زیست‌محیطی



شکل ۷

بارش فکری: اگر عملیات آتش‌کاری در معدنی دارای شعاع تأثیر ۲۵۰ متر باشد و محدوده شامل عوامل موجود در شکل مقابل باشد، جهت اعلام خطر و کنترل محیط چه نکاتی را باید رعایت کرد. این موارد را ذکر نمایید و درستی آن را از هنرآموز خود جویا شوید.

ارزشیابی مرحله‌ای: اعلام هشدار

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	هشدار به کلیه افراد و دستور تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین‌آلات ب‌به کارگیری بلندگو، تابلو، آژیر	بالاتر از حدانتظار	مکان: معدن تجهیزات: بلندگو - تابلوی اعلام خطر
۲	هشدار به کلیه افراد و دستور تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین‌آلات	قابل قبول	مواد مصرفی: نوشت افزار
۱	هشدار به کلیه افراد و دستور تخلیه محدوده خطر از افراد	ناقص	زمان: ۲۰ دقیقه

ضوابط و مقررات ایمنی در زمان انفجار

از مهم‌ترین اثرات نامطلوب عملیات آتش‌کاری معدن، لرزش زمین، لرزش هوا و پرتاب سنگ است که این پدیده‌ها تحت شرایط خاص، توانایی تخریب سازه‌های مجاور شامل شهرها، روستاها و تخریب محیط زیست منطقه و تأثیر نامطلوب بر زندگی ساکنین و حیوانات وحشی و اهلی موجود در منطقه است. به همین خاطر لازم است جهت کاهش هرچه بیشتر این تأثیرات در هنگام انجام عملیات انفجار به قوانین و مقررات زیر توجه شود.

پیشگیری از حوادث با رعایت اصول و نکات ایمنی

۱ استفاده از وسایل ایمنی و حفاظتی



شکل ۸



شکل ۹

۲ قبل از آتش کاری از ورود اشخاص به محل عملیات جلوگیری کند.
در معادن زیرزمینی حداقل فاصله اشخاص تا محل عملیات ۸۰ متر است.



شکل ۱۰

۳ حداقل تا نیم ساعت قبل از انفجار باید کلیه پرسنل و ماشین آلات از شعاع خطر انفجار خارج شوند.

۴ مسئول کنترل باید بعد از همه محل را ترک کند.

۵ به کارگیری دستگاه های گازسنج در معادن زیر زمینی و اندازه گیری میزان گاز و توجه به میزان گرد و غبار حاصل از انفجار ضروری است.



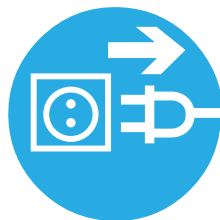
شکل ۱۱

۶ شناسایی گازهای بعد از انفجار و خطرات ناشی از آنها.



شکل ۱۲

۷ اطلاع رسانی سریع به مسئولین در مورد ازدیاد گازهای سمی و مضر جهت تهویه محل کار.



شکل ۱۳

۸ حفظ خونسردی در مواقع حادثه و اطلاع به موقع به مسئولین.

۹ قطع کلیه جریان های الکتریکی در مواقع اضطراری.



شکل ۱۴

۱۰ شناسایی مسیرهای فرار هنگام آتش کاری.



خروج و هدایت پرسنل و ماشین‌ها به مکان امن

کار عملی: در گروه‌های سه نفره تمرین عملی خارج نمودن افراد و ماشین‌آلات از محوطه خطر و پناه‌گیری در محل امن را شبیه‌سازی نمایید، این عملیات باید طبق زمان‌بندی مشخص و طبق نظارت هنرآموز انجام گیرد.



شکل ۱۵- آژیر اعلام خطر

شرح فعالیت: مشخصات انجام کار به شرح زیر می‌باشد:

- ۱] محدوده ایمن برای افراد با فاصله ۲۵۰ متری از مرکز محل فرضی انفجار
- ۲] پناه‌گاه ایمن برای ماشین‌آلات در فاصله حداقل ۱۰۰ متر از محل فرضی انفجار
- ۳] خروج کلیه افراد و ماشین‌آلات طی حداکثر نیم‌ساعت قبل از لحظه انفجار
- ۴] آژیر کشیدن طی سه مرحله در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه و ۵ دقیقه قبل از انفجار (با توجه به فضای محدود هنرستان‌ها این تمرین می‌تواند در مقیاس فضای کوچک‌تر نیز اجرا شود).

مواد و ابزار: وسیله نقلیه، آژیر خطر، بلندگو، ساعت یا کرنومتر، تابلوی اعلام خطر

نکات ایمنی: به کارگیری تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه معدنی، خوب گوش کردن به دستورات مسئول کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: احترام به مسئولین معدن، حضور به هنگام، دقت و سرعت عمل در کار

ارزشیابی مرحله‌ای: اعلام هشدار

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	اطلاع‌رسانی دقیق زمان انفجار در تمامی محدوده عملیاتی و کنترل نهایی و اطمینان از تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین‌آلات	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه آتش‌کاری - محدوده معدن تجهیزات: وسیله نقلیه - تابلوهای اعلام خطر - بلندگو مواد مصرفی: سوخت - نوشت افزار
۲	اطلاع‌رسانی زمان انفجار در تمامی محدوده عملیاتی و اطمینان از تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین‌آلات	قابل قبول	زمان: ۲۰ دقیقه
۱	عدم اطلاع‌رسانی کامل	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی و بهداشت و توجهات زیست محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: شبکه آتش کاری - محدوده معدن
۲	مسئولیت پذیری - رعایت بهداشت - پوشش ایمنی	قابل قبول	تجهیزات: وسیله نقلیه - تابلوهای اعلام خطر - بلندگو
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	مواد مصرفی: سوخت - نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه

ارزشیابی شایستگی اعلام خطر و کنترل محیط

نام و نام خانوادگی	شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:	نام و نام خانوادگی
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط
کد وظیفه	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۵۱	کار	اعلام خطر و کنترل محیط
		سطح شایستگی	۲
		سطح صلاحیت	L۲
		استاندارد عملکرد: اعلام خطر و کنترل محیط با وسیله نقلیه دارای علائم هشدار دهنده و مدیریت بر ایمن بودن محیط طبق دستورالعمل های ایمنی	۸۱۱۳۱۳۰۴۵

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها/ داوری/ نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	بازرسی	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: وسیله نقلیه دارای علائم هشدار دهنده - بی سیم مواد مصرفی: نوشت افزار - سوخت زمان: ۵۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	کنترل سیم کشی و اتصالات سطحی شبکه انفجار و ترمیم احتمالی قطع شریان ها	۳	
				کنترل سیم کشی و اتصالات سطحی شبکه انفجار و ترمیم	۲	
				وجود قطعی در اتصالات شبکه انفجار و عدم ترمیم آن	۱	
۲	اعلام هشدار	مکان: شبکه انفجار و محدوده معدن تجهیزات: بلندگو - تابلو اعلام خطر مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	هشدار به کلیه افراد و دستور تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین آلات با به کارگیری بلندگو، تابلو، آژیر	۳	
				هشدار به کلیه افراد و دستور تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین آلات با به کارگیری بلندگو، آژیر	۲	
				عدم اعلام هشدار کامل و عدم تخلیه کامل محیط کار	۱	
۳	اعلام زمان انفجار	مکان: شبکه اتمی - محدوده معدن تجهیزات: وسیله نقلیه - تابلوهای اعلام خطر - بلندگو مواد مصرفی: سوخت - نوشت افزار زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	اطلاع رسانی دقیق انفجار در تمامی محدوده عملیاتی و کنترل نهایی و اطمینان از تخلیه محدوده خطر از افراد و ماشین آلات	۳	
				اطلاع رسانی دقیق انفجار در تمامی محدوده عملیاتی و کنترل نهایی و اطمینان از تخلیه محدوده خطر از افراد	۲	
				عدم اطلاع رسانی کامل	۱	
۴			آزمون شفاهی - آزمون عملکردی		۳	
					۲	
					۱	
		۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت موارد ۴ تا ۱	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
				عدم توجه به نکات فوق	۱	

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

☐ بلی
☐ خیر

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از مراحل ۱ و ۲ و ۳ (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها - تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

واحد یادگیری ۲: آتش کاری

مقدمه

عملیات آتش کاری داشتن مهارت لازم در نحوه اتصال سیم های شبکه آتش کاری به فتیله اطمینان و یا کابل آتش و آماده نمودن دستگاه آتش زن می باشد. همچنین داشتن آگاهی کامل از مقررات خروج آتش کار از محل انفجار و همچنین ضوابط و مقررات اجرای عملیات انفجار ضروری است که در ادامه درس به آن پرداخته خواهد شد.

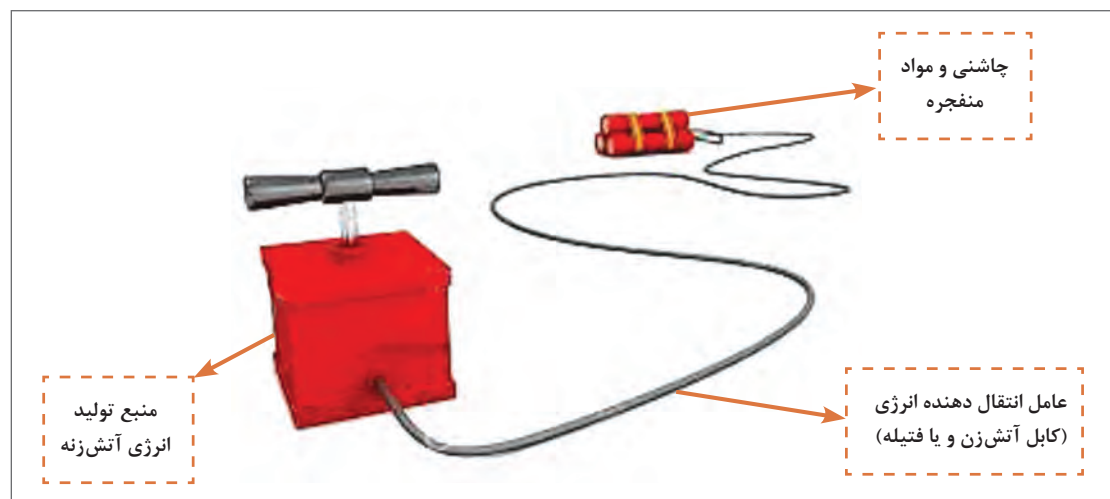
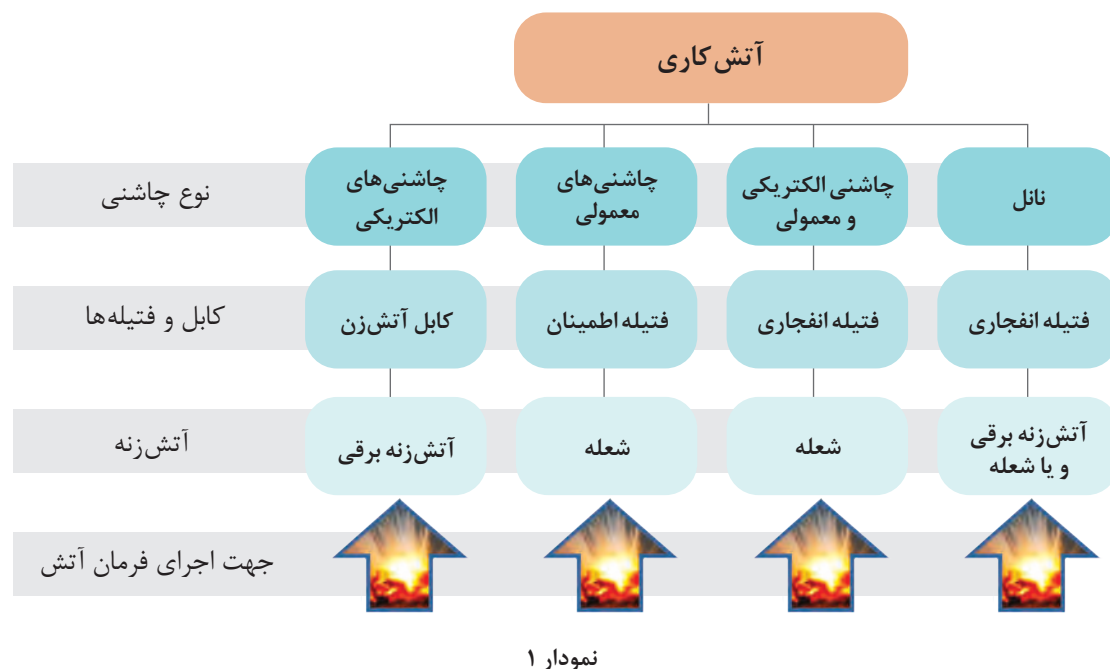
استاندارد عملکرد

انجام عملیات آتش کاری با استفاده از دستگاه آتش زنه، سیم، فتیله، وسیله نقلیه، دستورالعمل انفجار و با دقت ۱۰۰٪ و مراحل انجام این کار شامل: اتصال نهایی سیم های آتش کاری به دستگاه آتش زنه، ترک محل انفجار و اجرای عملیات انفجار می باشد که در این کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

پیش نیاز و یادآوری

اتصال سیم نهایی شبکه به فتیله اطمینان و آماده نمودن آتش زنه

پس از اتمام کنترل مدار آتش کاری و اطمینان از صحیح بسته شدن سیم های مدار، آخرین مرحله آتش کاری وصل مدار انفجار به منبع برق و یا آتش زنه است که در اثر آن عامل تحریک به چاشنی ها می رسد و باعث انفجار چال ها می شود.



شکل ۱۶- تصویر شماتیک عوامل آتش کاری

■ **کابل و فتیله ها:** ابزارهایی هستند که به عنوان عوامل انتقال انرژی لازم، جهت انفجار از منبع (آتش زنه، شعله و ...) به چاشنی به کار می روند.

۱ کابل آتش زن: سیم دو لایه‌ای است که دور قرقره پیچیده شده است و جهت انفجار چاشنی‌های الکتریکی به کار می‌رود. هر بار هنگام انفجار از پناهگاه تا سیم رابط (محل چاشنی‌ها) روی زمین پهن می‌شود. سیم آتش باید کلفت و مقاوم باشد اما در اثر برخورد با سنگ‌های نوک تیز احتمال زخمی شدن و اتصالی کردن آن وجود دارد. برای پی بردن به عیب‌های آن باید هر ماه یک‌بار سیم آتش به شرح ذیل آزمایش شود:



■ در یک طرف سیم آتش دو سرسیم را به اهم‌متر وصل می‌کنیم. اگر عبور جریان نشان داده نشد سیم سالم است اما عبور جریان دلیل بر اتصال دو رشته سیم و ایجاد مدار کوتاه است.

■ دو سر هر رشته سیم آتش را به اهم‌متر وصل می‌کنیم. اهم‌متر مقاومت سیم آتش را نشان خواهد داد. اگر مقاومت بیش از آن باشد دلیل بر پارگی سیم اما نه قطع کامل آن است و اگر مقاومت بی‌نهایت نشان داده‌شود دلیل بر پارگی سیم است.

شکل ۱۷- کابل آتش زن

۲ فتیله اطمینان: همان طور که قبلاً بیان شد فتیله اطمینان به تنهایی، فقط می‌تواند جهت انفجار چاشنی‌های معمولی استفاده شود.

۳ فتیله انفجاری: این فتیله می‌تواند جهت انفجار تمامی چاشنی‌ها (معمولی، الکتریکی و نازل) استفاده شود. اما باتوجه به سرعت انتقال بالای این نوع فتیله‌ها معمولاً چند متر انتهایی مانده به دستگاه آتش‌زنه را به جای فتیله انفجاری از فتیله اطمینان استفاده می‌کنند.



■ آتش‌زنه:

■ **دستگاه آتش‌زنه برقی^۱:** در حقیقت یک دستگاه مولد برق است که با گرداندن دسته‌ای برق در خازن ذخیره می‌شود و با فشردن دکمه‌ای برق ذخیره شده در مدار تخلیه می‌شود. ماشین آتش‌زنه برقی ظرفیت منفجر کردن تعداد معینی چاشنی را دارد که بر روی آن نوشته شده است.

شکل ۱۸- دستگاه آتش‌زنه برقی

بستن سیم‌های مدار آتش‌کاری
به عوامل انتقال (کابل یا فتیله)

اتصال عوامل انتقال
به دستگاه آتش‌کن

آماده به کار کردن
دستگاه آتش‌کن

نمودار ۲- مراحل انجام اتصال نهایی به دستگاه آتش‌زنه



اتصال سیم نهایی

کار عملی ۱: برای هر یک از چاشنی‌های زیر سیم یا فتیله‌های نهایی را انتخاب کنید و در کارگاه هنرستان بستن آنها را تمرین نمایید.

نوع چاشنی	انتخاب عوامل انتقال انرژی ممکن	نوع کابل یا فتیله انتقال دهنده انرژی
چاشنی معمولی		کابل آتش
چاشنی الکتریکی معمولی		فتیله اطمینان
چاشنی نازل		فتیله انفجاری
چاشنی الکتریکی تأخیری		فتیله اطمینان + فتیله انفجاری

شرح فعالیت:

۱ انتخاب انواع روش‌های اتصال مدار آتش کاری به دستگاه آتش کن

۲ کنترل کابل آتش زن

۳ انجام عملی اتصال هر یک از این انواع (طبق مراحل پنج‌گانه اتصال سیم‌ها) و یا بستن فتیله‌ها

کار عملی ۲: بازدید از یک واحد معدنی و مشاهده نحوه اتصال سیم‌ها و کار با دستگاه آتش کن

مواد و ابزار: کیت آتش کاری، سیم، سیم‌چین، چسب برق، اهم‌متر، فتیله اطمینان و انفجاری
نکات ایمنی: استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند لباس کار، دستکش، کفش ایمنی و ...، رعایت کلیه دستورالعمل‌های ایمنی کار با مواد منفجره
اخلاق حرفه‌ای: دقت در بستن سیم‌ها، سرعت عمل در انجام کارها، تمیز کردن و جمع‌آوری کلیه تجهیزات پس از اتمام کار

ارزشیابی مرحله‌ای: اتصال نهایی آتش کاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	کنترل کلیه اتصالات و اطمینان از آماده‌بودن برای آتش کاری و ترمیم قطعی احتمالی اتصالات، آماده نمودن آتش کن	بالاتر از حدانتظار	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: آتش زن - دستورالعمل انفجار و ایمنی
۲	کنترل کلیه اتصالات و اطمینان از آماده‌بودن برای آتش کاری و ترمیم قطعی احتمالی اتصالات	قابل قبول	مواد مصرفی: سیم - فتیله - کبریت - باتری
۱	وجود قطعی در شبکه اتصالات و عدم ترمیم آن	ناقص	زمان: ۴۰ دقیقه

خروج آتش کار از محل انفجار

آتش کار آخرین نفری است که محل انفجار را ترک می کند بنابراین باید ضمن رعایت کلیه قوانین، مقررات و دستورالعمل های مرتبط با آتش کاری، دقیقاً سر وقت مقرر و لحظاتی قبل از انفجار خود را به محل امن برساند. پس از انفجار، سنگ ها به قطعات ریز و درشت تبدیل می شود و بسیار اتفاق می افتد که قطعه و یا قطعاتی از سنگ به طور غیر قابل پیش بینی حتی به محل امن و یا فراتر از آن هم برسد، بنابراین هوشیاری تیم آتش کاری، به خصوص آتش کار و پیش بینی این گونه احتمالات و خطرات جانی و مالی ناشی از آن فوق العاده مهم است و اغلب با تجربه و ممارست به دست می آید. توصیه می شود که افراد مذکور حتی در محل امن هم باید حتی الامکان در پناهگاه و برخلاف مسیر پرتاب سنگ ها موضع گیری کنند و هوشیارانه پرتاب سنگ ها و خطر ها را نظاره کنند و تا حد ممکن خود را از خطر دور کنند.

در صورتی که آتش کار جهت رسیدن به محل امن باید از ماشین استفاده کند باید ماشین سالم، روشن و آماده باشد تا بتواند در زمان مقرر بلافاصله محل را ترک کند.

بخشی از مهم ترین مقررات و دستورالعمل های لازم عبارت اند از:

- ۱ هر آتش کار می تواند یک نفر کمک داشته باشد ولی مسئولیت انجام عملیات از هر لحاظ بر عهده آتش کار است.
- ۲ وسایلی که ممکن است در اثر آتش کاری آسیبی به آنها برسد، باید به نحو مناسبی محافظت شوند.
- ۳ طول فتیله اطمینان باید به اندازه ای باشد که آتش کار بتواند پس از آتش کردن، خود را به محل امنی برساند و در هر صورت طول این فتیله نباید از یک متر کمتر و مقداری از فتیله که از چال بیرون می ماند از ۲۰ سانتی متر کمتر باشد.
- ۴ آتش کار باید طرف دیگر فتیله اطمینان را که به چاشنی متصل می شود، به صورت عمودی و طرفی را که برای آتش کردن در نظر گرفته می شود، به صورت مورب قطع کند.
- ۵ اتصال کابل هدایت برق به سیم چاشنی ها و همچنین به دستگاه آتش زنه باید فقط توسط آتش کار و پس از اتمام خرج گذاری و آزمایش مدار و دور شدن کمک آتش کاران از جبهه کار، انجام شود.
- ۶ زمان و محل عملیات آتش کاری باید با اطلاع مسئول معدن و مسئول ایمنی باشد.
- ۷ در صورتی که آتش کار برای حفاظت از پناهگاه خاصی استفاده می کند، فاصله پناهگاه تا محل آتش کاری باید حداقل ۸۰ متر باشد. در معادن زیرزمینی در صورت نبودن پناهگاه، فاصله آتش کار از محل آتش کاری در تونل های مستقیم باید حداقل ۲۰۰ متر باشد.



خروج از محل انفجار

کار عملی: بازدید از یک معدن و مشاهده نحوه خروج از محل انفجار

شرح فعالیت: تهیه گزارش از مراحل خروج پرسنل، ماشین آلات و آتش کار از محل انفجار همراه تصاویر و فیلم

۱) نحوه اعلام خطر

۲) خروج ماشین آلات

۳) نحوه خروج پرسنل

۴) نحوه خروج آتش کار و رسیدن به محل امن

۵) بیان نکات و مقررات ایمنی

مواد و ابزار: دوربین و نوشت افزار

نکات ایمنی: به کارگیری تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه معدنی، خوب گوش کردن

به دستورات مسئول کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: احترام به مسئولین معدن، حضور به هنگام، دقت و سرعت عمل در کار

ارزشیابی مرحله‌ای: ترک محل انفجار

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/دآوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان قوانین و مقررات ایمنی، تشریح نحوه اتصالات چاشنی با سیم یا فتیله نهایی کافی به آتش کن، اجرای فرمان آتش و ترک آنی محل و رسیدن به محل امن	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار و حریم امن اطراف شبکه تجهیزات: وسیله نقلیه - دستورالعمل انفجار و ایمنی مواد مصرفی: سوخت زمان: ۲۰ دقیقه
۲	تشریح نحوه اتصالات چاشنی با سیم یا فتیله نهایی کافی به آتش کن، اجرای فرمان آتش و ترک آنی محل و رسیدن به محل امن	قابل قبول	
۱	عدم اتصال صحیح چاشنی به آتش زنه و یا نرفتن به محل امن	ناقص	

ضوابط و مقررات ایمنی در زمان انفجار

بسته به شرایط، شبکه انفجار شامل نوع چاشنی، تعداد چال‌ها و میزان مواد منفجره مورد استفاده و همچنین محل شبکه می‌باشد، اجرای عملیات آتش کاری می‌تواند:

۱) با استفاده از فتیله اطمینان انجام شود که در این صورت پس از آتش کردن فتیله، آتش کار بلافاصله خود را با استفاده از وسیله نقلیه و یا پیاده به محل امن برساند و انفجار صورت گیرد.

۲) اما در مواردی که از سیم انفجار استفاده می‌شود، باید آتش کار به محل امن رفته و ضمن پناه گرفتن عملیات انفجار را اجرا کند.



فکر می‌کنید تفاوت‌های روش اجرای آتش‌کاری توسط فتیله اطمینان و یا سیم انفجار به چه علت است؟

■ مراحل اجرای عملیات آتش‌کاری عبارت‌اند از:

- (الف) آتش‌کار و کمک او به ایستگاه و یا محل ایمنی آتش‌کردن چال‌ها بروند.
- (ب) بوق و یا زنگ آتش‌کردن را به صدا درآورد.
- (ج) کابل اصلی آتش‌کاری را به دستگاه آتش‌زنه متصل کند.
- (د) کنترل‌کننده که همه در پناهگاه‌ها قرار گرفته باشند.
- (هـ) سه بار با صدای بلند یا بلندگو اعلام شود «آتش» و سپس چال‌ها را آتش کرد.
- (و) کلید دستگاه آتش‌زنه را از آن خارج کرده، آتش‌کاری را انجام دهد و سپس کابل آتش‌کاری را از دستگاه مزبور جدا سازد.
- (ز) پس از انجام آتش‌کاری و گذشت زمان لازم، محل آتش‌کاری شده بازدید شود.
- (ک) در صورت ایمن بودن، بوق و یا زنگ آتش‌کردن را خاموش کرده و کارکنان مربوطه را برای برگشتن به کارگاه باز خواند و دستورات لازم را به آنها بدهد.
- (ل) کلیه کابل‌ها و سیم‌های اضافی را جمع‌آوری کند.
- (م) نتیجه آتش‌کاری و حساب مصرفی‌ها را در دفتر مخصوص آتش‌کاری ثبت کند.

■ مقررات قانونی ویژه آتش‌کاری در معادن زغال سنگ

مقررات قانونی مربوط به آتش‌کاری در معادن زغال سنگ به شرح زیر است:

- ۱ استفاده از فتیله معمولی و فتیله انفجاری در معادنی که در آنها گاز زغال یا گرد زغال وجود دارد ممنوع است و آتش‌کاری باید فقط با چاشنی الکتریکی ایمن صورت گیرد. همچنین در این معادن، استفاده از چاشنی تأخیری معمولی در کارگاه‌های استخراج ممنوع است.
- ۲ در معادن دارای گاز زغال یا گرد زغال، منحصراً باید از دستگاه‌های آتش‌کن مخصوص این معادن استفاده شود.
- ۳ در موارد زیر آتش‌کردن چال ممنوع است:
 - (الف) وقتی که غلظت گاز زغال در محل انفجار از یک درصد بیشتر باشد.
 - (ب) موقعی که خطر سرایت انفجار به محل‌های متروکه، حفاریات و شکستگی‌هایی که در آنها گاز زغال جمع شده است، موجود باشد.
- ۴ کابل هدایت برق برای آتش‌کاری باید دارای روپوش عایق باشد.
- ۵ در معادن دارای گاز زغال برای آتش‌کاری در جبهه کارهای زغال‌دار فقط باید از مواد منفجره مجاز (ضد گاز زغال) استفاده شود.

- ۶ میزان مصرف مواد منفجره برای هر چال نباید از مقداری که کارخانه سازنده تعیین کرده است، تجاوز کند.
- ۷ در معادن دارای گرد زغال، قبل از آتش کردن چال ها باید محوطه اطراف جبهه کار به اندازه کافی آب پاشی شود.
- ۸ قبل از خرج گذاری، آتش کار باید هوای اطراف جبهه کار را تا شعاع ۳۰ متری آزمایش کند و در صورتی که عیار گاز از یک درصد بیشتر باشد، از خرج گذاری خودداری کرده و مراتب را به مسئول ایمنی معدن اطلاع دهد.
- ۹ چال ها باید پس از خرج گذاری با مواد غیر سوختی و غیر سیلیسی مسدود شوند.
- ۱۰ مواد منفجره مورد استفاده فقط باید به صورت لول باشد.

اتصال آتش زنه به فتیله اطمینان و اجرای فرمان آتش

کار عملی: بازدید از یک معدن و مشاهده نحوه اتصال سیم نهایی به آتش زنه و اجرای فرمان آتش

شرح فعالیت: تهیه گزارش از مراحل انجام کار همراه تصاویر و فیلم شامل:

- ۱ نحوه اجرای مقررات ایمنی اجرای فرمان آتش
- ۲ نحوه اتصال سیم ها به آتش زنه
- ۳ نحوه اجرای عملیات آتش کاری با فتیله اطمینان
- ۴ مشاهده نحوه کنترل محل آتش کاری شده پس از اتمام عملیات

مواد و ابزار: دوربین و نوشت افزار

نکات ایمنی: به کار گیری تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه معدنی، خوب گوش کردن به دستورات مسئول کارگاه

اخلاق حرفه ای: احترام به مسئولین معدن، حضور به هنگام، دقت و سرعت عمل در کار

فعالیت
کارگاهی



ارزشیابی مرحله ای: اجرای عملیات انفجار

نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان مراحل اجرای عملیات آتش کاری، تعیین محل امن، رعایت مقررات ایمنی و نحوه کنترل محل پس از انفجار	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار - محدوده معدن تجهیزات: آتش زن - فتیله انفجار - دستورالعمل انفجار و ایمنی - نقشه مواد مصرفی: سیم - فتیله - مواد منفجره - چاشنی زمان: ۳۰ دقیقه
۲	بیان مراحل اجرای عملیات آتش کاری، تعیین محل امن و رعایت مقررات ایمنی	قابل قبول	
۱	بیان مراحل اجرای عملیات آتش کاری	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	-	-	مکان: شبکه انفجار - محدوده معدن
۲	دقت و صحت و سرعت عمل - به‌کارگیری تجهیزات کامل ایمنی - مسئولیت‌پذیری - نقش در تیم - مذاکره - مهارت گوش دادن - خودمدیریتی - مدیریت منابع انسانی	قابل قبول	تجهیزات: آتش زن - فتیله انفجار - دستورالعمل انفجار و ایمنی نقشه مواد مصرفی: سیم - فتیله - مواد منفجره - چاشنی
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	زمان: ۳۰ دقیقه

ارزشیابی شایستگی آتش کاری

نام و نام خانوادگی		شماره ملی	تاریخ ارزشیابی:		
کد حرفه	۸۱۱۳۱۳	حرفه	متصدیان استخراج و کنترل محیط	کد پیمانانه / پودمان	۸۱۱۳۱۳۰۴۵۲
کد وظیفه شغل	۸۱۱۳۱۳۰۴	وظیفه شغل	عملیات نقشه برداری و آتش کاری در معدن	سطح صلاحیت	L۲
کد کار	۸۱۱۳۱۳۰۴۵۲	کار	آتش کاری	سطح شایستگی	۲

ردیف	مراحل کار	شرایط انجام کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	ابزارهای ارزشیابی	استاندارد (شاخص ها / داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	نمره کسب شده
۱	اتصال نهایی آتش کاری	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: آتش زن - دستورالعمل انفجار و ایمنی مواد مصرفی: سیم - فتیله - کبریت - باطری زمان: ۴۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	کنترل کلیه اتصالات و اطمینان از آماده بودن برای آتش کاری و ترمیم قطعی احتمالی اتصالات	۳	
				کنترل کلیه اتصالات و اطمینان از آماده بودن برای آتش کاری	۲	
				وجود قطعی در شبکه اتصالات و عدم ترمیم آن	۱	
۲	ترک محل انفجار	مکان: شبکه انفجار و حریم امن اطراف شبکه تجهیزات: وسیله نقلیه - دستورالعمل انفجار و ایمنی مواد مصرفی: سوخت زمان: ۲۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	اتصالات چاشنی معمولی با سیم کافی به آتش زنه و ترک آنی محل و رسیدن به محل امن	۳	
				اتصالات چاشنی معمولی به آتش زنه و ترک آنی محل و رسیدن به محل امن	۲	
				عدم اتصال صحیح چاشنی به آتش زنه و نرفتن به محل امن	۱	
۳	اجرای عملیات انفجار	مکان: شبکه انفجار - محدوده معدن تجهیزات: آتش زن - فتیله انفجار - دستورالعمل انفجار و ایمنی - نقشه مصرفی: سیم - فتیله - مواد ناریه - چاشنی زمان: ۳۰ دقیقه	آزمون شفاهی - آزمون عملکردی	انفجار کلیه چال های خرج گذاری شده	۳	
				عدم انفجار به علت ایجاد رطوبت	۲	
				قطع شدگی در شبکه اتصالات سطحی	۱	
	شایستگی های غیر فنی: ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۱- مسئولیت پذیری ۲- درستکاری ۳- رعایت موارد ایمنی ۴- دقت و سرعت عمل در کار	رعایت بند ۱ تا ۴ عدم رعایت مورد ۱ تا ۴	رعایت مسئولیت پذیری، درستکاری، رعایت موارد ایمنی، دقت و سرعت عمل در کار	۲	
			عدم رعایت موارد ۳ تا ۱	عدم توجه به نکات فوق	۱	

☐ بلی☐ خیر

ارزشیابی کار (شایستگی انجام کار)

توضیحات:

۱- معیار شایستگی انجام کار:

- کسب حداقل نمره ۲ از ۱ و ۲ و ۳ (مراحل بحرانی)

- کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش

- کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار

۲- تعریف سطوح شایستگی: صرف نظر از اینکه یک تکلیف کاری در چه سطحی از صلاحیت حرفه ای انجام می شود، در هر محیط کاری ممکن است انجام هر کار با کیفیت مشخصی مورد انتظار باشد. سطح شایستگی انجام کار، معیار اساسی ارزشیابی است.

- مهارت (سطح سه): ماهر و قادر به آموزش و هدایت دیگران، توانایی برنامه ریزی و تحلیل، پاسخ گویی در برابر کارهای خود، سروکار داشتن با سطح وسیعی از کارها و فعالیت ها

- تسلط (سطح چهار): خبرگی در انجام کار و آموزش دیگران، ایجاد، نوآوری، سازگاری، عیب یابی، هدایت و راهنمایی دیگران.

- ۱ برنامه درسی درس عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری در معدن، ۱۴۰۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲ استوار، رحمت‌الله. ۱۳۸۹. عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۳ عملیات نقشه‌برداری و آتش‌کاری در معدن، رشته معدن. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های فنی و حرفه‌ای سال ۱۳۹۷.
- ۴ استوار، رحمت‌الله. نقشه‌برداری عمومی و عملیات، تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ۱۳۸۴.
- ۵ دانش فنی پایه، رشته معدن، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، چاپ دهم ۱۴۰۴.
- ۶ ذوالفقاری، محمود. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری (جلد اول: شناخت کلی). چاپ بیست و هشتم. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۷ آزادی، غلامرضا. ۱۳۸۱. نقشه‌برداری معدن. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۸ استوار، رحمت‌الله. ۱۳۹۶. آتش‌کاری در معدن، تئوری‌های انفجار و معدن روباز (جلد اول، چاپ دهم). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۹ استوار، رحمت‌الله. ۱۳۹۶. آتش‌کاری در معدن حفر تونل و فضاهای زیرزمینی (جلد دوم، چاپ دهم). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۱۰ مقررات فنی مواد منفجره و آتش‌کاری در معدن معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی وزارت صنایع و معادن.

۱۱ Lopez Jimeno, C., Lopez Jimeno, E., & Ayala Carcedo, F. J. Drilling and Blasting of Rocks.

