

## فصل ۴

# خرج گذاری چال ها



مهم ترین فعالیت در عملیات آتشیاری اجرای عملیات خرج گذاری است که شامل نحوه قرار دادن چاشنی و مواد منفجره در چال های انفجاری است. فرد مسئول در این زمینه می بایست دارای دانش و مهارت خاص عملیات آتشیاری 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 در این زمینه وجود دارد.

## خرج گذاری

## مقدمه

مهم‌ترین مرحله عملیات آتشباری، عملیات خرج گذاری است که با کنترل چال‌ها (میزان درز و شکستگی، پُر شدن چال‌ها و آبگرفتگی) آغاز و شامل استفاده از انواع چاشنی و فتیله، روش صحیح خرج گذاری مواد منفجره و نحوه بستن دهانه چال‌ها و اتصال سیم‌ها است و داشتن تخصص و تجربه و مهارت‌های لازم در انجام این کارها بسیار مؤثر است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## استاندارد عملکرد

انجام عملیات خرج گذاری با استفاده از چاشنی - فتیله - مواد ناریه - شبکه بندی آنها براساس دستورالعمل آتشباری و بارعایت ۱۰۰٪ ایمنی و مراحل انجام این کار شامل: کنترل نهایی چال‌ها - چاشنی گذاری - شارژ مواد ناریه - گل گذاری - شبکه بندی سیم‌ها می‌باشد که در کتاب به آن پرداخته خواهد شد.

## پیش نیاز و یادآوری

## ویژگی‌های چال‌های انفجاری و روش‌های آب‌کشی آنها

خرج‌گذاری: 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:

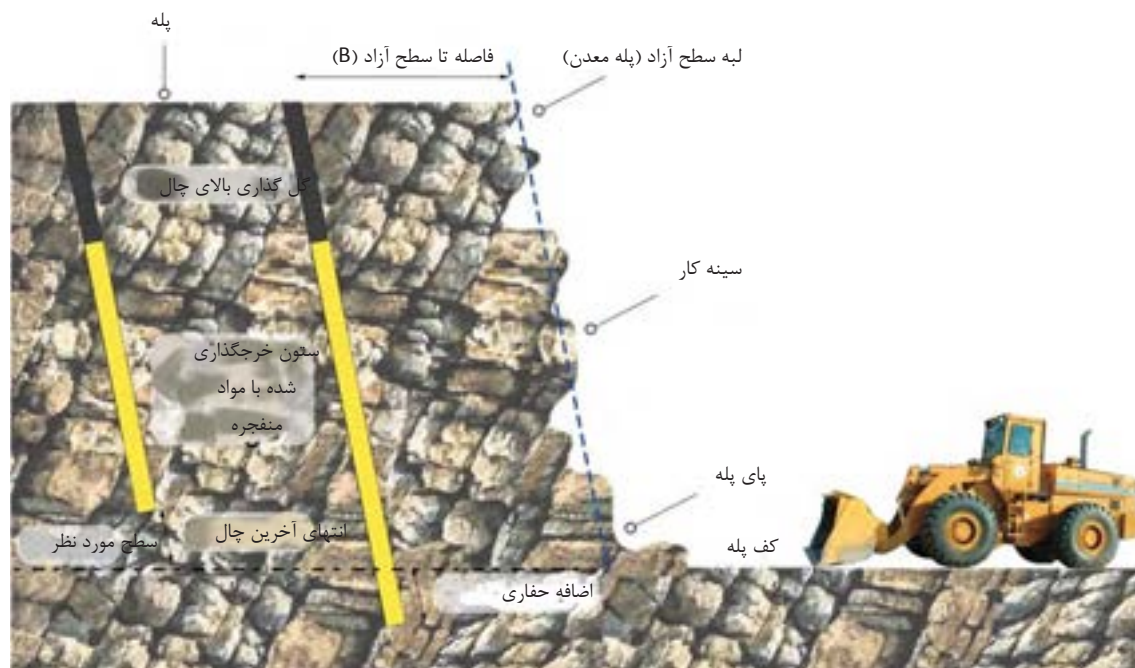
۱- کنترل نهایی چال‌ها: (از نظر محل، عمق، ابعاد و موقعیت، آبدار بودن، ریزشی و یا دارای حفره و درز و شکستگی بودن)

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 خرج‌گذاری در چال‌های آبدار می‌توان از کیسه‌های مخصوص و یا مواد منفجره ضد آب استفاده کرد.

۳- چاشنی‌گذاری

۴- قرار دادن ماده منفجره در چال: خرج‌گذاری با سمبه چوبی، هوای فشرده، با ماشین، به صورت آزاد در کیسه‌های پلی‌اتیلن.

۵- گل‌گذاری دهانه چال: از ذرات حاصل از حفاری چال همراه رس جهت مسدود کردن دهانه چال و جلوگیری از پرتاب سنگ، کم‌شدن لرزش هوا و خروج گازها انجام می‌گیرد.



موقعیت چال‌های خرج‌گذاری شده

**کنترل نهایی چال‌ها:** عملیات کنترل چال‌ها 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، می‌توان عملیات را بدون کنترل مجدد چال‌ها انجام داد اما در صورتی که فاصله‌ای بین عملیات کنترل چال‌ها و خرج گذاری باشد لازم است به لحاظ عمق، آبدار بودن کنترل نهایی بر روی چال‌ها انجام شود و در مورد چال‌های 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 سنگ‌های خُرد شده از دیواره آن دچار ریزش شده و به داخل آن ریخته و عمق چال کاهش می‌یابد؛ در این صورت دیواره چال به وسیله لوله پلی اتیلن و یا گل حفاری پوشش داده شود و موادی که به انتهای چال ریخته‌اند خارج شود.



قراردادن لوله‌های پلی اتیلن در چال‌ها جهت جلوگیری از ریزش مواد در چال

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

چرا از چال‌هایی که دارای درز و شکستگی زیاد بوده و ریزشی هستند می‌توان صرف نظر نمود.

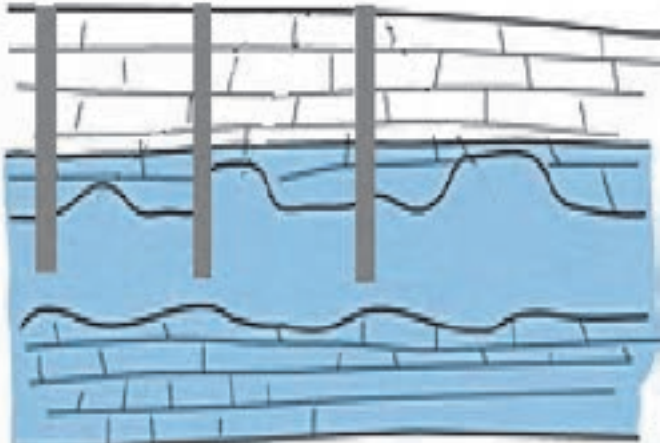
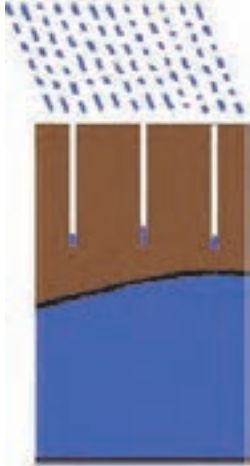
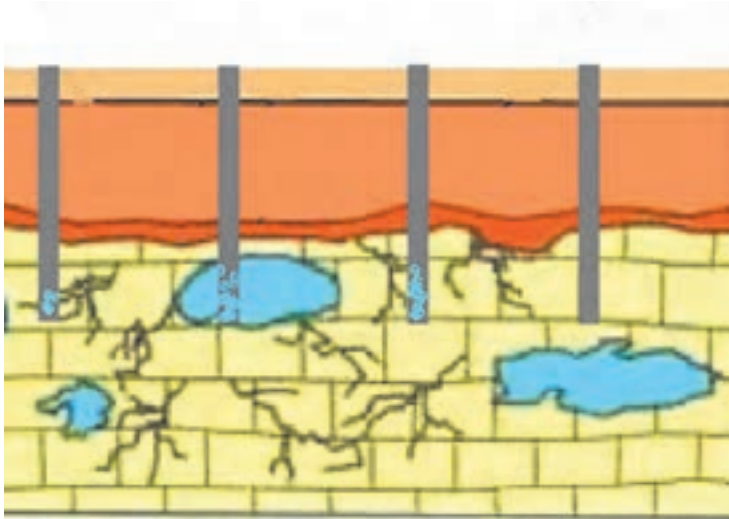
توجه



بارش فکری



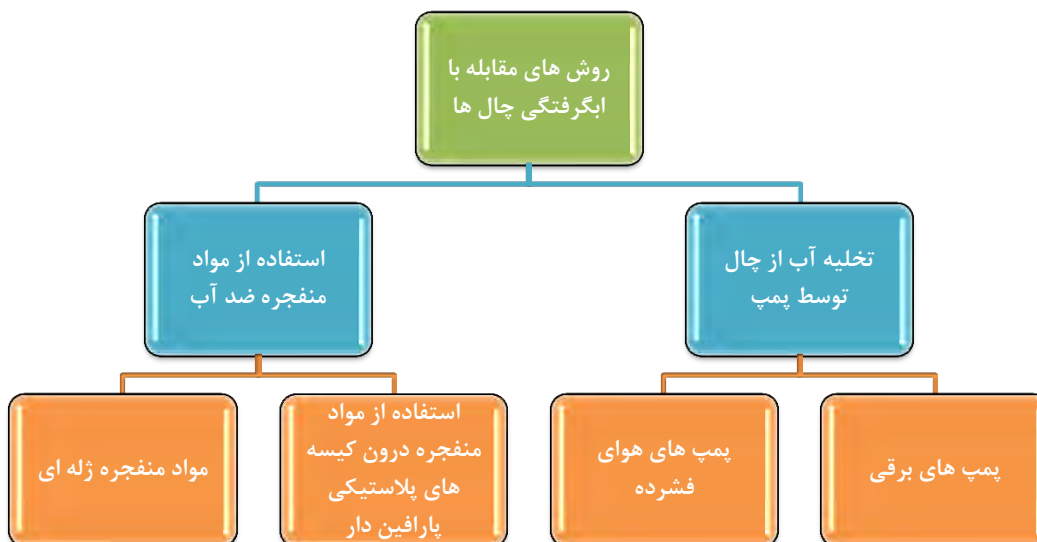
**آبدار بودن:** در اثر بارندگی و هجوم آب‌های سطحی به داخل چال، آب‌شدن برف‌ها، پایین‌تر بودن عمق چال از سطح ایستابی منطقه، برخورد چال به سفره‌های آب زیرزمین و یا انتقال آب از طریق درز و شکستگی‌های منطقه به داخل چال‌ها نیاز است تا عملیات ویژه‌ای جهت انفجار چال صورت گیرد زیرا اکثر مواد منفجره به رطوبت حساس می‌باشند و در صورتی که مرطوب شوند عمل نمی‌کنند.

	
<p>عبور چال‌ها از سطح ایستابی</p>	<p>ورود آب در اثر بارندگی به چال‌ها</p>
	
<p>ورود چال به مخزن آب محبوس زیرزمین و یا ورود آب از طریق درز و شکستگی به چال‌ها</p>	



## روش‌های مقابله با آبرفتگی چال‌های انفجاری

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



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 آبرفتگی چال‌ها روش‌های دیگری نیز ابداع کرده‌اند که شامل تغییر در نوع مواد منفجره مورد استفاده است، بخشی از آنها شامل موارد زیر می‌باشند:

- **استفاده از مواد منفجره درون کیسه‌های پلاستیکی پارافین دار:** در چال‌هایی که دارای میزان آب قابل توجهی نباشند از مواد منفجره درون کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌شود که این پوشش پلاستیک مانع از ورود آب به داخل مواد منفجره می‌گردد. اینگونه چال‌ها می‌بایست بلافاصله پس از خرج گذاری منفجر گردند.



مواد منفجره درون کیسه‌های پلاستیکی پارافین دار

• **مواد منفجره ژله‌ای:** این مواد نسبت به آب حساس نیستند و می‌توانند در تمامی چال‌های 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 می‌شود.



تزریق مواد منفجره ژله‌ای به داخل چال‌های آبدار

فیلم: کنترل نهایی چال‌های آتشباری





## کار عملی: بازرسی موقعیت چال‌ها قبل از خرج‌گذاری و در صورت لزوم آب‌کشی آنها

**کار عملی ۱:** بازدید از یک شبکه آتشیاری و مشاهده نحوه کنترل نهایی و رفع مشکل چال‌های دارای درز و شکستگی و یا آبگرفتگی

**شرح فعالیت:** تهیه گزارش همراه عکس و فیلم از نحوه کنترل چال‌ها شامل:

- ۱- نحوه کنترل عمق چال‌ها
- ۲- نحوه پوشش‌دادن دیواره چال‌های دارای درز و شکاف و ریزش
- ۳- نحوه آب‌کشی از چال‌های دارای آب

**مواد و ابزار:** نوشت‌افزار، دوربین

**نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

**اخلاق حرفه‌ای:** دقت در یادگیری، مسئولیت‌پذیری

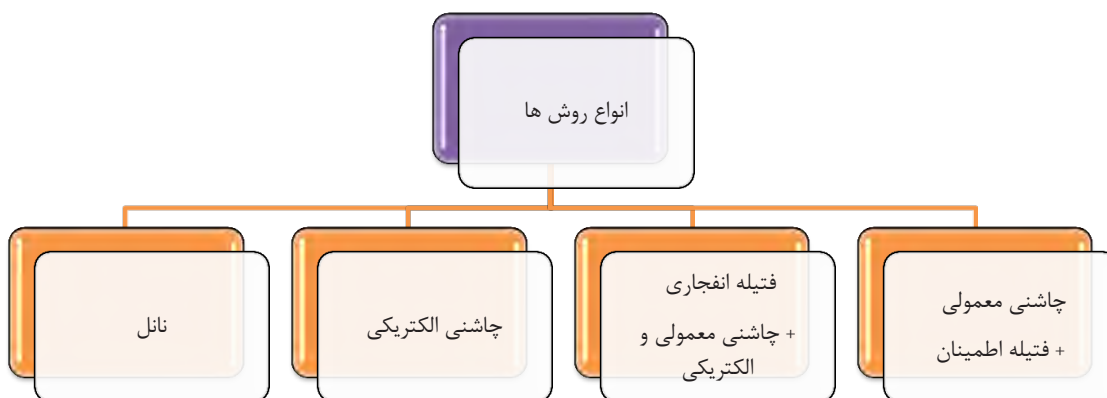
### ارزشیابی مرحله‌ای: کنترل و آب‌کشی

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: زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کنترل چال، انتخاب نحوه رفع مشکل چال و ماده منفجره تقریباً متناسب با شرایط است.	درست	
۱	کنترل چال، انتخاب نحوه رفع مشکل چال و ماده منفجره متناسب با شرایط نمی‌باشد.	ناقص	



## روش‌های انجام عملیات خرج‌گذاری

با توجه به شرایط معدن مانند شرایط آب‌وهوایی، چال‌های انفجاری، نوع سنگ‌ها و ماده منفجره مورد نیاز از روش‌های مختلفی جهت خرج‌گذاری استفاده می‌شود. به طور کلی براساس نوع چاشنی و فیتیل مورد استفاده عملیات خرج‌گذاری و آتشیاری در معادن را معمولاً می‌توان به روش‌های زیر تقسیم نمود که در شکل نشان داده شده است.



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



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

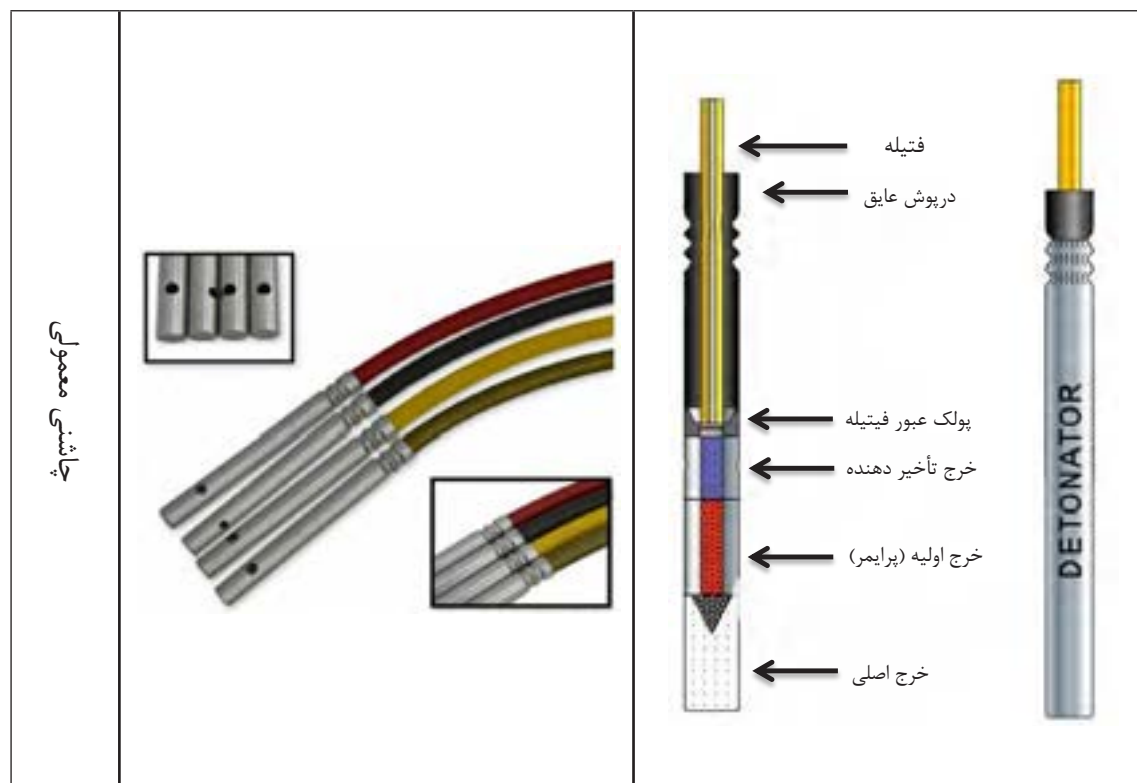
تفکر




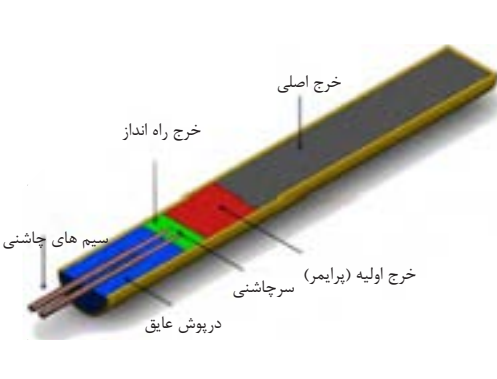

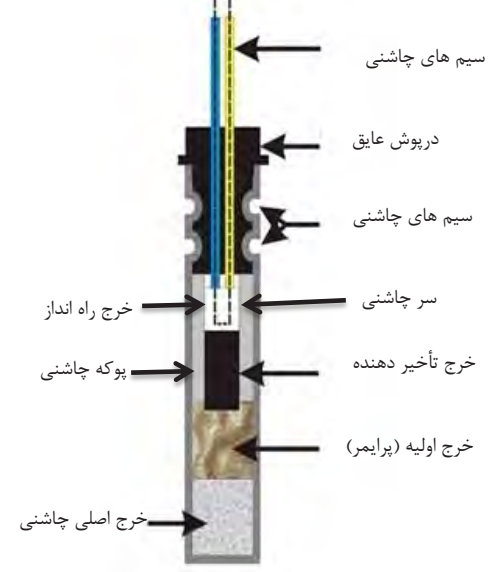

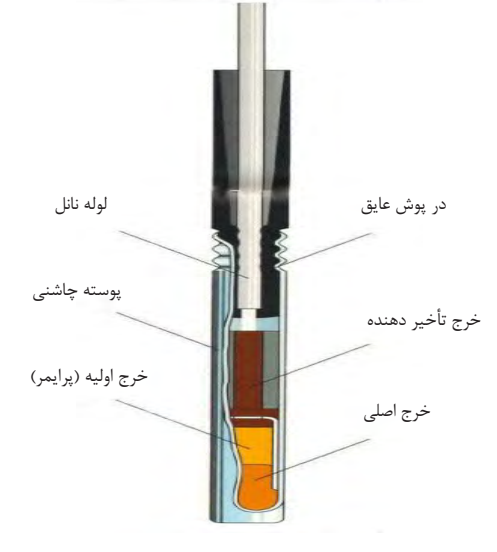
چاشنی<sup>۱</sup>: مواد منفجره کندسوز مثل باروت را می توان به کمک شعله فتیله اطمینان یا کبریت منفجر کرد اما مواد منفجره قوی مثل دینامیت ها برای انفجار علاوه بر شعله به یک ضربه اولیه نیز احتیاج دارند که به کمک چاشنی ها ایجاد می گردد. بنابراین چاشنی ابزاری است که انرژی و یا ضربه اولیه جهت انفجار مواد منفجره قوی در آتشباری را ایجاد می کند.



#### قسمت های مختلف انواع چاشنی ها



۱. Detonator

چاشنی الکتریکی		
چاشنی الکتریکی تأخیری		
نانل		

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

پژوهش  
کنید



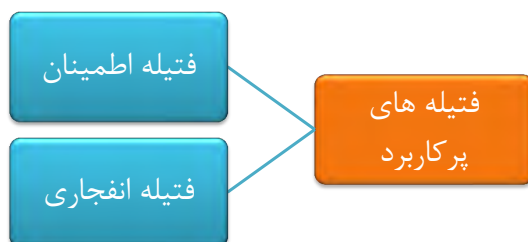
در مورد معایب و مزایای انواع چاشنی‌ها تحقیق کنید و نتایج را در غالب یک جدول در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش  
کنید



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

بررسی  
کنید

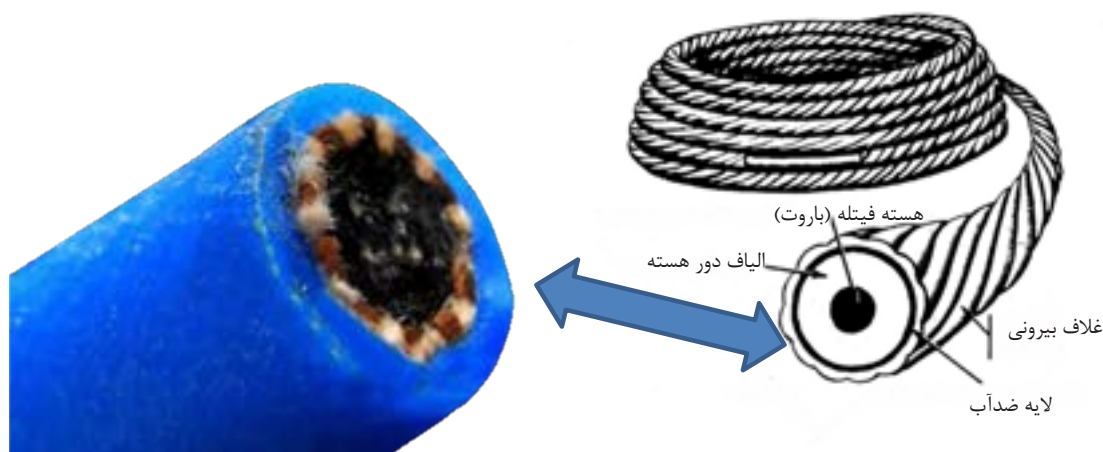


**فتیله:** ابزاری است که برای انتقال آتش از یک نقطه به چاشنی به کار می‌رود. با آتش زدن سر فتیله، خرج درون آن سوخته و آتش به چاشنی کار گذاشته شده در داخل مواد منفجره درون چال‌های انفجاری می‌رسد و چال منفجر می‌شود.



### فتیله اطمینان<sup>۱</sup>:

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.



فتیله اطمینان و اجزای آن

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

نکته





فتیله اطمینان در حقیقت یک شروع انفجار خفیف است که با آتش زدن سر آزاد فتیله شروع می شود و پس از مدت مشخصی آتش بعد از پیمودن طول فتیله با سرعت ثابت به چاشنی رسیده و سپس انفجار اصلی رخ می دهد. علت اینکه این نوع فتیله را فتیله اطمینان می گویند 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 می توان تمهیدات لازم برای ایمن سازی اطراف محل انفجار را اندیشید.

سرعت سوختن فتیله های اطمینان حدود ۱ سانتی متر در نوع تندسوز و نیم سانتی متر در ثانیه در نوع کندسوز است.

نکته



**نگهداری فتیله ها:** فتیله ها همانند سایر مواد منفجره باید بعد از تهیه مورد استفاده قرار داد اما در صورت لزوم می توان فتیله های معمولی را به مدت حداکثر یک سال و فتیله های ضد آب را به مدت ۵ سال در انبار و در محل مشخصی نگهداری نمود.

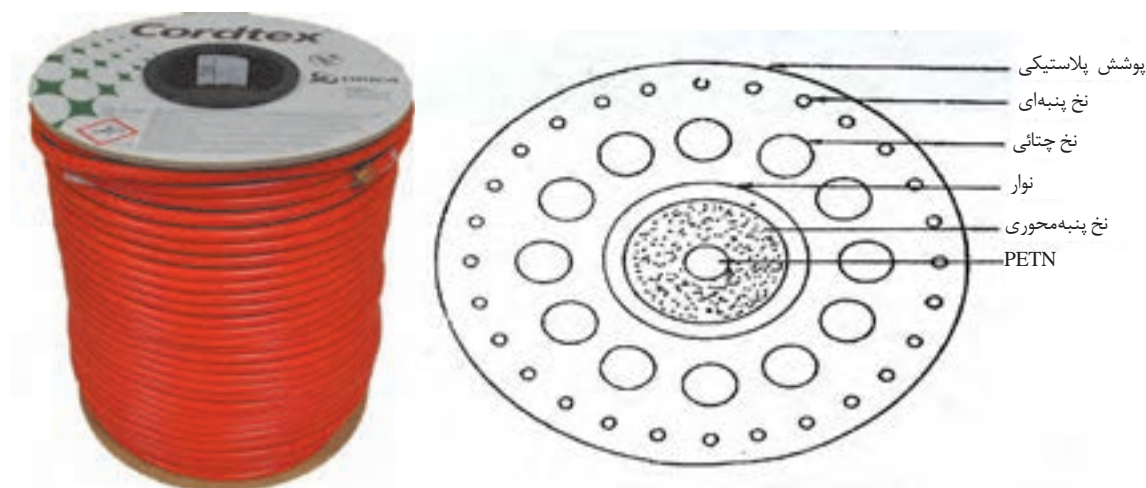
**بسته بندی فتیله ها:** معمولاً در کارخانه ها فتیله ها را به صورت کلاف تهیه می کنند که طول کلاف ها حدود ۵۰ متر و هر ۴۰ کلاف را در یک جعبه مخصوص قرار داده و بسته بندی می کنند. قطر فتیله ها در حدود ۵ الی ۶ میلی متر می باشد.

## مزایا و معایب فتیله اطمینان

مزایا	۱- سهولت کار با فتیله اطمینان ۲- عدم نیاز به تخصص زیاد در کار با آن
معایب	<p>۱- گاز حاصل از سوختن آن دارای مقدار زیادی مونواکسید کربن است که سمی می باشد.</p> <p>۲- برای انفجار باید تک تک چال ها را آتش زد و به پناهگاه رفت، احتمال انفجار زودهنگام و ناخواسته در یکی از چال ها وجود دارد. که برای رسیدن آتشبار به پناهگاه یک خطر جدی محسوب شده بنابراین لازم است فرصت کافی در اختیار آتشبار برای رسیدن به پناهگاه باشد.</p> <p>۳- محدودیت تعداد چال ها: نباید تعداد چال ها از یک حد مشخصی بیشتر باشد؛ بطور مثال حداکثر ۸ عدد چال را می توان منفجر کرد که در انفجارهای بزرگ این یک محدودیت ناخواسته است.</p> <p>۴- فتیله اطمینان برای آتشباری زیر آب مناسب نیست.</p> <p>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.</p> <p>۵- گاهی اوقات ممکن است دو یا چند چال باهم منفجر شود.</p>

### فتیله انفجاری (کورتکس)<sup>۱</sup>:

فتیله‌ای است محکم، نرم، ضد آب و با سرعت ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ متر بر ثانیه منفجر می‌شود. ماده منفجره به کار رفته در آن پانتريت است که به وسیله لایه‌هایی از نخ پنبه پوشیده شده و یک پوشش پلاستیکی دور آن را گرفته است. فتیله انفجاری به کمک چاشنی معمولی یا الکتریکی منفجر می‌شود 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 می‌گیرد. اگر چاشنی را وسط فتیله‌ای 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.



فتیله و اجزای تشکیل دهنده آن

### مزایا و معایب فتیله انفجاری

مزایا	معایب
<ol style="list-style-type: none"> <li>۱- سهولت کاربرد</li> <li>۲- هر جا که به علت وجود صاعقه و جریان‌های ولگرد امکان استفاده از چاشنی برقی نباشد، فتیله اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرد.</li> <li>۳- تعداد تاخیرها با چاشنی برقی محدود است در صورتی که با تأخیر دهنده فتیله انفجاری به هر تعداد و به هر شکل که لازم باشد تأخیر عملی است.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>۱- سر و صدای زیاد هنگام انفجار</li> <li>۲- آسیب زدن به گل‌گذاری چال قبل از انفجار خرج اصلی</li> <li>۳- انفجار چال از دهانه به ته چال</li> <li>۴- خرج اصلی چال به سرعت نهایی انفجار نمی‌رسد</li> <li>۵- امکان قطع فتیله در اثر تا شدن</li> </ol>

۱. Detonation Fuse (Cordtex)

## 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 آتشباری 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 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

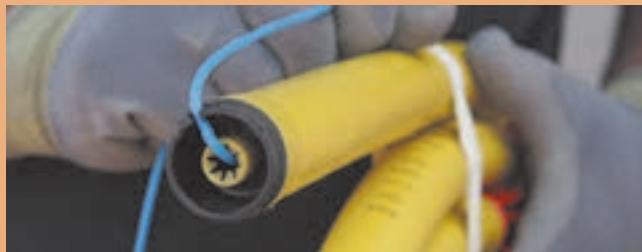


طریقه قرار دادن چاشنی درون دینامیت

## ۲- اتصال فتیله به چاشنی معمولی

در استفاده از چاشنی‌های معمولی (غیر الکتریکی) 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 به‌طور 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 به‌طوری 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 به‌طور 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	



حال پوک و فتیله آماده شده را درون فشنگ دینامیت که قبلاً سوراخ شده است قرار می‌دهیم. حال دینامیت آماده قرار گرفتن در چال انفجاری است.

۴

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.

ایمنی



- ۱- هرگز نباید لول چاشنی‌دار را روی زمین گذاشت بلکه باید بلافاصله پس از چاشنی‌گذاری، 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 چاشنی‌گذاری 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- فتیله‌گذاری نباید در مجاورت مواد منفجره انجام گیرد.
- ۷- با توجه به محدودیت تعداد چال‌ها در استفاده از فتیله اطمینان، آتشبار باید صدای انفجار همه چال‌ها را شنیده و بشمارد و با تعداد آن‌ها انطباق دهد.
- ۸- بر اساس مقررات، انفجار بیش از حدود ۸ تا ۱۰ چال با فتیله در یک نوبت مجاز نمی‌باشد تا فرصت کافی برای فرار آتشبار و رسیدن به یک نقطه امن در اختیار وی باشد.
- ۹- در سیستم آتشباری با فتیله باید طول فتیله‌های رابط طوری انتخاب شود که قبل از انفجار چال نزدیک به آتشبار (اولین چال) فتیله‌های سایر چال‌ها آتش گرفته باشد.
- ۱۰- می‌توان برای افزایش راندمان آتشباری، 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 گردد، این کار با تغییر عمق چال‌ها و یا با تغییر طول فتیله انجام می‌شود.

فیلم: روش چاشنی و فتیله‌گذاری







## کار عملی: قرار دادن چاشنی‌ها و فتیله‌ها در چال

**کار عملی ۱:** بازدید از یک شبکه آتشباری و مشاهده نحوه چاشنی‌گذاری و فتیله‌گذاری

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

- ۱- کنترل نهایی چال
- ۲- قرار دادن مقداری از خرج اصلی در کف چال (معمولاً یک بسته)
- ۳- قرار دادن چاشنی‌های الکتریکی و معمولی در داخل دینامیت و درون چال

**مواد و ابزار:** نوشت‌افزار، دوربین

**نکات ایمنی:** تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

**اخلاق حرفه‌ای:** دقت در یادگیری، مسئولیت‌پذیری

### ارزشیابی مرحله‌ای: چاشنی‌گذاری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	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 آتشباری مواد مصرفی: چاشنی - سیم، فتیله
۲	قرار دادن انواع چاشنی در چال طبق نقشه انفجار با توجه به دستورالعمل	قابل قبول	زمان: ۴۰ دقیقه
۱	قرار دادن انواع چاشنی در چال	ناقص	

## 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- چاشنی گذاری

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 سمبه چوبی می‌کوبند تا با خرج زیر آن متصل شود و همه فضای چال را پر کند. قطر سمبه چوبی باید کمتر از قطر چال باشد و سیم چاشنی‌ها در هنگام کوبیدن مواد منفجره زخمی نشود.



ریختن مواد منفجره (آنفو) درون چال و کوبیدن به وسیله سمبه چوبی

۴- اگر تنها یک چال برای خرج گذاری 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 می‌گردد و لازم است کلیه چال‌ها را خرج گذاری 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 می‌گردد.
- 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.

### فیلم: خرج‌گذاری



ایمنی



### نکات ایمنی در خرج‌گذاری

- ۱- هر روز در ساعتی که از طرف مسئول معدن تعیین می‌شود آتشباران 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- آتشبار 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 آتشباران 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 آتشباری به جز آتشبار 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 آتش نگرفته 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.
- ۸- در بعضی موارد شرایط زمین‌شناسی و شرایط دیگر ممکن است تغییری در برنامه چال‌زنی و انفجار پدید آورد ولی این تغییر باید در جهت تقلیل مصرف مواد منفجره باشد.
- ۹- سرکارگر عملیات انفجار مجاز به اجرای عملیات آتشباری در جایی که هنوز کارهای مقدماتی آن براساس مقررات ایمنی انجام نگرفته است نیست.
- ۱۰- قبل از قرار دادن خرج در چال، باید بررسی مجدد به منظور حصول اطمینان از نبود گازهای قابل انفجار در محل آتشباری و ۵۰ متر اطراف آن انجام گیرد.
- ۱۱- قطر چال با قطر مواد منفجره مورد استفاده مقایسه شود. معمولاً قطر مواد منفجره باید حدود ۳ میلی‌متر کمتر از قطر چال باشد.
- ۱۲- خرج موجود در هر چال اولاً باید از یک نوع ماده منفجره باشد و ثانیاً از لول‌های درسته استفاده شود و ثالثاً حتی‌المقدور اضافه خرج‌گذاری در چال انجام نگیرد.
- ۱۳- قبل از قرار دادن چاشنی‌ها در مواد منفجره باید آنها را بازدید کرد و از صحت و درستی آنها مطمئن شد و سپس پرایمر را درست کرد. بلافاصله پس از درست کردن پرایمر، باید آنرا در چال قرار داد.



## کار عملی: قرار دادن مواد ناریه در چال

**کار عملی ۱:** بازدید از یک شبکه آتشباری 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 سمبه 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

### 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 سمبه چوبی	بالاتر از حد انتظار	مکان: شبکه انفجار تجهیزات: وسیله کوبیدن مواد ناریه - سیم چینی
۲	بارگذاری مواد منفجره در چال، کوبیدن مواد منفجره با سمبه چوبی	قابل قبول	مواد مصرفی: انواع مواد ناریه - چاشنی - فتیله - سیم
۱	بارگذاری مواد منفجره در چال	ناقص	زمان: ۶۰ دقیقه

## انسداد دهانه چال‌ها پس از خرج گذاری (گل گذاری)

جهت جلوگیری از هدر رفتن انرژی و گازهای حاصل از انفجار لازم است دهانه چال پس از خرج گذاری، مسدود شود که به این عمل گل گذاری گویند.

برای گل گذاری چال‌ها می‌توان از مخلوطی از سه قسمت ماسه سنگ‌ریز (خرده‌ریز 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، استوانه‌هایی از گل رس را که به نام «سیخی» معروف است تهیه می‌کنند و چال را به وسیله آن می‌بندند. در گل گذاری باید به همان اندازه دقت به عمل آید که در خرج گذاری می‌شود. زیرا موقع گل گذاری سیم چاشنی 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 نگردد، گازهای حاصل از انفجار می‌توانند از خلل و فرج آن خارج شده و در نتیجه انرژی انفجار را کاهش و از راندمان عملیات آتشفباری کم کند.



تأثیر گل گذاری در عملیات آتشفباری

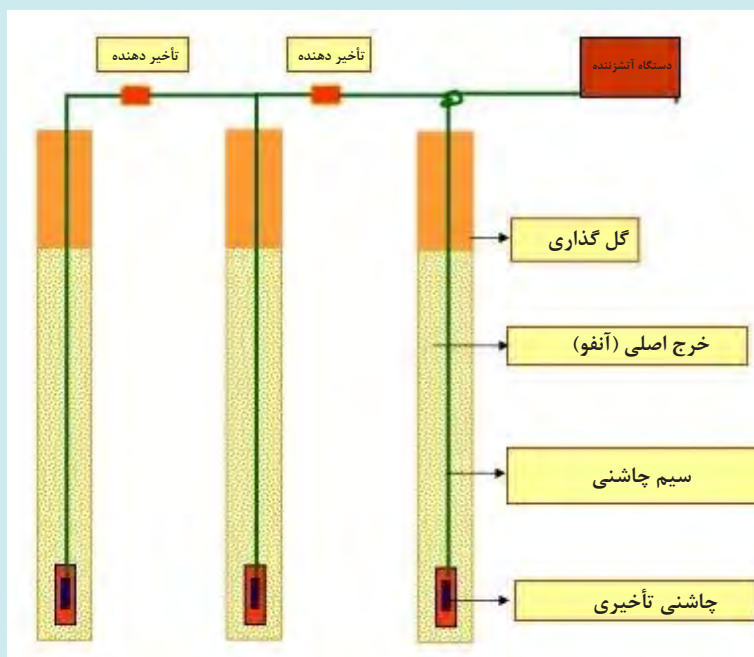




## نکات ایمنی در گل گذاری

- ۱- پس از خرج گذاری، بالای چال باید با خمیر خاک رس یا ماسه مخلوط با رس پُر شود.
- ۲- حدود یک چهارم بالای چال را به روش گل گذاری (گل سیخی) پُر کرده و می کوبند.
- ۳- در موقع پُر کردن چال با خاک رس باید دقت شود تا از وارد آمدن هر گونه صدمه به فتیله و یا سیم چاشنی خودداری شود.
- ۴- هیچگاه نبایستی 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  $\frac{2}{3}$  طول بیشتر باشد.
- ۶- برای گل گذاری چال، استوانه های خمیر رس ماسه را به کمک سمبه 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 وسائل و کیف های چاشنی و مواد منفجره را از محل آتشباری دور کرد و آنها را در مکان و یا انباردستی امنی قرار داد.

در شکل زیر 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.



ردیف چال های گل گذاری شده و آماده انفجار



## کار عملی: گل گذاری چال ها

**کار عملی ۱:** در گروه های دو نفره عملیات آماده سازی و گل گذاری چال ها را انجام دهید.

### شرح فعالیت:

- ۱- آماده سازی 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 قتیله 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 حرفه ای:** هدر ندادن آب، دقت در مسدود کردن دقیق دهانه چال، کار گروهی

### ارزشیابی مرحله ای: گل گذاری

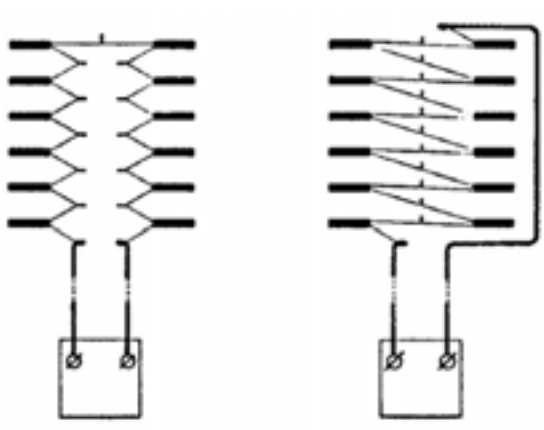
نمره	استاندارد (شاخص ها/ داوری/ نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	مخلوط کردن ماسه و گل مرطوب با نسبت مناسب- قرار دادن در دهانه چال و کوبیدن تا رسیدن به تراکم و انسداد کامل دهانه چال	بالاتر از حد انتظار	مکان: هنرستان تجهیزات: وسیله کوبیدن گل - سیم چینی
۲	قرار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

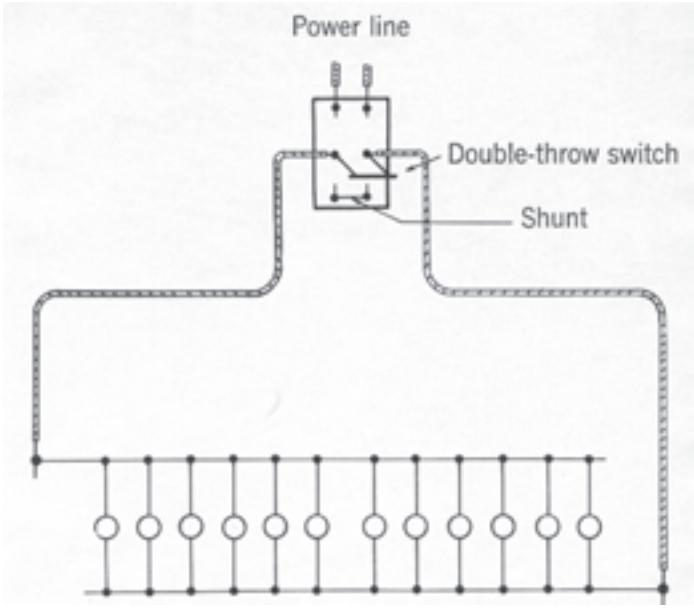
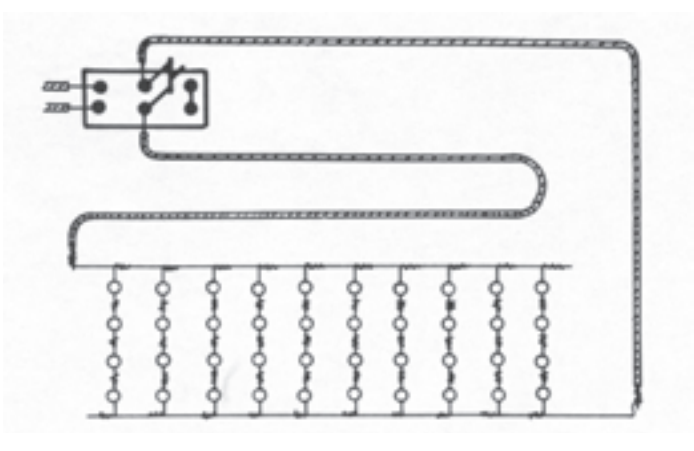
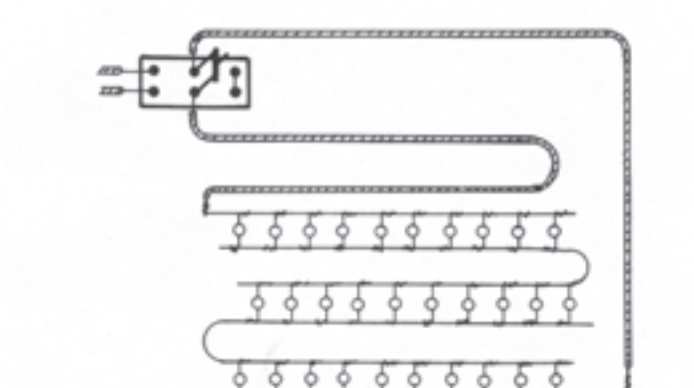
## روش‌های اتصال سیم‌ها در مدار آتشباری (سری و موازی)

پس از انجام عملیات خرج‌گذاری دو رشته سیم مربوط به چاشنی از هر چال خارج شده است که لازم است این سیم‌ها براساس مدار آتشباری و جهت انفجار به هم متصل گردند. در عمل در هنگام عملیات آتشباری با تعداد زیادی چال و به همین نسبت سیم چاشنی روبه‌رو هستیم که گاهی تا بیش از ۱۰۰۰ چال نیز می‌رسد لذا روش اتصال سیم‌ها به یکدیگر از اهمیت زیادی برخوردار است. در ادامه انواع روش‌های بستن سیم‌ها به یکدیگر تشریح شده است.

### مدار آتشباری

عملیات آتشباری در محدوده‌ای مشخص شامل تعدادی چال حاوی مواد منفجره انجام می‌شود. این چال‌ها به وسیله سیم و طبق طرح و نقشه‌ای به هم وصل می‌گردند که مدار آتشباری نامیده می‌شود. انواع مدارهای مورد استفاده در آتشباری در جدول زیر آمده است.

نوع مدار	شکل مدار	توصیف
مدار سری		<p>در این روش یک سیم از یک چاشنی به سیمی از چاشنی مجاور وصل می‌شود، سیم دوم چاشنی نیز به سیم اول چاشنی سوم متصل می‌شود. این کار در مورد همه چاشنی‌ها ادامه می‌یابد و سرانجام ۲ رشته سیم آزاد که یکی مربوط به چاشنی اولی و دیگری مربوط به چاشنی آخری است باقی می‌ماند که به آتش‌زنه متصل می‌شوند.</p>

<p>در این روش با یک سیم یک سر سیم همه چاشنی‌ها به هم بسته می‌شوند و سر دیگر سیم چاشنی‌ها نیز به یکدیگر متصل می‌گردد. سر انجام دو رشته سیم خواهیم داشت که باید با کمک سیم رابط به منبع برق (آتش‌زنه) وصل شود. معمولاً در این روش فاصله چال‌ها از یکدیگر زیاد است.</p>		<p>مدار موازی</p>
<p>سری موازی: در این روش همه چاشنی‌ها را به چند دسته مساوی تقسیم می‌کنند. چاشنی‌های هر دسته را به صورت سری به هم می‌بندند و سپس سری‌ها را به صورت موازی به هم وصل می‌کنند</p>		<p>مدار مختلط</p>
<p>موازی سری: چاشنی‌هایی که به صورت موازی به هم متصل شده‌اند، در یک مدار به صورت سری به هم بسته می‌شوند.</p>		

## مدار سری:

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

## مدار موازی

- در چال های با فاصله زیاد
- کاهش مقاومت مدار
- مقدار سیم استفاده شده زیاد است.
- کنترل مدار سخت و زمان بر است.

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

بارش فکری

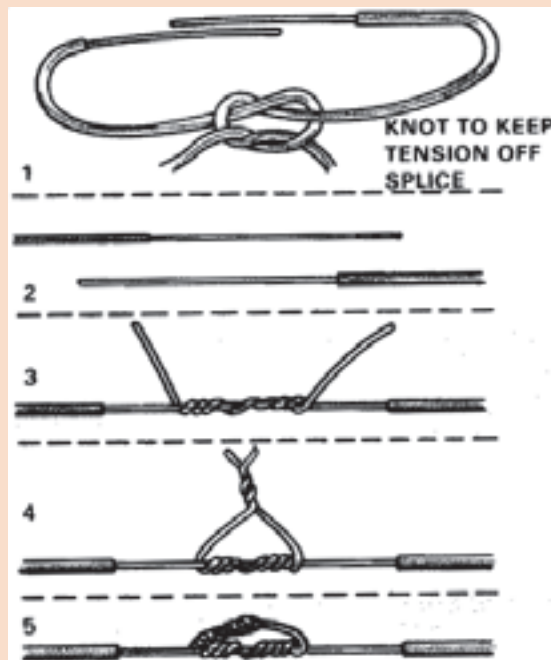


## فیلم: نحوه بستن سیم ها در مدار آتشباری



کار عملی: سیم کشی سطحی مدار آتشباری  
 کار عملی ۱: بستن سیم های رابط آتشباری به یکدیگر  
 شرح فعالیت: مراحل پنج گانه بستن سیم های آتشباری به شرح تصاویر زیر است:

فعالیت  
 کارگاهی





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

بستن مدار آتشباری براساس نمونه مدارهای مقابل، بر روی یک کیت آموزشی و حداقل شامل ۱۰ چال

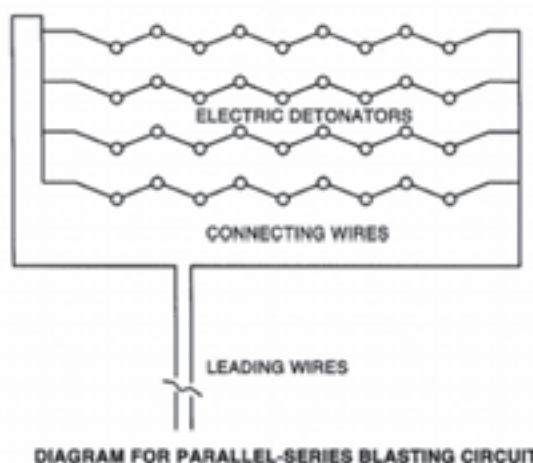
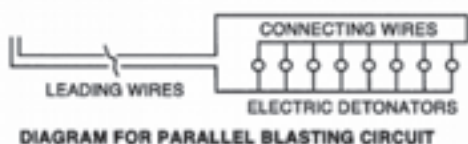
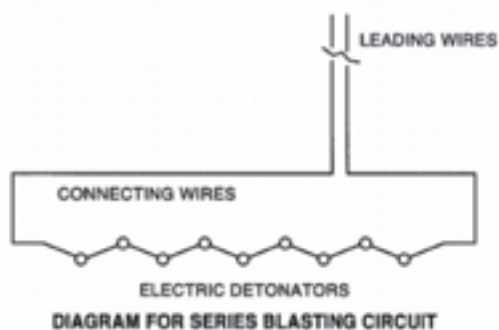
۱- بستن مدار آتشباری به صورت سری

۲- بستن مدار آتشباری به شکل موازی

۳- بستن مدار آتشباری به صورت موازی - سری

۴- سیم‌ها می‌بایست طبق دستورالعمل پنج‌گانه زیر به هم بسته شوند.

کنترل نهایی درست بسته‌شدن سیم‌ها و اتصال‌ها در مدار



انبر دست ویژه آتشباری



گیره‌های بستن سیم چاشنی به سیم اصلی

**مواد و ابزار:** کیت آتشباری، 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/نمره‌دهی)	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: به سیم مواد مصرفی: نوشت افزار - سوخت زمان: ۵۰ دقیقه
۲	اتصال صحیح سری و موازی سر سیم‌ها	درست	
۱	عدم اتصال صحیح سری و موازی سر سیم‌ها	ناقص	

#### ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

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

## ارزشیابی شایستگی خرج گذاری چال‌ها

### شرح کار:

- ۱- بازرسی چال‌ها - خروج آب‌های احتمالی از چاه‌ها به وسیله پمپ- چاشنی گذاری (الکتریکی تأخیری - فوری) قرار دادن مواد ناریه در داخل چال - فتیله گذاری چال‌ها - انسداد دهانه چال‌ها با گل سیخی و کوبیدن آن
- ۲- سیم کشی و بستن سیم‌های چاشنی شبکه سیم کشی به یکی از روش‌های (سری- موازی- ترکیبی) اتصال دو سر سیم شبکه به فتیله انفجار - اتصال فتیله انفجاری به فتیله معمولی - اتصال فتیله معمولی به دستگاه آتش‌زدن

### استاندارد عملکرد:

انجام عملیات خرج گذاری با استفاده از چاشنی- فتیله - مواد ناریه و شبکه‌بندی آنها بر اساس دستورالعمل آتشباری با دقت ۱۰۰٪ ایمنی

### شاخص‌ها:

- ۱- پُر کردن چال انفجار
- ۲- اتصال شبکه انفجار

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: شبکه انفجار

تجهیزات: پمپ آب کشی- وسیله کوبیدن مواد ناریه - سیم چین

مواد مصرفی: مواد ناریه (چاشنی - دینامیت - اسلاری- آنفو - باروت و انواع فتیله- گل سیخی- سیم)

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کنترل آب کشی	۱	
۲	چاشنی گذاری	۲	
۳	شارژ مواد ناریه	۱	
۴	گل گذاری	۱	
۵	شبکه بندی (سربندی سیم‌ها)	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
موارد ایمنی، دقت - صحت - خلاقیت - تجهیزات ایمنی.			
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

