

### مواد منفجره معمول در معادن

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- مواد منفجره معمول در معادن را شناسایی نماید.
- ۲- باروت را شناسایی و ترکیباتش را تشریح نماید.
- ۳- آنفو را از جهات نحوه ساخت و استفاده و اهمیت آن بررسی نماید.
- ۴- انواع دینامیتها را تشریح نماید.
- ۵- نحوه انتخاب مواد منفجره را کاملاً تشریح نماید.
- ۶- انواع مواد منفجره را شناسایی نماید.

#### ۱-۶- مواد منفجره معمول در معادن

سنگی که باید شکسته شود ممکن است شرایط متفاوتی داشته باشد؛ مثل سنگ مقاوم، سنگ نسبتاً مقاوم، سنگ سست یا در جاهای مختلفی قرار گیرد؛ مثل سنگ در زیر آب، در کارگاه استخراج معدن، در سینه کار تونل‌ها یا هدف‌های متفاوتی از شکستن آن مورد نظر باشد؛ مثل خرد کردن سنگ، شکستن سنگ به ابعاد درشت، پرتاب کردن یا نکردن سنگ و...  
نظر به تنوع شرایط کار و نیازهای خواسته شده در آتشکاری، مواد منفجره متعددی نیز ساخته و روانه بازار شده‌اند. این مواد منفجره که در عملیات آتشکاری قابل استفاده هستند، به شرح زیر طبقه‌بندی و معرفی می‌شوند. اطلاعات بیشتر در مورد این مواد را می‌توان با مراجعه به منابع و کتاب‌های دیگر به دست آورد. موادی که در این جا شرح داده می‌شوند، عبارتند از:

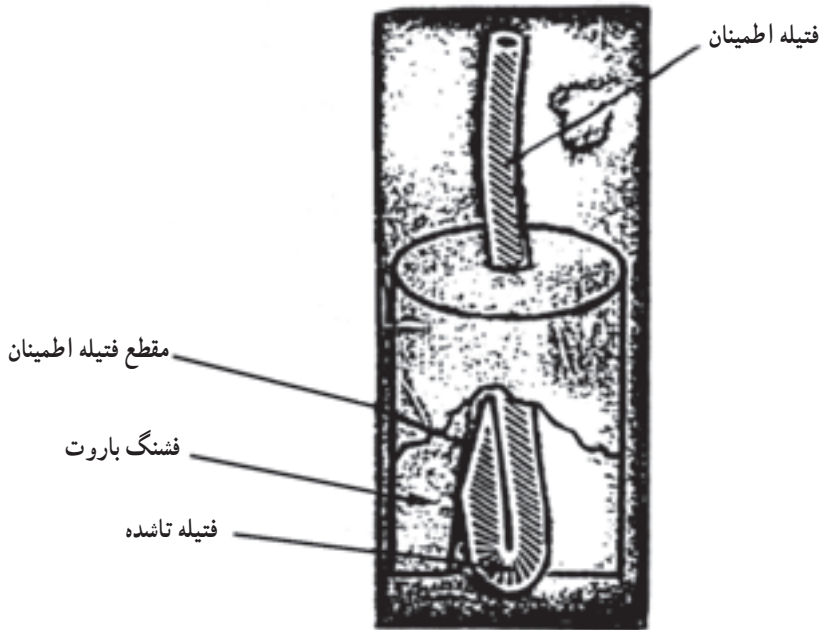
باروت، آنفو، دینامیت و مواد منفجره ژله‌ای.

۱-۱-۶- باروت<sup>۱</sup>: باروت اصولاً خرج پرتابی است و در کشورهای صنعتی برای شکستن

سنگ به کار نمی‌رود اما نظر به این که در حال حاضر در برخی از معادن ایران مصرف می‌شود به شرح مختصری درباره آن می‌پردازیم.

باروت به شکل دانه دانه و مخلوطی مکانیکی از نیترات سدیم یا پتاسیم، زغال و گوگرد است. باروت از مواد منفجره کُند سوز است و سرعت سوختن آن در بهترین شرایط  $45^{\circ}$  متر بر ثانیه است. این ماده حدود  $2000$  سال پیش شناخته شد و از سال  $1613$  به عنوان ماده منفجره در معادن مورد استفاده قرار گرفت. باروت با ضربه و شعله منفجر می‌شود و قدرت آن حدود  $30\%$  تی‌ان‌تی است. به دلیل سمی بودن گازهای حاصل از انفجار و توانایی کم در خرد کردن سنگ‌ها از باروت نمی‌توان به عنوان ماده منفجره معمول در معادن بویژه معادن زیرزمینی استفاده کرد. از آن جا که خاصیت خردکنندگی باروت کم است، در استخراج سنگ‌های تزئینی ایران به کار می‌رود؛ زیرا سنگ‌های تزئینی باید به قطعات بزرگ از معدن استخراج شوند و ترک‌های ریز و درشت نداشته باشند؛ در غیر این صورت درز آنها در زیر آره سنگبری باز می‌شود. باروت برای این کار مناسب است؛ در حالی که اگر به جای باروت از دینامیت استفاده شود، در قطعه‌های بزرگ سنگ حتماً ترک‌های ریز و ناپیدا به وجود می‌آید. در کشورهای صنعتی برای این گونه مصارف مواد منفجره‌ای ساخته شده که معایب باروت را هم ندارند. در ایران در برخی معادن کوچک گچ و نمک از باروت استفاده می‌شود و این امر بیشتر به دلیل سهل‌الوصول بودن آن در بازار است؛ به علاوه بدون کاربرد چاشنی می‌توان آن را منفجر کرد. استفاده نکردن از چاشنی از نظر مقررات کاربری مواد ناریه ممنوع است.

**طرز کار با باروت در استخراج معدن:** باروت را در کاغذ می‌پیچند و آن را به شکل لوله‌ای به نام «فشنگ باروت» در می‌آورند. در وسط این استوانه سوراخی برای جا دادن فتیله اطمینان وجود دارد. قطر فشنگ باروت بین  $25$  تا  $38$  میلی‌متر و طول آن  $90^{\circ}$  تا  $150^{\circ}$  میلی‌متر است. حمل فشنگ مطمئن‌تر از حمل باروت دانه دانه و مقاومت آن در برابر رطوبت بیش از باروت دانه دانه است. فشنگ باروت را در حالی که فتیله اطمینان در آن، جا داده شده در چال قرار می‌دهند. فتیله اطمینان باید به نحوی بریده شود که جرقه‌های آتش از انتهای آن به طور مستقیم به دانه‌های باروت فشنگ اصابت کند. (شکل ۶-۱)

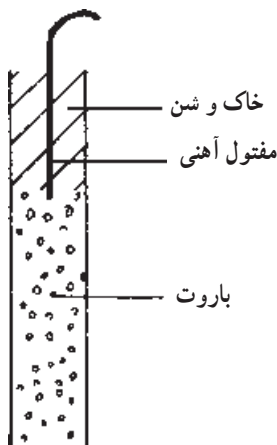


شکل ۱-۶- جاگذاری فتیله اطمینان در فشنگ باروت

چنانچه یک فشنگ برای یک چال کم باشد، می توان سایر فشنگ ها را مثل دانه های تسبیح به فتیله وصل کرد. سر دیگر فتیله اطمینان از چال بیرون است و آن را با نزدیک کردن شعله، آتش می زنند. فتیله اطمینان آتش می گیرد و با سرعت معینی شروع به سوختن می کند؛ تا زمانی که آتش به صورت جرقه از سر دیگر فتیله بیرون می آید و موجب اشتعال باروت فشنگ های موجود در چال می گردد، در این هنگام باروت شروع به سوختن می کند. سوختن باروت موجب گرم شدن چال و گرما موجب تشدید سوختن می گردد. در نهایت تمام باروت موجود در چال به طور ناگهانی می سوزد؛ یعنی منفجر می شود و انفجار آن سنگ های اطراف چال را می شکند.

در بعضی معدن ها برای استفاده از باروت - زمانی که فتیله اطمینان در دسترس نباشد - به این ترتیب عمل می کنند که باروت را به مقدار لازم در چال می ریزند و آن را با سنبه چوبی می کوبند؛ بقیه فضای چال را باید با خاک و شن پر کنند؛ یعنی، دهانه چال را باید ببندند. قبل از شروع به بستن دهانه چال، مفتولی آهنی به قطر ۵ تا ۱۰ میلی متر را در چال می گذارند؛ به طوری که یک سر آن کمی در باروت چال فرو رود و سر دیگر از چال بیرون باشد. آن گاه اقدام به ریختن خاک و شن یا گل رس در درون چال می کنند و این کار را ادامه می دهند تا دهانه چال پر شود. سپس مفتول را از جا در می آورند؛ به این ترتیب، در قسمتی از چال که با خاک و شن پر شده فضایی خالی به شکل استوانه و

به قطر ۵ تا ۱۰ میلی‌متر باقی می‌ماند که از سر چال تا روی باروت‌ها ادامه دارد. این فضای خالی را با باروت پر می‌کنند، (شکل ۲-۶) تا باروت به سطح زمین برسد. اکنون اگر باروت را از روی زمین آتش بزنند، انتقال آتش از بیرون به درون چال آغاز می‌شود و پس از رسیدن آتش به باروت‌های موجود در چال (خرج) همان اتفاقی می‌افتد که در مورد فتیله اطمینان ذکر کردیم. سرانجام در چال، انفجار رخ می‌دهد و موجب شکسته شدن سنگ‌های اطراف چال می‌شود.



شکل ۲-۶- قرار دادن مفتول آهنی در دهانه چال برای ریختن باروت

انفجار چال با باروت به دلیل کندی کار و بهره‌دهی کم، برای استخراج معدن مناسب نیست. از باروت برای چال‌های تکی یا چال‌هایی که در نواحی دوردست هستند، می‌توان بخوبی استفاده کرد. در حال حاضر در بعضی معادن سنگ ساختمانی ایران از باروت و چاشنی برقی استفاده می‌شود. **ایمنی باروت:** مقررات ایمنی مربوط به مواد منفجره در تمام مراحل حمل و نقل، انبارداری و کاربرد را در فصلی جداگانه توضیح خواهیم داد. این مقررات شامل انواع مواد منفجره است و در مورد باروت نیز باید با شدت تمام مراعات و اجرا شود. هنگام کاربرد باروت دو نکته ویژه را نیز باید در نظر بگیریم.

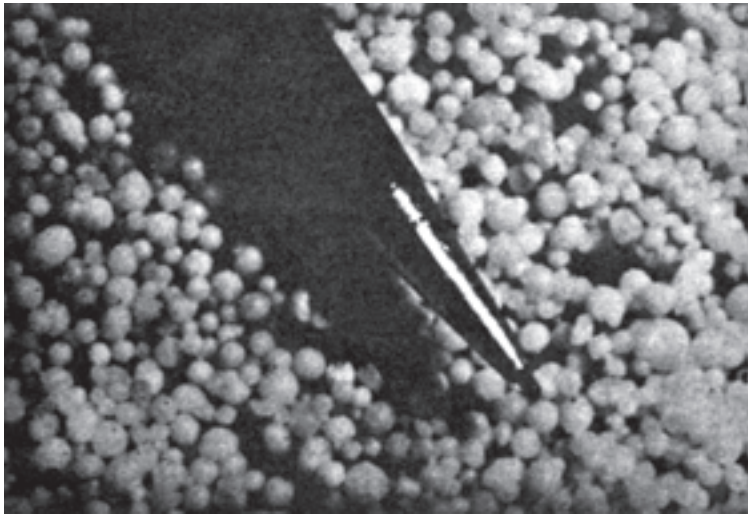
– باروت را از رطوبت دور نگه داشته؛ زیرا آتش از سطح خارجی به هر دانه باروت می‌رسد و سبب آتش گرفتن تمام دانه‌ها می‌شود. وجود رطوبت روی دانه‌های باروت مانع سوختن آنها می‌گردد.

– از رسیدن شعله و جرقه به باروت اکیداً خودداری شود؛ زیرا در اثر تماس با شعله، باروت به سرعت آتش می‌گیرد و چون برای سوختن نیاز به اکسیژن ندارد حتی با پاشیدن کف‌های آتش‌نشانی

به روی باروت آتش گرفته، نمی‌توان از سوختن و انفجار آن جلوگیری کرد.

۲-۱-۶- آنفو (ANFO): کلمه «آنفو» از حروف اول کلمات Ammonium Nitrate Fuel Oil

به معنی مخلوط نیترات آمونیوم و سوخت مایع تشکیل می‌شود. نیترات آمونیوم به شکل دانه‌هایی سفید رنگ با ابعاد تقریبی یک میلی‌متر است و اگر آن را با گازوییل مخلوط کنیم، مخلوط حاصل شده ماده منفجره‌ای کامل است که در بیشتر معادن روباز ایران و بسیاری از معادن روباز و زیرزمینی دنیا برای آتشکاری به کار می‌رود. در شکل ۳-۶ دانه‌های نیترات آمونیوم و در شکل ۴-۶ بسته‌بندی معمولی آنفو و در شکل ۵-۶ بسته‌بندی ضد آب آنفو دیده می‌شود.



شکل ۳-۶- دانه‌های نیترات آمونیوم



شکل ۴-۶- بسته‌بندی آنفو در کیسه‌های ۲۵ کیلوگرمی



شکل ۵-۶- نیترات آمونیوم در بسته بندی ضد آب

**میزان اختلاط گازوییل و نیترات آمونیوم:** نیترات آمونیوم به تنهایی می تواند به عنوان خرج اصلی یا ماده منفجره اصلی به کار رود اما وقتی که با گازوییل مخلوط شود، انرژی حاصل از انفجار آن افزایش خواهد یافت. میزان اختلاط این دو به نسبت ۹۴٪ تا ۵/۹۴٪ نیترات آمونیوم و ۵/۵٪ تا ۶٪ گازوییل است. برای یک کیلوگرم نیترات آمونیوم ۵۸ گرم گازوییل مصرف می شود. در صورتی که گازوییل و نیترات آمونیوم را با نسبتی درست مخلوط کنند و بخوبی به هم بزنند، قشری نازک از گازوییل اطراف دانه های نیترات آمونیوم را می گیرد و در ظرف محتوای آنفو، گازوییل اضافی وجود نخواهد داشت. در این صورت، تنها لمس کردن دانه های نیترات آمونیوم نشان می دهد که این دانه ها چرب شده اند.

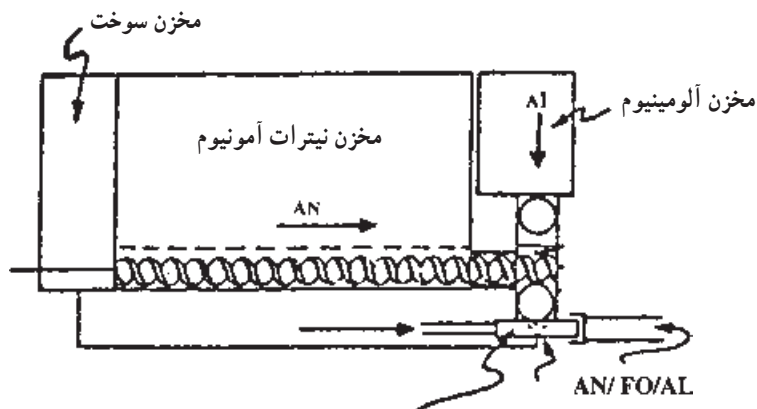
ساده ترین روش مخلوط کردن نیترات آمونیوم و گازوییل بدین قرار است که مطابق نسبت یادشده، برای هر کیلوگرم نیترات آمونیوم مقدار ۵۸ گرم گازوییل در نظر گرفته می شود و در حالی که بتدریج گازوییل را روی نیترات آمونیوم می ریزند، آن را با میله ای چوبی به هم می زنند تا تمام گازوییل مصرف شود. برای دقت در آمیختگی و رعایت میزان آن، می توان از پیمانانه نیز استفاده کرد.

نظر به این که وزن مخصوص نیترات آمونیوم و گازوییل تقریباً برابر است، چنانچه ترازو برای وزن کردن در دسترس نباشد، می توان ۱۷ پیمانانه نیترات آمونیوم و یک پیمانانه گازوییل را با هم مخلوط

کرد. برای دقت بیشتر بهتر است پیمانه‌های مخصوص در نظر گرفته و گنجایش آنها اندازه‌گیری گردد؛ سپس با حساب این که یک کیلوگرم نیترات آمونیوم و ۵۸ گرم گازوییل نسبت مناسبی است، می‌توان حساب کرد که چند پیمانه از هر یک باید با هم مخلوط شوند. اختلاط گازوییل و نیترات آمونیوم می‌تواند دور از محلّ خرج‌گذاری یا در محل کار و نزدیک چال‌ها انجام گیرد. در معادن بزرگ مثل معدن مس سرچشمه اختلاط نیترات آمونیوم و گازوییل در کامیون‌های ویژه در محل کار انجام می‌گیرد. در این کامیون‌ها نیترات آمونیوم و گازوییل در مخزن‌های جداگانه ذخیره شده‌اند و با به راه‌انداختن دستگاه، اختلاط به نسبت مورد نظر صورت می‌گیرد و آنفو از شیلنگی که در دهانه چال گذاشته شده است، خارج می‌شود و وارد چال می‌گردد.

نسبتی که برای اختلاط نیترات آمونیوم و گازوییل بیان کردیم، باید دقیقاً رعایت شود. اگر گازوییل بیش از مقدار معین به نیترات آمونیوم افزوده شود، قدرت ماده منفجره کاهش می‌یابد و انفجار آن گازهایی زیان‌آور مانند اکسید کربن (CO) تولید می‌کند که محیط کار را به مقدار زیادی آلوده می‌سازد. اگر گازوییل کمتر از مقدار لازم به نیترات آمونیوم اضافه شود، باز هم از قدرت ماده منفجره کاسته می‌شود و گازهای سمی از ترکیبات اکسیدازت تولید می‌گردد که آن هم در محیط کار، آلودگی ایجاد می‌کند. در چنین حالتی بر اثر انفجار، دودی قهوه‌ای رنگ حاصل می‌شود.

گاه برای افزایش انرژی آنفو مقداری بودر آلومینیوم نیز به آن اضافه می‌کنند. در این صورت انرژی آنفو به مقدار چشمگیری افزایش می‌یابد. در شکل ۶-۶ ساختمان یک دستگاه تهیه آنفو با بودر آلومینیوم را مشاهده می‌کنید.



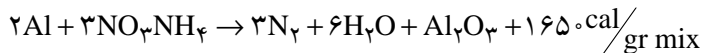
شکل ۶-۶- مخلوط کن نیترات آمونیوم، سوخت و بودر آلومینیوم

برای مقایسه کیفیت چند نوع ماده منفجره به جدول ۱-۶ مراجعه می‌کنیم. در این جدول، مقدار انرژی حاصل از یک گرم چند نوع ماده منفجره نوشته شده است.

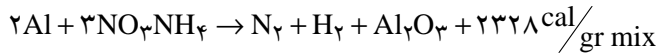
جدول ۱-۶- انرژی حاصل از انفجار چند ماده منفجره

انرژی بر حسب کالری بر گرم	نام ماده منفجره
۱۵۱۶	نیترو گلیسرین
۸۰۲	باروت
۳۵۵	نیترات آمونیوم
۹۰۵	آنفو
۲۳۰۰	آنفو و پودر آلومینیوم

اضافه کردن آلومینیوم (Al) به آنفو: مجموعه نیترات آمونیوم و سوخت دارای وزن مخصوص و انرژی نسبتاً کمی است. از مدت‌ها قبل مسلم شده است که اضافه کردن پودر آلومینیوم به نیترات آمونیوم دارای بازدهی انرژی بیشتری از اضافه کردن سوخت به نیترات آمونیوم می‌باشد. اضافه کردن آلومینیوم مطابق فرمولهای زیر فعل و انفعال دارد اگر مقدار آلومینیوم کم باشد:



اگر مقدار آلومینیوم زیاد باشد:



مشاهده می‌شود که انرژی حرارتی با افزایش آلومینیوم افزایش می‌یابد ولی این افزایش انرژی حرارتی به صورت خطی نیست افزایش انرژی حرارتی تا میزان ۱۳ تا ۱۵ درصد آلومینیوم ادامه دارد و بعد از آن مقدار انرژی کاهش می‌یابد.

خواص آلومینیوم: آلومینیومی که به مخلوط آنفو اضافه می‌شود باید دارای شرایط ذیل باشد و برای خرج‌گذاری در چال‌های بزرگ مشخصات مصرفی زیر رضایت بخش‌تر می‌باشد.

– ابعاد: ۲۰ تا ۱۵۰ مش، حداکثر ۱۱/۲٪ زیر ۱۵۰ مش

– عیار: بیش از ۹۴٪ آلومینیوم

– گرد و خاک: فاقد گرد و خاک باشد.

– وزن مخصوص: یکنواخت و مناسب برای مخلوط کردن باشد.

– چگونگی جریان: براحتی جریان یابد و دانه‌ها مانع حرکت یکدیگر نشوند.

ابعاد پودر آلومینیوم اگر خیلی کم باشد موقع حمل و نقل با هوا، امکان انفجار پیش می‌آید و با



ابعاد بزرگ تر از ۲۰ مش فعل و انفعال کند صورت می گیرد.

پودر آلومینیوم مصرف شده در این مورد ارزان تر از نوعی است که در تهیه مواد منفجره ژله ای بکار می رود زیرا ناخالصی های آن ممکن است سبب تغییر pH و در نتیجه تخریب ژله، مواد ژله ای گردد. لذا باید پودر آلومینیوم مصرف شده برای مواد منفجره ژله ای خالص تر از نوعی باشد که با آنفو مخلوط می گردد.

**آنفو مقاوم در برابر آب:** همان طوری که گفته شد یکی از مشکلات اصلی آنفو هنگام استفاده، مقاومت ضعیف آن در برابر آب است.

شرکت نیترونویل، آنفو در برابر آب با عنوان تجارتي آکوانول (AKVANOL) عرضه کرده است آکوانول از ترکیب نترات آمونیوم بخصوص و سوخت گازییل ساخته می شود و در مجموع وقتی در معرض آب قرار می گیرد شکل ژل بر خود می گیرد.

خاصیت مقاومت آکوانول در آب بستگی به توانایی غلیظ شدن عوامل جهت تورم و تشکیل ژل دارد خرج گذاری آکوانول ترجیحاً در دل چال با ماشین خرج گذار از انتها تا سر چال انجام می گیرد. **خواص انفجاری آنفو:** درباره سمی بودن گازها و اثر رطوبت بر آنفو قبلاً توضیح داده ایم.

وزن مخصوص آنفو تابع دانه بندی و میزان فشردن آن است و از ۸۵/۰ تا ۱/۱۵ گرم بر سانتی متر مکعب تغییر می کند. در بیشتر موارد، وزن مخصوص آنفو کمتر از یک است. آنفو از آب سبک تر است و حتی اگر در کیسه پلاستیکی بسته بندی شود، برای خرج گذاری در چال آبدار مناسب نیست. هرچه وزن مخصوص آنفو بیشتر باشد، سرعت انفجار آن نیز افزایش می یابد و از ۳۰۰۰ تا ۴۵۰۰ متر بر ثانیه تغییر می کند.

آنفو را با چاشنی معمولی، چاشنی برقی یا فتیله انفجاری می توان منفجر کرد اما در عمل، به چاشنی کار گذاشته شده چند فشنگ دینامیت نیز می افزایند و با این عمل، چاشنی را تقویت می کنند. در این حالت به چاشنی «پرایمر» می گویند.

آنفو به دلیل ارزانی و ایمنی به مقدار بسیار زیاد در معدن ها به کار می رود.

**ایمنی آنفو:** حمل و نقل آنفو معمولاً خطری دربی ندارد؛ زیرا حساسیت آن کم است. با این حال رعایت مقررات ایمنی ضرورت دارد. در انبارداری آنفو علاوه بر رعایت نکته های ایمنی مخصوص انبار مواد منفجره، باید به هر صورت از تماس رطوبت با آن جلوگیری کرد. رطوبت موجب تجزیه و کلوخه شدن آنفو می شود؛ یعنی دانه های آنفو به هم می چسبند و در این حالت، برای خرج گذاری در چال مناسب نیستند؛ زیرا به صورت تکه های بزرگ در می آیند. در ایران رسم بر این است که با زدن ضربه های چوب به کلوخه آنفو آنها را خرد می کنند و دوباره مورد استفاده قرار می دهند. با وجود این

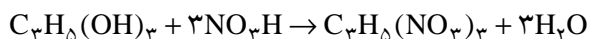
که حساسیت آنفو به ضربه بسیار کم است، اما بهتر است از این کار خودداری شود؛ به این معنی که اگر آنفو به قدری سفت شده که باید با ضربه شدید آن را خرد کرد، بهتر است از به کار بردن آن خودداری کنیم.

گازوییل ماده‌ای فرّار است که در اثر مرور زمان تبخیر می‌شود. لذا بهتر است تاریخ اضافه کردن گازوییل به نیترات آمونیوم یادداشت شود تا اگر مدتی از اختلاط آنها گذشته است، هنگام استفاده دوباره کمی گازوییل به مخلوط افزوده شود. در معادن بزرگ، عمل اختلاط نیترات آمونیوم و گازوییل در محل کار و موقع خرج‌گذاری صورت می‌گیرد. در پاسخ این پرسش که چه مدت زمانی را باید برای اطمینان یافتن از سلامتی آنفو در نظر گرفت، باید گفت که به شرایط انبارداری بستگی دارد. اگر آنفو در کارخانه بسته‌بندی شده باشد، مدت انبارداری آن نیز از سوی کارخانه مشخص می‌شود و اگر اختلاط نیترات آمونیوم و گازوییل در معدن صورت گیرد، بهتر است در زمانی نزدیک به خرج‌گذاری این کار انجام شود. اگر در زمانی غیر از خرج‌گذاری اختلاط صورت پذیرد، با لمس دانه‌های نیترات آمونیوم و مشاهده نتیجه انفجار، می‌توان به کافی یا ناکافی بودن گازوییل موجود پی برد. در صورت کافی بودن، هنگام لمس دانه‌های نیترات آمونیوم انگشتان دست کمی چرب می‌شود.

**۳-۱-۶- پودر جادسون:** این جسم که به نام مخترع آن معروف است در بازار تحت نام‌های مختلف عرضه می‌شود و قدرت آن از باروت بیشتر است. این جسم از نوعی باروت که در آن ذرات با قشری از نیتروگلیسیرین پوشانده شده است، ساخته می‌شود. درصد نیتروگلیسیرین در انواع مختلف آن از ۵ تا ۲۰ درصد تغییر می‌کند و سرعت انفجار انواعی که دارای ۵ و ۲۰ درصد نیتروگلیسیرین اند به ترتیب در حدود ۱۰۰۰ و ۲۶۰۰ متر در ثانیه است.

از آنجا که دینامیت‌های سبک کار این جسم را انجام می‌دهند، لذا امروزه کمتر در صنایع به کار می‌رود.

**۴-۱-۶- نیتروگلیسیرین<sup>۱</sup>:** به طوری که قبلاً نیز گفته شد، این جسم در سال ۱۸۴۷ به وسیله سوبررو<sup>۲</sup> اختراع شد و در سال ۱۸۶۳ توسط آلفرد نوبل به عنوان ماده منفجره به کار رفت. **طرز تهیه:** نیتروگلیسیرین از مخلوط اسید سولفوریک، اسیدنیتریک و گلیسیرین در ظرف‌های فولادی تهیه می‌شود:



بطوریکه دیده می‌شود، اسید سولفوریک در فعل و انفعال اثری ندارد و تنها عمل جذب آب را به عهده دارد. برای اینکه درجه حرارت محیط در حد ایمنی بماند، ظرف دو جداره است و در بین دو

۱- Nitroglycerin

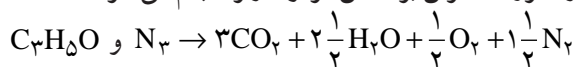
۲- Sobrero

جدار آن آب قرار دارد. به علاوه، در داخل ظرف تعدادی لوله سربی موجود است که از درون آنها آب سرد جریان دارد و مخلوط را خنک می‌کند.

**مشخصات:** نیتروگلیسرین در آب نامحلول است و تماس آن با پوست و نیز تنفس بخار آن باعث مسمومیت می‌شود. این جسم به حالت خالص در دمای ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد منجمد و متبلور می‌شود ولی مخلوط آن با مواد ضد یخ (گلیکل) درجه انجماد آن را تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد پایین می‌آورد. وزن مخصوص نسبی نیتروگلیسرین در شرایط معمولی در حدود ۱/۶ و تراز اکسیژن آن مثبت است.

نیتروگلیسرین در درجه حرارت معمولی به صورت مایع است و هنگام کاربرد آن باید نهایت دقت را به کار برد.

**نحوه انفجار:** نیتروگلیسرین در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد منفجر می‌شود. ضربه شدید نیز این ماده را منفجر می‌کند. انفجار نیتروگلیسرین براساس فرمول زیر انجام می‌گیرد:



مقدار حرارت حاصل در حدود ۱۵۰۰ کالری بر گرم و سرعت انفجار آن در حدود ۸۰۰۰ متر در ثانیه و فشار حاصل در حدود ۲۰۰،۰۰۰ اتمسفر است.

**موارد استعمال:** امروزه این جسم به حالت خالص کمتر مصرف می‌شود و مورد استعمال اصلی آن در ساختن دینامیت‌ها است. یکی از مهم‌ترین موارد استعمال آن برای توسعه چاه‌های نفتی است. برای این کار ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم از آن را در چاه‌های نفتی منفجر می‌کنند. در اثر این انفجار، طبقات اطراف چاه ترک برمی‌دارد و جریان نفت به داخل چاه را تسریع می‌کند.

**۱-۶- ژلاتین آتشکاری<sup>۱</sup>:** این جسم از مخلوط کردن ۹۰ تا ۹۳ درصد نیتروگلیسرین و ۱۰ تا ۷ درصد پنبه مخصوص به دست می‌آید. در عمل تا حدود یک درصد مواد قلبایی نیز به آن اضافه می‌کنند تا خواص آن ثابت بماند.

گرچه این جسم امروزه کمتر به کار می‌رود ولی قدرت انفجار آن خوب و مقاومت آن در برابر آب زیاد است و فاسد نمی‌شود. حمل و نقل آن نیز ساده است و فقط هنگامی که یخ‌زده باشد، باید آن را با احتیاط حمل و نقل کرد.

وزن مخصوص ژلاتین آتشکاری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و سرعت انفجار آن ۷۴۰۰ متر در ثانیه است.

۶-۱-۶- دینامیت‌ها<sup>۱</sup>: ماده اصلی دینامیت‌ها نیتروگلیسرین است که آن را با مواد دیگر مثل نترات سدیم، مغز چوب و سایر مواد قابل اشتعال مخلوط می‌کنند و انواع مختلف دینامیت‌ها را به دست می‌آورند. که در زیر به بعضی انواع آن اشاره می‌کنیم:

**الف - دینامیت معمولی:** دینامیت معمولی از مخلوط نیتروگلیسرین، مغز چوب، نترات سدیم و مواد ضداسید، نظیر کربنات منیزیم یا کلسیم، ساخته می‌شود. درصد نیتروگلیسرین موجود در این دینامیت‌ها از ۱۵ تا ۶۰ درصد متغیر است و درصد نیتروگلیسرین موجود، نام دینامیت را تعیین می‌کند. مثلاً دینامیت ۵۰٪ از مخلوط ۵۰٪ نیتروگلیسرین، ۱۴٪ مواد قابل احتراق، ۳۵٪ نترات سدیم و ۱٪ مواد ضد اسید ساخته شده است.

این نوع دینامیت، قوی و سریع و مقاومت آن در برابر آب زیاد است اما ضمن انفجار، به میزان زیادی گازهای سمی دی‌اکسیدکربن و اکسیدهای ازت تولید می‌نماید. این نوع دینامیت در دمای صفر درجه سانتی‌گراد یخ می‌زند و بنابراین استعمال آن در این شرایط خطرناک است.

**ب - دینامیت با نقطه انجماد پایین:** این دینامیت با همان ترکیب دینامیت معمولی ساخته می‌شود ولی در ترکیب آن مواد ضد یخ نیز اضافه می‌کنند. از جمله مواد ضد یخ که بدین منظور به کار می‌رود، می‌توان نیتروتولون، گلیسرین نترات و دی نترات اتیل گلیکل را نام برد. ترکیب نیتروگلیسرین در این نوع دینامیت‌ها از ۲۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند و سرعت انفجار آنها بین ۲۷۰۰ تا ۵۸۰۰ متر در ثانیه در تغییر است.

**ج - آمونیوم دینامیت<sup>۲</sup>:** در این نوع دینامیت، قسمتی از نیتروگلیسرین با نترات آمونیوم جانشین شده و بدین ترتیب، سرعت و قدرت آن نسبت به دینامیت معمولی کمتر است، اما در عوض دود کمتری تولید می‌کند و حمل و نقل آن مطمئن‌تر است.

این نوع دینامیت، در برابر آب مقاوم نیست و برای اینکه آن را در برابر آب مقاوم سازند، دور لول‌های آن را با پارافین مذاب می‌پوشانند.

میزان نیتروگلیسرین این دینامیت‌ها بین ۱۵ تا ۶۰ درصد متفاوت است و سرعت انفجارشان بین ۲۲۰۰ تا ۴۰۰۰ متر در ثانیه تغییر می‌کند. این دینامیت به نام اکسترا دینامیت نیز معروف است.

**د - دینامیت ژلاتینی<sup>۳</sup>:** این دینامیت از جمله مواد منفجره پلاستیکی سنگین است. مقاومت آن در برابر آب فوق‌العاده زیاد است و گازهای سمی ناشی از انفجار آن نیز در بین سایر مواد منفجره حداقل است.

دینامیت ژلاتینی از مخلوط نترات سدیم، مواد قابل احتراق و یک ماده ضد اسید با ژلاتین

۱- Dynamites

۲- Ammonia Dynamite

۳- Gelatin Dynamite

آتشکاری به دست می‌آید. یک نوع از این دینامیت که به نام ژلینیت<sup>۱</sup> معروف است، از مخلوط ۴۸/۲٪ نیتروگلیسرین، ۱/۸٪ نیتروسولوز، ۳۷/۴٪ نترات سدیم، ۱۱/۱٪ مغز چوب و ۱/۵٪ آرد ذرت به دست می‌آید.

دینامیت ژلاتینی در قدرت‌های ۲۰ تا ۹۰ درصد نیتروگلیسرین ساخته می‌شود و سرعت انفجار آن بین ۲۷۰۰ تا ۹۷۰۰ متر در ثانیه تغییر می‌کند.

**ه — آمونیوم دینامیت ژلاتینی:** در این نوع دینامیت، بجای قسمتی از نیتروگلیسرین که در دینامیت ژلاتینی به کار رفته است، نترات سدیم اضافه می‌کنند.

یکی از انواع این دینامیت، که به نام دینامیت ۵۰٪ معروف است، ۳/۳۵٪ نیتروگلیسرین، ۷٪ پنبه نیترا، ۱/۲۰٪ نترات آمونیوم، ۵/۳۳٪ نترات سدیم، ۷/۹٪ مواد کربن دار، ۸٪ مواد ضد اسید و ۱/۷٪ رطوبت دارد.

سرعت انفجار انواع مختلف این نوع دینامیت بین ۲۷۰۰ تا ۶۰۰۰ متر در ثانیه تغییر می‌کند. و — **دینامیت با وزن مخصوص کم:** قسمت اعظم این نوع دینامیت‌ها را نترات آمونیوم تشکیل می‌دهد و میزان آن در بعضی موارد ممکن است به ۸۰٪ نیز برسد.

سرعت انفجار این نوع دینامیت بین ۲۱۰۰ تا ۵۸۰۰ متر در ثانیه تغییر می‌کند و در بین سایر مواد ناربه، کمترین قدرت خردکنندگی را داراست و به همین جهت از آن برای آتشکاری در مواد معدنی نرم نظیر آهک و ژئیس استفاده می‌شود.

در حقیقت قدرت این نوع دینامیت کمی بیش از باروت است ولی در برابر آب مقاوم‌تر و ایمنی آن نیز بیشتر است.

**ز — دینامیت‌های مخصوص معادن روباز:** این مواد که در حقیقت از نوع دینامیت‌های نترات آمونیوم می‌باشند، به علت ارزان‌تر بودن جانشین دینامیت‌های ژلاتینی شده‌اند و در قسمت‌های روباز به کار می‌روند و بخصوص در چال‌های بزرگ — که چندین تن ماده منفجره مصرف می‌شود — مورد استفاده قرار می‌گیرند.

لول‌های این نوع دینامیت به قطر تا ۲۰ و طول ۵۲/۵ سانتی متر تهیه می‌شود. باید توجه داشت که بعضی از انواع این نوع دینامیت نسبت به چاشنی حساس نیست و انفجار آن را باید به کمک مقداری T.N.T انجام داد.

**ح — دینامیت‌های مجاز یا دینامیت‌های مخصوص معدن‌های زغال سنگ (دینامیت ضد کریزو):** در بسیاری از معدن‌های زغال سنگ، گاز زغال به صورت پیوسته یا متناوب آزاد می‌شود و

ترکیب اصلی آن متان ( $CH_4$ ) است. زمانی که نسبت گاز زغال سنگ در هوای معدن به ۵ تا ۶ درصد برسد، فضای معدن تبدیل به یک ماده منفجره خواهد شد و در اثر تحریکی مثل شعله یا جرقه منفجر می‌شود.

همچنین در اثر عملیات معدن‌کاری گرد زغال سنگ در هوا پراکنده می‌شود و زمانی که مقدار آن در هوا به بیش از ۲۰ تا ۳۰ گرم در متر مکعب برسد، در حرارت ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد منفجر می‌شود.

به همین دلیل قبل از ورود به معدن زیرزمینی زغال‌سنگ، اشخاص را بازرسی بدنی می‌کنند تا کبریت یا هر گونه عامل تولید جرقه و شعله به همراه نداشته باشند. حتی کفش آنها نباید میخ داشته باشد. برای حفظ ایمنی معدن می‌کوشند مقدار گاز یا گرد زغال‌سنگ موجود در هوای معدن را به میزانی کمتر از حد مجاز نگه‌دارند و این کار با تهویه معدن امکان‌پذیر است. هنگام تهویه معدن هوای تازه را به درون معدن می‌فرستند و هوای آلوده را از آن خارج می‌کنند. با این حال، چون یکی از عوامل تولید جرقه و شعله، مواد منفجره است، برای این که شعله و جرقه‌ای که هنگام انفجار به وجود می‌آید، موجب انفجار هوای معدن نشود، از دینامیت‌هایی استفاده می‌کنند که درجه حرارت انفجار آنها کم باشد؛ شعله کوتاه و فوری داشته باشند و هنگام انفجار گاز بی‌اثر تولید کنند تا قابل ترکیب با اکسیژن نباشد. موادی که به این دینامیت‌ها افزوده می‌شود تا خواص بالا را پیدا کنند، عبارتند از: زغال، رطوبت، نمک طعام و کربنات سدیم. مقدار نمک طعام ممکن است تا نصف وزن دینامیت برسد. این گونه دینامیت‌ها که در حقیقت تضعیف شده‌اند، دینامیت مجاز نامیده می‌شوند و برای کار در معدن‌های زغال سنگ مناسب هستند.

دینامیت‌ها به ضربه حساس هستند و با انواع چاشنی‌ها مثل چاشنی معمولی، فتیله انفجاری یا چاشنی برقی منفجر می‌شوند.

**نحوه انفجار دینامیت:** دینامیت را به کمک چاشنی منفجر می‌کنند. برای این کار، سوراخی در لول دینامیت احداث می‌کنند و چاشنی را داخل آن قرار می‌دهند و آن را منفجر می‌کنند. انفجار چاشنی باعث ایجاد شعله و ضربه شده و منجر به انفجار دینامیت می‌شود. برای انفجار دینامیت می‌توان از چاشنی‌های معمولی یا الکتریکی استفاده کرد.

**بسته‌بندی دینامیت:** دینامیت‌ها را برحسب نیاز به ابعاد مختلف می‌سازند و لذا بسته‌بندی آنها نیز متفاوت است اما آنچه که در همه بسته‌بندی‌ها رعایت می‌شود، به این شرح است:

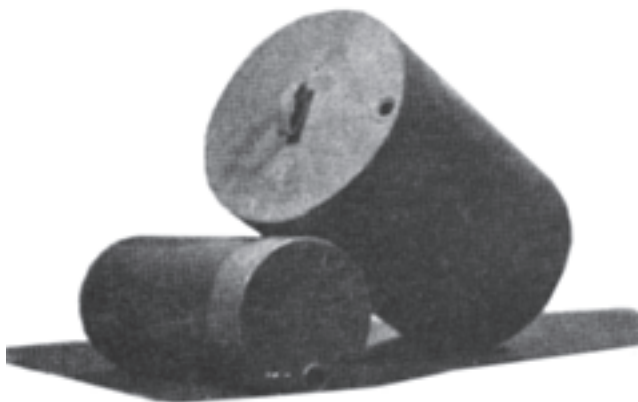
— دینامیت به شکل استوانه ساخته می‌شود.

— در جعبه‌های چوبی یا مقوایی محکم حمل و نقل می‌شود. صندوق‌های چوبی دارای کام و

زبانه است و در جعبه با میخ پیچ بسته شده و باید هنگام باز کردن از آچار پیچ گوشتی استفاده کرد و از باز کردن در جعبه با استفاده از ضربه زدن خودداری شود.

– وزن جعبه‌ها حدود ۲۵ کیلوگرم یا کمتر در نظر گرفته می‌شود تا جابجا کردن آنها با دست مشکلی ایجاد نکند و یک نفر بتواند به آسانی آن را حمل کند. در بسته‌بندی‌ها هر جعبه ۲۱۰ فشنگ دینامیت به قطر ۲۲ میلی‌متر است. وزن کل جعبه ۲۵ کیلوگرم و وزن دینامیت موجود در آن ۲۲/۵ کیلوگرم است. به این ترتیب هر عدد فشنگ ۱۰۷ گرم وزن دارد.

نوعی دینامیت سنگین وزن برای چال‌های بزرگ معدن‌های روباز در آمریکا ساخته می‌شود که جای قرار دادن چاشنی یا فتیله انفجاری در آن تعبیه شده است. وزن این گونه دینامیت‌ها از ۶۸۰ گرم تا ۱۷۰۰ گرم است (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷- دینامیت سنگین وزن ساخت آمریکا با سوراخ محل قرار دادن چاشنی

**عیب‌های دینامیت:** عیب‌های دینامیت عبارتند از: زود یخ‌زدن، نشت مایعات و پیری. دینامیت در حالت انجماد و بخصوص نیمه انجماد که مقداری از نیتروگلیسرین آن یخ‌زده و مقداری شکل مایع دارد، بسیار خطرناک است. در این وضعیت، یک ضربه ملایم، شکستن فشنگ یا پاره کردن سریع لفاف کاغذی دور آن ممکن است سبب انفجار شود. دینامیت یخ‌بسته را می‌توان با دقت در اتاق‌های مخصوص گرم کرد و به حالت اولیه درآورد. برای محافظت دینامیت از یخ‌زدگی درجه حرارت انبار باید  $+10^{\circ}$  تا  $+25^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد باشد.

بعضی از ترکیبات دینامیت مثل نیتروگلیسرین با گذشت زمان به بیرون از آن نشت می‌کنند و روی لفاف فشنگ ظاهر می‌شوند. در این وضعیت می‌گویند که دینامیت عرق کرده است. حمل و نقل این نوع دینامیت‌ها بسیار خطرناک است. نباید آنها را مصرف کرد و باید هرچه زودتر طبق دستورالعمل

و توسط افراد با صلاحیت معدوم شود. پیری دینامیت سبب تغییر وضعیت و کیفیت آن در اثر گذشت زمان می‌شود. یکی از عوارض پیری خارج شدن حباب‌های هوا از دینامیت است که باعث زیاد شدن وزن مخصوص آن می‌شود. در این حالت، سنگینی دینامیت بیش از حالت معمولی است و کاملاً برای آشکار با تجربه محسوس است. یکی دیگر از عوارض پیری، خارج شدن نیترات آمونیوم از دینامیت و خشک شدن آن روی پوسته دینامیت است. این وضعیت را «سفیدک زدن» می‌نامند. در حالت پیری از سرعت انفجار و قدرت دینامیت کاسته می‌شود و باید از به کار بردن آن چشم‌پوشی کرد.

## مطالعه آزاد

۷-۱-۶- دینامکس A<sup>۱</sup>: این جسم برای انفجار در زیر آب ساخته شده است و تا یک هفته می‌توان آن را در زیر آب نگهداشت. این جسم به شکل لوله‌هایی که قطرشان ۲۲ تا ۴۰ میلی‌متر، طولشان ۲۰۰ میلی‌متر و وزنشان ۱۰۰ تا ۳۳۰ گرم است ساخته می‌شود و برای مناطق خشک مناسب است. دینامکس A به صورت پودر است و برای تخریب سنگ‌ها و سُست کردن ریشه درختان به کار می‌رود.

۸-۱-۶- دینامکس B<sup>۲</sup>: این جسم یکی از مواد منفجره‌ای است که امروزه در صنعت زیاد مصرف دارد و از مشخصات آن این است که می‌توان آن را به کمک هوای فشرده خرج‌گذاری کرد. این ماده تا ۲۴ ساعت خواص خود را در زیر آب حفظ می‌کند. و در سوئد در قطرهای ۲۲ تا ۱۲۵ میلی‌متر ساخته می‌شوند بسته‌بندی آنها در شکل ۸-۶ مشاهده می‌شود.



شکل ۸-۶- بسته‌بندی دینامکس (۱۱)



۹-۱-۶- دینامکس آم<sup>۱</sup>: ویژه آتشکاری زیر آب ساخته شده است. فشنگ‌ها را می‌توان در آب به مدت یک هفته بدون اینکه خسارت ببینند، جاسازی کرد.

دینامکس آم در فشنگ‌های کاغذی، برای خرج‌گذاری مکانیزه و در لوله‌های پلاستیکی رزوه شده برای خرج‌گذاری با چوب چال مناسب است.



شکل ۹-۶- دینامکس ام

۱۰-۱-۶- دینامکس ام<sup>۲</sup>: پر کاربردترین ماده منفجره‌ای است که شرکت نیترونوبل سوئد در سطح مواد منفجره نیتروگلیسیرینی خود تولید کرده است.

۱- Dynamex A M

۲- Dynamex M

این ماده گازهای غیر سمی کمتری پس از انفجار تولید می‌کند و استفاده از آن در شرایط محیطی سخت مناسب است.

انواع بسته‌بندی دینامکس ام عبارتند از:

\* فشنگ‌های کاغذی

\* بسته‌های پلاستیکی

\* لوله‌های پلاستیکی

**فشنگ‌های کاغذی دینامکس ام:** برای خرج‌گذاری انواع عملیات سطحی و زیرزمینی با قطر چال کم مناسب است. دینامکس ام که در فشنگ‌های کاغذی بسته‌بندی شده است برای خرج‌گذاری مکانیزه و بهتر فشرده شدن مناسب است.

**بسته‌های پلاستیکی:** دارای تغییرات متنوع در بسته‌بندی برای انواع مختلف آتشکاری پله‌ای است.

**خرج لوله پلاستیکی دینامکس ام:** عمل خرج‌گذاری سریع‌تر (ظرفیت خرج‌گذاری بالا) با تراکم مناسب و تنظیم شده را فراهم می‌کند. در آتشکاری تونل یک سینه کار را می‌توان خیلی سریع با خرج‌های لوله پلاستیکی دینامکس ام خرج‌گذاری نمود. بنابراین از اضافه خرج‌گذاری جلوگیری می‌شود.

۱۱-۱-۶- پرایمکس<sup>۱</sup>: خرج پرایمکس برای عملیات آتشکاری که نیاز به احتیاط زیاد دارند، به کار گرفته می‌شود. پرایمکس اساساً برای آتشکاری چال‌های کوچک (مینی چال) طراحی و ساخته شده است. این خرج به طول ۱۵۰ میلی‌متر و قطر ۱۷ میلی‌متر دارای فشنگی به وزن ۵۲ گرم است.

وزن یا طول مورد نظر با بریدن آن بدست می‌آید و غلاف مخصوصی برای قسمت‌های بریده و جاسازی چاشنی در آن به کار می‌رود.

روش چال‌های کوچک (مینی چال) مزایای زیادی دارد و برای عملیات آتشکاری زیر به کار می‌رود.

\* آتشکاری تکه سنگ‌های بزرگ

\* آتشکاری برای تسطیح (Leveling) - پله‌های کوتاه

\* کانال لوله - کابل

\* چاهک ستون و تیر

\* تخریب ساختمان

۱۲-۱-۶- خرج ضربه ام - سیم<sup>۱</sup>: ام - سیم (M-SIM) شامل مواد منفجره پرایمکس است. ام - سیم به علت خاصیت پلاستیسیته و سرعت انفجاری بالا برای استفاده خرج‌های خمیری که به سطح اشیاء گذاشته می‌شود، مناسب است. سرعت انفجاری بالا، بهترین تأثیر ضربه را دربر دارد. خرج‌های ضربه ام - سیم اصولاً برای آتشکاری تکه سنگ‌های طبیعی و آتشکاری ثانویه ساخته شده‌اند.



شکل ۱۰-۶- خرج ضربه ام - سیم

۱۳-۱-۶- گوریت<sup>۲</sup>: ماده منفجره پودری است که با نیتروگلیسرین حساس شده است. این ماده منحصراً برای آتشکاری پیرامون و حاشیه کار ساخته شده است. گوریت در لوله‌های پلاستیکی با قطر کم (۲۲، ۱۷، ۱۱ میلی‌متر) ساخته می‌شود و از طریق ارتباط دهنده‌های پلاستیکی می‌توان خیلی سریع و راحت مجموعه خرج‌گذاری

را آماده کرد. این ماده از جمله مواد ناریه سبک است که برای جلوگیری از خسارت ناشی از انفجار در محل هایی که تأسیساتی در حوالی آن وجود دارد، به کار می رود. قطر کم گوریت، تراکم خرج کم درون چال انفجاری ایجاد می کند که در درجه اول، در آتشکاری پیرامون به کار می رود.

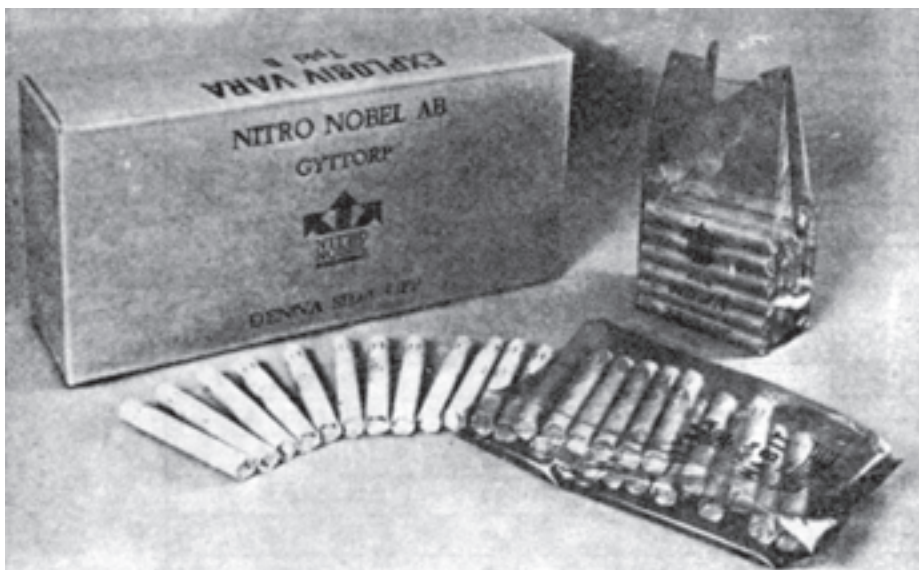
#### کاربرد گوریت:

- \* آتشکاری ملایم در اطراف محدوده
- \* پیش شکافی پیرامون محدوده
- \* آتشکاری احتیاطی زمانی که مشکل لرزش زمین وجود دارد.
- \* آتشکاری پله زمانی که دیواره های مناسب و بلند مورد نیاز است.
- \* تخریب ساختمان ها و تأسیسات.



شکل ۱۱-۶- گوریت

۱۴-۱-۶- نابییت A<sup>۱</sup>: این جسم به صورت پودر است و در استوانه‌های کاغذی به قطر ۲۲ تا ۴۰ میلی‌متر، طول ۱۳۰ تا ۱۶۵ میلی‌متر و وزن ۶۵ تا ۱۷۵ گرم به بازار عرضه می‌شود (شکل ۱۲-۶). گاهی نیز آن را در بسته‌های پلاستیکی و با وزن بیشتر بسته‌بندی می‌کنند. از این جسم، در مواردی که تجانس ماده منفجره درون چال مورد نظر است، استفاده می‌شود.



شکل ۱۲-۶- بسته‌بندی نابییت (۱۱)

۱۵-۱-۶- پرلیت<sup>۲</sup>: این جسم از جمله مواد منفجره پودری است که قسمت اعظم آن از نیترات آمونیوم تشکیل شده است. از این جسم برای خرج‌گذاری در چال‌های بزرگ در جاهایی که آب وجود ندارد، استفاده کرده و معمولاً آن را در کیسه‌های ۲۵ کیلویی بسته‌بندی می‌کنند (شکل ۱۳-۶). از جمله خواص مهم این جسم آن است که آن را می‌توان تا مدت مدیدی انبار کرد بدون اینکه در خواص آن تغییری داده شود.

۱- Nabit A

۲- Prillit



شکل ۱۳-۶- بسته بندی پرلیت (۱۱)

۱۶-۱-۶- رنومکس<sup>۱</sup>: این جسم نیز از جمله مواد ناریه جدیدی است که فاقد نیتروگلیسرین است و به صورت لول‌های استوانه‌ای به قطر ۲۵ تا ۴۰ میلی‌متر به بازار عرضه می‌شود (شکل ۱۴-۶). مورد استعمال آن بیشتر در چال‌های بزرگ است و با توجه به وزن مخصوص زیاد و حالت خمیری آن، چگالی خرج‌گذاری آن زیاد است.



شکل ۱۴-۶- بسته بندی رنومکس (۱۱)

۱۷-۱-۶- رثولیت<sup>۱</sup>: این جسم به حالت مایع و از جمله مواد ناریه با وزن مخصوص زیاد و مقاوم در برابر آب است. هر چند از این ماده در چال‌ها نیز استفاده می‌شود ولی در چنین مواردی باید زمین‌های اطراف عاری از شکاف باشد، تا رثولیت نتواند به داخل آنها نفوذ کند. در مواردی که قطر چال به اندازه کافی بزرگ باشد، این جسم را از درون تانکرهای مخصوص به داخل چال پمپاژ می‌کنند (شکل ۱۵-۶). در چنین مواردی، قطر چال باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر باشد.



شکل ۱۵-۶- پمپاژ رثولیت به داخل چال



شکل ۱۶-۶- ریختن رثولیت در چال

جدول ۱-۶- برخی از مشخصات مواد منفجره ساخت نیترو نیل سوئد

مشخصات فشنگ				اسم تجارتي
جنس پوشش	وزن گرم	طول میلی متر	قطر میلی متر	
کاغذ مومی	۱۰۰	۲۰۰	۲۲	دینامکس A
کاغذ مومی	۱۲۵	۲۰۰	۲۵	دینامکس A
کاغذ مومی	۱۷۵	۲۰۰	۲۹	دینامکس A
کاغذ مومی	۳۳۰	۲۰۰	۴۰	دینامکس A
کاغذ مومی	۱۰۰	۲۰۰	۲۲	دینامکس B
پلاستیکی	۶۸۰/۴۱۰	۱۰۰۰/۶۰۰	۲۵	دینامکس B
پلاستیکی	۹۲۰/۵۵۰	۱۰۰۰/۶۰۰	۲۹	دینامکس B
پلاستیکی	۱۱۲۰/۶۷۰	۱۰۰۰/۶۰۰	۳۲	دینامکس B
مقوای نازک	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۴۰	دینامکس B
پلاستیکی	۸۰۰	۴۰۰	۴۳	دینامکس B
پلاستیکی	۱۱۰۰	۴۰۰	۵۰	دینامکس B
پلاستیکی	۱۸۰۰	۴۰۰	۶۵	دینامکس B
پلاستیکی	۶۰۰۰	۴۰۰	۱۲۵	دینامکس B
کاغذ مومی	۶۵	۱۶۵	۲۲	نابیت A
کاغذ مومی	۹۵	۱۳۵	۲۹	نابیت A
لوله پلاستیکی	۴۰۰	۱۰۰۰	۲۲	نابیت A
لوله پلاستیکی	۷۱۰/۴۳۰	۱۰۰۰/۶۰۰	۲۹	نابیت A
مقوای نازک	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۴۰	نابیت A
مقوای نازک	۴۷۰۰	۴۰۰	۱۲۵	نابیت A
لوله پلاستیکی	۳۵۰	۶۰۰	۲۵	رئومکس A
لوله پلاستیکی	۳۰۰۰	۴۰۰	۹۰	رئومکس A
لوله پلاستیکی	۵۰	۴۶۰	۱۱	گوریت A
لوله پلاستیکی	۱۱۰	۴۶۰	۱۷	گوریت A



## ۱۸-۱-۶- مواد منفجره ژله‌ای<sup>۱</sup>: هر یک از مواد منفجره‌ای را که تاکنون

شرح داده‌ایم، دارای عیب‌هایی به شرح زیر هستند:

**باروت:** به دلیل پایین بودن وزن مخصوص، کم بودن سرعت انفجار و مقاومت نداشتن در مقابل آب برای انفجار در سنگ‌های مقاوم و آبدار مناسب نیست.  
**آنفو:** به دلیل پایین بودن وزن مخصوص و مقاوم نبودن در مقابل آب برای محیط‌های آبدار مناسب نیست.

**دینامیت:** به سبب وجود نیتروگلیسیرین گران تمام می‌شود.  
برای جبران عیب‌های یادشده مواد منفجره ژله‌ای ساخته شده که دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند.

– آب در آنها نفوذ نمی‌کند و حالتی مثل نشاسته پخته شده یا قیر آب شده را دارند که اگر آنها را در آب بریزند، حل نمی‌شوند و بنابراین در محیط آبدار تجزیه نمی‌گردند.  
– وزن مخصوص آنها از آب بیشتر است؛ لذا اگر چال در محیط آبدار حفر شود، هنگام خرج‌گذاری ماده منفجره براحتی در آب فرورفته و جای آب را می‌گیرد.  
– ارزان هستند زیرا مواد تشکیل دهنده آنها مثل نترات آمونیوم، نترات سدیم، صمغ، آب، ضد یخ و... ارزان و فراوان است.

– تهیه آنها آسان و فرآیند صنعتی آنها ساده است؛ به نحوی که می‌توان حتی در کامیون‌های مخصوص در سر معدن آنها را ساخت و خرج‌گذاری کرد. شکل ۱۸-۶ یکی از این نوع کامیون‌ها را نشان می‌دهد.

**خواص مواد منفجره ژله‌ای:** مواد منفجره ژله‌ای به دلیل ارزان بودن و خواص ویژه‌ای که دارند، به مقدار بسیار وسیعی در معدن‌های روباز و زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت در برابر آب یکی از این خواص است.

مواد منفجره ژله‌ای با چاشنی یا چاشنی همراه دینامیت منفجر می‌شوند و مطالعات زیادی روی رفتار آنها در شرایط مختلف چال و محیط کار صورت گرفته که مهم‌ترین آنها به این شرح است:

– هرچه مقدار آب موجود در مواد منفجره کمتر باشد، قدرت آن بیشتر می‌شود.  
– هرچه قطر چال بیشتر باشد، سرعت انفجار بیشتر است.  
– در چال‌های با قطر مساوی هرچه درجه حرارت بیشتر باشد، سرعت انفجار

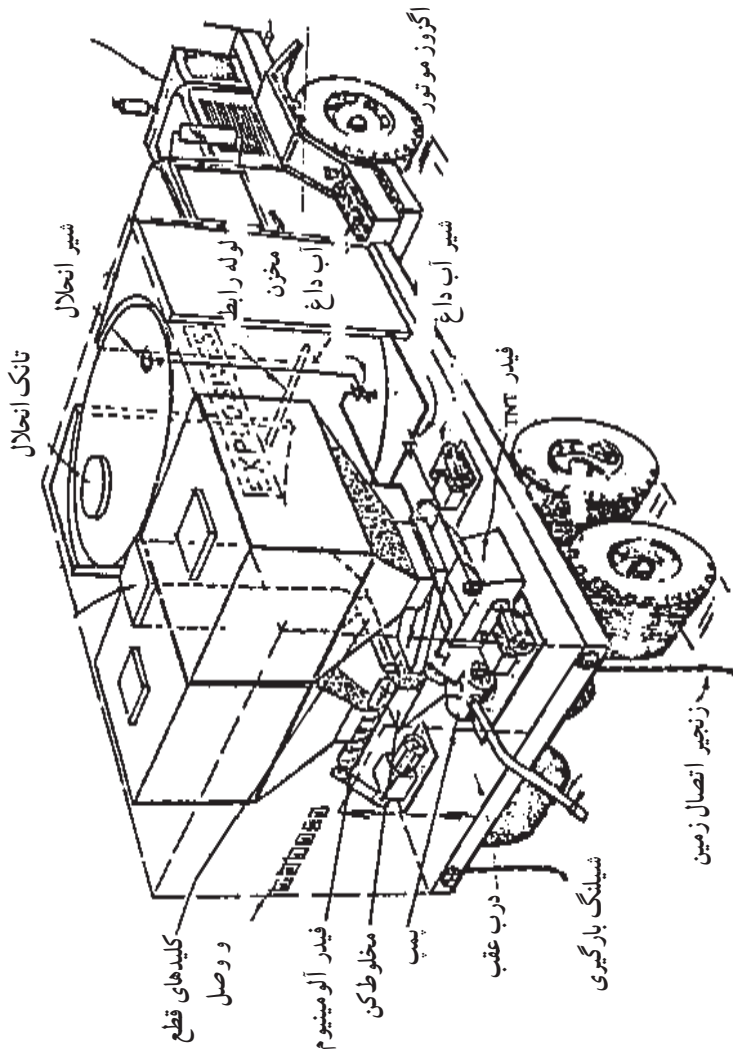
بیشتر خواهد شد.

**بسته‌بندی مواد منفجره ژله‌ای:** مواد منفجره ژله‌ای را به صورت فله یا به شکل فشنگ تهیه می‌کنند. شکل فله این مواد برای خرج‌گذاری در چال‌های سرازیر مناسب است و مواد بسته‌بندی شده می‌تواند برای همه نوع چال به کار رود. در شکل ۶-۱۷ مواد منفجره ژله‌ای را به صورت فشنگ مشاهده می‌کنید.



شکل ۶-۱۷- بسته‌بندی مواد منفجره ژله‌ای

مادهٔ منفجرهٔ ژله‌ای دارای غلظت ژل مانند است و با اضافه نمودن عامل تغلیظ کننده به آب، این خاصیت بدست می‌آید. ماده اصلی آن نیترات آمونیم است که یک اکسید کننده است. این ماده منفجره با ۱۰ تا ۳۰ درصد آب به وسیله سوخت‌های کرنی و تی‌ان‌تی و بودر آلومینیوم و یا برخی ترکیبات آلی مانند متیل آمین نیترات حساس می‌شود. مادهٔ منفجرهٔ ژله‌ای در دو نوع حساس به چاشنی و غیر حساس به چاشنی تهیه می‌شود.



شکل ۱۸-۶- کامیون حامل و تولیدکننده مواد منفجره زلده‌ای

۱۹-۱-۶- مواد منفجره امولوسیون: ترکیبی از قطرات خیلی ریز نترات آمونیم محلول و اکسیدکننده‌های دیگر است که با مخلوطی از محصولات نفتی و روغنی در یک فاز پیوسته پخش شده‌اند.

مخلوط نفت و روغن که یک سوخت است، سطح تماس گسترده‌ای برای اکسیدکننده‌های محلول نترات آمونیم ایجاد می‌کند اختلاف بارز مواد منفجره امولوسیون با مواد منفجره پلاستیکی و مایع در این است که حساس کننده‌های مواد منفجره امولوسیون، خودشان به تنهایی یک ماده منفجره نیستند.

قابلیت انفجار امولوسیون، مواد ترکیبی مذکور با میکروبالون‌ها با قطر یک دهم میلی‌متر مخلوط می‌شوند.

این ذرات در اثر انفجار چاشنی یا نفوذ امواج ضربه، مقدار زیادی نقطه داغ (hot spot) در محل ایجاد می‌کنند که حرارت زیاد این نقاط به احتراق سریع مواد منفجره منجر می‌شود.

دانشیه‌ها مواد منفجره و حساسیت منفجر شدن را می‌توان با مقدار میکروبالون‌ها در امولوسیون تنظیم کرد.

قدرت انفجار با اضافه کردن سوخت بیشتر پودر آلومینیم تنظیم می‌شود. به علاوه، امکان تغییر غلظت در استفاده‌های مختلف وجود دارد و برای بیشتر نمودن غلظت، مقدار نفت/روغن را افزایش می‌دهند. تا درصد روغن بالا رود و غلظت امولوسیون شبیه به غلظت روغن مارگارین گردد. با اضافه نمودن نفت بیشتر، ماده‌ای شبیه به گریس بدست می‌آید که قابلیت پمپ شدن را نیز دارد. غلظت امولوسیون همانند مارگارین، برای ساخت فشنگ مناسب است. خاصیت متراکم شدن مناسب، امکان آن را بوجود می‌آورد که از حجم چال انفجاری تا تقریباً ۱۰۰٪ بهره‌جوییم.

غلظت مواد منفجره امولوسیون به علت طبیعت فیزیکی و خواص آنها دارای تغییرات حرارت کمی است.

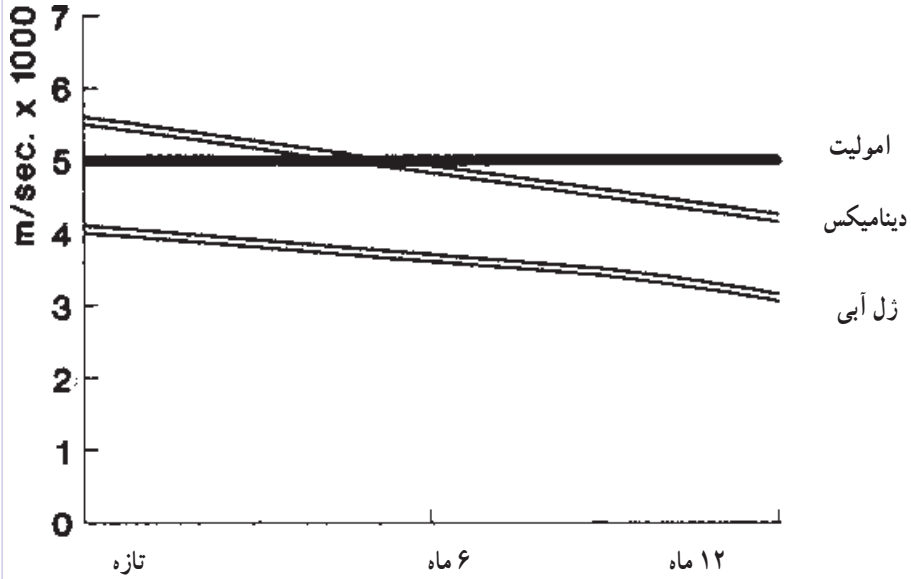
خواص متراکم شدن و پمپ شدن و تغییرناپذیری این مواد در حرارت  $20^{\circ}\text{C}$  تا  $35^{\circ}\text{C}$  است. پایداری امولوسیون در مقایسه با مواد منفجره دیگر بسیار زیاد و در شرایط انبارداری معمولی، خاصیت انفجاری آن به مدت طولانی غیرقابل تغییر است. مواد منفجره امولوسیون دارای سرعت انفجار بالا هستند اما ممکن است این سرعت تا حدی با کاهش قطر و اضافه نمودن آلومینیم کاسته شود.

چون قطرات نیترات آمونیم محلول در امولوسیون بطور کامل با لایه‌ای از نفت-روغن آغشته می‌گردند، بنابراین این ماده منفجره دافع آب است و مقاومت زیادی در برابر آب دارد.

حساسیت مواد منفجره امولوسیون از مواد منفجره‌ای که با چاشنی شماره ۸ = منفجر می‌گردند تا عوامل انفجار که نیاز به پرایمر دارند، تغییر می‌کند.

از نظر جابجایی و عمل، مواد منفجره امولوسیون بسیار ایمن هستند و برای

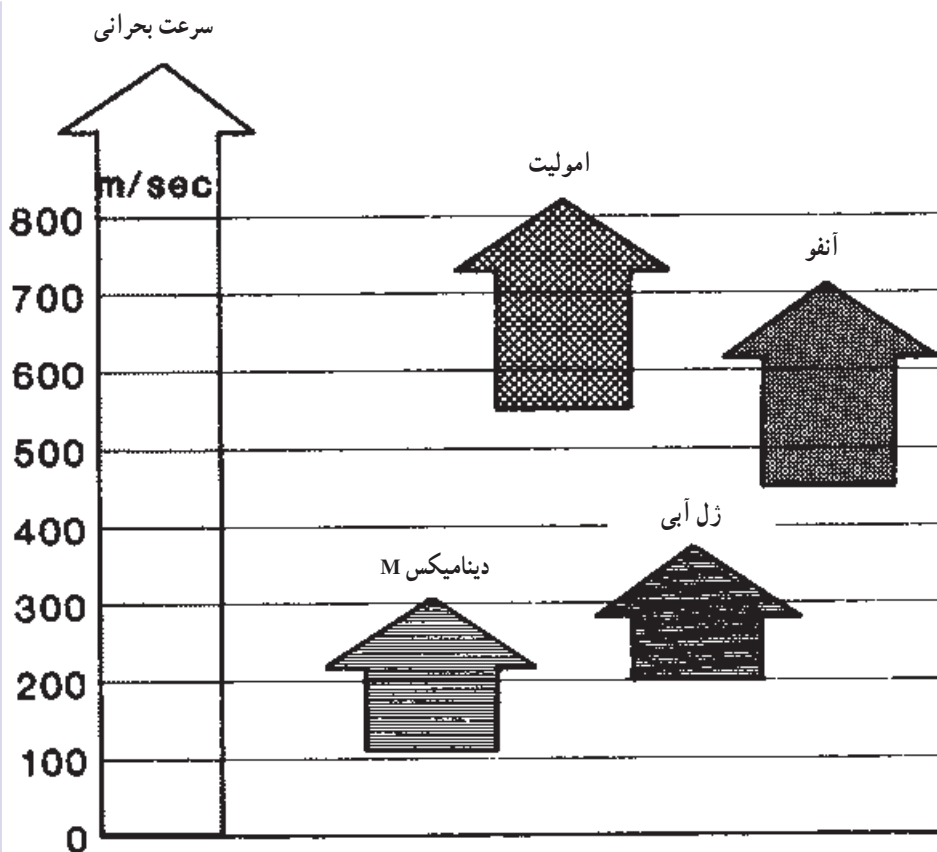
انفجار ناخواسته نیاز به ضربه بسیار شدید دارند.



شکل ۱۹-۶- مقایسه سرعت انفجار با توجه به مدت نگهداری



شکل ۲۰-۶- مواد منفجره امولسیون



شکل ۲۱-۶- آزمایش برخورد گلوله

۲۰-۱-۶- محصولات مواد منفجره امولوسیون: با استفاده از تغییر درصد میکروبالن و آلومینم، حجم زیادی از مواد منفجره امولوسیون ساخته می‌شود. رنج حساس به چاشنی، امولیت ۱۰۰ و ۱۵۰ است که برای چال‌های انفجاری با قطر کم در بسته‌های پلاستیکی و لفاف کاغذی بسته‌بندی می‌گردند. در رنج‌های غیرحساس به چاشنی، امولیت ۲۰۰ و ۳۰۰ هستند که برای چال‌های انفجاری قطور در آشکاری روباز مصرف و در بسته‌های پلاستیکی جاسازی می‌شوند.

امولیت ۱۲۰۰ و ۱۳۰۰ به صورت فله‌اند، خاصیت پمپ شدن دارند و به اصطلاح نمونه اختصاصی آنفو به‌شمار می‌روند که در معادن سنگ مصرف می‌گردند.

امولیت: در حال حاضر چهار نوع امولیت ساخته می‌شود.

امولیت ۱۰۰: ماده منفجره حساس به چاشنی است که در بسته‌های پلاستیکی و فشنگ‌های کاغذی عرضه می‌شود و از آنجا که خاصیت گازدهی خوب و در برابر آب

مقاومت فوق العاده دارد یک ماده منفجره مناسب برای انواع آتشکاری‌ها محسوب می‌شود. این ماده همچنین برای خرج گذاری مکانیزه مناسب است.

امولیت ۱۰۰ همچنین در بسته‌های پلاستیکی به ابعاد  $20 \times 500$  میلی متر عرضه می‌شود که برای آتشکاری ملایم و روش پیش شکافی مناسب است.

امولیت ۱۵۰: شبیه به امولیت ۱۰۰ بوده اما پودر آلومینیم برای افزایش انرژی به آن اضافه شده است. این نوع امولیت در بست‌های پلاستیکی، لفاف کاغذی و لوله‌های پلاستیکی بسته‌بندی می‌شود.

امولیت ۲۰۰: ماده منفجره امولوسیون غیر حساس به چاشنی است، که برای آتشکاری پله با چال‌های متوسط و بزرگ به کار می‌رود. این ماده منفجره به صورت بسته‌های پلاستیکی است و یک فشنگ امولیت ۱۰۰ یا ۱۵۰ برای پرایمر آن به کار می‌رود و قابل انفجار با فیتله انفجاری نیست.

امولیت ۳۰۰: ماده منفجره امولوسیون غیر حساس به چاشنی و قابل انفجار با فیتله انفجاری است. همه انواع امولیت برای آتشکاری زیر آب مناسبند، امولیت برحسب تقاضا با قابلیت پمپ شدن نیز ساخته می‌شود.

امولیت آنفو در حفاری‌های زیرزمینی نیز استفاده می‌شود اما برای پیرامون کار بسیار قوی است و در نتیجه شکستگی بیش از اندازه ایجاد می‌کند. گاهی اوقات استفاده از مواد انفجاری ملایم یا چال‌های با قطر کوچک‌تر در چال‌های پیرامون عملی نیست. بنابراین آنفویی مورد نیاز است که قدرت آن کمتر باشد.

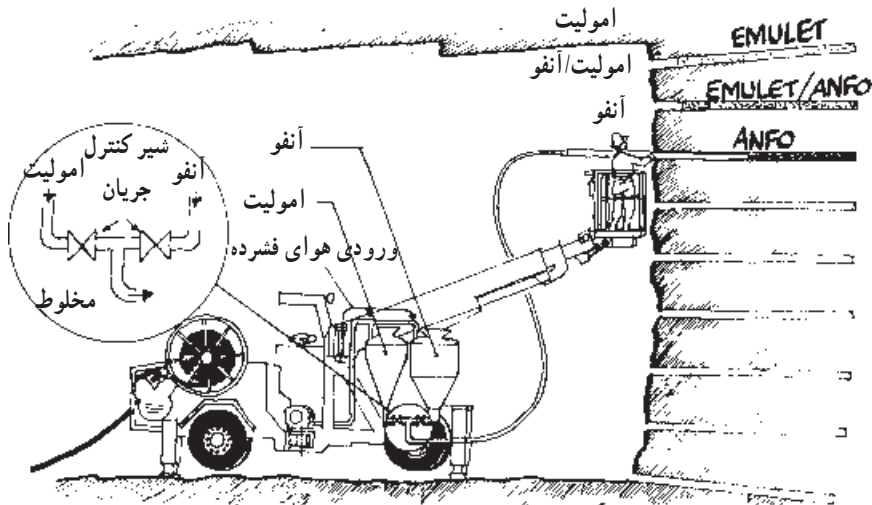
مواد مختلفی برای اختلاط با آنفو کشف شده است اما امروزه برای کاهش قدرت آنفو عموماً از دانه‌های پلی استر منبسط شده استفاده می‌کنند. در نتیجه اختلاف شدید در وزن حجمی آنفو  $8/g.c.c.$  و پلی استر  $2/g.c.c.$  این ترکیب طی عملیات خرج گذاری تمایل به جدا شدن پیدا می‌کند و دانه‌های پلی استر تمایل به خروج ناگهانی از چال دارند.

با اضافه نمودن امولوسیون فله به این مخلوط یک عامل انفجاری هموزن (یکدست) بدست می‌آید که دیگر از هم جدا نمی‌شود و قابل خرج گذاری با تجهیزات خرج گذار پنوماتیک و نام تجارتی آن امولت<sup>۱</sup> است.

اخیراً چهار نوع امولت تولید شده است. امولت ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ و ۵۰ این اعداد

نشانگر قدرت توده و درصد آنفو است. امولت ۲۰ دارای قدرت توده قابل مقایسه با گوریت ۱۷mm در یک چال انفجاری ۳۸ میلی متری و امولت ۳۰ نیز قابل مقایسه با گوریت ۲۲ میلی متری در چال ۵۱ میلی متری است.

برای خرج گذاری مؤثر پیرامون سینه کار، باید دو ظرف مجزا یکی برای آنفو دیگری برای امولت مورد استفاده قرار گیرد. آتشکار از طریق کنترل کننده میزان آنفو یا امولت خروجی را که بستگی به چال در سینه کار و پیرامون دارد، تنظیم می کند. این امکان وجود دارد که آنفو و امولت با همدیگر در چالی تزریق شود که این کار معمولاً در چال های ردیف قبل از پیرامون انجام می گیرد (شکل ۲۲-۶).



شکل ۲۲-۶- خرج گذاری با امولت و آنفو - دانسیته و قدرت توده در سینه کار متفاوت می باشد.

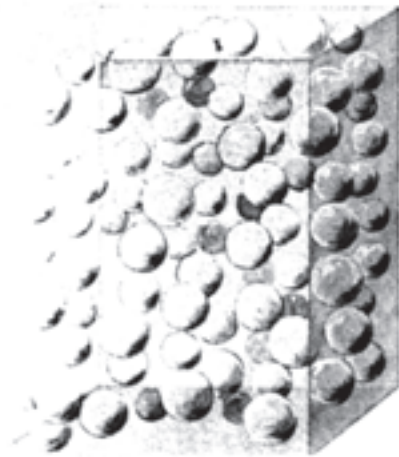
۲۱-۱-۶- امولان<sup>۱</sup>: امولان ترکیبی (هیبرید) از آنفو و امولیت فله است. در این مخلوط فضای خالی بین دانه های آنفو با مواد منفجره امولوسیون پر می شود در نتیجه افزایش منطقی هم در انرژی و هم در دانسیته بوجود می آید. چون فضای خالی بین دانه های آنفو با امولیت (ماده منفجره با مقاومت عالی در برابر آب) پر می شود، عامل انفجار با مقاومت خوب تا عالی در برابر آب بوجود می آید. نسبت امولیت: آنفو از ۲۰ به ۸۰ در چال های خشک و تا ۸۰ به ۲۰ در شرایط چال های آبدار تغییر می کند. از مزایای دیگر پر کردن فضای خالی بین دانه های آنفو،

۱- EMULAN

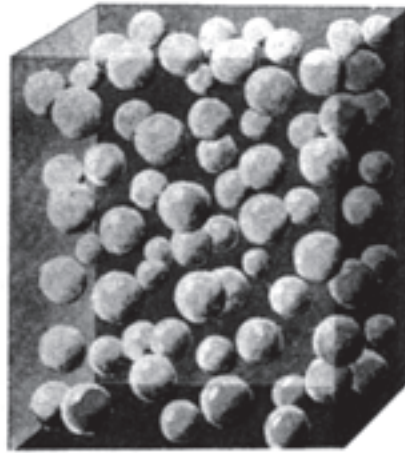


ایجاد یک ماده منفجره با دانسیته بالاتر از آنفو است که در نتیجه انرژی درون آن نیز افزایش می‌یابد.

در نتیجه دانسیته بالاتر و انرژی درونی زیادتر قدرت خردکنندگی این ترکیب در هر متر حفاری تا ۴۰٪ بیشتر می‌شود و در نتیجه فاصله از سطح آزاد (بردن - فاصله ردیف‌ها) و هم فاصله چال‌ها در هر ردیف<sup>۱</sup> تا ۲۰٪ افزایش می‌یابد. پس در حالت کلی می‌توان چنین گفت که امولان، نوعی آنفو مقرون به صرفه مخصوصاً در شرایط چال‌های آبدار و سخت به شمار می‌آید.



آنفو



امولان

شکل ۲۳-۶



شکل ۲۴-۶ - کارگذاری امولان با کامیون

۱- spacing

## ۲-۶- انتخاب مواد منفجره

در عملیات حفاری و انفجار سنگ‌های معدنی، یکی از عوامل مهم انتخاب، نوع ماده منفجره مصرفی است.

سنگ‌های نرم و درزدار به مواد منفجره‌ای نیاز دارند که سرعت انفجار آنها کم باشد. در سنگ‌های مقاوم و سنگین مواد منفجره‌ای باید به کار برد که سرعت انفجار آنها زیاد باشد. برای کار در محیط آبدار و مرطوب باید از مواد منفجره ضد آب استفاده کرد.

اگر قطر چال زیاد است، باید فشنگ‌هایی را به کار برد که قطر آنها زیاد باشد اما در هر حال قطر فشنگ باید دست کم ۸ تا ۱۰ میلی‌متر کمتر از قطر چال باشد. کارخانه‌های متعدد تولیدکننده مواد منفجره در دنیا هر یک محصولات مختلفی را با مشخصات مختلف می‌سازند که تا حدودی شبیه هم هستند و ماده منفجره مورد نظر خود را می‌توان در میان آنها یافت. در گزینش مواد منفجره باید با توجه به شرایط اجرای کار، مشخصاتی فنی را به شرح زیر در نظر گرفت و برحسب امکان تهیه، به برگزیدن آن اقدام کرد.

## ۳-۶- مواد منفجره ساخت ایران

مواد منفجره ساخت ایران بخشی از نیازمندی‌های داخلی را تأمین می‌کند و شامل اقلام زیر است :

باروت، آنفو، پودر آذر، دینامیت اخگر، نوعی از مواد منفجره ژله‌ای و فتیله اطمینان از ترکیب و مشخصات انفجاری مواد یادشده اطلاعی در دست نیست.



شکل ۲۵-۶- بسته‌بندی نابیت با فشنگ‌های طویل از ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر

## مطالعه آزاد

۱-۳-۶- مواد انفجاری امولسیونی: این گروه مواد شامل اسلاری و امولایت بوده که در حال حاضر ماده اسلاری در این کارخانجات تولید می‌گردد. اسلاری: اسلاری در معادن با چال‌های قطور و حاوی آب به کار برده می‌شود که یک ماده انفجاری با قدرت مقاومت خوب در برابر آب می‌باشد. با توجه به ویسکوزیته بالای این ماده می‌توان آن را براحتی پمپ کرد. از آنجایی که اسلاری حاوی



نیترو گلیسرین نبوده، بنابراین هیچگونه عوارض جانبی نظیر سردرد و سایر مشکلات جسمی را برای کارکنان بخش تخریب بوجود نمی‌آورد. این ماده کاملاً ایمن و مقاوم در برابر آتش، تحریکات مکانیکی، از قبیل ضربه و اصطکاک می‌باشد. تحریکات مکانیکی هیچگونه تغییری در میزان قدرت و شکل فیزیکی آن ایجاد نمی‌کند، لذا مصرف این ماده برای آتشکاران بسیار آسان است. نگهداری این ماده در فصول و جاهای سرد یک ماه و در فصول و جاهای گرم حداکثر تا دو هفته می‌باشد.

شکل ۲۶-۶- نمونه‌ای از اسلاری

بسته‌بندی: با توجه به تولید این ماده در کارخانجات شیمیایی پارچین و بعد مسافت تا محل مصرف، بناچار بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به وزن ۲۰ کیلوگرم درون بشکه‌های پلی‌اتیلنی با درپوش مناسب انجام می‌گردد و به خاطر حمل آسان هر ۱۶ بشکه در یک پالت آهنی جا می‌گیرد.



شکل ۲۷-۶- بسته‌بندی اسلاری



شکل ۲۸-۶- نحوه پرکردن جال‌های انفجاری با اسلاری

### جدول ۲-۶

### مشخصات فیزیکی

ترازول mL	قدرت نسبی	مقاومت در آب	سرعت انفجار m/s	دانسیته gr/cm <sup>۳</sup>	قطر حفره مورد نیاز	نام تجاری
۱۳۰±۵	<۱	عالی	۵۱۰۰	۱/۳۵±۰/۰۵	۳ اینچ	اسلاری

به علت خواص ویژه (سرعت واکنش زیاد و انرژی بالای آزاد شده ناشی از واکنش) از این مواد به عنوان مواد انفجاری نام برده می‌شود.

۲-۳-۶- مواد انفجاری خمیری: این دسته از مواد عموماً شامل انواع دینامیت‌های خمیری بوده، که در ساخت آنها از نیتروگلیسرین بالای ۲۰ درصد استفاده می‌شود. در این دینامیت‌ها با افزایش درصد نیتروگلیسرین سرعت و قدرت ماده انفجاری بالا می‌رود. موارد مصرف: معادن، راهسازی، سدسازی، تخریب، لرزه‌نگاری و... .



شکل ۲۹-۶- دینامیت‌های خمیری

### جدول ۳-۶

#### مشخصات فیزیکی و شیمیایی دینامیت‌های خمیری

نوع دینامیت	قطر و طول mm	وزن به گرم در آب	مقاومت	قدرت نسبی	حساسیت cm	سرعت انفجار m/s	دانسیته gr/cm <sup>۳</sup>	ترازول mL	پوشش
۲۲	۲۶۵×۲۲	۱۳۰±۵	عالی	۱/۲	۸-۱۲	> ۳۰۰۰	۱/۴۵±۰/۰۵	> ۳۵۰	کاغذ بارافینه
۳۰	۱۹۵×۳۰	۱۶۵±۵	عالی	۱/۲	۸-۱۲	> ۳۰۰۰	۱/۴۵±۰/۰۵	> ۳۵۰	
۵۰	۳۰۰×۵۰	۸۰۰±۲۰	عالی	۱/۲	۸-۱۲	> ۳۰۰۰	۱/۴۵±۰/۰۵	> ۳۵۰	

این کارخانجات برنامه تولید دینامیت خمیری (زیر ۴۰ درصد NG) از کالبر ۴۰ تا ۷۵ میلی‌متر با پوشش پلی اتیلن را دارا می‌باشد.

\* با توجه به اینکه تاکنون تمام مصرف‌کننده‌های داخلی از دینامیت اخگر استفاده می‌کنند ذکر این نکته لازم می‌باشد که توان این کارخانجات در تولید این نوع دینامیت خمیری خلاصه نمی‌شود و با توجه به درخواست مشتریان، دینامیت سفارشی با مشخصات خواسته شده را نیز می‌توان تولید کرد.

۳-۳-۶- دینامیت‌های لرزه‌نگاری (ژئوفکس): یکی دیگر از این مصارف ویژه دینامیت‌های ژئوفکس (لرزه‌نگاری) با NG بالای ۴۰٪ می‌باشد که در حال حاضر در عملیات اکتشاف نفت بکار برده می‌شود.



شکل ۳-۶- دینامیت‌های خمیری

#### جدول ۴-۶

#### مشخصات فیزیکی و شیمیایی دینامیت‌های لرزه‌نگاری

نوع دینامیت	طول	قطر	وزن به گرم	مقاومت در آب	قدرت نسبی	دانسیته $gr/cm^3$	ترازول mL	سرعت انفجار m/s	پوشش
۶۳mm لرزه نگار	۵۰۰ mm	۶۳mm	$2000 \pm 50$	عالی	۱/۲۵	$1/45 \pm 0/05$	> ۳۹۰	۴۵۰۰	غلاف
۵۰mm لرزه نگار	۳۵۰ mm	۵۰ mm	$1000 \pm 20$	عالی	۱/۲۵	$1/45 \pm 0/05$	> ۳۹۰	۴۵۰۰	پلی اتیلن

بسته‌بندی و حمل و نقل: دینامیت‌های ۲۲ و ۳۰ و ۵۰ میلی‌متر با پوشش کاغذ پارافینه در داخل کیسه پلی‌اتیلنی درون کارتن به ابعاد  $40 \times 30 \times 32$  و وزن خالص ۲۵kg بسته‌بندی و دینامیت‌های ژئوفکس با پوشش غلاف پلی‌اتیلنی در کارتن به ابعاد  $60 \times 15 \times 35$  سانتی‌متر و وزن خالص ۲۰kg بسته‌بندی می‌گردد. حمل و نقل با رعایت استاندارد مواد محترقه و منفجره انجام می‌شود.



شکل ۳۱-۶- دینامیت ۶۳ میلی متر ژئوفکس

مدت زمان نگهداری: حداکثر ۶ ماه نگهداری در انبارهای واجد شرایط طبق استاندارد مواد ناریه.



شکل ۳۲-۶- بسته بندی دینامیت ها با پوشش کاغذ پارافینه



شکل ۳۳-۶- آذر و آنفو ساخت ایران

۴-۳-۶- مواد انفجاری پودری (مواد منفجره پودری - دینامیت‌های پودری): این گروه از مواد شامل نیترات آمونیوم انفجاری، آنفو، ژئوپک، دینامیت پودر آذر - دینامیت آذر فشنگی - دینامیت پودری ظریف کاری ۱۷mm می‌باشد. آنفو: ارزان‌ترین و عمومی‌ترین ماده انفجاری است که برای تخریب سنگ‌های نرم در محیط‌های خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسته‌بندی: در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با وزن ۲۵ یا ۳۰ کیلوگرمی بسته‌بندی می‌گردد.



شکل ۳۴-۶- بسته‌بندی پودر آنفو



شکل ۳۵-۶- بسته‌بندی پودر آذر



۵-۳-۶- ژئوپیک : این ماده انفجاری برای انجام عملیات لرزه‌نگاری سطحی بکار گرفته می‌شود.

جدول ۵-۶

مشخصات فیزیکی مواد منفجره نیترا ته

کاربرد	قدرت نسبی	مقاومت در آب	سرعت انفجار m/s	دانسیته gr/cm <sup>3</sup>	نام تجاری
برای تخریب سنگ‌های نرم و خشک	٪۱۱۷	ضعیف	۴۵۰۰	۱/۱۵	بودر آذر
برای تخریب سنگ‌های نرم و خشک	٪۱۰۵	ضعیف	۳۲۰۰	۰/۸۵-۱	آنفو
برای فعالیت‌های لرزه‌نگاری	٪۱۱۱	ضعیف	۴۲۰۰	۱	ژئوپیک



شکل ۳۶-۶- نحوه پرکردن بودر آذر و آنفو در چال‌های انفجاری با بسته‌بندی کیسه‌ای



شکل ۳۷-۶- نمایانگر اختلاف بودر آذر و آنفو

### ۶-۳-۶- دینامیت پودری ظریف کاری ۱۷mm :

موارد مصرف: برش سنگ‌های قیمتی، سقف تونل، انفجارات کنترل شده و ظریف و ...

بسته بندی و حمل و نقل: حمل و نقل و نگهداری طبق استاندارد مواد محترقه و منفجره، بسته بندی در کارتن مقوایی به وزن خالص ۱۵ kgr به ابعاد ۵۹×۱۳/۵×۳۵



شکل ۶-۳۸- بسته بندی دینامیت پودری و دینامیت پودری جهت انفجارات کنترل شده

### جدول ۶-۶

#### مشخصات فیزیکی دینامیت های پودری ظریف کاری (۱۷mm)

نوع دینامیت	طول	قطر	وزن به گرم	مقاومت در آب	قدرت نسبی	دانسیتته gr/cm <sup>۳</sup>	ترازول mL	سرعت انفجار m/s	پوشش
۱۷mm ظریف کاری	۵۰۰mm	۱۷mm	۱۱۰±۱۰	—	۰/۹	۱/۱	۱۳۵-۱۵۰	۱۸۰۰-۲۰۰۰	غلاف پلی اتیلن



شکل ۳۹-۶- دینامیت‌های پودری ۱۷ میلی‌متری جهت انفجارات کنترل شده و برش سنگ‌های ساختمانی، سنگ‌های قیمتی، سقف تونل و ظریف کاری و...



شکل ۴۰-۶- فتیله کندسوز و نحوه بسته‌بندی آن



شکل ۴۱-۶- فتیله انفجاری و نحوه بسته‌بندی آنها

### ۷-۳-۶- انواع فتیله انفجاری:

کاربرد: فتیله انفجاری با مشخصات فنی و شارژهای مختلف عموماً به منظور انتقال موج انفجار به بوستر مورد استفاده قرار می‌گیرد، همچنین فتیله انفجاری با شارژ  $4^{\circ}$  گرم بر متر یا بالاتر برای عملیات ویژه آتشکاری بطور مستقیم به کار می‌رود.

مقررات حمل و نقل و نگهداری: برابر مقررات مواد محترقه و منفجره این محصول در کلاس A طبقه‌بندی می‌شود. فتیله‌ها باید در انبارهای ویژه و با درجه حرارت  $3^{\circ}$  تا  $5^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد و دور از چاشنی نگهداری شوند.

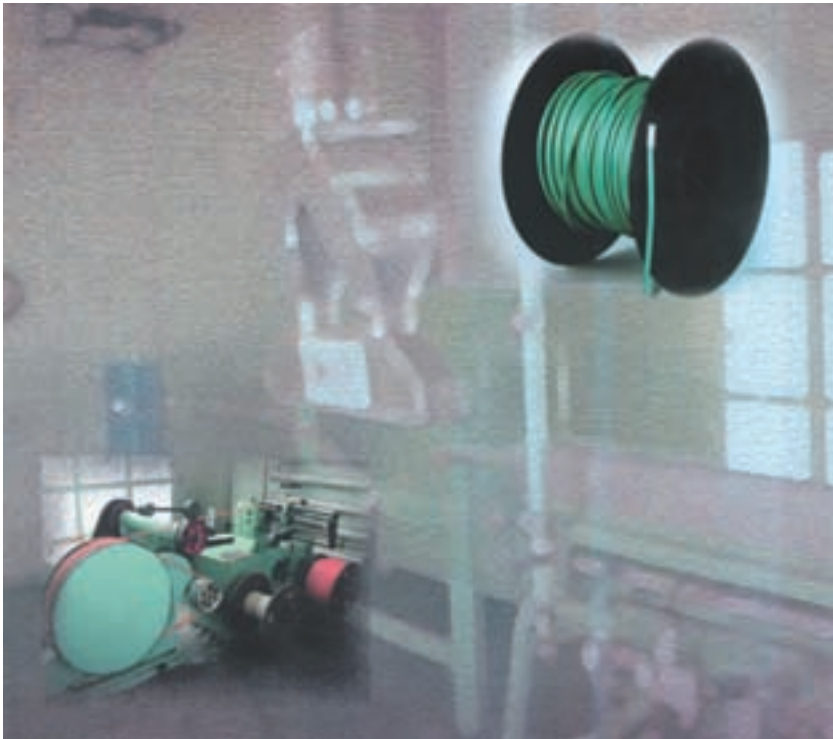
طول عمر: زمان انبارداری برای انواع فتیله‌های ذکر شده حداکثر ۲ سال می‌باشد.

بسته‌بندی: فتیله‌ها در قرقره‌های  $25^{\circ}$  متری و هر ۴ قرقره در یک کارتن مقوایی به ابعاد  $51 \times 28 \times 36$  cm بسته‌بندی می‌گردد.



شکل ۴۲-۶- فتیله انفجاری و نحوه بسته بندی آنها

انواع فتیله انفجاری: فتیله های انفجاری با سرعت انفجاری بالا برای انتقال موج انفجار و خط آتش به بوستر مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۴۳-۶- فتیله انفجاری

جدول ۶-۷

مشخصات فیزیکی انواع فتیله انفجاری

رنگ	کاربرد	قطر خارجی بر حسب mm	کشش تا حد پارگی بر حسب kg	سرعت انفجار m/s	فتیله انفجاری	نام فتیله
زرد	انفجارات ویژه با چاشنی نائل	۴/۳ max	۵۰ ≤	۶۵۰۰ ≤	۴/۵-۶	۵ gr/m
قرمز	انتقال موج انفجار در سطح و چال	۴/۴ max	۵۰ ≤	۶۵۰۰ ≤	۷/۵-۸/۵	۸ gr/m
نارنجی	انتقال موج انفجار در سطح و چال	< ۴/۸	۵۰ ≤	۶۵۰۰ ≤	۹/۵-۱۱/۲	۱۰ gr/m
سبز	انتقال موج انفجار در سطح و چال	۵/۲ max	۵۰ ≤	۶۵۰۰ ≤	۱۱/۵-۱۳/۵	۱۲ gr/m
آبی	انتقال موج انفجار در سطح و چال	۵/۶ max	۵۰ ≤	۶۵۰۰ ≤	۱۴-۱۶	۱۵ gr/m



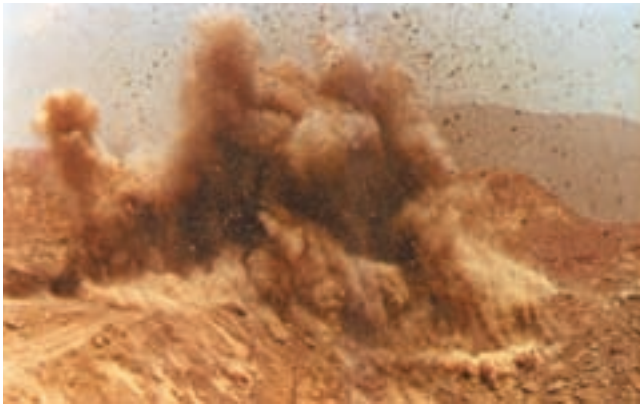
شکل ۴۴-۶- باروت



شکل ۴۵-۶- سنگ شکن جهت خرد کردن باروت



شکل ۴۶-۶- باروت پودر شده



شکل ۴۷-۶- انفجار در معدن



شکل ۴۸-۶- تی ان تی



شکل ۴۹-۶- انفجار معدن با TNT

## خودآزمایی

- ۱- مواد منفجره ژله‌ای چیست؟
- ۲- خواص مواد منفجره ژله‌ای را بیان نمایید و نحوه بسته‌بندی این مواد را بازگو کنید.
- ۳- مواد منفجره امولسیون را توضیح دهید و انواع آن را کاملاً شرح دهید.
- ۴- امولان چیست؟
- ۵- مواد منفجره ساخت ایران را نام ببرید و هر کدام در چه زمینه‌هایی بکار می‌روند؟