

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

مقررات فنی مواد منفجره و آتشباری در معادن

نشریه شماره ۴۱۰

وزارت صنایع و معادن
معاونت امور معادن
دفتر نظارت و ایمنی معادن
<http://www.mim.gov.ir>

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>



بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

شماره : ۱۰۰/۴۵۱۶۶	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ : ۱۳۸۷/۵/۱۵	

موضوع :

مقررات مواد منفجره و آتشباری در معادن

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۱۰ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «مقررات مواد منفجره و آتشباری در معادن» از نوع گروه اول، ابلاغ می‌شود تا از تاریخ ۱۳۸۷/۷/۱ به اجرا درآید. رعایت مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر الزامی است.

امیرمنصور برقی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ‌بهایی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴، دفتر نظام

فنی اجرایی - صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷

Email: tsb.dta@mporg.ir

web: <http://tec.mporg.ir/>

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

اجرای صحیح عملیات آتشیاری از جمله مهم‌ترین مسایل معادن زیرزمینی و روباز است که برای دستیابی به آن، باید دستورالعمل‌ها، ضوابط و راهنماهای جامعی در زمینه‌های مختلف آن وجود داشته باشد.

اگرچه برای بعضی از مسایل آتشیاری، ضوابط و دستورالعمل‌هایی وجود دارد اما در بسیاری موارد نیز هنوز دستورالعمل جامعی ارایه نشده است. در راستای دستیابی به این هدف، و در اجرای برنامه تدوین ضوابط و معیارهای معدن، پروژه‌ای تحت عنوان "مقررات مواد منفجره و آتشیاری" در شورای عالی تدوین به تصویب رسید که نشریه حاضر حاصل اجرای این پروژه است.

در این نشریه، مقررات مختلف آتشیاری از نقطه نظر فنی و ایمنی درج شده است. بعضی از این مقررات که در آیین‌نامه ایمنی معادن نیز موجود است، جنبه قانونی دارد و لازم‌الاجرا هستند. این موارد در متن نشریه با عنوان مقررات قانونی موجود مشخص شده است. تعداد دیگری از مقررات، جنبه توصیه داشته و پس از طی مراحل قانونی و دریافت نظرات دست‌اندرکاران، این متن جنبه قانونی به خود خواهد گرفت.

امید است این نشریه گام موثری در زمینه هماهنگ‌سازی فعالیت‌های اکتشافی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن، با به کارگیری استانداردهای مربوط، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهارنظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید، مدیر و کارشناسان بخش تدوین ضوابط و معیارهای فنی و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله جناب آقایان مهندس علی تبار، مهندس علیرضا دولت‌شاهی، سرکار خانم‌ها مهندس فرزانه آقارمضانعلی و مهندس شهرزاد روشن‌خواه در هدایت امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. همچنین از همکاران محترم دفتر امور نظارت و ایمنی در وزارت صنایع و معادن به ویژه جناب آقای مهندس سید شمس‌الدین سیاسی‌راد قدردانی می‌شود. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

ترکیب اعضای کارگروه تهیه کننده

این مجموعه با همکاری کارگروه تخصصی اکتشاف به صورت اولیه تهیه شده و توسط کارگروه تنظیم و تدوین آماده شده است.

مجری طرح

آقای مهندس وجیهه... جعفری وزارت صنایع و معادن

اعضای کارگروه استخراج

کارشناس ارشد مهندسی معدن	آقای مهدی صفرزاده
کارشناس ارشد مهندسی معدن	آقای مهدی عامری
کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	آقای حسن مدنی
کارشناس ارشد مهندسی معدن - معاونت فنی سازمان نظام مهندسی معدن	آقای هرمز ناصرینیا

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین

دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	آقای مهدی ایران نژاد
کارشناس ارشد زمین شناسی - وزارت صنایع و معادن	آقای عبدالرسول زارعی
دکترای مهندسی مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	آقای مصطفی شریفزاده
کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	آقای حسن مدنی
دکترای زمین شناسی اقتصادی - دانشگاه تربیت معلم	آقای بهزاد مهرابی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول - جمع آوری اطلاعات

- ۱-۱- آشنایی..... ۳
- ۲-۱- مقررات موجود در کشور..... ۳
- ۱-۲-۱- جدیدترین آیین نامه موجود..... ۳
- ۲-۲-۱- قدیمی ترین آیین نامه موجود..... ۳
- ۳-۲-۱- سایر آیین نامه ها..... ۳
- ۳-۱- استانداردها..... ۴

فصل دوم - مشخصات و رده بندی مواد منفجره

- ۱-۲- آشنایی..... ۷
- ۲-۲- تقسیم بندی مواد منفجره..... ۷
- ۱-۲-۲- تقسیم بندی کلی..... ۷
- ۲-۲-۲- تقسیم بندی بر مبنای سرعت انفجار..... ۷
- ۳-۲-۲- تقسیم بندی بر مبنای شرایط کاربرد..... ۸
- ۴-۲-۲- تقسیم بندی بر مبنای ترکیب شیمیایی..... ۸
- ۵-۲-۲- تقسیم بندی براساس ساده و مرکب بودن..... ۹
- ۶-۲-۲- تقسیم بندی براساس حالت فیزیکی..... ۹
- ۷-۲-۲- تقسیم بندی بر مبنای ترکیب شیمیایی و کاربرد..... ۹

فصل سوم - مقررات حمل و نقل مواد منفجره

- ۱-۳- آشنایی..... ۱۳
- ۲-۳- مقررات قانونی موجود..... ۱۳
- ۳-۳- مقررات کلی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره..... ۱۳
- ۴-۳- مقررات بارگیری و تخلیه مواد منفجره..... ۱۴
- ۵-۳- مقررات حمل و نقل مواد منفجره از محل تولید تا محدوده معدن..... ۱۶
- ۶-۳- مقررات حمل و نقل مواد منفجره در محدوده معدن..... ۱۸
- ۷-۳- مقررات انتظامی حمل و نقل مواد منفجره..... ۲۰

۲۰ ۸-۳- وظایف نماینده حمل مواد ناریه

فصل چهارم- مقررات انبار کردن مواد منفجره

۲۷ ۱-۴- آشنایی

۲۷ ۲-۴- مقررات قانونی موجود

۲۹ ۳-۴- مقررات مربوط به موقعیت انبار مواد

۳۳ ۴-۴- ساختمان انبار مواد منفجره

۳۳ ۱-۴-۴- انبارهای با دیوار و سقف قوی

۳۳ ۲-۴-۴- انبارهای با دیوار و سقف ضعیف

۳۳ ۳-۴-۴- انبارهای ترکیبی از دیوارها و سقفهای ضعیف و قوی

۳۵ ۵-۴- تقسیم‌بندی انبارهای مواد ناریه بر اساس شرایط آب و هوایی و جغرافیایی

۳۵ ۱-۵-۴- انبارهای مدفون یا انبارهای ایگلو

۳۶ ۲-۵-۴- انبارهای روباز (سطح الارضی) برای مناطق معتدل

۳۶ ۳-۵-۴- انبارهای موقت

۳۷ ۴-۵-۴- انبارهای تونلی

۳۸ ۶-۴- تاسیسات و تجهیزات انبار مواد ناریه

۳۸ ۱-۶-۴- خاکریزها

۳۹ ۲-۶-۴- سیستم اتصال زمین و برق‌گیر

۴۲ ۳-۶-۴- درب انبارها

۴۳ ۴-۶-۴- روشنایی انبارها

۴۳ ۵-۶-۴- عایق‌کاری

۴۳ ۷-۴- چگونگی احداث انبار مواد ناریه

۴۴ ۸-۴- مقررات مربوط به انبار مواد ناریه

۵۱ ۹-۴- مقررات انتظامی انبار مواد ناریه

۵۲ ۱۰-۴- مقررات مربوط به انبارداری مواد ناریه

۵۵ ۱۱-۴- موارد تخلفات انباردار مواد ناریه

فصل پنجم- مقررات آتشباری

۵۹ ۱-۵- آشنایی

۵۹ ۲-۵- مراحل آماده‌کردن چال

۵۹ ۱-۲-۵- اتصال فتیله به چاشنی

۶۰ ۲-۲-۵- چاشنی‌گذاری

۶۰ ۳-۲-۵- تمیز کردن

۶۱	..... ۴-۲-۵- خرج گذاری
۶۲	..... ۵-۲-۵- گل گذاری (بستن چال)
۶۲	..... ۳-۵- آتشباری به وسیله فتیله اطمینان
۶۴	..... ۴-۵- آتشباری الکتریکی
۶۴	..... ۱-۴-۵- مراحل آتشباری الکتریکی
۶۴	..... ۲-۴-۵- نحوه اتصال چاشنی ها
۶۴	..... ۳-۴-۵- محاسبه مدار انفجار
۶۵	..... ۴-۴-۵- آزمایش و کنترل مدار انفجار
۶۵	..... ۵-۴-۵- وصل مدار انفجار به منبع برق
۶۶	..... ۶-۴-۵- انفجار خود به خود چاشنی های الکتریکی
۶۸	..... ۵-۵- آتشباری به وسیله فتیله انفجاری
۷۰	..... ۶-۵- آتشباری با باروت
۷۰	..... ۷-۵- طرز عمل در مورد چال های منفجر نشده
۷۰	..... ۸-۵- آتشباری با سیستم نائل
۷۰	..... ۱-۸-۵- خرج گذاری
۷۱	..... ۲-۸-۵- آتشباری
۷۱	..... ۹-۵- مقررات قانونی موجود درباره عملیات آتشباری
۷۴	..... ۱۰-۵- مقررات قانونی ویژه آتشباری در معادن زغال سنگ
۷۵	..... ۱۱-۵- مقررات عمومی آتشباری
۷۹	..... ۱۲-۵- مقررات ویژه آتشباری با فتیله اطمینان
۸۰	..... ۱۳-۵- مقررات استفاده از چاشنی های معمولی
۸۰	..... ۱۴-۵- مقررات آتشباری الکتریکی
۸۳	..... ۱۵-۵- مقررات مربوط به کاربرد فتیله انفجاری (کورتکس)
۸۴	..... ۱۶-۵- مقررات استفاده از سیستم نائل
۸۶	..... ۱۷-۵- مقررات بازرسی و رفع نواقص و خطرات پس از عملیات
۸۷	..... ۱۸-۵- مقررات عملیات انفجار، در آتشباری های زیرزمینی
۸۸	..... ۱۹-۵- مقررات آتشباری در معادن حاوی گاز و گرد زغال
۸۹	..... ۲۰-۵- مقررات انهدام مواد منفجره فاسد
۹۱	..... ۲۱-۵- مقررات انتظامی آتشباری
۹۱	..... ۱-۲۱-۵- شرایط و ویژگی های احراز مشاغل دست اندرکاران مواد ناریه
۹۱	..... ۲-۲۱-۵- نمودار سازمانی دست اندرکاران مواد ناریه

- ۹۲ ۳-۲۱-۵- شرح وظایف و مسوولیت‌های مدیر عامل
- ۹۲ ۴-۲۱-۵- شرح وظایف سرپرست کارگاه‌های معدن و موسسات مصرف‌کننده مواد ناریه
- ۹۳ ۵-۲۱-۵- تخلفات مربوط به سرپرست کارگاه مواد ناریه
- ۹۳ ۶-۲۱-۵- تخلفات مربوط به آتشباران مواد ناریه

فصل ششم- طراحی و محاسبات آتشباری

- ۹۷ ۱-۶- آشنایی
- ۹۷ ۲-۶- استفاده از جبهه آزاد در آتشباری
- ۹۷ ۳-۶- محاسبه مقدار ماده منفجره لازم
- ۹۸ ۱-۳-۶- فرمول‌های کلی مربوط به تونل‌ها
- ۹۹ ۲-۳-۶- جداول محاسبه خرج ویژه
- ۹۹ ۴-۶- محاسبات مربوط به آتشباری در تونل‌ها
- ۱۰۱ ۱-۴-۶- تعیین تعداد چال لازم در جبهه کار
- ۱۰۳ ۲-۴-۶- تعیین عمق چال‌های جبهه کار
- ۱۰۴ ۳-۴-۶- تعیین قطر چال‌ها
- ۱۰۵ ۴-۴-۶- استفاده از برش‌ها در آتشباری‌های زیرزمینی
- ۱۰۶ ۵-۶- محاسبات مربوط به آتشباری در معادن سطحی
- ۱۰۶ ۱-۵-۶- قطر چال
- ۱۰۷ ۲-۵-۶- عمق چال
- ۱۰۷ ۳-۵-۶- میزان خرج هر چال
- ۱۰۷ ۴-۵-۶- فاصله‌داری چال‌های هر ردیف
- ۱۰۸ ۵-۵-۶- بار سنگ
- ۱۰۹ ۶-۵-۶- طول گل‌گذاری
- ۱۰۹ ۷-۵-۶- خرج‌گذاری چال‌های مرطوب
- ۱۱۰ ۸-۵-۶- توزیع مواد منفجره در چال
- ۱۱۲ ۹-۵-۶- خرج‌های کف چالی
- ۱۱۲ ۶-۶- محدوده ایمنی و اثرات زیست محیطی آتشباری
- ۱۱۳ ۷-۶- لرزش زمین
- ۱۱۳ ۱-۷-۶- حدود و استانداردهای موجود
- ۱۱۴ ۲-۷-۶- عوامل موثر در لرزش زمین
- ۱۱۶ ۳-۷-۶- روش‌های پیش‌بینی لرزش زمین
- ۱۲۱ ۴-۷-۶- راهکارهای کاهش لرزش زمین

- ۱۲۲-۸-۶- لرزش هوا.....
- ۱۲۲-۱-۸-۶- ویژگی‌های لرزش هوا.....
- ۱۲۳-۲-۸-۶- حدود و استانداردهای تعریف شده.....
- ۱۲۴-۳-۸-۶- پارامترهای موثر بر لرزش هوا.....
- ۱۲۵-۴-۸-۶- معادلات پیش‌بینی لرزش هوا.....
- ۱۲۷-۵-۸-۶- راهکارهای کاهش لرزش هوا.....
- ۱۲۸-۹-۶- پرتاب سنگ.....
- ۱۲۸-۱-۹-۶- عوامل اصلی تشدیدکننده پرتاب سنگ.....
- ۱۳۱-۲-۹-۶- مدل‌های محاسبه میزان پرتاب سنگ.....
- ۱۳۳-۳-۹-۶- پوشش‌های محافظ.....
- ۱۳۳-۴-۹-۶- راهکارهای کاهش پرتاب سنگ.....

فصل هفتم- راهنمای آتشباری کنترل شده

- ۱۳۷-۱-۷- آشنایی.....
- ۱۳۸-۲-۷- آتشباری صاف.....
- ۱۳۸-۱-۲-۷- مشخصات چال‌های کنترل.....
- ۱۴۱-۲-۲-۷- مشخصات چال‌های ضربه‌گیر.....
- ۱۴۱-۳-۷- آتشباری بالشی.....
- ۱۴۲-۱-۳-۷- مشخصات چال‌های کنترل.....
- ۱۴۴-۴-۷- روش آتشباری با چال‌های خالی.....
- ۱۴۴-۱-۴-۷- مشخصات چال‌های کنترل.....
- ۱۴۵-۲-۴-۷- مشخصات چال‌های ضربه‌گیر.....
- ۱۴۵-۵-۷- روش آتشباری پیش‌شکافی.....
- ۱۴۶-۱-۵-۷- مشخصات چال‌های کنترل.....
- ۱۴۷-۲-۵-۷- موارد قابل توجه در روش آتشباری کنترل شده پیش‌شکافی.....
- ۱۴۸-۶-۷- روش آتشباری با کنترل شکاف.....
- ۱۴۹-۷-۷- ترکیب روش‌های آتشباری کنترل شده.....
- ۱۴۹-۸-۷- استخراج سنگ‌های تزیینی و نما با استفاده از آتشباری کنترل شده.....
- ۱۵۰-۱-۸-۷- شناخت خصوصیات زمین‌شناسی، فیزیکی و مکانیکی سنگ.....
- ۱۵۱-۲-۸-۷- انتخاب صحیح نوع خرج.....
- ۱۵۲-۳-۸-۷- دقت در حفاری چال‌ها.....
- ۱۵۳-۴-۸-۷- دقت در نحوه خرج‌گذاری و انفجار.....

۱۵۴..... ۷-۸-۵- استفاده از چال‌های خالی راهنما

فصل هشتم- راهنمای آموزش و آزمون پرسنل

۱۵۹..... ۸-۱- آشنایی

۱۵۹..... ۸-۲- آموزش خای لازم برای آتشباری معادن

۱۵۹..... ۸-۲-۱- آموزش‌های لازم برای تعیین مقدار مواد ناریه مورد نیاز آتشباری

۱۵۹..... ۸-۲-۲- آموزش‌های لازم در مورد تحویل و حمل مواد ناریه و وسایل و ابزار از انبار به محل کار

۱۶۰..... ۸-۲-۳- آموزش‌های لازم برای آماده کردن مواد ناریه به منظور خرج گذاری در چال‌ها

۱۶۰..... ۸-۲-۴- آموزش لازم برای خرج گذاری چال

۱۶۰..... ۸-۲-۵- آموزش نحوه گل گذاری و کوبیدن چال‌های خرج گذاری شده

۱۶۰..... ۸-۲-۶- آموزش در مورد آتش کردن چال‌های خرج گذاری شده

۱۶۱..... ۸-۲-۷- آموزش بازرسی محل انفجار پس از آتشباری

۱۶۱..... ۸-۲-۸- آموزش کشف علل آتش نگرقتن چال‌ها و خنثی یا آتش کردن مجدد آن‌ها

۱۶۱..... ۸-۲-۹- آموزش جمع‌آوری مواد ناریه منفجر شده و منهدم کردن آن‌ها

۱۶۱..... ۸-۲-۱۰- آموزش نحوه تحویل مواد ناریه اضافی به انبار کل و تنظیم گزارش روزانه

۱۶۱..... ۸-۲-۱۱- آموزش، تنظیم و تعیین مقدار مواد ناریه با در نظر گرفتن نتیجه انفجار

۱۶۲..... ۸-۲-۱۲- آموزش پیشگیری از حوادث و رعایت اصول و نکات ایمنی

۱۶۲..... ۸-۲-۱۳- آموزش کمک‌های اولیه

۱۶۲..... ۸-۲-۱۴- مسایل کلی در مورد آموزش آتشباران

۱۶۳..... ۸-۳- آموزش‌ها و توانایی‌های لازم برای سرپرست کارگاه آتشباری

فصل نهم- بازرسی‌ها و نظارت مواد ناریه

۱۶۷..... ۹-۱- آشنایی

۱۶۷..... ۹-۲- نتایج عدم نظارت مستمر بر مصرف مواد ناریه

۱۶۷..... ۹-۳- هیات نظارت بر مواد ناریه استان

۱۶۷..... ۹-۳-۱- ترکیب اعضای تشکیل دهنده هیات

۱۶۷..... ۹-۳-۲- شرح وظایف هیات‌های مواد ناریه استان

۱۷۰..... ۹-۴- نظارت بر مصرف مواد ناریه

۱۷۰..... ۹-۴-۱- شرایط و ویژگی‌های مامور ناظر بر مصرف مواد ناریه

۱۷۰..... ۹-۴-۲- وظایف ناظرین

۱۷۵..... فصل دهم- فرم‌های درخواست‌ها، مجوزها و گزارش‌ها

۱۷۷..... فهرست منابع به ترتیب استفاده در متن

فصل ۱

جمع آوری اطلاعات

۱-۱- آشنایی

اولین قدم در تدوین مقررات آتشباری، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مواد منفجره و آتشباری است تا به کمک آن‌ها بتوان مقررات لازم را تدوین و یا مقررات موجود را اصلاح کرد.

۱-۲- مقررات موجود در کشور

اصولا در مورد فعالیت‌های معدنی کشور، مقررات معدودی وجود دارد که مقررات مربوط به آتشباری نیز از این امر مستثنا نیست. به هر حال مقررات موجود در این زمینه را می‌توان به شرح زیر رده‌بندی کرد.

۱-۲-۱- جدیدترین آیین‌نامه موجود

آخرین آیین‌نامه موجود درباره مسایل معدنی، آیین‌نامه ایمنی معادن مصوب ۷۹/۱۱/۲۵ است که در سال ۱۳۸۱ از سوی دفتر نظارت و ایمنی معادن و با همکاری وزارت کار و امور اجتماعی انتشار یافته است. فصل ششم این آیین‌نامه که مواد ۷۹ لغایت ۱۹۰ را دربر می‌گیرد در مورد مواد ناریه و آتشباری است.

۱-۲-۲- قدیمی‌ترین آیین‌نامه موجود

قدیمی‌ترین آیین‌نامه موجود درباره مسایل معدنی، آیین‌نامه فنی و نظارت بر معادن کشور مصوبه ۱۳۳۶/۵/۱۲ هیات وزیران وقت است که فصل پنجم آن تحت عنوان استعمال مواد ناریه در معدن است و مواد ۴۳ لغایت ۶۰ آن به این امر اختصاص دارد.

۱-۲-۳- سایر آیین‌نامه‌ها

در فاصله دو آیین‌نامه یاد شده در بالا بعضی آیین‌نامه‌ها و مقررات دیگر نیز به شرح زیر تدوین شده‌اند:

الف- مقررات حمل و نقل، انبار، نگاهداری و به‌کاربردن مواد منفجره در عملیات اکتشاف و استخراج معادن

این مقررات به صورت کتابچه کوچکی در سال ۱۳۴۶ از سوی اداره کل معادن وزارت اقتصاد وقت انتشار یافته و مشتمل بر ۳۲ صفحه است.

ب- دستورالعمل حمل و نقل، نگاهداری و به‌کاربردن مواد منفجره

این دستورالعمل به صورت جزوه ۷۷ صفحه‌ای در سال ۱۳۵۲ از سوی اداره کل نظارت بر معادن وزارت اقتصاد وقت انتشار یافته است.

ج- قوانین ایمنی در معادن زغال‌سنگ

این آیین‌نامه در سال ۱۳۵۰ از سوی شرکت ملی ذوب آهن وقت تنظیم شد که مفاد آن عمدتا از استاندارد کشور شوروی سابق گرفته شده بود. اگر چه این آیین‌نامه به طور رسمی به تصویب مراجع ذی‌صلاح نرسید ولی مبنای کار در شرکت ملی ذوب آهن قرار

گرفت که در آن زمان تقریباً تمام معادن زغال سنگ فعال مهم را در اختیار داشت. مواد ۲۳۸ لغایت ۲۷۶ این آیین نامه مربوط به مواد منفجره و آتشباری است.

د- دستورالعمل اجرایی مواد ناریه

این دستورالعمل در سال ۱۳۸۲ از سوی دبیرخانه شورای امنیت کشور مربوط به وزارت کشور منتشر شده است که در آن موارد مختلف کار با مواد منفجره و آتشباری آمده است.

۱-۳- استانداردها

در بعضی از کشورها، استانداردهایی در مورد کاربرد مواد منفجره و آتشباری تدوین شده است. از آنجا که سطح تکنولوژی کشور هندوستان قابل مقایسه با ایران است لذا عمدتاً استانداردهای این کشور جمع‌آوری شد که در پیوست‌ها آمده است.

فصل ۲

مشخصات و رده‌بندی مواد منفجره

۲-۱- آشنایی

مواد منفجره^۱ اجسامی هستند که در اثر یک عامل خارجی (مثل ضربه، گرما و یا تاثیر توام آنها) به طور ناگهانی تجزیه می‌شوند و مقدار زیادی گاز داغ تولید می‌کنند. اگر این مواد در هوای آزاد منفجر شوند، کار مهمی انجام نمی‌دهند، در صورتی که اگر انفجار آنها در محیط محدود (مثلا داخل چال) انجام گیرد، گازهای تولید شده فشار زیادی به دیواره وارد می‌کنند و باعث تخریب محیط می‌شوند.

در ترکیب تمام مواد منفجره، دو عنصر کربن و هیدروژن موجود است و علاوه بر آنها، اکسیژن نیز به منظور احتراق و تبدیل این عناصر به مواد گازی (مثل دی‌اکسید کربن و آب) وجود دارد.

۲-۲- تقسیم‌بندی مواد منفجره

مواد منفجره را از نظرهای مختلف به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کنند:

۲-۲-۱- تقسیم‌بندی کلی

از نظر کلی، مواد منفجره به سه گروه مکانیکی، شیمیایی و هسته‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف- مواد منفجره مکانیکی

این گروه مواد منفجره اجسامی هستند که در اثر گرما، به سرعت تبخیر می‌شوند و فشار زیادی را به دیواره وارد می‌کنند. از جمله این مواد می‌توان دی‌اکسید کربن را که در روش کاردکس^۲ به کار می‌رود، نام برد.

ب- مواد منفجره شیمیایی

در این دسته از مواد، عامل ایجاد انرژی، انجام فعل و انفعالات شیمیایی است (مثل دینامیت‌ها) و بسته به سرعت فعل و انفعال، آنها را به دو گروه تندسوز و کندسوز تقسیم می‌کنند.

ج- مواد منفجره هسته‌ای

این دسته از مواد منفجره در کارهای معدنی کاربردی ندارند و انرژی حاصل از آنها ناشی از فعل و انفعالات هسته‌ای است که از جمله آنها می‌توان به پلوتونیوم و اورانیوم ۲۳۵ اشاره کرد.

۲-۲-۲- تقسیم‌بندی بر مبنای سرعت انفجار

از نقطه نظر سرعت انفجار مواد منفجره را به دو گروه تندسوز و کندسوز تقسیم می‌کنند.

1- explosives

2- cardox

الف- مواد منفجره تندسوز

این مواد در اثر تماس با شعله و یا در نتیجه ضربه شدید منفجر می‌شوند و حجم گاز تولیدی آن‌ها بسیار زیاد است که از جمله متداول‌ترین آن‌ها دینامیت‌ها هستند.

سرعت انفجار مواد تندسوز ۱۵۰۰ تا ۸۰۰۰ متر در ثانیه و فشار ناشی از انفجار آن‌ها ۳۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰۰ اتمسفر است. مواد تندسوز خود به دو بخش تندسوز اولیه و تندسوز ثانویه تقسیم‌بندی می‌شوند. مواد تندسوز اولیه با کوچک‌ترین تحریکی از قبیل جرقه، شعله و ضربه منفجر می‌شوند حال آنکه مواد تندسوز ثانویه برای انفجار کامل به یک موج انفجاری نیاز دارند.

ب- مواد منفجره کندسوز

حجم گازهایی که در اثر انفجار این مواد تولید می‌شود چندان زیاد نیست و سرعت انفجار آن‌ها چند متر در ثانیه است و فشار ناشی از انفجار آن‌ها به ۳۵۰۰ اتمسفر می‌رسد. انفجار این مواد در اثر شعله انجام می‌گیرد و از جمله آن‌ها می‌توان انواع باروت‌ها را نام برد.

۲-۲-۳- تقسیم‌بندی بر مبنای شرایط کاربرد

بر مبنای شرایط ایمنی و محل کاربرد، مواد منفجره را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

الف- دسته اول شامل مواد منفجره‌ای است که استعمال آن‌ها فقط در حفاریات سطحی مجاز است. معمولاً این‌گونه مواد را در کاغذهای سفید رنگ بسته‌بندی می‌کنند.

ب- دسته دوم شامل آن دسته از مواد منفجره‌ای است که از آن‌ها می‌توان در حفاریات سطحی و فضاهای زیرزمینی فاقد گازه‌های آتش‌زا و گرد زغال استفاده کرد. رنگ کاغذ لفاف این دسته از مواد معمولاً قرمز است.

ج- دسته سوم شامل مواد منفجره‌ای است که استعمال آن‌ها در فضاهای زیرزمینی دارای گاز و گرد زغال نیز مجاز است. این دسته خود به دو گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول موادی هستند که از آن‌ها می‌توان هم در تونل‌هایی که داخل زغال حفر می‌شود و هم در تونل‌های سنگی مجاور لایه‌های زغالی، استفاده کرد که کاغذ آن‌ها زرد رنگ است. از گروه دوم این دسته فقط می‌توان در تونل‌های سنگی استفاده کرد و رنگ کاغذ آن‌ها آبی است.

۲-۲-۴- تقسیم‌بندی بر مبنای ترکیب شیمیایی

در این تقسیم‌بندی، مواد منفجره را از نقطه نظر ترکیب شیمیایی به سه گروه به شرح زیر تقسیم می‌کنند.

الف- مواد منفجره با ترکیب معدنی؛

ب- مواد منفجره با ترکیب آلی که شامل مواد نیترو، نیتریک، نیترامین و مشتقات فلزی آن‌ها است؛

ج- مواد منفجره مخلوط (سوخته‌ها) و مواد اکسیدکننده که هریک به تنهایی خاصیت انفجار ندارند ولی مخلوط آن‌ها قابل انفجار است.

۲-۲-۵- تقسیم‌بندی بر اساس ساده و مرکب بودن

از این نظر، مواد منفجره را به دو گروه زیر تقسیم می‌کنند:

الف- مواد منفجره ساده (خالص)

این مواد تنها از یک نوع ماده منفجره تشکیل شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان خرج چاشنی‌ها را نام برد.

ب- مواد منفجره مرکب (مخلوط)

این مواد که از ترکیب دو یا چند ماده منفجره ساخته می‌شوند و آن‌ها را به دو دسته زیر تقسیم می‌کنند:

اول- مواد منفجره‌ای که در ترکیب آن‌ها حداقل یک ماده منفجره وجود داشته باشند؛

دوم- مواد منفجره‌ای که اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها به تنهایی قابلیت انفجار را ندارند ولی مخلوط آن‌ها قابل انفجار است.

۲-۲-۶- تقسیم‌بندی بر اساس حالت فیزیکی

مواد منفجره صنعتی را از نظر حالت فیزیکی به سه گروه زیر تقسیم می‌کنند:

الف- مواد منفجره دانه‌ای (پودری) مانند: باروت، آنفو (ANFO)، مخلوط آلومینیم و آنفو (AL ANFO)، و نیترات آمونیوم سنگین؛

ب- مواد منفجره ژله‌ای که خود به دو دسته ژله‌ای و امولسیون تقسیم می‌شوند؛

ج- دینامیت‌ها که خود به انواع مختلف تقسیم می‌شوند مانند دینامیت استرایت، دینامیت آمونیاکی، ژلاتین انفجاری، دینامیت آمونیاکی ژلاتینی، دینامیت نیمه ژلاتینی دینامیت مجاز و نظایر آن‌ها.

۲-۲-۷- تقسیم‌بندی بر مبنای ترکیب شیمیایی و کاربرد

در این تقسیم‌بندی، انواع مواد منفجره را به دو گروه کلی مواد نیتراته و دینامیت‌ها تقسیم می‌کنند:

الف- مواد منفجره نیتراته

مواد منفجره را با توجه به محل مصرف به دو گروه زیر تقسیم می‌کنند:

اول- مواد نیتراته مخصوص معادن حاوی گاز و گرد و غبار غیر قابل انفجار مانند گریز و نفتالیت؛

دوم- مواد نیتراته مخصوص معادن روباز.

ب- دینامیت‌ها

از نقطه نظر محل مصرف، دینامیت‌ها را به ۴ گروه زیر تقسیم می‌کنند:

اول- دینامیت‌های مخصوص معادن زیرزمینی زغال‌سنگ غیرایمن؛

دوم- دینامیت‌های مخصوص معادن زیرزمینی زغال‌سنگ ایمن؛

سوم- دینامیت‌های سایر معادن زیرزمینی ایمن؛

چهارم- دینامیت‌های معادن روباز.

فصل ٣

مقررات حمل و نقل مواد منفجره

۳-۱- آشنایی

مقررات کلی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره از طریق وزارت صنایع و معادن تحت عنوان آیین‌نامه ایمنی در معادن و در ۹ ماده (مواد ۱۲۹ لغایت ۱۳۷) ابلاغ شده که لازم الاجرا است و علاوه بر این، مقررات دیگری نیز به وسیله وزارت کشور، تحت عنوان دستورالعمل اجرایی مواد ناریه مصوب ۱۳۸۲/۶/۴ شورای امنیت کشور موجود است که موارد مربوط به حمل و نقل آن در این فصل آمده است.

۳-۲- مقررات قانونی موجود

موارد قانونی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره طی بندهای ۱۲۹ تا ۱۲۷ از فصل ششم آیین‌نامه ایمنی در معادن به شرح زیر آمده است:

- ۱- جا به جا کردن مواد ناریه در داخل معدن و حمل آن از انبار به محل کار و نظیر آن باید تحت نظارت و با مسوولیت آتشبار انجام گیرد.
- ۲- حمل مواد منفجره به مقدار مورد احتیاج باید در کیسه برزنتی یا جعبه مخصوصی که بدین منظور ساخته شده است انجام گیرد. کیسه‌ها یا جعبه‌ها باید دارای قفل و بست و کلید آن در اختیار آتشبار 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- قراردادان چاشنی همراه با ماده منفجره اصلی در یک کیسه یا یک صندوق یا یک وسیله نقلیه ممنوع است.
- ۵- قراردادان لوازم و اشیای متفرقه درون کیسه برزنتی یا جعبه محتوی مواد ناریه ممنوع است.
- ۶- در صورت حمل مواد ناریه به وسیله لوکوموتیو در داخل معدن، قطار مربوط باید دارای واگن مخصوص باشد و روی آن علائم خطر نصب شود. در این‌گونه موارد باید مراتب زیر نیز رعایت شود:
 - الف- حمل چاشنی به وسیله واگن مواد منفجره ممنوع است؛
 - ب- به غیر از راننده و آتشبار و کمک او، استفاده سایر افراد از قطار حمل مواد ناریه ممنوع است؛
 - ج- قطار حامل مواد ناریه باید حداقل ۵ دقیقه با قطارهای نفر بر فاصله زمانی داشته باشد.
- ۷- به هنگام حمل مواد ناریه با وسایل حمل و نقل در چاه‌های معدنی، باید کلیه مقررات مربوط به حمل افراد در چاه رعایت شود و نباید اشخاص دیگری غیر از آتشبار و کمک او از وسایل حمل و نقل مواد ناریه استفاده کنند. حمل مواد ناریه و چاشنی تواما ممنوع است. متصدی بالابر چاه باید قبلا ماموران پذیرگاهی را که محموله در آنجا تخلیه می‌شود، مطلع سازند.
- ۸- در زمان رعد و برق و در خلال آن حمل و نقل مواد ناریه ممنوع است.

۳-۳- مقررات کلی مربوط به حمل و نقل مواد منفجره

- ۱- حمل و نقل مواد ناریه باید طبق آیین‌نامه ارایه 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- جهت حمل و ثابت کردن مواد منفجره و مهماتی که احتیاج به بسته‌بندی ندارند بایستی حتی‌المقدور از پس‌ماندهای مواد بسته‌بندی استفاده کرد؛
- ه- نوع مواد بسته‌بندی کمکی باید طوری انتخاب شود که در حمل و نقل معمولی آسیب‌پذیر نباشد؛
- و- بسته‌ها از نظر فنی و کیفی کنترل شده باشد.
- ۳- مواد منفجره و مهماتی از نظر حمل و نقل مطمئن نیستند که:
- الف- شرایط بندهای الف تا و بند ۲-۲-۳ را دارا نباشند؛
- ب- مواد منفجره‌ای که چاشنی آن‌ها مونتاژ شده باشد؛
- ج- مواد منفجره‌ای که تحت تاثیر عوامل مکانیکی، حرارتی و یا عوامل دیگر قرار گرفته‌اند؛
- د- مواد منفجره صدمه‌دیده.

۳-۴- 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 آتش‌سوزی" نصب کرد.
- ۴- کپسول‌های آتش‌نشانی باید پر و حاضر به کار باشند.
- ۵- کامیون حامل مواد منفجره باید دارای دستگاه‌های آتش خاموش‌کن باشد.
- ۶- کامیون حامل مواد منفجره باید مجهز به برق‌گیر باشد.
- ۷- کامیون باید دارای سقف یا پوشش برزنتی غیر قابل نفوذ آب باشد.
- ۸- مخزن بنزین (سوخت وسیله نقلیه) و لوله‌های مربوط باید محکم باشد و چکه نکند و سیستم فشار داخلی مخزن به‌گونه‌ای باشد که در موقع حرکت سوخت روی آگزوز پخش نشود.
- ۹- ترمزها و دنده‌ها باید مرتب و کاسه نمد چکه نداشته باشد. کلیه لاستیک‌های خودرو باید در شرایط خوب باشد و توجه به‌خصوص به عمل آید تا فشار باد آن‌ها کاملاً مناسب باشد.
- ۱۰- محل بارگیری و تخلیه باید مجهز به روشنایی باشد.
- ۱۱- به هنگام بارگیری و تخلیه، موتور وسیله نقلیه باید در وضعیت خاموش باشد.
- ۱۲- 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.
- ۱۳- به هنگام بارگیری و تخلیه، فاصله خودرو تا درب انبار حداقل ۱۰ متر باشد و از روشن کردن خودرو خودداری شود.

- ۱۴- به هنگام بارگیری و تخلیه، در نزدیکی وسایل نقلیه حامل مواد منفجره به هیچ وجه نباید دخانیات استعمال شود و یا از آتش روبرو استفاده گردد. راننده و سرنشینان وسیله نقلیه حامل مواد منفجره مجاز نیستند کبریت، فندک و غیره با خود همراه داشته باشند.
- ۱۵- باید به مقررات طرز کار با مهمات و مواد منفجره توجه شود.
- ۱۶- کامیون حامل مواد منفجره یا محترقه باید به اندازه ظرفیتش بارگیری شود. لکن در مورد چاشنی و دینامیت و باروت باید به میزان $\frac{2}{3}$ ظرفیت خودرو بارگیری شود.
- ۱۷- صندوق‌های مواد منفجره باید مرتب در کامیون چیده شوند و ارتفاع بار از ارتفاع اطاق کامیون تجاوز نکند.
- ۱۸- صندوق حاوی مواد منفجره را نباید پرت کرد یا سر داد و یا غلتاند، بلکه باید آن‌ها را بلند کرد و آهسته به زمین گذاشت.
- ۱۹- باید به نوع مهمات و مواد منفجره‌ای که تواما نباید حمل شوند توجه کامل شود. مخصوصاً چاشنی‌ها با انواع مواد منفجره نایستی با یک وسیله حمل شوند.
- ۲۰- حمل باروت و نیترات آمونیوم تواما و یا با سایر مواد منفجره ممنوع است و باید هر یک را مجزا از هم حمل کرد.
- ۲۱- در صورتی که مواد منفجره به داخل قطار بارگیری می‌شوند، واگن حاوی مواد منفجره باید در جلو قرار گرفته باشد و بین لوکوموتیو و واگن مواد منفجره یک واگن خالی بسته شود و واگن چاشنی و فتیله در عقب قطار قرار گیرد.
- ۲۲- بارگیری مواد منفجره به داخل کامیون باید به گونه‌ای باشد که مواد به هنگام حرکت، تکان نخورند و در مقابل لغزش‌های ناگهانی ایمن باشند.
- ۲۳- برای محکم کردن بار وسیله نقلیه و بستن آن، فقط باید از طناب نخی استفاده کرد و از به کار بردن زنجیر یا سیم بکسل خودداری شود.
- ۲۴- از بارگیری جعبه‌های شکسته در کامیون جدا خودداری شود.
- ۲۵- کارکردن با مهمات و همچنین بسته‌بندی و بازکردن بسته‌های مهمات نباید در روی وسیله نقلیه انجام گیرد.
- ۲۶- درب‌ها و قسمت بار وسیله نقلیه حامل مواد منفجره قبل از حرکت و بعد از اتمام عملیات بارگیری باید بسته شوند.
- ۲۷- عملیات بارگیری و تخلیه مهمات و مواد منفجره باید در محل مخصوص خود انجام گیرد.
- ۲۸- محل بارگیری و تخلیه مواد منفجره در حین عملیات باید توسط یک کارشناس متخصص کنترل شود.
- ۲۹- قبل از بارگیری، وسیله نقلیه باید سوخت‌گیری شود. مخزن ذخیره سوخت نباید در قسمت کابین بار جای داده شود.
- ۳۰- مامور کنترل، مسوول بارگیری و مسوول تخلیه باید مقررات حفاظتی و ایمنی را کاملاً رعایت کنند. کنترل‌کننده، مامور نظم و ترتیب نیز هست. او باید مطمئن باشد افرادی که عملیات بارگیری و تخلیه را انجام می‌دهند آموزش دیده باشند.
- ۳۱- تحویل گیرنده مواد منفجره موظف است پس از تحویل گرفتن مواد منفجره، بلافاصله مواد یاد شده را به مقصد (محل مصرف) حمل و ترتیب تخلیه را بدهد.
- ۳۲- قبل از بارگیری مواد منفجره کامیون ویژه حمل باید از لحاظ لوله آگزوز، باطری (امتداد مناسب و عدم ایجاد جرقه)، کف و بدنه اطاق (عدم آلودگی به مواد روغنی، زغال و مواد سریع الاحتراق)، بازدید و نسبت به رفع نواقص مشهوده اقدام شود. قسمت‌های فلزی اطاق بار کامیون باید با نصب تخته و یا قرار دادن برزنت، حصیر و یا نمد و یا مواد مشابه، پوشانده شود.

۳-۵- مقررات حمل و نقل مواد منفجره از محل تولید تا محدوده معدن

- ۱- حمل و نقل مواد منفجره با اتومبیل مسافربری، قطار مسافربری و هرگونه هواپیما ممنوع است.
- ۲- حمل حداکثر ۱۰۰ کیلوگرم مواد منفجره با قایق مجاز است. حمل مواد منفجره با کشتی‌های مخصوص حمل مواد منفجره در صورتی که مواد منفجره در انبارهای مجزا و به فاصله حداقل ۵۰ متر از انبارهای چاشنی، فتیله و بوستر قرار گیرد و وزن کل محموله از وزن قابل حمل کشتی بیش‌تر نباشد، مجاز است.
- ۳- به هنگام حمل و نقل باید پروانه حمل مواد منفجره همراه مسوول مربوط باشد و در صورت نیاز به مراجع ذی‌صلاح ارایه کند.
- ۴- حمل هرگونه مواد و اشیای دیگر غیر از مواد منفجره در کامیون حامل مواد منفجره ممنوع است.
- ۵- حمل‌کردن و یا سبب حمل شدن مواد منفجره تحت عناوین دیگر ممنوع است.
- ۶- هرگاه زمان رانندگی بیش از ۱۰ ساعت باشد باید از ۲ راننده استفاده کرد.
- ۷- کامیون باید با اسکورت مخصوص حرکت کند.
- ۸- حمل مواد منفجره یا محترقه در مناطق حاره باید حتی‌الامکان در شب و با رعایت کلیه مبانی احتیاط صورت گیرد.
- ۹- در موقع حرکت ستون حامل مواد منفجره یا محترقه، فاصله بین کامیون‌ها نباید کم‌تر از ۲۰۰ متر باشد.
- ۱۰- توقف کامیون‌های حامل مواد منفجره یا محترقه در اماکن عمومی ممنوع است و چنانچه توقف آن‌ها ضروری باشد باید فاصله آن‌ها تا نزدیک‌ترین اماکن حداقل ۳۰۰ متر باشد.
- ۱۱- باید از عبور کامیون‌های حامل مواد منفجره یا محترقه از داخل شهرها و قصبات چنانچه راه فرعی یا کمربندی وجود داشته باشد، خودداری شود.
- ۱۲- هر کامیون حامل مواد منفجره یا محترقه باید علاوه بر راننده و کمک راننده، حداکثر یک نفر مسوول که اجرای مقررات آیین‌نامه را عهده‌دار است، همراه داشته باشد.
- ۱۳- مسوول حمل مواد موظف است پس از تحویل گرفتن مواد منفجره در مدت مقرر بلافاصله مواد مذکور را به مقصد محل مصرف حمل و ترتیبات لازم را بدهد.
- ۱۴- سوارشدن افراد متفرقه در کامیون حمل مواد منفجره اکیدا ممنوع است.
- ۱۵- سرعت کامیون‌های حامل مواد منفجره یا محترقه در شهرها و قصبات حداکثر ۴۰ کیلومتر در ساعت و در خارج از شهر حداکثر ۸۰ کیلومتر در ساعت است و در جاهای ناهموار باید احتیاط بیش‌تری صورت گیرد.
- ۱۶- در طرف چپ، جلو و عقب کامیون‌های حامل مواد منفجره یا محترقه باید دو پرچم قرمز رنگ نصب و همچنین اتیکت‌های علامت "خطر انفجار" به صورت خوانا در جلوی شیشه و عقب کامیون نصب شود، مگر در مواردی که مخفی بودن حمل و نقل به وسیله سازمان‌های انتظامی و امنیتی توصیه شده باشد.
- ۱۷- کامیون حمل مواد منفجره بایستی حتما دارای برق‌گیر باشد. در هوای طوفانی و یا در شرایط ایجاد رعد و برق باید بلافاصله کامیون را در محل مناسب دور از درختان و در صورت امکان جای نسبتا گود متوقف و بلافاصله کامیون را ترک کرد و حداقل در فاصله ۱۰۰ متری روی زمین دراز کشید. اصولا در این قبیل موارد مسوولیت و تصمیم‌گیری درباره حفاظت کامیون به عهده مسوول حمل مواد است که کامیون را همراهی می‌کند.

- ۱۸- در مواردی که بیش از یک کامیون حامل مواد منفجره یا محترقه با یکدیگر حرکت می‌کنند، لازم است که پیشاپیش آن‌ها یک نفر مامور استحفاظی به منظور رعایت احتیاطات لازم حرکت کند.
- ۱۹- کامیون‌های حامل مواد منفجره یا محترقه باید قبل از رسیدن به نقاطی که تراکتورها یا هرگونه ماشین ضربه‌ای کار می‌کند، توقف کرده و به کارگران این نوع ماشین‌ها اخطار کنند که عملیات خود را تا عبور کامیون از محل کار متوقف سازند.
- ۲۰- در صورتی که در بین راه کامیون‌های حامل مواد دچار اشکال فنی شوند، باید حتی‌المقدور از دستکاری و تعمیری که باعث جرقه یا آتش‌سوزی می‌شود خودداری کرد و در صورت لزوم باید کامیون دیگری تهیه و مواد حمل شوند.
- ۲۱- هرگز نباید به دنبال کامیون‌های حامل مواد منفجره یدک کش بسته شود.
- ۲۲- هرگز نباید از ماشین‌های کمپرسی برای حمل و نقل مواد منفجره یا محترقه استفاده کرد.
- ۲۳- راننده بایستی شخصی مطمئن و تندرست و با سواد بوده و معتاد نباشد.
- ۲۴- ورود وسیله نقلیه حامل مواد منفجره به گاراژ یا تعمیرگاه ممنوع است و در صورت نیاز به تعمیر باید محتویات آن در یک منطقه امن خالی و بعد وارد تعمیرگاه شود.
- ۲۵- به هنگام شب و در موارد لزوم باید با چراغ باطری‌دار به کامیون نزدیک شد و کاربرد چراغ شعله‌دار ممنوع است.
- ۲۶- استعمال دخانیات در کامیون مواد منفجره ممنوع و نیز تا فاصله ۱۰۰ متری آن روشن کردن آتش ممنوع است. در مواقع روشن کردن آتش باید راستای وزش باد را نیز در نظر داشت.
- ۲۷- وسایل نقلیه‌ای که حامل مواد منفجره‌اند باید علاوه بر ملزومات یک وسیله نقلیه معمولی، به تجهیزات زیر نیز مجهز شوند:
- الف- دو عدد کپسول آتش‌نشانی از نوع پودر خشک. یدک‌کش‌ها نیز هر کدام باید حداقل به یک عدد کپسول آتش‌نشانی از نوع یاد شده تجهیز شوند؛
- ب- دو عدد چراغ اعلام خطر که این چراغ‌ها باید به رنگ زرد چشمک‌زن و دارای عمر زیاد باشند و از سیستم برق وسیله نقلیه نیز تغذیه شوند؛
- ج- دو عدد مثلث اعلام خطر طبق مقررات ترافیک خیابانی؛
- د- دو عدد خرک با پایه چوبی که با وزن و قطر چرخ‌های وسیله نقلیه متناسب باشند. یدک‌کش‌ها نیز باید هر کدام به دو عدد خرک مجهز باشند؛
- ه- جعبه ابزار برای تعمیرات اضطراری
وسایل یاد شده باید همواره آماده و قابل استفاده و در دسترس باشند.
- ۲۸- مسوول حمل، راننده و کمک راننده نباید مسلح به اسلحه گرم باشند.
- ۲۹- به منظور جلوگیری از خطرات احتمالی، کامیون‌های حامل مواد منفجره باید با احتیاط و سرعت کم حرکت کنند و در جاهای ناهموار بر حسب وضع جاده احتیاط‌های لازم رعایت شود.
- ۳۰- چنانچه وسیله نقلیه حامل مواد منفجره از کار بیافتد، نباید بدون نگرهبان به حال خود رها شود و اگر این اتفاق به هنگام شب رخ دهد، باید در جلو و عقب آن چراغ‌های قرمز خطر نصب گردد.
- ۳۱- انتقال مواد منفجره از یک وسیله نقلیه به وسیله نقلیه دیگر در شاهراه‌ها، خیابان‌ها و جاده‌ها جز در موارد اضطراری ممنوع است.

۳۲- در نقاطی که فاقد جاده‌های ماشین رو باشد و الزاما حمل و نقل مواد منفجره به وسیله چهارپایان صورت می‌گیرد رعایت دستورات زیر ضروری است:

- الف- حمل بیش از ۵۰ کیلوگرم مواد منفجره با هر چهارپای ممنوع است؛
- ب- برای هر چهارپای حامل مواد منفجره باید یک نفر مستحفظ گمارده شود؛
- ج- باربندی باید به وسیله طناب‌های محکم غیرفلزی انجام گیرد و احتیاط‌های لازم به عمل آید؛
- د- به محموله چهارپایان حامل مواد منفجره یک پرچم قرمز رنگ نصب شود.

۳-۶- مقررات حمل و نقل مواد منفجره در محدوده معادن

- ۱- کلیه مقررات مربوط به حمل و نقل مواد قابل انفجار در خارج از محیط معدنی باید در محدوده معادن نیز رعایت شود.
- ۲- حمل محموله‌های مواد منفجره باید جدا از محموله‌های چاشنی و فتیله و بوستر انجام گیرد. در مواقعی که محموله‌های متفاوت یادشده اجبارا باید توسط یک شخص و یا یک وسیله نقلیه حمل شود، باید هر یک از مواد مشابه را در محفظه‌های عایق انفجار و در حداکثر فاصله ممکن از هم قرار داد. فقط در موقع خرج‌گذاری می‌توان آن‌ها را نزدیک به هم قرار داد.
- ۳- حمل مواد منفجره از انبار به محل کار باید در بسته‌بندی اصلی انجام گیرد و یا در کیسه‌ای حمل شود که امکان افتادن مواد نباشد.
- ۴- مواد قابل انفجار از هر نوع که باشد، باید از دسترس افراد ناوارد، آتش، رطوبت، آب و وسایل مولد حرارت و جرقه و لرزه یا ضربه و برق به دور باشد.
- ۵- جاده‌ها و تونل‌ها و گالری‌های معادن باید در کیفیتی نگهداری شوند که حمل و نقل مواد قابل انفجار در آن‌ها بدون هیچ‌گونه خطری امکان‌پذیر باشد.
- ۶- در نقاطی از معادن که افراد مواد منفجره را حمل می‌کنند، باید راه‌های مناسب و ایمن به منظور حمل و تخلیه مواد یاد شده پیش‌بینی شود.
- ۷- مواد منفجره در معادن باید به نحوی انباشته و یا حمل شوند که انفجار تصادفی و ناخواسته یک محموله سبب انفجار دیگر محموله‌ها نشود. عدم رعایت این احتیاط باعث خسارات جانی و مالی زیاد می‌شود. فواصلی که باید محموله‌های یاد شده از هم داشته باشند به کمیت محموله، قدرت انفجار هر محموله، نوع جعبه محموله و حساسیت محموله بستگی دارد. اصولا چنین فاصله‌ای نباید از ۱۵ متر کم‌تر باشد.
- ۸- حمل و نقل مواد منفجره در داخل معادن زیرزمینی باید در روز و حتی‌المقدور در فاصله دو شیفت انجام گیرد.
- ۹- انباشتن مواد قابل انفجار به مدت طولانی در معادن ایمن نیست. در نگهداری و حمل مواد منفجره باید دستورالعمل و توصیه ایمنی کارخانه سازنده را به مورد اجرا گذاشت.
- ۱۰- حمل مواد قابل انفجار در معادن و به ویژه در معادن زیرزمینی باید در داخل وسایل حمل و نقل در بسته و مخصوص صورت گیرد. سطوح داخلی چنین وسایل محلی باید از چوب باشد و هیچ‌گونه میخ یا پیچ و مهره فلزی از آن در تماس با محموله نباشد.

- ۱۱- حمل مواد منفجره توسط پرسنل مربوط باید در کیسه‌های مخصوص این کار و یا کیف‌های چرمی دستی محکم انجام گیرد. لوازم و اشیای دیگری نباید در داخلی کیسه یا کیف مزبور حمل شود.
- ۱۲- حمل چاشنی‌ها توسط پرسنل مربوط باید در جعبه‌های چوبی محکم و کوچک و یا کیف‌های چرمی مخصوص این کار انجام گیرد و از پرتاب کردن و یا کشیدن آن‌ها بر روی زمین باید خودداری کرد.
- ۱۳- کلیه مواد منفجره مصرف نشده در هر شیفت باید در پایان آن شیفت به انبار معدن حمل و تحویل داده شود. جا گذاشتن مواد منفجره در معدن اکیدا ممنوع است.
- ۱۴- بردن مواد قابل انفجار به نقاطی که در آنجا مشغول حفر چال هستند ممنوع است.
- ۱۵- چنانچه آتشبار در آن واحد حامل مواد منفجره و وسایل انفجار باشد، در آن صورت حق حمل بیش از ۱۲ کیلوگرم مواد منفجره را ندارد. در صورتی که مواد منفجره در کیف یا صندوقچه بدون وسایل انفجاری حمل شود، تا ۲۰ کیلوگرم مجاز است.
- ۱۶- در بعضی موارد با اجازه سرپرست معدن یا سرپرست عملیات آتشباری، حمل مواد منفجره و وسایل انفجار یک جا و با وسایل نقلیه به محل کار برده می‌شود. در این حال، مقدار مصالح انفجار نباید از ارقام زیر تجاوز کنند:
- | | |
|-------------------|--------------|
| الف- مواد منفجره: | ۱۵۰۰ کیلوگرم |
| ب- چاشنی: | ۶۰۰۰ عدد |
| ج- فتیله انفجاری: | ۶۰۰۰ متر |
- در این موارد چاشنی‌ها باید در قسمت جلوی وسیله نقلیه و در جعبه‌های سر بسته با نمد، لاستیک، اسفنج یا مواد نرم بسته‌بندی شوند. مواد منفجره باید در عقب ماشین حمل شوند.
- ۱۷- حمل مواد منفجره با دست مجاز است.
- ۱۸- افراد آتشبار و کارگرانی که مامور حمل مواد منفجره هستند باید مجهز به چراغ‌های باطری دار سالم و بدون نقص باشند.
- ۱۹- حمل مواد ناربه مورد نیاز روزانه باید در جعبه‌های چوبی که آتشبار برای این منظور در اختیار دارد انجام گیرد. جعبه‌ها باید دارای قفل باشند و هر آتشبار موظف است دو جعبه، یکی برای ماده منفجره و دیگری مخصوص چاشنی و فتیله داشته باشد.
- ۲۰- در مواردی که حمل مواد منفجره در داخل تونل به وسیله واگن انجام می‌گیرد، در حوالی واگن حاوی مواد ناربه نباید واگن دیگری در حرکت باشد و به طور کلی هر گونه حمل و نقل در داخل تونل تا فاصله ۱۰۰ متری از واگن مزبور ممنوع است.
- ۲۱- حمل مسافر با کامیون حامل مواد به استثنای مامور و راننده که جلو سوار می‌شوند ممنوع است.
- ۲۲- حمل سلاح گرم و حمل هر گونه لوازم و اثاثیه با کامیون حامل مواد و روشن کردن کبریت و فندک و استعمال دخانیات در کامیون و در نزدیکی آن اکیدا ممنوع است.
- ۲۳- در موقع حمل مواد نصب پرچم قرمز در جلوی کامیون ضروری است.
- ۲۴- جعبه‌های حامل دینامیت بایستی به طور دقیق بارگیری شود که هنگام حرکت کامیون از تکان خوردن و جابه جایی آن‌ها جلوگیری عمل آید.
- ۲۵- در هر پنج کیلومتر مسافت (یا قدری بیش‌تر بر حسب وضع جاده) مامور حمل دینامیت بایستی کامیون را متوقف سازد و وضعیت جعبه‌ها را کاملا بازدید کند.
- ۲۶- نگهداری دینامیت در هوای سرد منجمد و در هوای گرم نیز خطرناک است و با کوچک‌ترین ضربه‌ای منفجر می‌شود.

۲۷- چاشنی‌ها و دینامیت‌ها نیز فوق‌العاده حساس‌اند و حتی ممکن است در اثر مالش دست منفجر شوند. چاشنی را باید دور از دینامیت حمل و نگهداری کرد.

۲۸- صاحب پروانه حمل مواد منفجره و محترقه موظف است پس از دریافت مواد مندرج در این پروانه آن‌ها را از مسیر تعیین شده به محل انبار در مقصد حمل کند. نگهداری مواد مورد نظر به غیر از انبار مقصد ممنوع است.

۳-۷- مقررات انتظامی حمل و نقل مواد منفجره

- ۱- نماینده حمل مواد ناریه به فردی اطلاق می‌شود که واجد شرایط زیر باشد:
 - الف- مراحل تعیین صلاحیت امنیتی و دوره آموزشی مربوط را گذرانده باشد؛
 - ب- مسوولیت دریافت پروانه حمل و انتقال مواد ناریه مورد نیاز موسسات مصرف‌کننده را از مبدا تا مقصد براساس ضوابط مربوط عهده‌دار باشد.
- ۲- نماینده حمل مواد منفجره باید در موقع حمل مواد، پروانه حمل را با خود همراه داشته باشد و در صورت لزوم به مامورین ذی‌صلاح ارایه کند.
- ۳- پس از خاتمه اعتبار پروانه حمل، باید آن را برای تمدید یا ابطال به سازمان حفاظت اطلاعات آجا^۱ عودت دهند.
- ۴- دارنده این پروانه موظف است به محض ورود مواد منفجره و محترقه به محل مقصد، نزدیک‌ترین کلانتری یا پاسگاه نیروی انتظامی را مطلع سازد.
- ۵- مواد منفجره باید با حضور نمایندگان ذی‌ربط و اسکورت نیروهای انتظامی تحویل انباردار داده شده و مراتب با قید نام و نشان انباردار و مقدار دقیق مواد تحویلی با ذکر تاریخ صورتجلسه شود و پس از گواهی و مهر نیروی انتظامی و یگان اعزام کننده اسکورت مربوط، عین پروانه را به سازمان حفاظت اطلاعات آجا عودت دهند.
- ۶- صورت مصرفی مواد باید طبق نمونه استاندارد به امضای مدیر عامل، سرپرست کارگاه یا معدن، آتشکار و انباردار برسد و پس از گواهی و مهر منطقه، یک نسخه از آن را به سازمان حفاظت اطلاعات آجا ارسال کنند.
- ۷- تخلف از مقررات یادشده علاوه بر مسوولیت صاحب پروانه، موجب عدم صدور پروانه حمل مجدد خواهد شد.
- ۸- انبار مواد منفجره و محترقه باید حداقل یک کیلومتر دور از آبادی و اجتماع یا رفت و آمد اشخاص غیر مسوول باشد.

۳-۸- وظایف نماینده حمل مواد ناریه

- وظایف نماینده حمل و نقل مواد ناریه بر اساس دستورالعمل اجرایی مواد ناریه به شرح زیر است:
- ۱- اخذ پروانه حمل از ساحفاجا^۲، تامین وسیله نقلیه مناسب، تامین اسکورت از ناجا^۳ و دریافت مواد ناریه از ساصد^۴.

۱- ارتش جمهوری اسلامی ایران

۱- سازمان حفاظت اطلاعات ارتش جمهوری اسلامی ایران

۲- نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران

۳- سازمان صنایع دفاع

- ۲- رعایت کامل مقررات حفاظتی و ایمنی در دریافت، بارگیری، حمل و تخلیه مواد ناریه و دقت نظر در اخذ مواد ناریه از مراکز مجاز تولید.
- ۳- توجیه راننده و مامور اسکورت در خصوص وضعیت مسیر حرکت، ساعات حرکت، توقف و نظایر آن.
- ۴- عدم استفاده از کارگران غیر مجاز به هنگام بارگیری و تخلیه مواد ناریه.
- ۵- گزارش به موقع و فوری حوادث از قبیل سرقت مواد ناریه، انفجار، آتش سوزی، راهبندان، تصادف، خواب بودن راننده وسیله نقلیه، بیماری و نظایر آن به نزدیکترین پاسگاه انتظامی.
- ۶- هماهنگی لازم به منظور گماردن عوامل اسکورت در زمان توقف خودرو جهت اقامه نماز یا صرف غذا به عنوان مسوول محموله به منظور حفاظت از محموله.
- ۷- عدم واگذاری مسوولیت به نماینده حمل دیگر پس از تحویل گرفتن مواد ناریه از مراکز مجاز تولید و خروج از محل.
- ۸- استفاده از خودروی کانتینردار مناسب در طول مسیرهای کوهستانی و ناامن.
- ۹- تامین وسیله نقلیه مناسب مطابق آیین نامه نحوه اسکورت مواد ناریه ناجا مصوب کمیسیون مرکزی نظارت مواد ناریه شاک^۱.
- ۱۰- رعایت مفاد آیین نامه حمل و نقل مواد ناریه مصوب کمیسیون مرکزی در حمل و نقل مواد ناریه.
- ۱۱- ممانعت از حمل ناهمگون مواد ناریه و همچنین اشیا و لوازم غیر ناریه.
- ۱۲- جلوگیری از هرگونه تغییر و تبدیل در بسته بندی مواد ناریه بعد از بارگیری از مبدا تا مقصد.
- ۱۳- استفاده از کامیون های مسقف یا دارای پوشش برزنتی ضد آب در حمل و نقل مواد ناریه.
- ۱۴- ممانعت از توقف کامیون های حامل مواد ناریه یا محترقه در اماکن عمومی.
- ۱۵- نظارت بر رعایت فواصل ایمنی بین کامیون های حامل مواد ناریه.
- ۱۶- جلوگیری از عبور کامیون های حامل مواد ناریه از داخل شهرها و قصبات در صورت وجود جاده کمربندی و یا جاده های فرعی.
- ۱۷- شناخت و تسلط کافی از مسیرهای حمل مواد ناریه در جهت هدایت بهتر کامیون های حامل مواد ناریه.
- ۱۸- ممانعت از تردد در مسیرهای کوهستانی، ناامن (تردد اشرا، سارقین و ...) در شب.
- ۱۹- گزارش هرگونه مشاهده و حرکت مشکوک و یا افراد مشکوک به نزدیکترین پاسگاه انتظامی و ارگان های ذیربط و اتخاذ تدابیر و تمهیدات لازم از سوی عوامل اسکورت برای محموله مورد نظر.
- ۲۰- دقت و نظارت در نحوه بارگیری مواد ناریه برابر استاندارد مربوط.
- ۲۱- رعایت کلیه مقررات و دستورالعمل های مربوط به امور ناریه و همچنین ضوابط مندرج در پشت پروانه حمل مواد صادره از ساحفاجا.
- ۲۲- نظارت بر انجام مسایل حفاظتی و ایمنی در موقع حمل مواد ناریه از مبدا تا مقصد (انبارهای ناریه).
- ۲۳- رعایت موارد ایمنی در حمل مواد ناریه در مناطق گرمسیری صرفا در شب.

- ۲۴- ممانعت از سوار کردن افراد متفرقه به کامیون‌های حامل مواد ناریه.
- ۲۵- نظارت و کنترل در بارگیری کامیون‌های حامل مواد ناریه (با توجه به ظرفیت و استاندارد مربوط).
- ۲۶- کنترل بر میزان سرعت کامیون‌های حامل مواد ناریه در شهرها، قصبات و جاده‌های ناهموار.
- ۲۷- ممانعت از سرعت غیر مجاز کامیون‌های حامل مواد ناریه.
- ۲۸- استفاده از یک دستگاه خودروی سواری در صورت تعدد کامیون‌های حامل مواد ناریه به منظور رعایت اصول حفاظتی و حرکت آن در پیشاپیش کامیون‌های مذکور.
- ۲۹- انجام عملیات تخلیه و بارگیری در محل مورد نظر با حضور کارشناسان مربوط.
- ۳۰- خاموش بودن کامیون‌های حامل مواد ناریه قبل از عملیات بارگیری و تخلیه.
- ۳۱- ممانعت از روشن کردن خودرو حامل مواد ناریه قبل از عملیات بارگیری و تخلیه.
- ۳۲- رعایت فاصله کامیون حامل مواد ناریه تا درب انبار مطابق با دستورالعمل مربوط.
- ۳۳- ممنوعیت استعمال دخانیات به هنگام حرکت و توقف کامیون‌های حامل مواد ناریه.
- ۳۴- جلوگیری از همراه بودن هرگونه وسایل آتش‌زا شامل کبریت، فندک و نظایر آن‌ها توسط رانندگان و سرنشینان مجاز وسایط نقلیه مربوط.
- ۳۵- عدم توقف کامیون‌های حامل مواد ناریه در نقاط مورد تردد تراکتور یا هرگونه ماشین‌های ضربه‌ای.
- ۳۶- کنترل خشک بودن کف اتاق بار کامیون‌ها و عدم آلودگی به کثافات، سنگ، میخ، اشیای فلزی و مواد نفتی.
- ۳۷- کنترل چوبی بودن اتاق بار کامیون‌های حامل مواد ناریه و پوشش قسمت‌های فلزی با چوب و نمد و یا وسایل مشابه.
- ۳۸- باربندی مطلوب بارها به منظور جلوگیری از تکان خوردن شدید بسته‌ها و استفاده از طناب‌های محکم نخ‌ی در این خصوص.
- ۳۹- بارگیری کامیون‌ها براساس ظرفیت مفید.
- ۴۰- چیدن محکم بارهای جهت جلوگیری از لغزش‌های ناگهانی.

۳۸- باربندی مطلوب بارها به منظور جلوگیری از تکان خوردن شدید بسته‌ها و استفاده از طناب‌های محکم نخ‌ی در این خصوص.

۳۹- بارگیری کامیون‌ها براساس ظرفیت مفید.

۴۰- چیدن محکم بارهای جهت جلوگیری از لغزش‌های ناگهانی.

فصل ۴

مقررات انبار کردن مواد منفجره

۴-۱- آشنایی

در مورد انبار کردن مواد منفجره، مقررات مختلفی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها مقررات مندرج در آیین‌نامه ایمنی در معادن است که در این فصل تحت عنوان مقررات قانونی موجود از آن نام برده شده است. مرجع دیگر موجود در این زمینه، دستورالعمل اجرایی مواد ناریه است که در آن مسایل مربوط انبارداری مواد منفجره به تفصیل آمده است.

در این فصل مسایل و مقررات انبار کردن مواد منفجره به شرح زیر رده‌بندی و درج شده است:

- مقررات قانونی موجود؛
- مقررات مربوط به موقعیت انبار مواد ناریه؛
- ساختمان انبار مواد؛
- تقسیم‌بندی انبارهای مواد ناریه؛
- تاسیسات و تجهیزات انبار مواد ناریه؛
- چگونگی احداث انبار مواد ناریه؛
- مقررات مربوط به انبار مواد ناریه؛
- وظایف و مشخصات انباردار مواد ناریه؛
- سایر موارد.

۴-۲- مقررات قانونی موجود

مقررات قانونی مربوط به انبار کردن مواد منفجره در بیست ماده طی بندهای ۱۰۹ تا ۱۲۸ آیین‌نامه ایمنی در معادن آمده است که لازم‌الاجرا است:

- ۱- انبار مواد ناریه باید طبق ضوابط و مقررات اعلام شده از طرف سازمان ذی‌ربط و همچنین با توجه به مفاد آیین‌نامه مواد خطرناک و قابل اشتعال مصوب شورای عالی حفاظت فنی ساخته شود.
- ۲- جایگاه موقت مواد ناریه محلی است که در آن حداکثر مصرف یک روز نگهداری می‌شود. جایگاه موقت فتیله و چاشنی باید مجزا از جایگاه موقت سایر مواد ناریه 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. در و قفل و بست این جایگاه‌ها باید کاملاً محکم باشد و بر روی درب ورودی تابلوی اخباری با عبارت "مواد ناریه" با خط خوانا نصب شود.
- ۳- آن مقدار از مواد ناریه 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.
- ۴- آتشبار نباید با همراه داشتن مواد منفجره به جایگاه موقت چاشنی و همچنین با همراه داشتن چاشنی به جایگاه موقت مواد منفجره وارد شود.
- ۵- داخل انبار مواد ناریه 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.

- ۶- مقدار مواد ناریه وارد شده و صادر شده انبار باید با ذکر دقیق زمان در دفتر مخصوص ثبت شود.
- ۷- در انبارها باید نکات زیر رعایت شود:
- الف- صندوق حاوی مواد ناریه طوری قرار داده شود که لول‌ها به صورت قائم قرار نگیرد؛
- ب- صندوق مواد ناریه و چاشنی در داخل انبار باز نشود؛
- ج- صندوق مواد ناریه و چاشنی باید به آرامی جابه‌جا شده و از پرتاب‌کردن و یا لغزاندن آن خودداری شود؛
- د- با کفش میخ‌دار نباید وارد انبار مواد ناریه و چاشنی شد؛
- ه- صندوق‌های محتوی مواد ناریه 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 استناد آیین‌نامه پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها به وسایل پیشگیری و مهار آتش‌سوزی مجهز شود.
- ۸- به منظور پیشگیری از بروز و گسترش آتش، ساختمان انبار باید به وسایل و تجهیزات اعلام و اطفای حریق خودکار مجهز باشد.
- ۹- درب انبار مواد ناریه باید به طرف بیرون باز شود.
- ۱۰- نشستن کارتن‌های دینامیت باید با آب داغ تمیز شود.
- ۱۱- راهروهای انبار مواد ناریه باید با علائم اخباری شبرنگ مشخص شود.
- ۱۲- 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.
- ۱۳- در انبارهای مواد ناریه فقط باید از چراغ ایمنی برای روشنایی استفاده شده و از به کار بردن هرگونه چراغ دیگر و سیم‌کشی برق، خودداری شود.
- ۱۴- نصب گرماسنج که حداقل و حداکثر دما را در داخل انبار نشان دهد برای کنترل دما ضروری است.
- ۱۵- دمای انبار نباید از ۳۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر و از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کم‌تر باشد.
- ۱۶- انباردار مواد ناریه باید دارای صلاحیت کافی بوده و صلاحیت وی به تایید رسیده باشد و دوره آموزشی لازم را در مراکز ذی‌ربط گذرانده باشد.
- ۱۷- ورود اشخاص غیر مجاز به انبار اکیدا ممنوع است.
- ۱۸- آتشبار باید مواد منفجره و چاشنی پیش‌بینی شده مصرف روزانه را با تسلیم رسید فقط در مقابل در انبار دریافت کند. ورود وی و سایر افراد به استثنای متصدی انبار، به انبارهای مواد ناریه ممنوع است.
- ۱۹- صندوق محتوی مواد ناریه باید حداقل در فاصله ۵۰ متری از انبار و با وسایل مخصوص باز شود.
- ۲۰- قبل از انجام هرگونه عملیات تعمیراتی در انبار مواد ناریه، باید کلیه مواد موجود را به محل امنی منتقل ساخت و پس از بازرسی و تمیزکردن انبار، تعمیرات را آغاز کرد.

۳-۴- مقررات مربوط به موقعیت انبار مواد

در انتخاب محل انبار باید دو فاکتور مهم را در نظر گرفت: یکی ایمنی و دیگری اقتصاد عملیات. مکان انبار و حوالی آن باید از هرگونه درخت و بوته دور باشد تا احتمال آتش سوزی از بین برود. این نکته به ویژه در نواحی خشک و گرم حایز اهمیت است. در نواحی کوهستانی و یا مکان‌هایی که تپه ماهور فراوان است، از آن‌ها می‌توان به عنوان حصار طبیعی برای محصور کردن انبار مواد منفجره استفاده کرد و انبار را در کنار آن‌ها و یا از طریق احداث تونل، در داخل این نوع تپه‌ها بنا نهاد. مکان‌های تر و مرطوب برای ساختن انبار مواد منفجره مناسب نیستند.

در مورد انتخاب موقعیت انبار مواد بعضی از مقررات به شرح زیر وجود دارد:

- ۱- مکان انبارهای مواد ناریه باید از نظر فنی طبق نظر کارشناسان سازمان صنایع دفاع و از لحاظ امنیتی (حفاظتی) با هماهنگی مسوولین امنیتی محل (اعضای هیات نظارت بر مواد ناریه استان) با رعایت شرایط زیر احداث شود:
- الف- با توجه به حجم مواد ناریه، از مناطق مسکونی دور بوده و یا فاصله کافی و ایمن در آن رعایت شده باشد؛

جدول ۴-۱- کم‌ترین فواصل انبار مواد منفجره محصور شده نسبت به سایر اماکن

حداقل فاصله انبار محصور شده توسط خاک یا تپه طبیعی و یا مصنوعی (متر)				وزن مواد منفجره (کیلوگرم)	
فاصله دو انبار از هم	جاده ماشین‌روی عمومی	خطوط راه‌آهن مسافری	ساختمان‌های مسکونی	تا	از
۱۳	۱۰	۱۰	۲۵	۲	۱
۱۴	۱۳	۱۳	۳۰	۵	۲
۱۴/۵	۱۵	۱۵	۳۷	۱۰	۵
۱۵	۱۷	۱۷	۴۲	۱۵	۱۰
۱۵/۵	۱۹	۱۹	۴۷	۲۰	۱۵
۱۶/۵	۲۱	۲۱	۵۰	۲۵	۲۰
۱۷/۵	۲۳	۲۳	۵۷	۳۴	۲۵
۱۹/۵	۲۵	۲۵	۶۳	۴۸	۳۴
۲۰/۵	۲۷	۲۷	۶۷	۶۱	۴۸
۲۲	۲۹	۲۹	۷۲	۷۲	۶۱
۲۳	۳۲	۳۲	۷۸	۹۹	۷۲
۲۴	۳۵	۳۵	۸۵	۱۲۳	۹۹
۲۵	۳۷	۳۷	۹۰	۱۵۰	۱۲۳
۲۶	۴۰	۴۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۵۰
۲۷/۵	۴۳	۴۳	۱۰۷	۲۵۰	۲۰۰
۲۹	۴۶	۴۶	۱۱۳	۳۰۰	۲۵۰
۳۰	۴۹	۴۹	۱۱۹	۳۵۰	۳۰۰
۳۱/۵	۵۱	۵۱	۱۲۳	۴۰۰	۳۵۰
۳۳	۵۳	۵۳	۱۳۰	۴۵۰	۴۰۰

ادامه جدول ۴-۱- کمترین فواصل انبار مواد منفجره محصور شده توسط خاک یا تپه طبیعی و یا مصنوعی (متر)

حداقل فاصله انبار محصور شده توسط خاک یا تپه طبیعی و یا مصنوعی (متر)				وزن مواد منفجره (کیلوگرم)	
فاصله دو انبار از هم	جاده ماشین روی عمومی	خطوط راه آهن مسافری	ساختمان های مسکونی	تا	از
۳۵	۵۵	۵۵	۱۳۴	۵۰۰	۴۵۰
۳۵/۵	۵۸	۶۵	۱۵۷	۷۵۰	۵۰۰
۳۶	۶۰	۸۰	۲۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰
۳۷	۶۵	۹۵	۲۲۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰
۳۸	۷۰	۱۱۶	۲۳۷	۲۰۰۰	۱۵۰۰
۳۹	۷۵	۱۳۰	۲۵۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰
۴۰	۷۹	۱۵۰	۲۶۰	۳۰۰۰	۲۵۰۰
۴۱	۷۲	۱۶۲	۲۷۰	۳۵۰۰	۳۰۰۰
۴۲	۸۰	۱۶۹	۲۸۰	۴۰۰۰	۳۵۰۰
۴۳	۸۵	۱۷۵	۲۸۷	۴۵۰۰	۴۰۰۰
۴۴	۸۸	۱۷۸	۲۹۱	۵۰۰۰	۴۵۰۰
۴۹	۹۴	۱۸۱	۲۹۹	۷۵۰۰	۵۰۰۰
۵۴	۱۰۰	_____	۳۱۵	۱۰۰۰۰	۷۵۰۰
۶۰	۱۰۶	_____	۳۵۲	۱۲۵۰۰	۱۰۰۰۰
۶۵	۱۱۳	۱۷۰	۳۸۰	۱۵۰۰۰	۱۲۵۰۰
۶۹	۱۲۰	۱۷۵	۴۰۰	۱۷۵۰۰	۱۵۰۰۰
۷۲	۱۲۷	۱۸۳	۴۲۵	۲۰۰۰۰	۱۷۵۰۰
۷۵	۱۳۳	۱۹۰	۴۵۰	۲۲۵۰۰	۲۰۰۰۰
۷۹	۱۴۰	۱۹۷	۴۷۰	۲۵۰۰۰	۲۲۵۰۰
۸۲	۱۴۷	۲۰۳	۴۸۷	۲۷۵۰۰	۲۵۰۰۰
۸۵	۱۵۲	۲۱۰	۵۰۵	۳۰۰۰۰	۲۷۵۰۰
۸۹	۱۵۸	۲۱۵	۵۲۲	۳۲۵۰۰	۳۰۰۰۰
۹۲	۱۶۳	۲۲۰	۵۳۳	۳۵۰۰۰	۳۲۵۰۰
۹۵	۱۶۹	۲۲۵	۵۵۲	۳۷۵۰۰	۳۵۰۰۰
۹۹	۱۷۲	۲۳۰	۵۶۵	۴۰۰۰۰	۳۷۵۰۰
۱۰۵	۱۷۵	۲۳۵	۵۷۷	۴۲۵۰۰	۴۰۰۰۰
۱۱۲	۱۸۰	۲۴۰	۵۸۷	۴۵۰۰۰	۴۲۵۰۰
۱۲۰	۱۸۵	۲۴۵	۵۹۷	۴۷۵۰۰	۴۵۰۰۰
۱۳۵	۱۹۰	۲۵۰	۶۰۵	۵۰۰۰۰	۴۷۵۰۰
۱۵۰	۱۹۵	۲۵۵	۶۱۲	۶۲۵۰۰	۵۰۰۰۰
۲۰۰	۲۱۰	۴۰۰	۷۰۰	۱۰۰۰۰۰	۶۲۵۰۰

- ب- از جاده‌های اصلی، خطوط راه آهن، خطوط انتقال گاز و خطوط انتقال برق فشار قوی، برابر جدول مصوب کمیسیون مرکزی فاصله داشته باشد؛
- ج- در معرض ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون و دکل‌های مخابراتی نباشد و از انبارهای مواد ناریه دیگر و همچنین از انبارهای حاوی مایعات قابل اشتعال و کارگاه‌های مرتبط، فاصله کافی و ایمن داشته باشد؛
- د- در مکانی که در معرض سیل و بهمن قرار دارد واقع نشده باشد؛
- ه- از لحاظ امنیتی در دسترس افراد غیر مجاز نبوده و عبور و مرور به انبار و نیز امکان ارتباط و کمک‌رسانی به هنگام بروز حوادث به راحتی وجود داشته باشد؛
- و- اطراف انبارهای مواد ناریه به شعاع ۱۵ متر بایستی عاری از هرگونه مواد آتش‌گیر (کارتن‌ها، گونی‌های خالی، علوفه، بته‌های خشک و خار و خاشاک) و مواد قابل اشتعال باشد؛
- ز- انبارهای مواد ناریه در مناطق مرزی و ناامن، با نظر مسوولین امنیتی و انتظامی منطقه و با استتار و اختفای مناسب احداث شود.
- ۲- فاصله ایمن انبار مواد ناریه از راه‌ها و ساختمان‌ها و دیگر انبارهای مواد منفجره بر حسب مقدار ماده منفجره موجود در انبار، در جدول ۴-۱ درج شده است.
- ۳- فاصله انبارهای مواد منفجره از دکل‌های برق فشار قوی باید حداقل ۱۰۰ متر باشد.
- تبصره- هرگاه انبار مواد منفجره محصور نباشد فواصل مندرجه در بالا را، باید دو برابر کرد.
- ۴- فاصله ایمن انبارهای مواد منفجره از فرستنده‌های رادیویی و رادارها از جدول ۴-۲ تعیین می‌شود (در مورد رادارها، متوسط توان در نظر گرفته شده است).

جدول ۴-۲- حداقل فاصله ایمنی انبارهای مواد منفجره از فرستنده‌های رادیویی و رادارها

حداقل فاصله ایمنی به متر	توان فرستنده به وات
۳۵	۲۵
۵۰	۵۰
۷۰	۱۰۰
۱۴۰	۵۰۰
۲۰۰	۱۰۰۰
۴۶۰	۵۰۰۰
۲۱۵۰	۱۰۰۰۰۰
۲۷۰۰	۱۵۰۰۰۰

- ۵- کم‌ترین فاصله ایمن انبار چاشنی نسبت به سایر اماکن باید مطابق جدول ۴-۳ در نظر گرفته شود.

جدول ۴-۳- کمترین فواصل انبار چاشنی‌ها و وسایل آتشباری محصورشده نسبت به سایر اماکن

حداقل فاصله انبار محصورشده توسط خاک یا تپه طبیعی و یا مصنوعی (متر)				تعداد چاشنی	
فاصله دو انبار از هم	جاده ماشین‌روی عمومی	خطوط راه‌آهن مسافری	ساختمان‌های مسکونی	تا	از
۱۵	۲	۳/۵	۵	۵۰۰۰	۱۰۰۰
۱۸	۳/۵	۷	۱۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰
۲۲	۶	۱۳	۲۰	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
۳۰	۸	۱۵	۲۵	۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰
۳۵	۱۵	۲۴	۴۰	۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰
۳۷	۱۹	۳۴	۶۰	۱۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
۳۹	۲۵	۵۳	۸۷	۱۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۴۱	۳۲	۶۴	۱۰۷	۲۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
۴۲	۳۷	۷۲	۱۲۰	۲۵۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰
۴۳	۴۰	۸۰	۱۳۴	۳۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰
۴۴	۴۴	۸۷	۱۴۴	۳۵۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰
۴۵	۴۷	۹۲	۱۵۴	۴۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰
۴۶	۵۰	۹۹	۱۶۴	۴۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰
۴۷	۵۲	۱۰۲	۱۷۰	۵۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰
۵۰	۵۴	۱۰۷	۱۸۰	۷۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰
۵۲	۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰
۵۴	۶۵	۱۳۰	۲۲۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
۵۵	۷۰	۱۴۲	۲۴۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰
۵۶	۷۵	۱۵۰	۲۵۰	۲۵۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰
۵۷	۷۹	۱۶۰	۲۶۰	۳۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰
۵۸	۸۲	۱۶۲	۲۷۰	۳۵۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰
۵۹	۸۴	۱۶۷	۲۸۰	۴۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰
۶۰	۸۵	۱۷۰	۲۸۴	۴۵۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰
۶۱	۸۷	۱۷۴	۲۹۰	۵۰۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰
۶۳	۸۹	۱۷۹	۲۹۷	۷۵۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰
۶۵	۹۷	۱۹۵	۳۲۵	۱۰۰۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰۰
۷۲	۱۰۵	۲۱۲	۳۵۲	۱۲۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰
۷۵	۱۱۲	۲۲۷	۳۸۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰۰
۷۹	۱۲۰	۲۴۲	۴۰۲	۱۷۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰
۸۵	۱۲۷	۲۵۵	۴۲۵	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۷۵۰۰۰۰۰

۶- هرگاه انبار چاشنی‌ها و وسایل آتشباری با مواد منفجره محصور نباشد فواصل مندرج در جداول ۲-۴ و ۳-۴ را باید دو برابر در نظر گرفت.

۴-۴- ساختمان انبار مواد منفجره

ساختمان‌های مواد ناریه را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

الف- ساختمان‌های با دیوارها و سقف قوی (مثل انبارهای مواد ناریه بتنی)؛

ب- ساختمان‌های با دیوارها و سقف ضعیف (مثل کانتینرها و کانکس‌ها)؛

ج- ساختمان‌های مرکب از دو گروه یاد شده مثل انبارهایی با دیوار قوی و سقف ضعیف (انبارهای سطحی).

۴-۴-۱- انبارهای با دیوار و سقف قوی

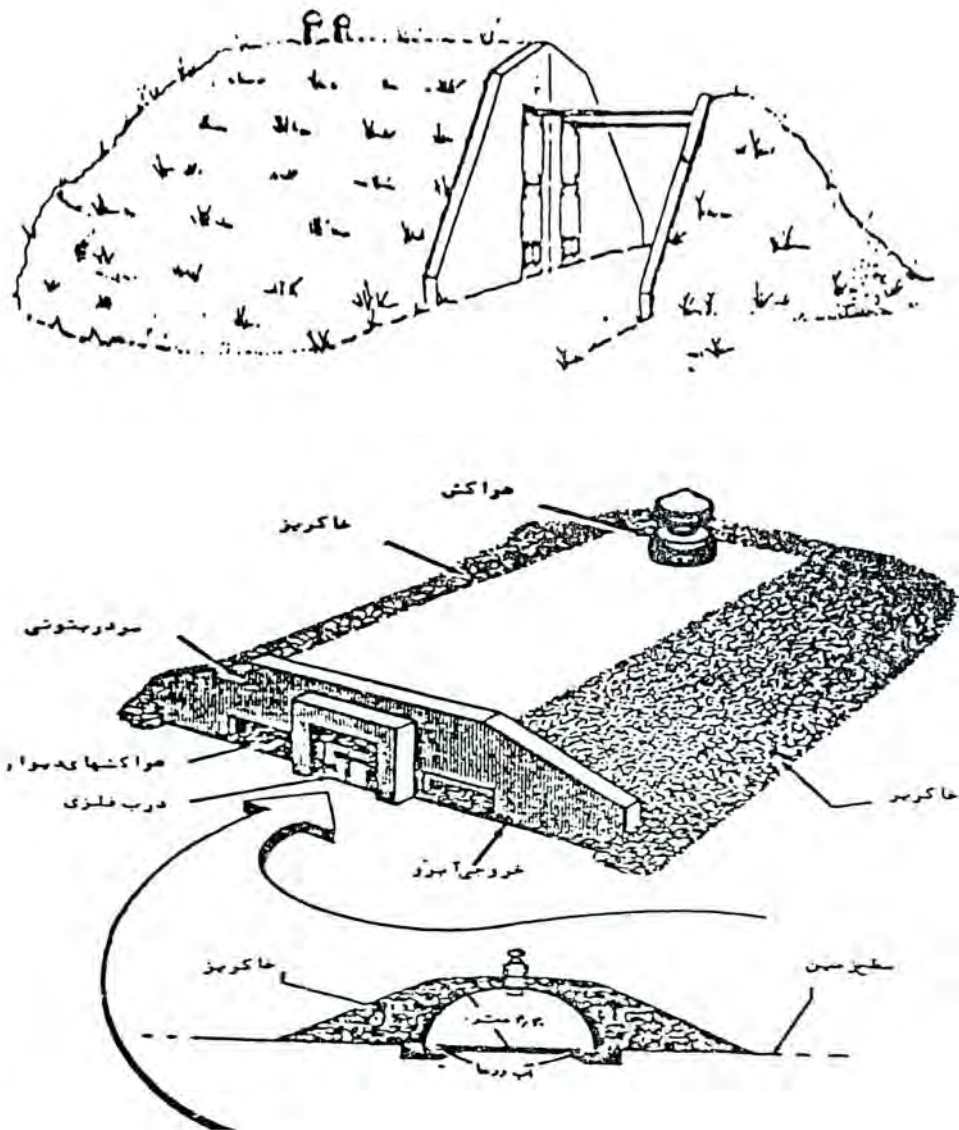
در این ساختمان‌ها دیوارها و سقف از بتن مسلح ساخته می‌شود و باید چنان استحکامی داشته باشد که بتواند در مقابل انفجار مواد مقاومت کند. از آنجا که دیوارهای سنگی یا آجری احتمال ترکیدن و انهدام دارند، خطرناک هستند ولی دیوارهای بتن مسلح با مقاومت بیش‌تر قدرت تحمل بیش‌تری را دارند. انبارهای ایگلو که با دیوار قوسی بتنی ساخته می‌شوند، از این نوع هستند (شکل ۴-۱). اگر این ساختمان‌ها برای تحمل حداکثر فشار حاصل از انفجار طراحی شوند، می‌توان مطمئن شد که در صورت وقوع انفجار تاثیری در ساختمان نخواهد گذاشت و مواد داخل آن نیز در برابر تمام عوامل خارجی مصون می‌ماند. از سوی دیگر، هزینه احداث این ساختمان‌ها بسیار زیاد است و نیز اگر میزان مواد خیلی زیاد باشد، نمی‌توان مطمئن بود که دیوارهای ضخیم از تمام اثرات داخلی و خارجی ناشی از انفجار جلوگیری کنند.

۴-۴-۲- انبارهای با دیوارها و سقف ضعیف

برای نگهداری مواد ناریه می‌توان ساختمان‌هایی سبک با چند دیوار و یک سقف ضعیف ساخت که با هر انفجاری فوراً خراب شود. برای این کار باید از مصالحی استفاده شود که نسوز بوده و پس از انهدام، کم‌ترین خطر را داشته باشد. برای دیوارهای این ساختمان‌ها از مصالحی همچون دیوارهای گچی پیش ساخته، آجر چوب پنبه‌ای، بتن متخلخل، سیپورکس و نظایر آن‌ها استفاده می‌شود و برای سقف‌ها ورق ایرانی، ساندویچ پانل، صفحات فیبر شیشه‌ای، صمغ نسوز، پنبه کوهی و آزیست مناسب است و استفاده از صفحات پلاستیکی آتش‌گیر و کرکره‌های فلزی مجاز نیست. اسکلت این ساختمان‌ها باید بر روی زمین مستحکم و ثابت شده باشد که نمونه بارز آن کانتینرها یا کانکس‌ها هستند (شکل ۴-۲). به منظور رعایت اصول ایمنی، فواصل ایمنی در اطراف ساختمان را باید با احتساب مجموع مواد داخل ساختمان طبق فرمول‌های فواصل ایمنی ساختمان‌های غیر محصور محاسبه کرد.

۴-۴-۳- انبارهای ترکیبی از دیوارها و سقف‌های ضعیف و قوی

در مورد انبارهای با دیوارها و ساختمان‌های سبک و ضعیف، فواصل ایمنی باید زیاد باشد و با این حال، عوامل و اغتشاشات خارجی در امنیت آن نقش دارند. از طرفی، ساختمان‌های سنگین و قوی هم خیلی گران تمام می‌شود. بنابراین اغلب ترکیبی از این دو تکنیک را ترجیح می‌دهند.



شکل ۴-۱- ساختمان انبار مواد ناریه نوع ایگلو

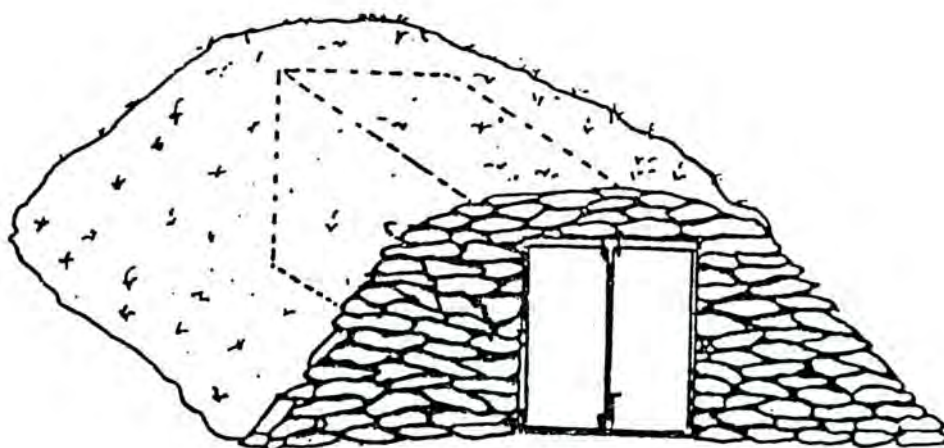
اگر در ساختمان‌های قوی، یکی از دیوارها و یا سقف خیلی ضعیف و سبک باشد که در اثر انفجار از جا کنده شود، در آن صورت راه خروجی به وجود می‌آید که از این راه، موج انفجار پراکنده و مستهلک خواهد شد و اثرات انفجار در سایر جهات نیز به آسانی محدود می‌شود که نمونه سقف سبک آن در شکل ۳-۴ نشان داده شده است (البته شبکه آهنی به دیوار بتنی محکم است). در صورتی که در اطراف ساختمان نیز جهتی وجود داشته باشد که اثرات انفجار در آن جهت خسارتی به وجود نیارد، می‌توان سه دیوار و سقف را قوی بنا کرد و دیواری را که در جهت مزبور قرار دارد از مواد سبک ساخت تا فشار حاصل از انفجار از آن طریق آزاد شود ولی اگر هیچ یک از جهات از خسارت مصون نباشد در آن صورت باید در مقابل دیوار ضعیف یک دیواره ضخیم بتنی و با فاصله کمی از دیوار ساختمان انبار احداث کرد به گونه‌ای که در مقابل انفجار نیز مقاومت داشته باشد. همچنین اگر مواد ناریه ضعیف در داخل ساختمان انبار می‌شود، می‌توان به جای این که تمام دیوارها یا سقف را از مواد سبک ساخته شود، یک منفذ ساده تعبیه کرد که گازهای حاصل از انفجار از آن طریق آزاد شوند.

۴-۵- تقسیم‌بندی انبارهای مواد ناریه بر اساس شرایط آب و هوایی و جغرافیایی

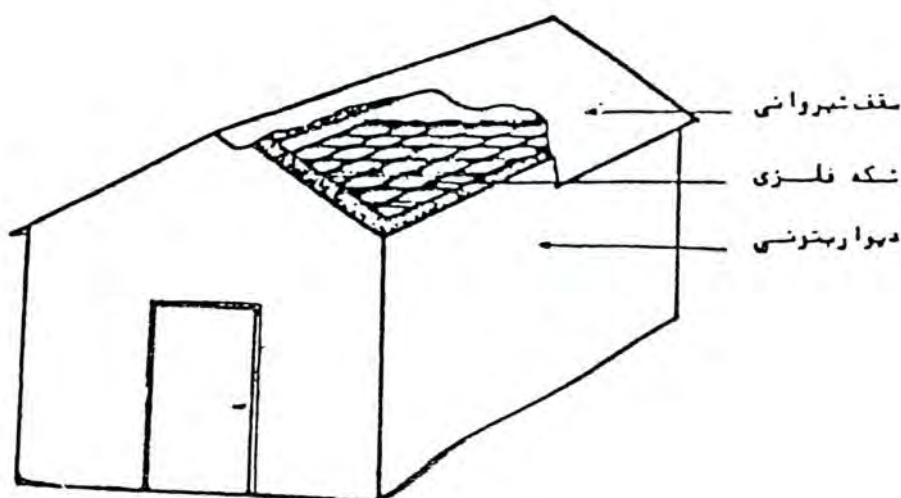
از نقطه نظر شرایط آب و هوایی و جغرافیایی، انبارها را به چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

۴-۵-۱- انبارهای مدفون یا انبارهای ایگلو

این انبارها مخصوص مناطق خیلی گرم و یا خیلی سرداند و معمولاً به صورت نیم استوانه یا مکعب مستطیل ساخته می‌شوند. از جمله خصوصیات آن‌ها این است که در فصل تابستان نسبتاً خنک و در فصل زمستان نسبتاً گرم هستند. بنابراین، مواد ناریه در دمای معتدلی نگهداری می‌شوند و از فساد سریع آن‌ها جلوگیری به عمل می‌آید. در تپه‌هایی که نفوذ آب در آن‌ها زیاد است، انبار ایگلو باید با عایق‌کاری دقیق و بلوک‌ژ پشت دیوارها و زهکشی اطراف انبار اجرا شود. اجزای مختلف این انبار در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲- ساختمان انبار مواد ناریه از نوع کانکس



شکل ۴-۳- ساختمان مواد ناریه از نوع ترکیبی

این انبارها از دیوارهای سنگی به ارتفاع حداقل ۱/۵ متر و سقف قوی آجری تشکیل می‌شوند و روی سقف آن‌ها را نیز با لایه‌ای به ضخامت ۰/۵ متر خاک می‌پوشانند. در این انبارها فشار موج انفجار احتمالی از طریق سقف و در تخلیه می‌شود که در حالت خاص یا محدودیت زمین، می‌بایست مقابل در نیز از خاکریز مناسب استفاده شود که موج انفجار کم‌ترین خسارت ممکن را ایجاد کند (شکل ۴-۱).

نمونه دیگری از انبارهای مدفون، نوع گنبدی است. این انبارها با دیواره سنگی و سقف آجری مشابه انبارهای بتنی هستند با این تفاوت که مصالح آن‌ها فرق می‌کند. این انبارها در برابر خسارت ناشی از آتش‌سوزی مقاوم هستند ولی در صورت انفجار شدید، احتمال پرتاب آجرهای سقف وجود دارد. بنابراین به هنگام استفاده از این انبارها برای مواد ناریه طبقه ۵، باید فواصل ایمنی مناسب از مناطق مسکونی و تاسیسات دیگر را در نظر گرفت.

نمونه دیگری از این انبارها، انبارهای دوقلو با ظرفیت بسیار کم است که در آن‌ها انبار دینامیت و چاشنی مجاور یکدیگر ساخته شده و در حد فاصل آن‌ها خاکریز مناسب به عرض حداقل ۲ متر تعبیه می‌شود. ظرفیت این انبارها محدود است و انتخاب محل ساخت آن‌ها باید با رعایت موارد کارشناسی بیش‌تر و دقت زیادتر انجام گیرد.

۴-۵-۲- انبارهای روباز (سطح الارضی) برای مناطق معتدل

این انبارها برای مناطقی که آب و هوای معتدل دارند، مناسب‌اند. انبارهای با دیوار بتنی و سقف ضعیف و همچنین انبارهای سنگی با سقف قوسی آجری، از جمله این گروه محسوب می‌شوند. این انبارها در برابر خسارات ناشی از آتش‌سوزی مقاوم هستند، ولی در صورت وقوع انفجارهای شدید احتمال پرتاب سقف وجود دارد. به همین دلیل ظرفیت این انبارها ۲۰ تا ۳۰ تن یا کمی بیش‌تر است و اغلب برای انبارهای مواد ناریه طبقه ۱ تا ۴ مناسب هستند، ولی اگر در نزدیکی مناطق مسکونی واقع نباشند، مواد ناریه طبقه ۵ مثل دینامیت و آنفو را نیز می‌توان در آن‌ها نگهداری کرد. نمونه دیگر انبارهای سطح‌الارضی خاکریزدار است که از نقطه نظر ایمنی برای مواد ناریه طبقه پنج مناسب‌ترند.

در مناطق خاص که از مناطق مسکونی فاصله بسیار زیادی دارند، استفاده از انبارهای سلولی نیز مجاز است. این انبارها از ۱۲ مکعب بتنی تشکیل شده‌اند که در آن‌ها ضخامت هیچ‌یک از دیوارها کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر نیست. ضخامت دیوار مابین دو ردیف سلول نیز حداقل ۴۵ سانتی‌متر است و باید به کف و سقف متصل باشد.

۴-۵-۳- انبارهای موقت

در بعضی موارد لازم است که مواد منفجره به صورت موقت مورد استفاده واقع شوند که مهم‌ترین موارد آن‌ها عبارت از عملیات راهسازی و پروژه‌های عمرانی کوچک، عملیات اکتشافی و عملیات آتشباری کوتاه مدت، آزمایش‌های انفجاری و نیز مواردی است که استفاده از مواد برای عملیات ساختمانی و یا به منظور آزمایش زمین‌شناسی، موردنیاز است. در همه این موارد، مواد ناریه به صورت موقت انبار می‌شوند و شرایط اقتضا می‌کند که انبار یا ساختمانی برای نگهداری آن‌ها احداث شود. در این‌گونه موارد، اقدامات تامینی محدود به ایجاد خاکریز و سایه‌بان و رعایت فواصل ایمنی مناسب است.

در مناطق صحرایی از کانتینر و کانکس با جدار داخلی چوب یا نئوپان نیز برای نگهداری موقت مواد ناریه استفاده می‌شود به شرطی که حفاظت این انبارها در برابر عوامل جوی از قبیل رطوبت، رعد و برق و امثال آن به دقت مورد ملاحظه قرار گیرد. عایق‌کاری با دو لایه قیرگونی و خاکریز مناسب نیز ضرورت کامل دارد.

نمونه کوچک انبارهای قابل حمل با ظرفیت حداکثر ۵۰۰ کیلوگرم، به صورت فلزی با جدار داخلی چوب‌کوبی شده است که در جاده‌سازی و موارد مشابه که در طول مسیر جابه‌جایی مواد ناریه ضرورت دارد، به کار می‌رود. محل استقرار انبارهای بسیار بسیار حایز اهمیت است و باید با رعایت فواصل ایمنی طبق نظر کارشناسان ساعد انجام شود.

۴-۵-۴- انبارهای تونلی

در این نوع انبارها یا از تونل‌های متروکه معادن به عنوان انبار استفاده می‌شود و یا اینکه از ابتدا تونل ویژه‌ای به منظور استفاده به عنوان انبار در دل کوه حفر می‌شود. این انبارها را به یکی از دو صورت زیر می‌سازند:

الف- انبارهای تونلی ساده

در انبارهای تونلی ساده که معمولاً تونل‌های متروکه معادن زیرزمینی هستند مواد ناریه را در دو طرف جانبی تونل می‌چینند و از قسمت وسط به عنوان راهروی دسترسی استفاده می‌کنند.

ب- انبارهای تونلی دستک‌دار

در انبارهای تونلی دستک‌دار، در طرفین تونل اصلی تعدادی دستک به ابعاد و فواصل مختلف حفر می‌کنند و در روبروی هر دستک، یک دستک کوچک‌تر می‌سازند که دستک موج‌گیر نامیده می‌شود. در صورت انفجار ناخواسته مواد در انبار، موج انفجار در همان دستک و دستک موج‌گیر مستهلک می‌شود (شکل ۴-۴).

از مزایای انبارهای تونلی می‌توان به بالا بودن ضریب ایمنی و امنیتی و خنک بودن محیط داخل انبار در تابستان اشاره کرد. در مقابل، این انبارها معایبی به شرح زیر نیز دارند:

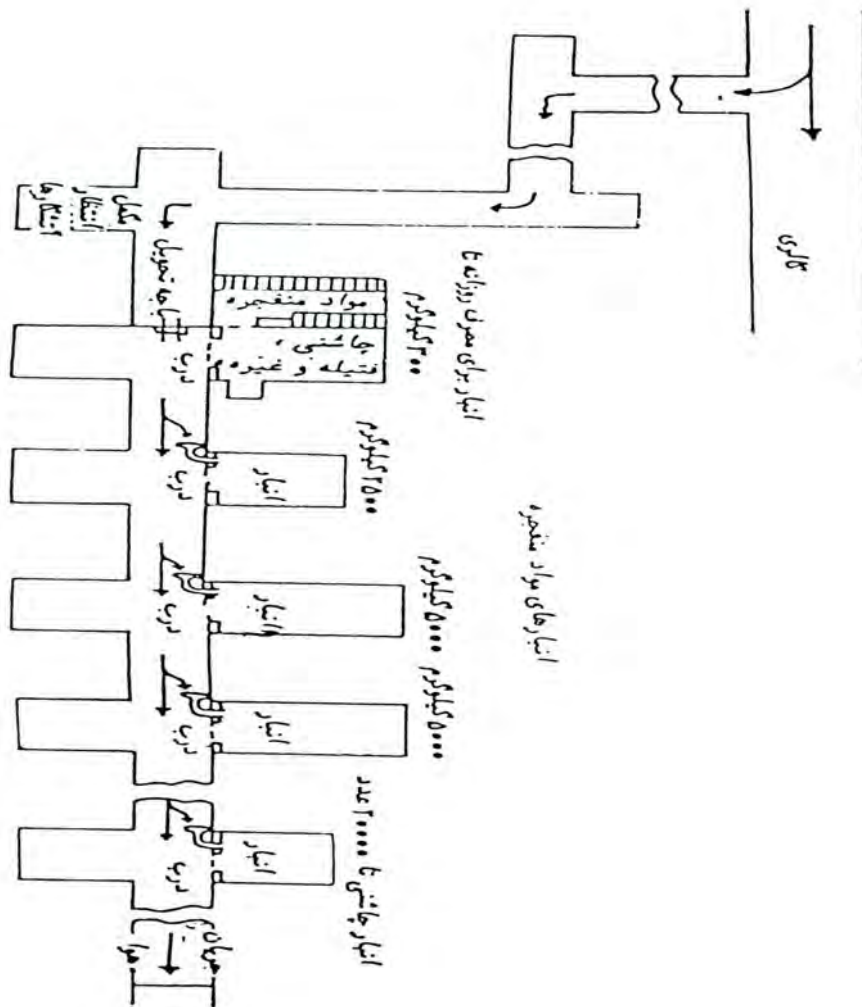
- از آنجا که انبار طویل است و مواد باید با دست جابه‌جا شود، تخلیه و بارگیری در آن‌ها مشکل است.

- به علت عدم امکان استفاده از روشنایی بیرون، الزاماً بایستی از سیستم روشنایی ضد انفجار که پرهزینه است استفاده کرد.

- به علت مشکلات ناشی از حفر کانال‌های هواکش‌های سقفی و محدودیت حفر این هواکش‌ها و نبود هواکش‌های جانبی

در این انبارها، سیستم تهویه بسیار ضعیف است.

به طور کلی این انبارها به علت خنکی در فصل تابستان در مناطق صحرایی و بسیار گرم کاربرد دارند ولی در مناطق مرطوب، استفاده از آن‌ها مطلقاً توصیه نمی‌شود چون همیشه فضای انبار آکنده از رطوبت فراوان است و همواره قشری از آب بر روی بسته‌بندی مواد می‌نشیند.



شکل ۴-۴- انبارهای تونلی و دستکدار

۴-۶- تاسیسات و تجهیزات انبار مواد ناریه

برای اینکه بتوان از انبار مواد ناریه به نحو مطلوبی استفاده کرد، باید تجهیزات و تاسیساتی را به شرح زیر در آن بنا نهاد:

۴-۶-۱- خاکریزها

به منظور افزایش ایمنی انبارها، بر روی سقف و اطراف دیوار انبار خاکریزهایی احداث می‌کنند (شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲). برای حفاظت دوجانبه انبارهای مواد ناریه و مهار گرما و موج انفجار و همچنین پرتاب اشیا از خاکریزهای مقابل، در حد فاصل دو انبار نیز خاکریز احداث می‌کنند که این امر سبب می‌شود به هنگام نگهداری مقادیر کم مواد ناریه، فاصله ایمنی کاهش یابد. در انبارهای با ظرفیت بیش از ۴ تن نیز وجود آن موجب تخفیف خسارت احتمالی در اثر یک محرک خارجی شود.

خاکریز از جمله ساده‌ترین و ارزان‌ترین تجهیزاتی است که برای حفاظت انبار مواد ناریه به آسانی قابل احداث است و اگر به ابعاد مناسب انتخاب شود، قابلیت آن را دارد که انتقال و سرایت انفجار را مهار کند و پرتاب مواد ناریه و ترکش‌ها را کاهش دهد یا متوقف سازد. خاکریزی که با استفاده از خاک نرم احداث شده باشد نسبت به خاکریزهای شنی ترجیح دارد ولی در صورت کمبود خاک، از

شن‌های ریز نیز می‌توان استفاده کرد. ابعاد یک خاکریز با توجه به وزن و ابعاد توده مواد ناریه تعیین می‌شود ولی ارتفاع خاکریز در هر حالت باید حداقل ۰/۵ متر از ارتفاع انبارها بیش‌تر باشد.

بیش‌تر آیین‌نامه‌ها زاویه شیب خاکریز را ۳۵ درجه ذکر کرده‌اند. حجم خاکریز هر طرف انبار نیز باید حداقل با حجم مواد موجود در انبار برابر باشد. ضخامت خاکریز در امتداد سطح تحتانی انبار مواد ناریه باید حداقل ۲ متر باشد. ضخامت سطح فوقانی خاکریز با زاویه ۳۵ درجه حداقل ۶۰ سانتی‌متر و در مورد خاکریزهای یک شیبه حدود ۱/۲۰ متر می‌شود. وجود یک دیوار آجری یا سنگی ۳۵ سانتی‌متری معادل با کاهش ۱/۵ متر خاکریز است و این امر در محدودیت شدید مکانی، کاربرد فراوان دارد. فاصله هر خاکریز تا انبار مواد ناریه نباید بیش از دو متر باشد و اگر خاکریز مانع بین ۲ یا چند توده مواد ناریه با ارتفاعات مختلف باشد، ارتفاع خاکریز باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که چنانچه از گوشه دورتر دو توده مواد ناریه خط فرضی کشیده شود، با خط فرضی دیگری که بالاترین قسمت خاکریز را قطع می‌کند، حداقل زاویه ۲ درجه بسازد طول خاکریز نیز باید به نحوی باشد که خاکریزی موثر حداقل یک متر از خط فرضی بین دو گوشه انبارها بیش‌تر شود و بلندی این خاکریز باید به نحوی باشد که خاکریزی موثر در روی سلول‌های کناری (انبارهای مواد ناریه) با امتداد کناره آخرین انبار حداقل زاویه ۳۰ درجه بسازد.

اگر فواصل ایمنی اجازه دهد، برای ساخت واحدهای صحرایی (مجموعه انبارهای کنار هم) خاکریزهایی با زاویه داخلی ۲۷ درجه توصیه شده است که برای نگهداری مقادیر زیاد مواد ناریه از انواع مختلف، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه، میزان خسارت بالا است ولی شیب خاکریزها و حتی وجود آن از میزان خسارت می‌کاهد.

۴-۶-۲- سیستم اتصال زمین و برق‌گیر

انبارهای مواد ناریه باید مجهز به سیستم برق‌گیر مطابق نقشه استاندارد ساصد باشند. سیستم برق‌گیر از جنس مس یا آلومینیوم یا میله آبکاری شده با مس و نوک آن تیز و مخروطی است. طول این میله ۲ تا ۲/۵ متر است و بر بالای سقف انبارها به فاصله هر ۷ متر تعبیه می‌شود (شکل ۴-۵). برق‌گیر به وسیله یک بست و پایه به سقف انبار محکم متصل می‌شود و از کابل شو انتهایی به کابل رابط که از جنس مس روکش‌دار نمره ۱۷ است، اتصال می‌یابد و از آنجا به چاهک تخلیه وصل می‌شود.

چاهک تخلیه که در فاصله یک متری از پی دیوار انبار حفر می‌شود، دهانه‌ای به عرض ۸۰ سانتی‌متر دارد و عمق آن ۲ تا ۳ متر است. در کف چاهک یک صفحه مسی به ابعاد ۷۵×۷۵ سانتی‌متر و به ضخامت ۴ میلی‌متر قرار دارد و کابل رابط به این صفحه مسی متصل می‌شود. ۷۰ درصد از حجم چاه را با مخلوطی از ۱ قسمت زغال و ۲ قسمت نمک پر می‌کنند. در مناطق مرطوب مثل مناطق شمال کشور، نیازی به استفاده از زغال برای جذب رطوبت نیست. همه قسمت‌های فلزی انبار به ویژه اسکلت فلزی، تیرآهن‌ها، آرماتورها، درها، دریچه‌های تهویه و هر قسمت فلزی دیگر، باید به وسیله کابل مسی جداگانه به میله مسی چاه سیستم اتصال زمین وصل شود (شکل ۴-۶).

بهتر است چاهک تخلیه آجرچینی و بر روی آن دریچه‌ای نصب شود به گونه‌ای که پس از گذشت یک تا دو سال امکان بررسی و تعویض زغال کهنه فراهم باشد. نقش زغال، جذب رطوبت محیط است و باعث هدایت بیش‌تر جریان الکتروسیسته و افزایش سرعت تخلیه ناشی از اختلالات جوی و صاعقه آسمان می‌شود زیرا جریان احتمالی صاعقه از طریق شبکه وسیع با مقاومت الکتریکی کم به درون زمین رانده می‌شود و بدین ترتیب به ساختمان و تاسیسات انبار آسیبی نمی‌رسد. هر چند وقت یکبار باید هدایت الکتریکی

چاه‌های سیستم اتصال زمین را به کمک دستگاه‌های ویژه این کار اندازه‌گیری کرد و در صورت از دست دادن ویژگی‌های لازم، مقاومت بیش از ۲۰ اهم) و عدم کارایی، نسبت به تعویض نمک و زغال و پر کردن مجدد چاه اقدام کرد. برای هر برق‌گیر باید یک چاهک حفر شود و فاصله آن از هر برق‌گیر باید در حدود ۵ متر باشد. سیستم تهویه هر انبار از دریچه‌های تهویه دیواری و هواکش‌های سقفی تشکیل می‌شود.

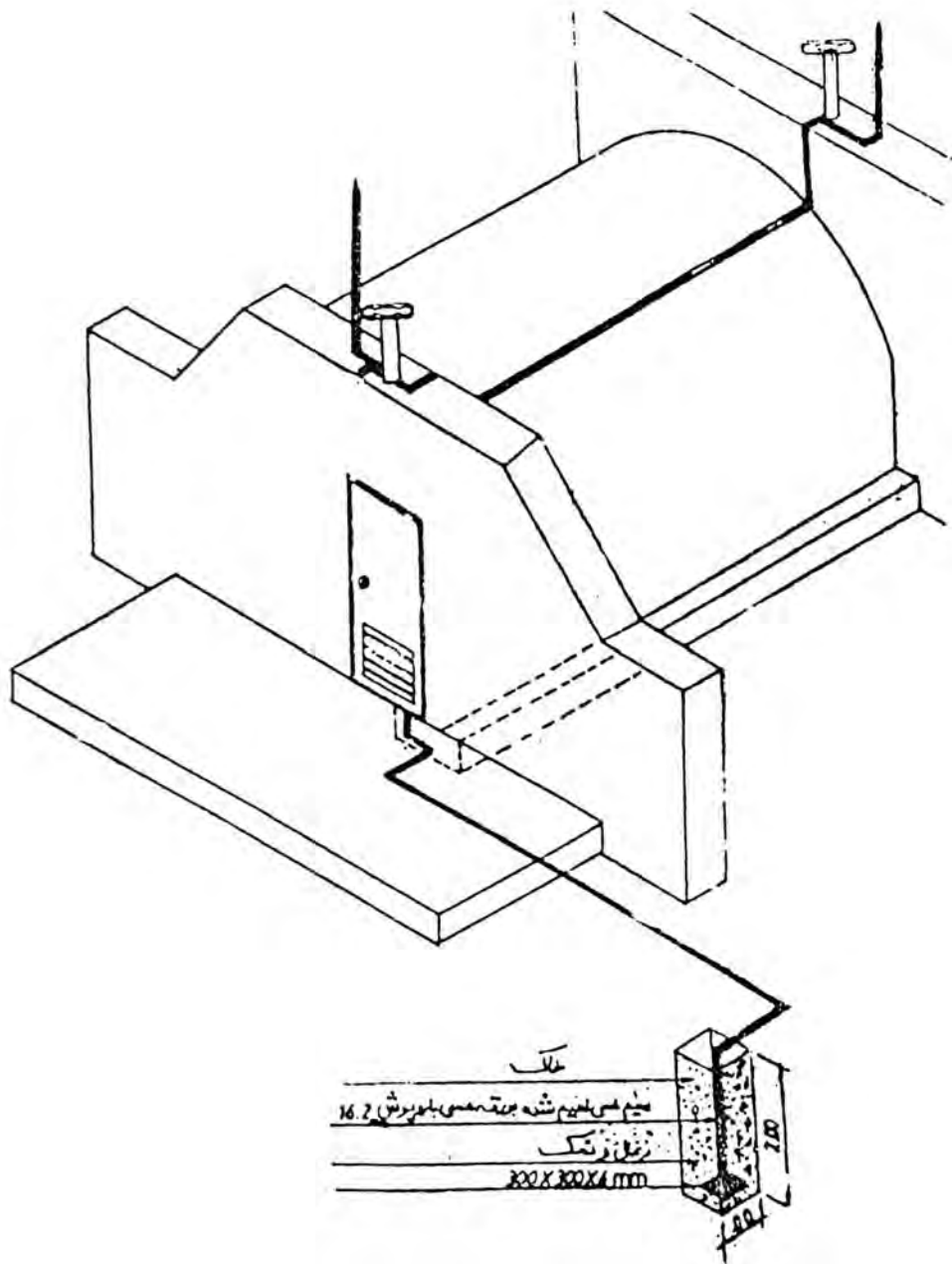
الف- دریچه‌های تهویه

معمولاً در هر دو طرف یا بر روی در ورودی هر انبار زیرزمینی و نیز در دیوارهای طرفین انبارهای سطحی، تعدادی دریچه تهویه که تعداد آن‌ها به طول انبار بستگی دارد، تعبیه می‌شود.

ب- هواکش‌های سقفی

هواکش‌ها معمولاً به شکل سیفونی و به فاصله هر ۴ متر، بر روی سقف انبار نصب می‌شوند. هواکش‌ها باید مجهز به شبکه فولادی و توری‌های ریز باشند تا از ورود خزندگان و به ویژه موش جلوگیری شود. هواکش‌های حلزونی سقفی نیز باید دارای شتر گلوبی باشند تا از افتادن اشیای خارجی به داخل انبار جلوگیری شود. مناسب‌ترین نوع هواکش‌های سقفی، هواکش‌های حلزونی گردان (مکانیکی) هستند و چون جنس این هواکش‌ها فلزی است، لذا باید با کابل مسی به آنتن برق‌گیر متصل شوند. با نصب سیستم تهویه و هواکش مناسب، از تراکم رطوبت در انبارها جلوگیری می‌شود و در انبار همیشه هوای تازه به جریان می‌افتد. به طور کلی می‌توان گفت که مهم‌ترین ویژگی یک انبار مواد ناریه مناسب، داشتن سیستم تهویه کارا است. احداث تعداد کافی دریچه تهویه سقفی یا دوپل در انبارهای مدفون (حداقل ۲ عدد) بسیار مهم است.

در مورد دریچه‌ها و دوپل‌ها، اجرای قیرگونی و عایق کاری اطراف آن‌ها ضرورت دارد. بدیهی است در نقاط سردسیر تعداد دریچه‌های هواکش محدودتر است تا از نفوذ سرما به داخل انبار جلوگیری شود. در این مناطق می‌توان در جلوی همه دریچه‌های تهویه از داخل انبار، دریچه کشویی نصب کرد تا در مواقع سرما و فصل زمستان بتوان با بستن آن‌ها، از سرد شدن بیش از حد انبار جلوگیری کرد.



شکل ۴-۶- سیستم برق گیر و اتصال زمین

۴-۶-۳- درب انبارها

درب انبارهای مواد ناریه باید حتما به بیرون باز شود. برای انبارهای دینامیت و چاشنی از یک در فلزی استفاده می‌شود ولی برای انبارهای باروت سیاه، باید بعد از درب آهنی یک درب چوبی نیز که رو به بیرون باز می‌شود، تعبیه کرد. وجود درب چوبی مانع از رسوب گرد و غبار در لابه‌لای لولای آهنی و آتش‌سوزی احتمالی ناشی از بروز جرقه بین ذرات باروت و در آهنی انبارها می‌شود. توصیه می‌شود که به منظور جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به درب انبار، درب انبارها حتی‌الامکان به سمت شمال توجیه شود. در مناطق گرمسیری نیز توصیه می‌شود که درب انبارها و همچنین دیوارهای خارجی انبارها به رنگ سفید در آید تا نور را منعکس سازد

و از جذب گرما جلوگیری شود. به منظور تخلیه الکتریسیته ساکن موجود در بدن افرادی که قصد ورود به انبار مواد ناریه را دارند، باید از رنگ‌زدن دستگیره در آهنی جدا خودداری شود. ساختمان درب انبار باید به گونه‌ای باشد که گلوله‌های سلاح‌های جنگی سبک از آن عبور نکنند.

۴-۶-۴- روشنایی انبارها

با توجه به اینکه کلیه کارهای مربوط به جابه‌جایی، تخلیه و بارگیری مواد در انبارهای مواد ناریه باید در روز انجام گیرد و برای جلوگیری از بروز حادثه بعد از غروب آفتاب هیچ‌گونه ترددی بجز در مواقع اضطراری نباید در انبار انجام گیرد، لذا روشنایی داخل انبار باید حتی‌المقدور از طریق روشنایی طبیعی روز از بیرون تامین شود. در شرایطی که به علت نوع انبار (تونلی و یا زیرزمینی) امکان استفاده از روشنایی طبیعی در داخل انبار میسر نباشد، استفاده از چراغ‌های تونلی ضد انفجار با برق ۲۴ ولت تحت شرایط فنی که از طریق ساجدا تعیین می‌شود، مجاز است. ضمناً در هر صورت به منظور روشن کردن موضعی محل جابه‌جایی و تردد در انبار استفاده از چراغ قوه دستی مجاز است. در این موارد باید چراغ را بیرون از انبار روشن کرد و سپس داخل انبار شد و پس از اتمام کار، آن را در بیرون از انبار خاموش کرد.

۴-۶-۵- عایق کاری

در ساخت انبارها به خصوص در مناطق مرطوب حتماً باید عایق کاری در کف انبارها، اطراف دیوارها و سقف اجرا شود تا از نفوذ رطوبت و فاسدشدن سریع مواد ناریه جلوگیری به عمل آید. بعد از عایق کاری دیوارهای طرفین به ویژه در مورد انبارهای مدفون، برای حفاظت عایق از آجرچینی استفاده می‌کنند. بدین منظور با اجرای بلوک‌ها در پشت دیوارها که به ترتیب از قلوچه‌چینی، شن و ماسه استفاده می‌شود، از جمع‌آوری آب در پشت دیوارها جلوگیری می‌کنند.

۴-۷- چگونگی احداث انبار مواد ناریه

اجزای ساختمانی هر انبار از فونداسیون کف، دیوارها و سقف تشکیل می‌شود که بسته به شرایط زمین و نوع مقاومت خاک، از فونداسیون بتنی نواری با زاویه مناسب استفاده می‌کنند. این فونداسیون‌های نواری که معمولاً زیر دیوار انبارها اجرا می‌شود، به وسیله آرماتورهای قائم به دیواره‌ها و سقف انبار منتقل می‌شود. به هنگام محاسبه سقف یک انبار مدفون، حداقل بار لازم برای یک متر خاکریز در روی سقف مد نظر قرار می‌گیرد و در تکنیک سقف سبک نیز می‌توان از اتصال تیرریزی فلزی بر روی دیوارهای بتنی و سقف شیروانی استفاده کرد. در کف‌سازی انبارها نیز مقاومت و بار ناشی از انبار کردن مواد باید مد نظر قرار گیرد. از آنجا که سیستم کف‌سازی در انبارهای مختلف متفاوت است لذا شیب‌بندی کف باید به نحوی اجرا شود که در موارد لازم بتوان کف را شستشو داد. بدین منظور آبروهای طرفین انبارها کاربرد بیش‌تری دارد ولی می‌توان با شیب‌بندی مناسب و اجرای لوله و کف شور در فاصله ۱/۵ متری از درب، آب ناشی از شستشو را به خارج هدایت کرد. برای تامین آب مورد نیاز شستشو در مجتمع انبارها و یا انبارهای بزرگ، سیستم آبرسانی و اجرای شیر آتش‌نشانی در فاصله حداکثر ۵ متری از هر انبار توصیه می‌شود. با استفاده از شیلنگ‌های آتش‌نشانی می‌توان شستشو و اطفای حریق را انجام داد.

پس از کف‌سازی انبارها، باید حتما پالت چوبی با میخ برنجی نصب شود و از ورود با کفش میخ‌دار جلوگیری به عمل آید تا جرقه احتمالی باعث انفجار نشود. بدین منظور باید از گیوه یا چکمه پلاستیکی استفاده کرد.

قسمت داخلی سطوح ناصاف دیوارهای آجری و دیوارهای ساخته شده از صفحات سبک باید با ملات سیمان پوشش داده شود. نمای دیوار باید به طور کامل و صاف انجام گیرد و اگر قرار باشد که سطح سیمان و بتن را همواره تمیز نگهدارند، باید آن را با رنگ‌های قابل شستشو اندود کنند. دیوارهای مقاوم باید نسبت به هم و به سقف‌های مقاوم و همچنین فونداسیون متصل و محکم شوند که این عمل در دیوارهای بتنی مسطح با ایجاد ریشه در بین دیوارها به سقف‌های مقاوم و همچنین فونداسیون انجام می‌گیرد. قدرت مقاومت ارتباط عناصر ساختمانی مثل دیوار به دیوار، دیوار به سقف، و دیوار به کف زمین باید به صورت مناسب محاسبه شده و به نحوی اجرا شود که با وقوع انفجار در فضا، به آن‌ها فشار وارد نیاید. در کانتینرهای فلزی و انبارهای کوچک، باید دقت شود که در دیواره و سقف، چوب کاری کامل انجام شده باشد. به منظور چوب کاری معمولاً از نئوپان استفاده می‌کنند.

از جمله نکات مهم دیگر اجرای زهکشی در اطراف انبار است. به ویژه در مناطق مرطوب و پرباران، اجرای زهکشی برای جلوگیری از نفوذ رطوبت ضرورت بیش‌تری دارد. با اجرای سیستم زهکشی، آب‌های هرز اطراف انبار، در پای دیوارهای انبار جمع نشده و با استفاده از شیب مناسب سیستم زهکشی، به خارج محوطه انبارها هدایت می‌شود.

در شکل‌های ۴-۷ و ۴-۸ نمونه‌هایی از نقشه‌های اجرایی انبار مواد نشان داده شده است.

۴-۸- مقررات مربوط به انبار مواد ناریه

- ۱- حداقل حجم انبار مواد باید ۸ برابر حجم جعبه‌های مواد منفجره باشد.
- ۲- تعبیه سکوی مناسب در مدخل انبار برای پیاده‌کردن مواد منفجره از کامیون ضروری است.
- ۳- اگر برای تامین روشنایی انبار از برق استفاده می‌شود، باید از لامپ‌های معمولی استفاده کرد. این لامپ را یا در پشت یک دریچه و خارج انبار نصب می‌کنند یا اینکه در سقف انبار کار می‌گذارند و روی آن شیشه و روی شیشه پنجره فولادی نصب می‌کنند.
- ۴- اگر در انبار مواد منفجره فقط باروت نگهداری می‌شود، ضد آتش بودن انبار کافی است و در مواردی که مواد منفجره قوی‌تر نیز در انبار موجود باشد، باید علاوه بر ضد آتش بودن، ضد گلوگه نیز باشد.

۵- حداکثر ظرفیت انبار مواد ناریه مختلف به شرح زیر است:

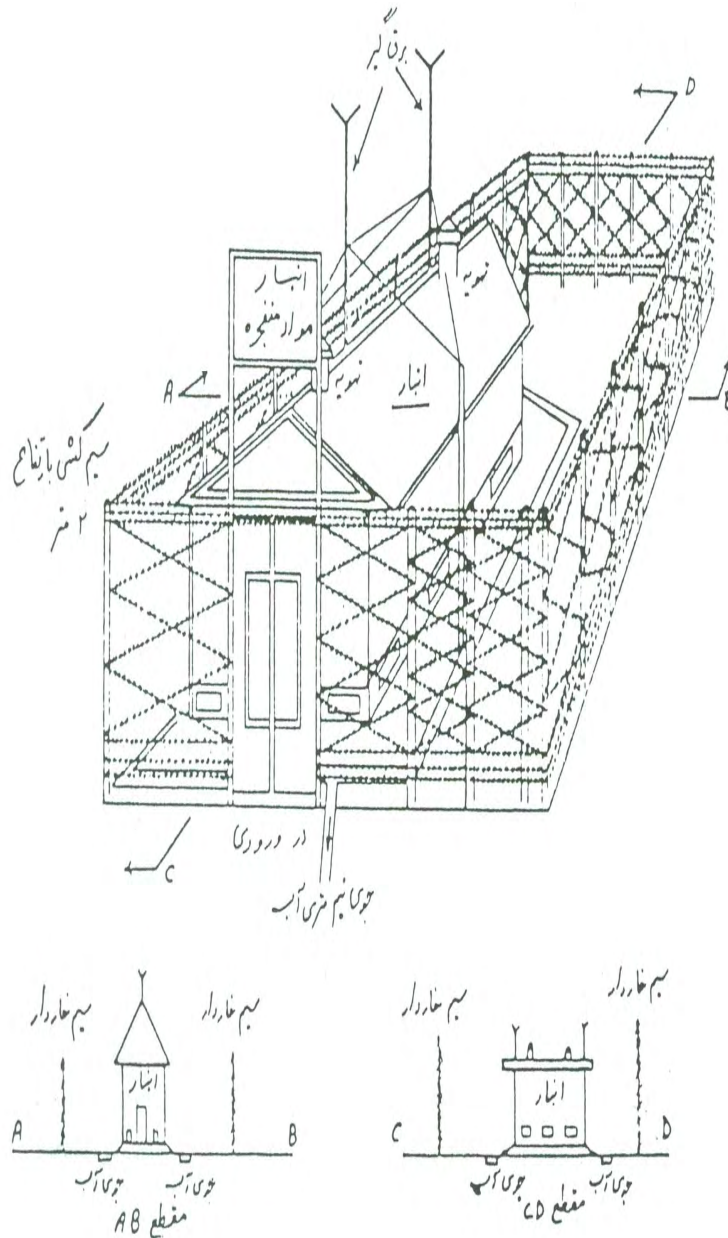
الف- برای دینامیت‌هایی که بیش از ۱۵٪ نیتروگلیسرین دارد	۴۰ تن
ب- برای آمونیوم دینامیت و مواد ناریه نظیر آن‌ها	۲۴۰ تن
ج- باروت	۱۲۰ تن
د- فتیله انفجاری	۱۲۰ تن
ه- فتیله اطمینان	حدی ندارد

باید توجه داشت که این ظرفیت‌ها مربوط به انبارهای اصلی است و برای انبارهای کوچک‌تر و دستی، ظرفیت مجاز به مراتب

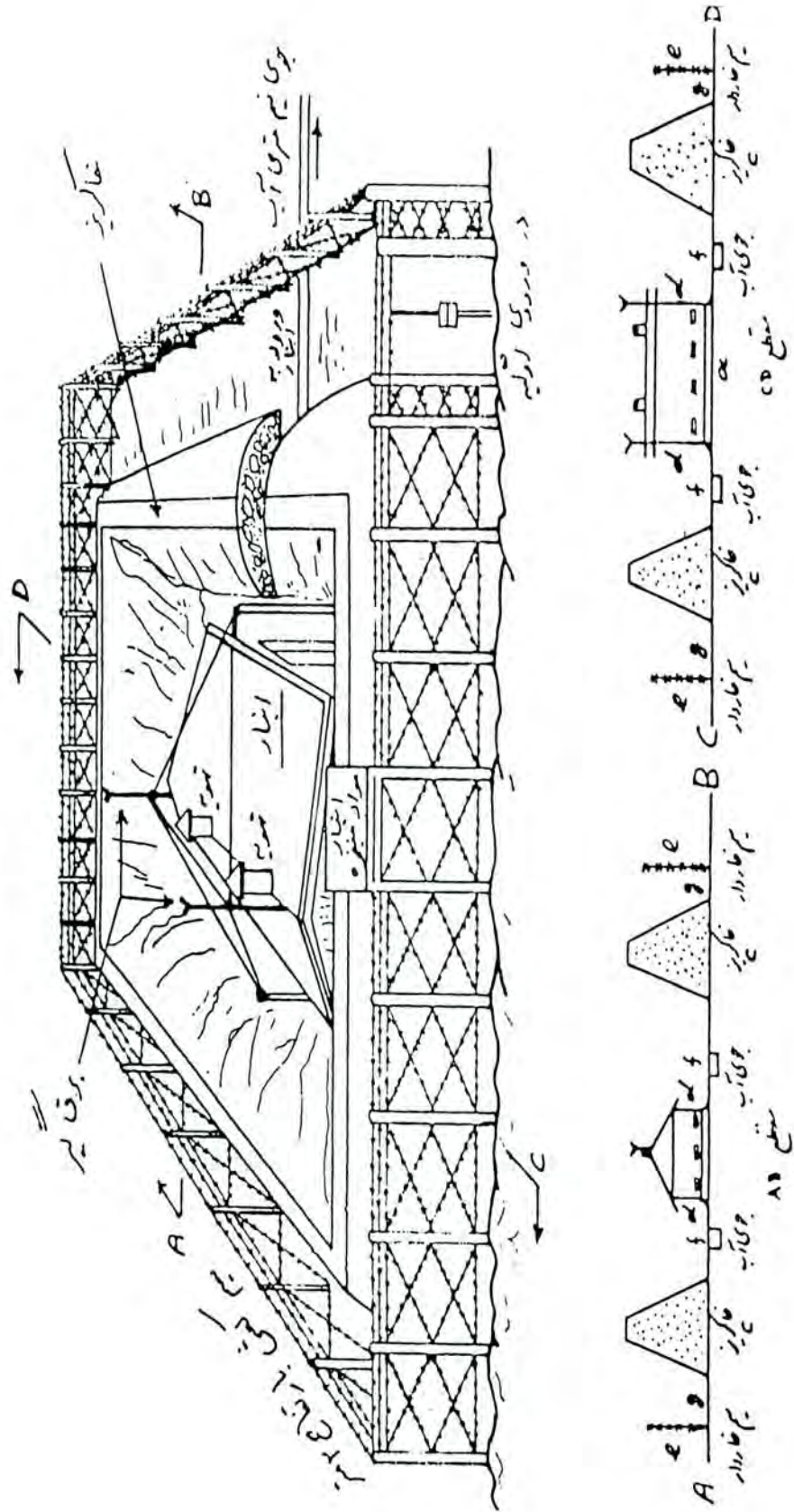
کم‌تر از مقادیر یاد شده است. حجم مواد ناریه در هر یک از حجره‌های انبار نباید از $\frac{1}{8}$ حجم کل تجاوز کند.

۶- کف انبار باید از سطح زمین مجاور بالاتر ساخته شود.

- ۷- ابعاد انبار اصلی دایمی مواد منفجره بر حسب ظرفیت باید مطابق جدول ۴-۴ باشد.
- ۸- برای معادنی که به صورت زیرزمینی استخراج می‌شوند، ایجاد انبار مواد منفجره در زیرزمین به دلایل زیر توصیه می‌شود:
- الف- از خطر سرقت، رعد و برق و سایر سوانح طبیعی محفوظ‌تر است؛
- ب- انبار در نزدیکی محل مصرف است؛
- ج- در زیرزمین دما یکنواخت‌تر است و امکان انجماد مواد منفجره وجود ندارد.



شکل ۴-۷- نقشه اجرایی یک انبار مواد ناریه



شکل ۴-۸- نقشه اجرایی یک انبار مواد ناریه

جدول ۴-۴- ابعاد انبار اصلی دایمی مواد منفجره بر حسب ظرفیت

وزن دینامیت (کیلوگرم)	طول و عرض خارجی (متر)	مساحت داخل انبار (مترمربع)	وزن دینامیت (کیلوگرم)	طول و عرض خارجی (متر)	مساحت داخل انبار (مترمربع)	وزن دینامیت (کیلوگرم)	طول و عرض خارجی (متر)	مساحت داخل انبار (مترمربع)
۵۰۰۰	۳×۳	۵/۹	۲۳۱۰۰	۵/۵×۶/۱	۲۶/۱	۲۸۱۰۰	۴/۸×۱۰/۹	۴۳/۷
۶۴۰۰	۳×۳/۶	۷/۳	۲۳۱۰۰	۴/۲×۷/۹	۲۶/۲	۳۸۵۰۰	۵/۵×۹/۷	۴۲/۱
۷۶۰۰	۳×۲/۲	۸/۸	۲۴۷۰۰	۴/۸×۷/۳	۲۸/۳	۴۰۴۰۰	۴/۸×۱۱/۵	۴۶/۳
۸۰۰۰	۳/۶×۲/۶	۹/۱	۲۵۰۰۰	۴/۲×۸/۵	۲۸/۶	۴۰۴۰۰	۶/۱×۹/۱	۴۶/۳
۹۰۰۰	۳×۴/۸	۱۰/۳	۲۵۶۰۰	۵/۵×۶/۷	۲۹/۴	۴۱۱۰۰	۵/۵×۱۰/۳	۴۷
۹۶۰۰	۳/۶×۴/۲	۱۱	۲۶۰۰۰	۶/۱×۶/۱	۲۹/۷	۴۲۶۰۰	۴/۸×۱۲/۱	۴۸/۸
۱۰۲۰۰	۳×۵/۵	۱۱/۷	۲۶۹۰۰	۴/۲×۹/۱	۳۰/۸	۴۳۳۰۰	۶/۱×۹/۷	۴۹/۶
۱۱۲۰۰	۳/۶×۴/۸	۱۲/۸	۲۶۹۰۰	۴/۸×۷/۹	۳۰/۸	۴۳۶۰۰	۵/۵×۱۰/۹	۵۰
۱۱۵۰۰	۳×۶/۱	۱۳/۲	۲۸۲۰۰	۵/۵×۷/۳	۳۲/۳	۴۶۲۰۰	۵/۵×۱۱/۵	۵۲/۹
۱۱۵۰۰	۴/۲×۴/۲	۱۳/۲	۲۸۸۰۰	۲/۲×۹/۷	۳۳	۴۶۲۰۰	۶/۱×۱۰/۳	۵۲/۹
۱۲۸۰۰	۳/۶×۵/۵	۱۴/۷	۲۸۸۰۰	۶/۱×۶/۷	۳۳	۴۸۷۰۰	۵/۵×۱۲/۱	۵۵/۸
۱۳۵۰۰	۴/۲×۴/۸	۱۵/۴	۲۹۱۰۰	۴/۸×۸/۵	۳۳/۲۰	۴۹۱۰۰	۶/۱×۱۰/۹	۵۶/۲
۱۳۶۰۰	۳/۳×۶/۴	۱۵/۷	۳۰۸۰۰	۴/۲×۱۰/۳	۳۵/۲	۵۱۹۰۰	۶/۱×۱۱/۵	۵۹/۵
۱۴۴۰۰	۳/۶×۶/۱	۱۶/۵	۳۰۸۰۰	۵/۵×۷/۹	۳۵/۲	۵۲۸۰۰	۶/۱×۱۲/۱	۶۲/۸
۱۵۴۰۰	۴/۲×۵/۵	۱۷/۶	۳۱۴۰۰	۴/۸×۹/۱	۳۶	۵۷۸۰۰	۶/۱×۱۲/۷	۶۶/۱
۱۵۷۰۰	۴/۸×۴/۸	۱۸	۳۱۷۰۰	۶/۱×۷/۳	۳۶/۳	۶۰۶۰۰	۶/۱×۱۳/۳	۶۹/۴
۱۶۰۰۰	۳/۶×۶/۷	۱۸/۴	۳۲۷۰۰	۴/۲×۱۰/۹	۳۷/۵	۶۳۵۰۰	۶/۱×۱۳/۹	۷۲/۷
۱۷۳۰۰	۴/۲×۶/۱	۱۹/۸	۳۳۳۰۰	۵/۵×۸/۵	۳۸/۲	۶۶۴۰۰	۶/۱×۱۴/۵	۷۶
۱۷۶۰۰	۳/۶×۷/۳	۲۰/۲	۳۳۶۰۰	۴/۸×۹/۷	۳۸/۵	۶۹۲۰۰	۶/۱×۱۵/۲	۷۹/۳
۱۷۹۰۰	۴/۸×۵/۵	۲۰/۶	۳۴۶۰۰	۴/۲×۱۱/۵	۳۹/۷	۷۲۱۰۰	۶/۱×۱۵/۸	۸۲/۶
۱۹۲۰۰	۴/۲×۶/۷	۲۲	۳۴۶۰۰	۶/۱×۷/۹	۳۹/۷	۷۵۱۰۰	۶/۱×۱۶/۴	۸۶
۲۰۲۰۰	۴/۸×۶/۱	۲۳/۱	۳۵۹۰۰	۵/۵×۹/۱	۴۱/۱	۷۸۰۰۰	۶/۱×۱۷	۸۹/۲
۲۰۵۰۰	۵/۵×۵/۵	۲۳/۵	۳۵۹۰۰	۴/۸×۱۰/۳	۴۱/۱	۸۰۸۰۰	۶/۱×۱۷/۶	۹۲/۵
۲۱۱۰۰	۴/۲×۷/۲	۲۴/۲	۳۶۶۰۰	۴/۲×۱۲/۱	۴۱/۹	۸۳۷۰۰	۶/۱×۱۸/۲	۹۵/۹
۲۲۴۰۰	۴/۸×۶/۷	۲۵/۷	۳۷۵۰۰	۶/۱×۸/۵	۴۳			

فاکتورهای اصلی:

مساحت کف انبار جهت اختصاص مواد منفجره = ۶۰ درصد مساحت کف

مساحت راه عبور و مرور و حمل مواد منفجره در انبار = ۴۰ درصد مساحت کف

ضخامت دیوارهای انبار که از شن خشک ساندویچ شده بین دو دیوار آجری و یا دو دیوار بتنی ساخته شده باشد = ۶۰ سانتی متر

ارتفاع انبار = فاصله بین سقف و کف انبار = ۳ متر

۹- هر انبار زیرزمینی از دو گالری یکی گالری اصلی و دیگری گالری انبار تشکیل می‌شود و باید دارای دو درب یکی در ابتدای گالری اصلی و دیگری در ابتدای گالری انبار باشد. گالری اصلی و گالری انبار نباید در امتداد هم باشند و به وسیله یک گالری رابط عمود بر آن دو به هم مربوط می‌شوند. در گالری انبار، در یک طرف انبار مواد منفجره به ظرفیت مورد نظر ساخته شده و در طرف مقابل آن، گالری بن‌بستی به ابعاد مناسب برای تخفیف ضربه انفجار در موارد بروز حادثه حفر می‌شود. بهتر است در دو انتهای گالری رابط و ابتدای گالری انبار، گالری‌های بن‌بستی برای مستهلک ساختن ضربات احتمالی انفجار ایجاد شود.

۱۰- محل انبار زیرزمینی مربوط به شبکه معدن باید به گونه‌ای انتخاب شود که در صورت بروز حادثه و آتش‌سوزی در آن، مانع فرار کارگران از معدن نشود و همچنین دود حاصل از آتش‌سوزی و انفجار احتمالی، در قسمت‌های در حال کار به جریان نیافتد.

۱۱- انبار زیرزمینی باید از چاه و پناهگاه‌ها حداقل ۸۰ متر فاصله داشته باشد.

۱۲- انبار مواد منفجره به سه منظور زیر ساخته می‌شود:

الف- انبار مواد منفجره اصلی که از نظر ظرفیت به سه دسته به ظرفیت تا ۵۰۰ کیلوگرم، تا ۱۰ تن و بیش از ۱۰ تن تقسیم می‌شود؛

ب- انبار چاشنی و فتیله؛

ج- انبار دستی که در آن مصرف روزانه مواد منفجره معدن نگهداری می‌شود.

۱۳- درون انبارهای مواد منفجره باید همیشه تمیز باشد و کف، سقف و دیوارهای آن از گرد و غبار هوا پاک شود. کف انبار و زیر پالت‌ها باید به صورت منظم جارو شود. جارو و سایر لوازم نظافت نباید درون انبار نگهداری شوند. ضمناً این‌گونه وسایل حتماً باید غیرفلزی باشند.

۱۴- در نقطه‌ای قابل رویت در بیرون انبار باید علامت یا تابلوی "ماده منفجره- نزدیک نشوید" نصب شود.

۱۵- افرادی که وارد انبار می‌شوند، موظف به رعایت کلیه اصول ایمنی فردی از قبیل پوشیدن لباس ضد حریق، کفش ایمنی (کفش بدون میخ یا لاستیکی) هستند و نباید وسایل اضافی داشته باشند.

۱۶- مواد منفجره و محترقه را در انبار باید در جعبه‌های مخصوص با دست جابه‌جا کرد و از کشیدن، پرتاب کردن و غلطاندن آن خودداری کرد.

۱۷- در انبار مواد ناریه نباید جعبه‌های خالی و اشیای اضافی وجود داشته باشد.

۱۸- وسایل اطفای حریق را باید در بیرون انبار در محلی که در دسترس باشد قرار داد. این وسایل باید آمادگی کامل اطفای حریق را در صورت بروز هرگونه حادثه داشته باشند.

۱۹- از قرار دادن مواد منفجره و محترقه در داخل جعبه‌های شکسته باید خودداری شود.

۲۰- رعایت اصول سازگاری مواد ناریه در نگهداری مواد منفجره و محترقه در انبارها الزامی است.

۲۱- رعایت نظم و نظافت کامل در انبار الزامی است.

۲۲- در موارد لزوم می‌توان در انبارها از چراغ قوه مجاز ضد انفجار و یا چراغ قوه دستی استفاده کرد مشروط بر آنکه در بیرون از انبار روشن و خاموش شود.

۲۳- استعمال دخانیات و بردن کبریت، فندک و سایر وسایل آتش‌زا و اصولاً هر گونه چیزی که تولید جرقه کند، به داخل انبار ممنوع است.

۲۴- بازگذاشتن درب انبارهای مواد ناریه در زمان حضور و فعالیت کارکنان در داخل آن ضروری است.

۲۵- مواد منفجره و محترقه باید به نحوی در انبار چیده شوند که مصرف مواد ناریه قدیمی در اولویت قرار گیرد.

۲۶- اگر مواد منفجره و محترقه بیش از شش ماه در انبار بماند، بازدید و آزمایش آن‌ها الزامی است.

۲۷- همراه داشتن وسایل مخابراتی نظیر بیسیم، تلفن همراه و نظایر آن‌ها در داخل انبار ممنوع است.

۲۸- توقف بیش از حد و استراحت در انبارهای مواد ناریه ممنوع است.

۲۹- نگهداری مواد ناریه برگشتی غیر آکبند و حساس در محل انبارهای ناریه ممنوع است.

۳۰- در صورت مشاهده هرگونه اشکال در انبار و یا علایم فساد مواد ناریه، مراتب باید در اسرع وقت به سرپرست کارگاه و مدیر عامل گزارش شود.

۳۱- به هنگام تحویل گرفتن انواع مواد منفجره باید دستورالعمل‌های انبارداری و دمای حداقل و حداکثر انبار در مورد مواد مزبور (که به اقتضای نوع مواد فرق می‌کند) از کارخانه سازنده دریافت و دقیقاً مورد عمل قرار گیرد.

۳۲- به هنگام باز کردن در صندوق مواد منفجره باید از وارد کردن ضربه به وسیله ابزاری که جرقه تولید می‌کند (از قبیل ابزار آهنی و فولادی) اکیدا خودداری شود. در این موارد فقط می‌توان از گوه چوبی که از چوب سخت ساخته شده و چکش چوبی یا لاستیکی یا فیبری استفاده کرد. برای باز کردن پیچ‌ها حتماً از آچار یا آچار پیچ گوشتی استفاده شود.

۳۳- از نظر انبار کردن، مواد ناریه را به ۴ گروه زیر تقسیم می‌کنند:

الف- دینامیت‌هایی که بیش از ۱۵٪ نیتروگلیسرین دارند و موارد مشابه آن‌ها؛

ب- آمونیوم دینامیت‌ها و مواد مشابه آن‌ها؛

ج- باروت؛

د- چاشنی معمولی و الکتریکی.

جدول ۴-۵- مواد منفجره و محترقه که می‌توانند باهم و در یک انبار نگهداری شوند.

ردیف	نام ماده منفجره	گروه‌های سازگار	توضیحات
۱	دینامیت‌ها و مواد منفجره نیتراته	۱۱۶،۵،۲،۱	قراردادن مواد منفجره مشروح در ردیف‌های ۱ تا ۲۱
۲	آنفو و پودرهای نیتراته (آذر)	۱۱۶،۵،۱،۲	در انبارهای استاندارد به طوری که رعایت ردیف‌های
۳	باروت سیاه	۱۳،۴،۳	سازگاری به عمل آید، بلامانع است.
۴	خرج‌های باروتی	۱۳،۳،۴	
۵	بلوک و بوستر TNT	۱۱۶،۲،۱،۵	
۶	پنتین‌ها به صورت بلوک	۱۱۶،۲،۱،۵	
۷	پراکسیدها	۸،۷	
۸	پرکلرات‌ها و کلرات‌ها	۸،۷	

ادامه جدول ۴-۵- مواد منفجره و محترقه که می‌توانند باهم و در یک انبار نگهداری شوند

ردیف	نام ماده منفجره	گروه‌های سازگار	توضیحات
۹	پودرهای فلزی	۹	قراردادن مواد منفجره مشروح در ردیف‌های ۱ تا ۲۱
۱۰	خرج‌های پرتاب خمپاره	۱۰	در انبارهای استاندارد به طوری که رعایت ردیف‌های
۱۱	فتیله‌های انفجاری	۶،۵،۲،۱،۱۱	سازگاری به عمل آید، بلامانع است.
۱۲	انواع چاشنی‌های الکتریکی و معمولی فوری ورله‌ها	۱۲	
۱۳	فتیله‌های کندسوز باروتی	۴،۳،۱۳	
۱۴	گلوله‌های توپ بدون خرج پرتاب	۱۵،۱۴	
۱۵	گلوله‌های خمپاره بدون خرج پرتاب	۱۴،۱۵	
۱۶	فولمینات جیوه	۱۶	
۱۷	نیترات آمونیوم	۱۹،۱۸،۱۷	
۱۸	نیترات سدیم	۱۹،۱۸،۱۷	
۱۹	نیترات پتاسیم	۱۹،۱۸،۱۷	
۲۰	نیتروسولوز	۲۰	
۲۱	ماسوره‌های تخریبی	۲۱	

جدول ۴-۶- سازگاری مواد منفجره مختلف که می‌توان آن‌ها را در یک انبار نگهداری کرد

نوع مواد ناربه و چاشنی	دینامیت نیترات‌ها	پودر آنفو و آذر	باروت سیاه	TNT بلوک	پنتین‌ها	پراکسید	پرکلرات	پودرهای فلزی	فتیله انفجاری	انواع چاشنی‌ها	فتیله باروتی	نیترات آمونیوم	نیترات سدیم	نیترات پتاسیم	نیتر و سلولز
دینامیت نیترات‌ها	■			■	■				■				■		
پودر آنفو و آذر		■		■	■										
باروت سیاه			■								■				
TNT بلوک				■	■				■						
پنتین‌ها				■	■										
پراکسید						■									
پرکلرات							■								
پودرهای فلزی								■							
فتیله انفجاری									■					■	

ادامه جدول ۴-۶- سازگاری مواد منفجره مختلف که می‌توان آن‌ها را در یک انبار نگهداری کرد

نوع مواد ناریه و چاشنی	دینامیت نیترات‌ها	پودر آفتو و آذر	باروت سیاه	TNT بلوک	پنتین‌ها	پراکسید	پرکلرات	پودرهای فلزی	فتیله انفجاری	انواع چاشنی‌ها	فتیله باروتی	نیترات آمونیوم	نیترات سدیم	نیترات پتاسیم	نیترو سلولز
انواع چاشنی‌ها															
فتیله باروتی															
نیترات آمونیوم															
نیترات سدیم															
نیترات پتاسیم															
نیتروسلولز															

قراردادن دو دسته از مواد قوی در یک انبار مجاز نیست و باید آن‌ها را در انبارهای جداگانه نگهداری کرد. فتیله اطمینان را می‌توان با گروه‌های ب، ج و د یکجا انبار کرد. چاشنی‌ها و مواد منفجره اولیه نباید با مواد منفجره اصلی یا ثانویه یکجا نگهداری شوند. در جداول ۴-۵ و ۴-۶ لیست مواد منفجره و محترقه‌ای که می‌توانند با هم و در یک جا نگهداری شوند، درج شده است. ۳۴- از تماس فتیله با مواد چرب یا مواد مشابه دیگر که قیر را حل می‌کنند باید جلوگیری شود.

۴-۹- مقررات انتظامی انبار مواد ناریه

- ۱- به منظور جلوگیری از سرقت و اقدامات سوء ضد امنیتی، کلیه انبارهای مواد ناریه در تمام مدت شبانه روز (غیر از اوقات تخلیه و بارگیری) باید با دو قفل محکم و مطمئن بسته شده و پلمپ شوند.
- ۲- اطراف انبارها و با فاصله کافی از دیوار انبار باید به صورت مناسب با سیم خاردار، فنس و یا دیوار محافظت شود و در هیچ قسمت از این حصارها غیر از درب ورودی، امکان ورود افراد از زیر یا لابلای سیم خاردار یا فنس نباید وجود داشته باشد (برابر طرح حفاظتی نیروی انتظامی).
- ۳- در طول شب تمامی محوطه پیرامون فنس به ویژه درب انبارها باید با نورافکن روشن باشد.
- ۴- بر روی چهار طرف دیوار، فنس و یا سیم خاردار پیرامونی باید در مورد نزدیک شدن افراد متفرقه به انبارهای مواد ناریه و عدم استعمال دخانیات و عکس‌برداری در اطراف و درون محوطه انبارها تابلوی هشداردهنده ایمنی به صورت نوشتاری و نمایشی نصب شود به گونه‌ای که به راحتی قابل رویت باشند.

- ۵- استعمال دخانیات برای دست‌اندرکاران مواد ناریه در حین انجام وظیفه ممنوع است.
- ۶- انبارهای مواد ناریه باید با توجه به نوع و مقدار مواد، به تعداد کافی نگهداری داشته باشند.
- ۷- کلید یک قفل از انبار مواد ناریه باید در اختیار انباردار و کلید قفل دوم و انبر پلمپ در اختیار ناظر بر مصرف باشد و در زمان باز و بستن درب انبار، حضور هر دو نفر الزامی است.

۴-۱۰- مقررات مربوط به انبارداری مواد ناریه

- ۱- انباردار مواد ناریه فردی است که مسوولیت نگهداری مواد در انبارهای مواد ناریه، اضافه و کسر کردن موجودی انبار و ثبت در دفتر کارتکس را عهده‌دار است.
- ۲- به هنگام باز کردن درب انبار به منظور ورود یا برداشت مواد، باید انباردار و ناظر مصرف در محل حضور یابند. بدین منظور قفل و پلمپ اول توسط ناظر بازگشایی و سپس قفل انبار توسط انباردار باز می‌شود.
- ۳- مراتب بازگشایی و بستن درب انبارهای مواد ناریه باید طی صورتجلسه‌ای تنظیم و در آن زمان و تاریخ دقیق قید شود.
- ۴- قفل‌های انبارهای مواد ناریه باید در شرایط خوب و قابل استفاده نگهداری شود.
- ۵- باید از ورود هرگونه سلاح کمری و یا بیسیم و دستگاه‌های مشابه آن توسط افراد مجاز، به داخل انبار توسط انباردار جلوگیری به عمل آید.
- ۶- سپردن وظایف انبارداری به افراد نگهداری انبار که دارای وظایف خاص نگهداری هستند، تحت هر شرایطی ممنوع است.
- ۷- ورود افراد دست‌اندرکار مواد ناریه، ناظر، و نمایندگان ارگان‌های کنترل‌کننده مواد ناریه طبق دستورالعمل ایمنی ورود به انبار، مجاز است.
- ۸- نوع و مقداری از مواد که به انبار وارد و یا از آن خارج می‌شود باید دقیقاً مشخص شده (در مورد دینامیت‌ها تعداد لول‌های آن، در مورد چاشنی‌ها تعداد آن، در مورد فتیله مترائ آن و در مورد آنفو وزن آن) و دقیقاً در صورتجلسه تنظیمی و کارتکس‌ها ثبت شود.
- ۹- انباردار باید مواد ناریه مازاد بر مصرف را که از انبار خارج شده است، مجدداً با رعایت کلیه اصول ایمنی و تنظیم صورتجلسه به انبار کارگاه باز گرداند.
- ۱۰- در صورتی که مواد ناریه موجود در جعبه‌های مواد ناریه ارسالی کم باشد، انباردار موظف است کمبود آن را به مقامات مسوول اعلام کند.
- ۱۱- یک ربع قبل از ورود مواد به انبارهای مواد ناریه باید درب انبار باز شود.
- ۱۲- کارت‌های دینامیت باید هر ۱۵ روز یک بار کنترل شود.
- ۱۳- تنظیم و ارایه صورت مصارف ۳ ماهه و تحویل آن به نماینده حمل به منظور ارایه به مقامات ذی‌صلاح الزامی است.
- ۱۴- تحویل گرفتن مواد ناریه از نماینده حمل و اسکورت آن برابر دستورالعمل اجرایی مواد ناریه الزامی است.
- ۱۵- تحویل مواد ناریه به آتشبار، باید طبق درخواست و با تنظیم صورتجلسه مربوط انجام گیرد.
- ۱۶- چنانچه خودرویی بخواهد از نزدیکی انبار عبور کند و لوله آگزوز آن با وسیله‌ای برای جلوگیری از جرقه پوشانیده نشده باشد، باید درب انبارهای مواد ناریه بسته باشد.

- ۱۷- نصب تابلو یا تراکت اصول مهم انبارداری مواد ناریه و محترقه با خط درشت و خوانا در داخل انبار الزامی است.
- ۱۸- باید از ورود جعبه‌های باز یا جعبه‌هایی که درب آن‌ها محکم بسته نشده باشد به داخل انبار خودداری شود و بسته‌های باز باید قبل از ورود به انبار مجدداً محکم بسته شوند.
- ۱۹- استفاده از چراغ‌های نفتی، بنزینی، فندک، کبریت و بخاری‌های نفتی، زغالی و برقی در داخلی انبار ممنوع است.
- ۲۰- مواد ناریه باید به گونه‌ای چیده شوند که به هنگام حمل و نقل، حوادث و خطرانی به وجود نیاید.
- ۲۱- چنانچه در انباری مواد ناریه مهم یا کمیاب نگهداری می‌شود، باید با در نظر گرفتن خطرات احتمالی، آتش‌سوزی و از بین رفتن یکجا، آن را به چند قسمت تقسیم و هر قسمت را در محل جداگانه‌ای نگهداری کرد.
- ۲۲- در صورتی که لازم باشد انبار مواد ناریه پاکسازی شود، این امر باید با حضور نمایندگان ذی‌صلاح انجام گیرد.
- ۲۳- مواد ناریه و محترقه‌ای که فاسد شده و یا نشستی داشته باشند تا زمانی که معدوم نشده‌اند باید جداگانه و دور از انبار سالم نگهداری شده و روی آن‌ها کارت مربوط نصب شود.
- ۲۴- اختصاص دو کارتکس برای ثبت ورود و خروج مواد ناریه الزامی است.
- ۲۵- در انبارهایی که گردش ورود و خروج مواد ناریه کم است باید به صورت منظم وضعیت مواد کنترل شود و در صورت مشاهده هر گونه تغییر رنگ و یا علایم فیزیکی فساد و یا وجود لکه بر روی جعبه‌ها و نهایتاً در صورت سپری شدن بیش از ۶ ماه از تاریخ تحویل مواد و عدم مصرف، مراتب به منظور بازدید کارشناسان ساعد، سریعاً به معاونت بازرگانی- مدیریت مواد ناریه گزارش شود.
- ۲۶- در صورتی که کارشناسان ساعد فاسد نبودن مواد را تایید کنند، مصرف آن‌ها برای یک دوره چهار ماهه تمدید می‌شود و اگر در این مدت نیز مواد موجود مصرف نشوند، مجدداً باید توسط کارشناسان ساعد مورد بازدید قرار گیرند و مجوز مصرف دریافت دارند.
- ۲۷- کار با لباس‌های معمولی (لباس منزل) در انبار مواد ناریه ممنوع و استفاده از لباس نخی و دستکش بلا مانع است.
- ۲۸- استفاده از چکش و قلم در انبارهای مواد ناریه ممنوع است.
- ۲۹- برای باز و بستن جعبه‌های مواد باید از وسایل ایمنی از جنس مفرغ یا برنج استفاده کرد.
- ۳۰- خاکریزها، سیستم اتصال زمین، برق‌گیرها، تهویه انبارها، درها و عایقکاری‌ها باید از لحاظ عدم نفوذ رطوبت به طور مرتب کنترل شود.
- ۳۱- تمام قسمت‌های فلزی انبارها (درب، دریچه هواکش، پنجره، میله‌های آرماتور حفاظ) باید به وسیله سیم مسی به اتصال زمین متصل شوند (اتصالات در سیستم برق‌گیر و اتصال زمین باید به وسیله کابل مربوط انجام گیرد).
- ۳۲- برای حصول اطمینان از اینکه نیروهای آتش‌نشانی و وسایل حفاظتی در شرایط مختلف آمادگی لازم را دارند، انجام بررسی‌ها و بازرسی‌های لازم در این خصوص الزامی است.
- ۳۳- وجود وسایل خبردهنده به آتش‌نشانی از قبیل زنگ خطر و یا حداقل تلفن، در خارج انبار ضروری است تا در مواقع اضطراری بتوان اعلام خطر کرد.

- ۳۴- به هنگام رعد و برق در نزدیکی انبارهای مواد ناریه و توده‌های مواد در انبار و فضای باز یا محل‌های بارگیری مواد ناریه که مجهز به برق‌گیر نیستند و یا خودروهای حامل مواد ناریه که فاقد زنجیر برق‌گیر هستند، به علت احتمال انفجار مواد، بایستی محل از نفرات تخلیه شود.
- ۳۵- دستگاه ژنراتوری که برای روشن کردن چراغ‌های ضد انفجار در داخل انبار به کار می‌رود باید حداقل ۱۵ متر از انبار مواد ناریه فاصله داشته باشد.
- ۳۶- فاصله بین ژنراتور و انبار بایستی کاملاً تمیز و عاری از مواد اشتعال‌زا باشد.
- ۳۷- کابل بین ژنراتور و انبار باید مرتباً مورد بازدید قرار گیرد و از عبور اشخاص و خودروها از روی آن جلوگیری به عمل آید. کابل باید حتماً ضد انفجار باشد.
- ۳۸- به هنگام سوخت‌گیری ژنراتور، باید وسایل اطفای حریق در دسترس باشد.
- ۳۹- وسایل اطفای حریق بایستی همیشه سالم و قابل استفاده باشند و از یخ زدن آن‌ها در دمای زیر صفر درجه جلوگیری به عمل آید. این تجهیزات باید تا حد ممکن در مقابل مواد ناریه محافظت شوند و هر ۶ ماه یکبار توسط واحد آتش‌نشانی مورد آزمایش قرار گیرند و تاریخ بازدید بر روی آن‌ها قید شود.
- ۴۰- به منظور سهولت در انبارداری و انبارگردانی، نصب برجسب جداگانه تاریخ ورود به انبار بر روی هر قفسه یا پالت الزامی است.
- ۴۱- جعبه‌ها و کیسه‌ها باید بر روی قفسه یا پالت چوبی مناسب که قابل جابه‌جایی باشند، چیده شوند.
- ۴۲- جعبه‌ها یا کیسه‌ها باید به گونه‌ای چیده شوند که مشخصات آن‌ها در یک سمت قرار گیرد و به وضوح قابل رویت باشد.
- ۴۳- جعبه‌ها و پالت‌های انبارهای مواد ناریه باید به گونه‌ای باشد که به آسانی بتوان آن‌ها را تمیز کرد.
- ۴۴- جعبه‌ها باید به گونه‌ای چیده شوند که محتویات داخل آن‌ها قابل دستکاری نبوده و شماره سریال و تاریخ تولید آن‌ها خوانا باشد.
- ۴۵- قبل از چیدن جعبه‌ها یا کیسه‌های حاوی مواد ناریه، باید مواد زاید روی آن‌ها پاک شود.
- ۴۶- یکی از کارتن‌های ثبت باید بر روی مواد و در داخل انبار و دیگری در خارج از انبار نگهداری شود.
- ۴۷- کلیه جعبه‌ها، کیسه‌ها، گونی‌ها، و کارتن‌های خالی مواد بایستی دقیقاً به وسیله انباردار و یا سایر دست‌اندرکاران در محل استفاده، مجدداً کنترل و پس از حصول اطمینان کافی که لول‌ها، ذرات یا تکه‌های مواد در لابه‌لای آن‌ها باقی نمانده باشد، به حد کافی از انبارها دور شده و به روش مناسبی معدوم شوند.
- ۴۸- هر زمان که قرار باشد انباری کاملاً تخلیه و متروکه شود، محتویات آن باید کاملاً از انبار خارج شده و باقیمانده مواد کف انبار به دقت تمیز شود.
- ۴۹- تنظیم و امضای صورت جلسات مصرفی مواد ناریه ضروری است.
- ۵۰- کف، سقف و دیواره‌های انبار باید فاقد گرد و غبار باشد و کف انبار و زیر پالت‌ها باید به صورت منظم جارو شود.
- ۵۱- جارو و وسایل نظافت نبایستی در داخل انبار نگهداری شوند و این‌گونه وسایل نباید فلزی باشند.
- ۵۲- در مناطقی که حشرات چوب‌خوار (موریانه) وجود دارند، پایه‌های پالت‌ها باید قبلاً در مخزن روغن قطران (جوهر قطران) قرار داده شود.

- ۵۳- در صورتی که به منظور ایمن کردن بعضی از مواد ناریه نیاز به تثبیت رطوبت باشد، این کار باید با حضور نمایندگان ذیصلاح و با رعایت مقررات ایمنی انجام گیرد.
- ۵۴- تجهیز هواکش‌ها به تور سیمی فولادی ضروری است.
- ۵۵- برای گرم کردن انبار دینامیت باید از شوفاژ آبی با سیستم تنظیم شونده استفاده کرد.

۴-۱۱- موارد تخلفات انباردار مواد ناریه

- ۱- عدم ارائه گزارش و پیگیری برای تعیین تکلیف مواد ناریه مازاد، و فاسد در داخل انبار به مدیر عامل و ارگان‌های ذیربط.
- ۲- در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به مواد ناریه موجود در انبار به افراد غیر مسوول.
- ۳- اختفای مواد ناریه.
- ۴- دستکاری، مخدوش کردن و جعل اسناد مربوط به مواد ناریه.
- ۵- بازکردن درب انبار بدون حضور ارگان ناظر.
- ۶- تحویل گرفتن مواد از افراد یا نماینده حمل و یا تقبل نگهداری مواد ناریه سایر موسسات در داخل انبار بدون اخذ مجوز.
- ۷- سهل‌انگاری در امر ثبت آمار موجودی مواد ناریه.
- ۸- عدم تنظیم صورتجلسه مربوط به تحویل مواد ناریه به انبار.
- ۹- عدم تخلیه به موقع مواد واصله و یا انتقال مواد ناریه به انبار.
- ۱۰- عدم رعایت سازگاری مواد ناریه در انبارهای مواد ناریه.
- ۱۱- نگهداری مواد ناریه بیش از مدت تعیین شده در انبار مواد ناریه و عدم گزارش به مسوولین مربوط.
- ۱۲- سهل‌انگاری در نگهداری مواد ناریه.
- ۱۳- عدم رعایت اصول انبارداری.
- ۱۴- عدم استفاده از دفتر ثبت ورود و خروج مواد ناریه از انبارهای مواد ناریه.
- ۱۵- نگهداری مواد ناریه در خارج از انبارهای ناریه.
- ۱۶- واگذاری کلید انبار مخصوص انباردار به افراد غیر مجاز.

فصل ۵

مقررات آتشباری

۵-۱- آشنایی

مقصود از آتشباری^۱ مجموعه عملیاتی است که در نهایت، به انفجار و خرد شدن سنگ‌ها می‌انجامد. عملیات آتشباری باید به وسیله افراد ذی‌صلاح انجام شود. آتشباران باید به تمام مقررات ایمنی آتشباری آگاهی کامل داشته و از عهده امتحانات مربوط به آتشباری برآمده باشند.

آتشباری مواد منفجره قوی طی مراحل زیر انجام می‌گیرد:

الف- اتصال فتیله به چاشنی (در مورد آتشباری با فتیله اطمینان)؛

ب- چاشنی‌گذاری؛

ج- تمیز کردن چال؛

د- خرج‌گذاری؛

ه- گل‌گذاری (بستن چال)؛

و- آتش کردن چال.

مراحل ب تا ج، در آتشباری الکتریکی و آتشباری با فتیله یکسان است و از آنجا که آتشباری با روت و نیز آتشباری به وسیله فتیله انفجاری و سیستم نائل متفاوت است، به طور جداگانه بررسی شده‌اند.

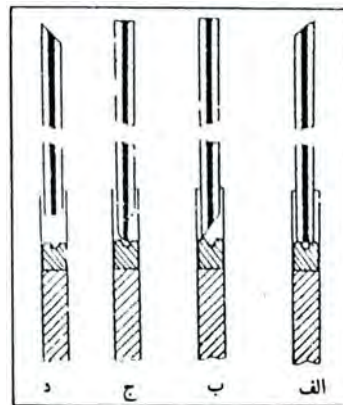
۵-۲- مراحل آماده کردن چال

۵-۲-۱- اتصال فتیله به چاشنی

در مواردی که آتشباری به روش الکتریکی انجام می‌گیرد، چاشنی‌ها را می‌توان مستقیماً داخل لول ماده ناریه قرار داد ولی در مواردی که برای آتشباری فتیله به کار می‌رود، قبلاً بایستی فتیله را به چاشنی متصل کرد. قبل از اتصال فتیله به چاشنی، بایستی قسمت خالی پوکه چاشنی را از گرد و خاک احتمالی تمیز کرد. سپس انتهای فتیله را به وسیله یک چاقوی تیز به صورت عمودی برید و آن را در داخل قسمت خالی پوکه به گونه‌ای قرار داد که انتهای آن مماس بر پولک چاشنی باشد. در شکل ۵-۱- الف وضعیت صحیح و در شکل‌های ۵-۱- ب تا ۵-۱- د، وضعیت غلط فتیله‌گذاری نشان داده شده است.

بعد از قراردادن فتیله در چاشنی، به وسیله انبردست ویژه‌ای، به قسمت خالی پوکه فشار وارد می‌کنند تا فتیله داخل چاشنی محکم شود.

به هنگام به کار بردن انبردست بایستی دقت کرد که به قسمت پر چاشنی فشار وارد نیاید. همچنین هیچگاه نبایستی به هنگام فتیله‌گذاری، آن را داخل چاشنی چرخاند. فتیله‌گذاری نباید در مجاورت لول ماده منفجره انجام گیرد بلکه باید دور از ماده منفجره انجام شود. طول فتیله به عمق چال‌ها و سرعت اشتعال بستگی دارد و در هر صورت نبایستی از یک متر کم‌تر باشد.



شکل ۵-۱- وضعیت صحیح و غلط فتیله گذاری

۵-۲-۲- چاشنی گذاری

مقصود از چاشنی گذاری، اتصال چاشنی به لول ماده منفجره است. در مورد چاشنی‌های معمولی این عمل پس از اتصال فتیله و در مورد چاشنی‌های الکتریکی مستقیماً انجام می‌شود.

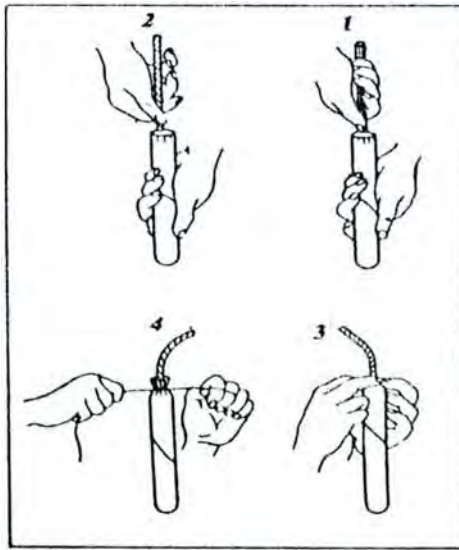
برای نصب چاشنی به لول ماده ناریه، ابتدا کاغذ ته لول را باز کرده و سپس به وسیله یک میخ چوبی، سوراخی در وسط لول و منطبق بر محور آن ایجاد می‌کنند. عمق سوراخ بایستی به اندازه طول چاشنی باشد و تمام چاشنی داخل لول قرار گیرد. پس از قراردادن چاشنی، کاغذ انتهای لول را جمع می‌کنند و به وسیله نخ آن را محکم می‌بندند (شکل ۵-۲). برای اینکه به هنگام قراردادن لول در داخل چال، چاشنی از آن خارج نشود، معمولاً سیم چاشنی‌های الکتریکی را به دور لول می‌پیچیند. به هنگام چاشنی گذاری بایستی دقت کرد که مواد خارجی از قبیل ماسه و خاک وارد لول نشود.

۵-۲-۳- تمیز کردن

تمیز کردن چال یکی از نکات مهم آتشباری است و به ویژه در مورد چال‌های تونل‌های زغالی حتماً بایستی آن را تمیز و گرد زغال موجود در آن را خارج کرد.

وجود گرد و غبار در چال ممکن است باعث شود که لول‌های ماده منفجره در تماس کامل با یکدیگر قرار نگیرند و بنابراین تعدادی از آن‌ها منفجر نشود. همچنین ممکن است ذرات سنگ در کناره‌های چال وجود داشته باشد و بنابراین ضمن قرار دادن لول‌ها، در اثر اصطکاک، باعث انفجار آن‌ها شود.

علاوه بر خطرات یادشده، تمیز نکردن چال‌ها، راندمان مواد ناریه را نیز کاهش می‌دهد زیرا در این صورت از تمام طول چال برای کندن سنگ استفاده نمی‌شود.

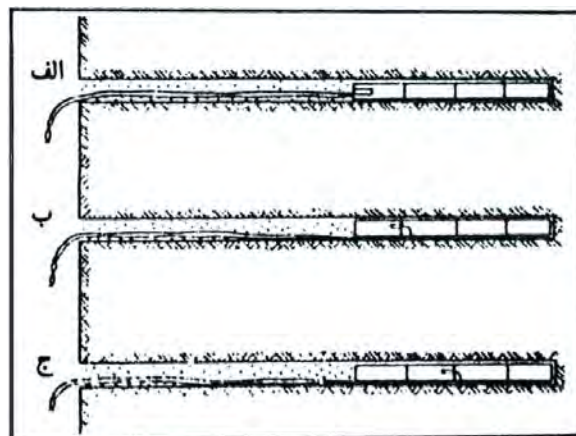


شکل ۵-۲- مراحل مختلف چاشنی گذاری

برای تمیز کردن چال می‌توان هوای فشرده را به لوله مخصوص تمیز کردن چال وصل و آن را داخل چال فرو کرد. در صورتی که این لوله در دسترس نباشد، می‌توان چال را به کمک قاشق‌های بلند تمیز کرد.

۵-۲-۴- خرج گذاری

معمولا در هر چال تنها در یکی از لول‌ها چاشنی گذاری می‌شود و بقیه آن‌ها بدون چاشنی‌اند. لول حاوی چاشنی، به نام لول فعال یا پرایمر خوانده می‌شود. در تونل‌های زغالی بایستی لول حاوی چاشنی (پرایمر) را در بالاترین قسمت چال به گونه‌ای قرار داد که چاشنی به سمت دهانه چال باشد (شکل ۵-۳-الف).



شکل ۵-۳- نحوه خرج گذاری چال‌ها

قراردادن چاشنی به روشی که در شکل‌های ۵-۳-ب و ۵-۳-ج نشان داده شده، غلط است. در تونل‌های سنگی، در صورتی که از چاشنی‌های تاخیری استفاده می‌شود، ممکن است لول فعال را در ته چال قرار داد ولی در هر حالت، قراردادن لول فعال در وسط مجاز نیست.

برای خرج‌گذاری در چال‌های کوچک، لول‌های ماده منفجره را وارد چال می‌کنند و به کمک یک سمبه چوبی به آهستگی آن‌ها را می‌کوبند تا تمام لول‌ها در تماس با یکدیگر قرار گیرند و همه فضای چال را پر کنند. قطر سمبه چوبی باید کم‌تر از قطر چال باشد تا ضمن کوبیدن مواد منفجره، سیم چاشنی‌های الکتریکی را زخمی نکند.

در حفاری‌های مدرن، خرج‌گذاری را به وسیله دستگاه‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند، انجام می‌دهند. به کمک این دستگاه، راندمان خرج‌گذاری بالا می‌رود و در مدت کم می‌توان چال‌های زیادی را بارگیری کرد. لول‌های مواد ناریه را به قسمت ورودی دستگاه وارد می‌کنند و لوله خروجی آن را در چال قرار می‌دهند. لول‌ها از درون لوله با فشار ۳ اتمسفر وارد چال می‌شوند و بدین ترتیب تمام فضای چال را پر می‌کنند.

خرج‌گذاری چال‌های بزرگ و عمیق به وسیله دست و یا به توسط سه پایه‌های مخصوص انجام می‌گیرد و در صورتی که از مواد ناریه مایع استفاده شود، می‌توان آن را مستقیماً به داخل این‌گونه چال‌ها پمپاژ کرد.

۵-۲-۵- گل‌گذاری (بستن چال)

برای گل‌گذاری چال‌ها می‌توان مخلوطی از سه قسمت ماسه ریز و یک قسمت خاک رس را مرطوب 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.

هیچگاه نبایستی از مواد قابل اشتعال برای بستن چال استفاده کرد زیرا ممکن است این مواد مشتعل و باعث آتش‌سوزی شود.

طول قسمت بسته شده چال در مورد چال‌های کوچک نباید از نصف طول آن کم‌تر و از $\frac{2}{3}$ طول آن بیش‌تر باشد.

برای گل‌گذاری چال‌ها، استوانه‌های خمیر رس و ماسه را به کمک سمبه چوبی داخل چال می‌کنند و چند استوانه اول را به آهستگی و بقیه استوانه‌ها را کاملاً می‌کوبند تا تمام فضای چال را پر کند. برای بستن چال می‌توان از دستگاه‌هایی که با هوای فشرده کار می‌کنند نیز استفاده کرد.

۵-۳- آتشباری به وسیله فتیله اطمینان

بعد از اینکه مراحل مختلف آماده‌کردن چال انجام گرفت، می‌توان آن را آتش کرد. بسته به عمق و تعداد چال‌های یک جبهه کار، طول فتیله متفاوت است و در هر صورت نبایستی طول آن قسمت از فتیله که از چال بیرون می‌ماند از ۲۰ سانتی‌متر و طول کلی فتیله از یک متر کم‌تر باشد.

قبل از آتشباری با فتیله‌هایی که جدیداً به انبار وارد شده و یا فتیله‌هایی که مدتی از انبار کردن آن‌ها گذشته است، نبایستی سرعت احتراق آن را اندازه گرفت. سرعت احتراق فتیله در هر صورت نبایستی کم‌تر از یک متر در دقیقه باشد.

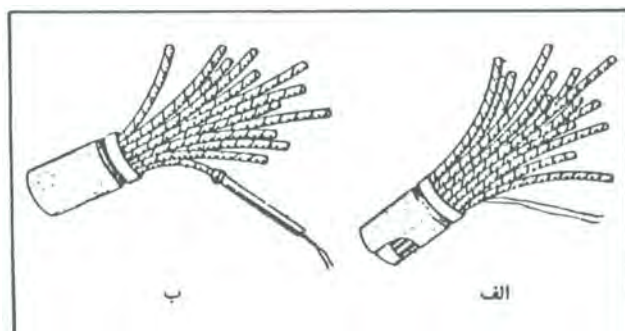
برای آتش زدن فتیله، یک چوب کبریت را طوری در کنار آن قرار می‌دهند که سر چوب کبریت در مجاورت باروت موجود در قسمت مرکزی فتیله قرار گیرد و سپس با کشیدن پشت جعبه کبریت به آن، فتیله را روشن می‌کنند.

برای آتش زدن فتیله، از چراغ استیلن و یا هر شعله دیگر نیز می‌توان استفاده کرد. معمولاً آتشباران یک قطعه فتیله را، که طول آن به اندازه کوتاه‌ترین فتیله چال است، در نقاط متعدد به وسیله یک چاقوی تیز می‌برند و آن را آتش می‌زنند. شعله‌ای که از نقاط بریده شده به بیرون می‌جهد، برای آتش کردن سایر چال‌ها کافی است و در عین حال، این فتیله یک وسیله هشداردهنده برای آتشبار است زیرا قبل از اینکه تمام طول فتیله بسوزد، آتشبار بایستی خود را از محل دور کند.

برای حصول اطمینان از منفجر شدن تمام چال‌ها، آتشبار بایستی صداهای انفجار را بشمرد و آن را با تعداد چال‌ها تطبیق دهد. بر اساس مقررات موجود، آتش کردن بیش از ۱۰ چال با فتیله در یک نوبت، مجاز نیست.

در صورتی که یک یا چند چال آتش نگرفته باشد، بایستی حداقل تا نیم ساعت کسی به محل نزدیک نشود و پس از این مدت، با توجه به مسایل ایمنی می‌توان به محل نزدیک شد و چال‌ها را واریسی کرد.

برای آتش کردن چندین فتیله با هم، می‌توان از انگشتانه آتش‌زنه استفاده کرد. برای آتش کردن چند فتیله، انتهای آن‌ها را وارد انگشتانه آتش‌زنه می‌کنند و ماده قابل اشتعال ته آن را به وسیله یک قطعه فتیله اطمینان و یا آتش‌زنه برقی مشتعل می‌سازند (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵ آتش زدن چند فتیله با هم

آتش‌زنه برقی را می‌توان در ته انگشتانه قرار داد (شکل ۴-۵-الف) و یا آن را در ابتدای یک قطعه فتیله نصب کرد و به وسیله آن، فتیله و در نتیجه ماده موجود در ته انگشتانه را آتش زد (شکل ۴-۵-ب).

برای افزایش راندمان آتشباری، چال‌ها باید به ترتیب و به گونه‌ای منفجر شوند که با انفجار هر دسته از چال‌ها، جبهه کار آزادی برای چال‌های بعدی فراهم شود. البته می‌توان طول چال‌ها را به گونه‌ای انتخاب کرد که به ترتیب دلخواه منفجر شوند اگر مجموعه‌ای از چال‌ها در چند نوبت و در هر نوبت چند چال با هم منفجر می‌شوند، می‌توان فتیله مجموعه چال‌ها را به ترتیب خاصی به هم متصل کرد که هر مجموعه، با هم منفجر شوند.

نکته مهم در مورد این سیستم آتشباری آن است که طول فتیله‌های رابط باید به گونه‌ای انتخاب شود که قبل از انفجار اولین چال، تمام فتیله‌های چال‌ها آتش گرفته باشند.

۵-۴- آتشباری الکتریکی

۵-۴-۱- مراحل آتشباری الکتریکی

عملیات چاشنی‌گذاری، خرج‌گذاری و گل‌گذاری در آتشباری الکتریکی و آتشباری با فیتله اطمینان یکسان ولی نحوه آتش‌کردن چال‌ها تفاوت دارد.

- اتصال چاشنی‌ها؛
- محاسبه مدار انفجار؛
- کنترل مدار انفجار؛
- وصل مدار انفجار به برق و آتش‌کردن چال‌ها.

۵-۴-۲- نحوه اتصال چاشنی‌ها

در صورتی که در جبهه کار، فقط یک چال حفر شده باشد، می‌توان دو سیم چاشنی را به منبع برق وصل و چال را آتش کرد ولی معمولاً در یک جبهه کار چندین چال حفر می‌شود، بنابراین بایستی چاشنی چال‌های مختلف را به یکدیگر متصل کرد و در مدار انفجار قرار داد.

اتصال چاشنی‌ها به یکدیگر به روش‌های مختلف سری، موازی، سری-موازی و موازی-سری انجام می‌گیرد.

۵-۴-۳- محاسبه مدار انفجار

مدار انفجار از سه قسمت اصلی زیر تشکیل می‌شود:

- الف- سیم مربوط به سر چاشنی که داخل چاشنی قرار دارد؛
- ب- سیم‌های رابط چاشنی که از دو رشته سیم تشکیل می‌شود؛
- ج- کابل ارتباط دهنده چاشنی‌ها به منبع جریان برق.

سیم‌های داخل چاشنی از جنس اجسامی مانند کرمونیکل و یا مس است و در اثر گرما، ماده دور سر چاشنی را مشتعل می‌سازد. سیم‌های رابط چاشنی از دو رشته سیم روپوش‌دار تشکیل می‌شود که جنس آن‌ها معمولاً مسی و قطرشان حداقل $0/6$ میلی‌متر است. طول سیم‌های رابط بین 2 تا 6 متر تغییر می‌کند.

مجموعه مقاومت‌های الکتریکی سیم‌های داخل چاشنی و سیم‌های رابط آن به نام مقاومت چاشنی موسوم است. کابل‌های ارتباط دهنده نیز معمولاً مسی است و سطح مقطع آن‌ها حداقل بایستی $0/75$ میلی‌متر مربع باشد. این کابل حتماً باید دارای روپوش مقاوم باشد و به آسانی زخمی نشود.

برای حصول اطمینان از سالم‌بودن این کابل، بعد از هر آتشباری بایستی آن را واری و قسمت‌های زخمی شده را تعویض کرد. معمولاً کابل آتشباری را به سقف متصل و همزمان با پیشروی تونل، به طول آن نیز اضافه می‌کنند. مقصود از محاسبه مدار انفجار، تعیین مقاومت مدار، شدت جریان و فشار الکتریکی لازم برای انفجار چاشنی‌ها است.

مقاومت مدار متشکل از مجموع مقاومت چاشنی‌ها (مقاومت سر چاشنی و سیم‌های رابط) و مقاومت مدار ارتباطی است و برای محاسبه آن بایستی این دو را با هم جمع کرد.

۵-۴-۵- آزمایش و کنترل مدار انفجار

قبل از اتصال مدار انفجار به دستگاه مولد برق، باید مدار انفجار را کنترل کرد. مقصود از کنترل مدار انفجار آن است که مقاومت الکتریکی آن اندازه‌گیری شود. در صورتی که مقاومت اندازه‌گیری شده با آنچه که از طریق محاسبه به دست آمده است بیش از ده درصد تفاوت نداشته باشد، مدار کامل است و می‌توان آن را آتش کرد. در حالتی که دستگاه مقاومت زیادی نشان دهد، نشانه آن است که یک یا چند اتصال به طور صحیح برقرار نشده است. اگر دستگاه مقاومت بی‌نهایت را نشان دهد، نشانه قطع مدار است و بالاخره در حالتی که دستگاه مقاومت کمتری را به دست دهد، نشانه وجود اتصال کوتاه در مسیر انفجار خواهد بود.

اندازه‌گیری مقاومت مدار با استفاده از دستگاه‌های مقاومت‌سنج انجام می‌گیرد. مهم‌ترین مساله‌ای که در مورد مقاومت‌سنج‌ها بایستی رعایت شود، آن است که جریانی که از آن‌ها عبور می‌کند هیچ‌گاه نبایستی بیش از ۵۰ میلی آمپر باشد زیرا جریان‌های زیادتر، ممکن است باعث انفجار بعضی از چاشنی‌های حساس شود. در هر صورت، برای رعایت اطمینان، اندازه‌گیری مقاومت مدار را بایستی در فاصله مطمئنی از چال‌ها و حتی‌المقدور در پناهگاه انجام داد.

برای اطمینان از صحت طرز کار با دستگاه، بایستی هر سه ماه یک بار آن را کنترل و بعد از هر بار تعویض باطری نیز، آن را آزمایش کرد. برای اندازه‌گیری مقاومت مدار از پل‌های الکتریکی مختلف نیز می‌توان استفاده کرد.

۵-۴-۵- وصل مدار انفجار به منبع برق

آخرین مرحله آتشباری الکتریکی، وصل مدار انفجار به منبع برق است که در اثر آن، برق به چاشنی‌ها می‌رسد و باعث انفجار آن‌ها و در نتیجه انفجار چال‌ها می‌شود. برای تولید جریان برق از وسایل مختلف به شرح زیر می‌توان استفاده کرد:

الف- دستگاه‌های آتش‌کن

کاربرد این دستگاه‌ها در آتشباری الکتریکی بسیار رایج است و اکثر آتشباری‌ها به کمک آن انجام می‌گیرد. بدیهی است در تونل‌های زغال یا سایر تونل‌های گازدار که خطر انفجار گاز و گرد زغال وجود دارد، باید از دستگاه‌هایی استفاده کرد که عایق الکتریکی باشند و جرقه‌ای تولید نکنند. این دستگاه‌ها، دارای روپوش مخصوص ضد جرقه‌اند. همچنین برای از بین بردن خطر جرقه در مدار انفجار، دستگاه دارای وسیله‌ای است که مدت زمان عبور جریان برق را به حدود چند هزارم ثانیه محدود می‌کند. بدین ترتیب، در صورتی که کابل‌های رابط در اثر برخورد قطعات سنگ زخمی شوند، برخورد آن‌ها به هم جرقه‌ای تولید نخواهد کرد.

دستگاه آتش‌کن باید حداقل هر سه ماه یکبار کنترل و آزمایش شود. نیروی محرکه تولید شده به وسیله دستگاه را می‌توان در هر آزمایش به وسیله ولت مترهای مخصوص تعیین کرد. دستگاه‌های آتش‌کن باید در محل‌های خشک نگهداری شوند تا صدمه نبینند.

ب- استفاده از برق صنعتی

در بعضی از آتشباری‌ها در گودبرداری‌های سطحی، می‌توان از برق صنعتی با ولتاژ ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت استفاده کرد. در چنین مواردی، چاشنی‌ها را به حالت سری و یا سری- موازی به یکدیگر متصل می‌کنند.

به هنگام کاربرد برق صنعتی برای آتشباری باید کلید قطع و وصل مخصوصی را به کاربرد و این کلید را در جعبه ویژه قفل داری قرار داد. جعبه مزبور باید به گونه‌ای ساخته شود که درب آن، مادامی که کلید به حالت قطع قرار نگرفته است، بسته نشود. درب این جعبه بایستی همیشه قفل و کلیدش نزد آتشبار باشد.

۵-۴-۶- انفجار خود به خود چاشنی‌های الکتریکی

در بعضی حالات، چاشنی‌های الکتریکی ممکن است خود به خود و قبل از اتصال به منبع برق منفجر شوند و خسارات فراوانی تولید کنند. عواملی که باعث انفجار خود به خود چاشنی‌ها می‌شوند صاعقه، خطوط فشار قوی، فرستنده‌های رادیویی و جریان‌های ولگردانده:

الف- صاعقه

جریان‌های الکتریکی ناشی از رعد و برق و صاعقه در بعضی موارد ممکن است به مدار انفجار راه یابند و باعث انفجار چاشنی‌ها شوند. بدیهی است در چنین مواردی، باید از خرج‌گذاری و اتصال چاشنی‌ها به مدار خودداری کرد. برای آگاهی از وجود جریان‌های ناشی از رعد و برق، دستگاه‌های مخصوصی وجود دارد که به هنگام کار، آن‌ها را در محل نصب می‌کنند. در صورتی که جریان‌های ناشی از رعد و برق در محل وجود داشته باشد، دستگاه هشدار می‌دهد.

ب- خطوط انتقال برق فشار قوی

برای انتقال انرژی برق از یک نقطه به نقطه دیگر، فشار الکتریکی آن را بالا می‌برند و به وسیله کابل‌های مخصوصی آن را منتقل می‌کنند. در چنین مواردی، سیم‌های مدار انفجار نباید در فاصله نزدیک این خطوط انتقال قرار گیرند زیرا در بعضی موارد، جریان‌های القایی ناشی از آن‌ها، باعث انفجار خود به خود چاشنی‌ها خواهد شد. حداقل فاصله ایمنی در مورد خطوط با فشارهای مختلف بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر است و توصیه می‌شود که همواره فاصله حداقل ۱۰۰ متر رعایت شود.

در آتشباری معادن زیرزمینی علاوه بر خطوط فشار قوی بیرون تونل، ممکن است خطوط انتقال برق داخل تونل و نیز ترانسفورماتورها، کلید خانه‌ها و همچنین ریل راه آهن کف تونل که از آن به عنوان برگشت جریان استفاده می‌شود، سبب ایجاد جریان‌های القایی شوند.

باید توجه داشت که برای ایجاد جریان برق القایی، یک مدار بسته لازم است. چنین مدار بسته‌ای، ممکن است از مجموعه چاشنی‌های برقی و کابل رابط آن‌ها، به وجود آید. برای اینکه جریان القایی احتمالی که ممکن است در مدار بسته حاوی چاشنی‌ها و سیم‌های رابط آن‌ها به وجود آید، به حداقل برسد، مساحت حلقه بسته حاصل از آن‌ها باید حداقل باشد.

در مواردی که در داخل تونل کابل انتقال برق به منظور تغذیه وسایل برقی داخل تونل وجود دارد، فاصله کابل‌های انتقال برق و کابل‌های رابط آتشباری تا آنجا که امکان دارد، باید دور از هم باشند و در عین حال فاصله دو رشته کابل رابط را حتی المقدور کم در نظر گرفت (شکل ۵-۵).

در چنین مواردی، ولتاژ القایی در مدار انفجار را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$V = 0.0000075 \times I \times L \times \ln \frac{A_1 A_2}{A_3 A_4} \quad (1-5)$$

که در آن:

V: ولتاژ القایی در مدار آتشباری بر حسب ولت

I: شدت جریان در کابل‌های انتقال برق بر حسب آمپر

L: طول بخشی از مدار انفجار که موازی کابل‌های انتقال است بر حسب متر

A_1, A_2, A_3, A_4 : در شکل ۵-۵ نشان داده شده است.

ج- فرستنده های رادیویی

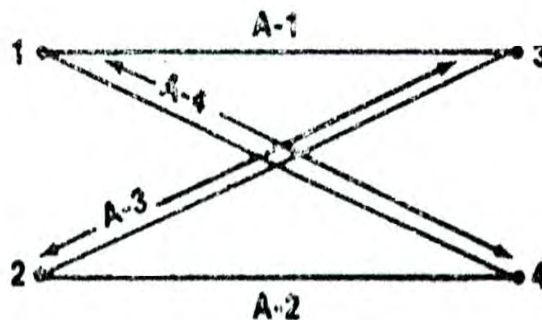
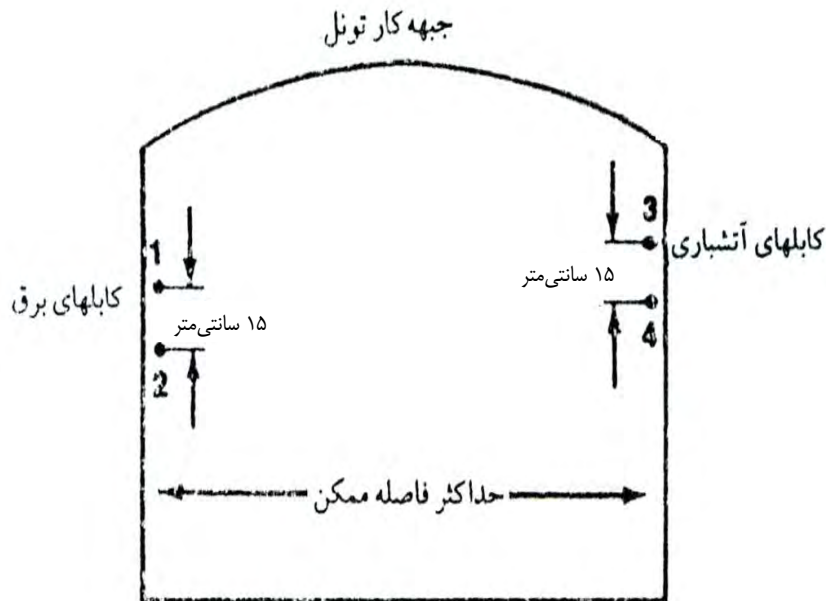
در بعضی از حالات ممکن است فرستنده‌های رادیویی و دستگاه‌های بیسیم، باعث تشکیل جریانات القایی در مدار و انفجار خود به خود چاشنی‌ها بشوند. باید توجه داشت که تمام فرستنده‌ها چنین خطری تولید نمی‌کنند و این امر به قدرت فرستنده و فرکانس آن بستگی دارد. در جدول ۵-۱ حداقل فاصله احتیاطی در مورد فرستنده‌های مختلف درج شده است.

جدول ۵-۱- حداقل فاصله ایمنی نسبت به دستگاه‌های فرستنده مختلف

حد اقل فاصله (متر)	فرکانس دستگاه (مگاهرتز)	قدرت فرستنده (وات)	حد اقل فاصله (متر)	فرکانس دستگاه (مگاهرتز)	قدرت فرستنده (وات)
۳۰۰	<۳۰	۲۵۰۰	۱۵	>۳۰	<۵۰
۴۰۰	۳	۵۰۰۰	۳۰	<۳۰	۲۵
۶۰۰	"	۱۰۰۰۰	۵۰	"	۵۰
۱۰۰۰	"	۲۵۰۰۰	۷۰	"	۱۰۰
۱۵۰۰	"	۵۰۰۰۰	۸۰	"	۱۱۰
۲۰۰۰	"	۱۰۰۰۰۰	۱۱۰	"	۲۵۰
۳۰۰۰	"	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰	"	۵۰۰
			۲۰۰	"	۱۰۰۰

د- جریان های ولگرد

در بعضی از معادن که دارای شبکه برق زیرزمینی هستند و به ویژه در معادنی که از لوکوموتیوهای الکتریکی استفاده می‌شود، بعضی جریان‌های الکتریکی ولگرد در ریل‌ها، لوله‌ها و حتی زمین معدن وجود دارد که تماس سیم چاشنی با آن‌ها ممکن است باعث انفجار ناگهانی چاشنی شود. در چنین معادنی، باید از چاشنی‌های اطمینان که شدت جریان لازم برای انفجار آن‌ها بالاست، استفاده کرد.



شکل ۵-۵- وضعیت کابل‌های برق و کابل‌های رابط آتشباری در تونل

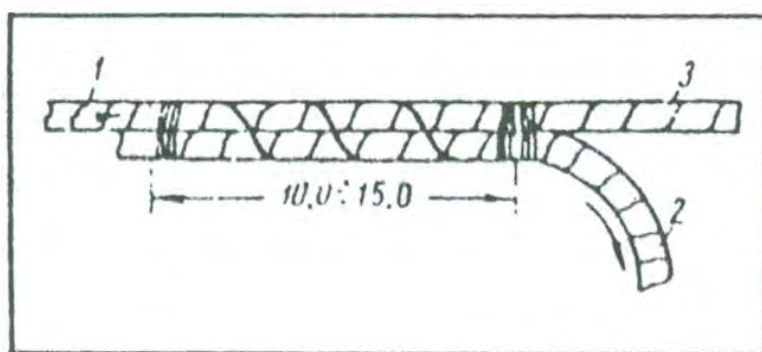
۵-۵- آتشباری به وسیله فتیله انفجاری

فتیله انفجاری کاربرد فراوانی در کارهای آتشباری دارد. به علت بالا بودن سرعت انفجار فتیله، مقدار زیادی ماده منفجره را می‌توان تقریباً به طور همزمان آتش کرد. از فتیله انفجاری می‌توان برای آتشباری در گودبرداری‌های سطحی و تونل‌ها استفاده کرد. بدیهی است کاربرد آن در تونل‌های زغالی که حاوی گازهای آتش‌زا و گرد زغال‌اند، مجاز نیست. به کمک فتیله انفجاری، تقریباً تمام انواع مواد ناریه را می‌توان منفجر کرد. برای این کار، در لول ماده منفجره سوراخی ایجاد می‌کنند و فتیله انفجاری را داخل آن قرار می‌دهند. در بسیاری موارد، فتیله به کمک نخ‌های مخصوصی به لول ماده منفجره بسته می‌شود. بدیهی است در این مورد نیز پس از خرج‌گذاری باید چال‌ها را مسدود کرد.

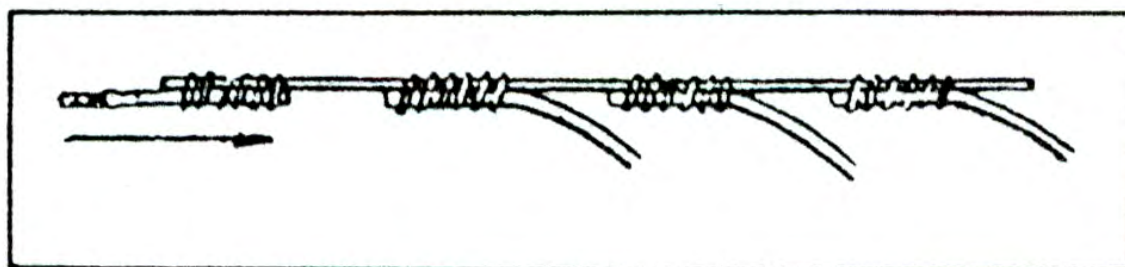
از آنجا که فتیله انفجاری خود از جمله مواد ناریه قوی به شمار می‌آید، بنابراین انفجار آن باعث انفجار کامل لول ماده ناریه می‌شود و بدین ترتیب راندمان آن را بالا می‌برد.

برای شروع انفجار فتیله انفجاری، به انتهای آن یک چاشنی معمولی یا الکتریکی متصل و آن را آتش می‌کنند و برای این منظور چاشنی را به وسیله نخ یا نوار چسب به فتیله متصل می‌سازند. انفجار چاشنی باعث انفجار فتیله انفجاری می‌شود و انفجار فتیله نیز ماده ناریه اصلی را منفجر می‌کند.

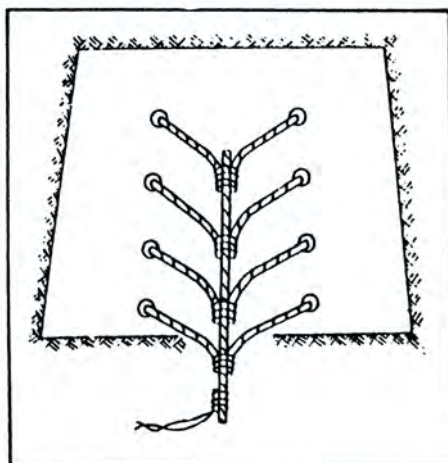
به کمک فتیله انفجاری می‌توان چندین چال را در یک زمان آتش کرد. برای این کار انتهای قطعات فتیله‌هایی را که از چال بیرون مانده است، با توجه به جهت آتش، به فتیله انفجاری اصلی متصل و فتیله را آتش می‌کنند (شکل ۵-۶). در این شیوه آتشباری نیز می‌توان چال‌ها را به حالت سری یا موازی متصل کرد. در اتصال سری انتهای فتیله هر یک از چال‌ها را به طور سری به فتیله اصلی متصل می‌کنند (شکل ۵-۷).



شکل ۵-۶- اتصال فتیله چال‌ها به فتیله اصلی



شکل ۵-۷- اتصال فتیله چال‌ها به حالت سری



شکل ۵-۸- اتصال فتیله چال‌ها به حالت سری- موازی

در اتصال موازی، انتهای فتیله چال‌ها را در یک نقطه به فتیله اصلی وصل می‌کنند. گاه نیز روش اتصال سری- موازی را به کار می‌برند (شکل ۵-۸).

در موارد لزوم، با قرار دادن وسیله تاخیردهنده در مسیر فتیله، انفجار آن را به تاخیر می‌اندازند. برای بریدن فتیله انفجاری باید آن را روی یک تخته قرار داد و چاقو را به طور قائم روی آن فشرد. باید توجه داشت که ضمن حمل و نقل و کاربرد فتیله، نباید به آن ضربه وارد شود. همچنین هیچگاه نباید فتیله را در معرض آفتاب قرار داد و در مواردی که دما بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد، حتماً باید روی آن به وسیله‌ای پوشانده شود.

۵-۶- آتشباری با باروت

برای انفجار باروت، شعله ناشی از فتیله اطمینان کافی است. برای این کار، ابتدا طول لازم از فتیله را جدا می‌کنند و به وسیله یک چاقوی تیز در چند نقطه آن را کمی می‌برند و سپس آن را از داخل لول باروت فشرده عبور می‌دهند. سپس به کمک سمبه چوبی لول‌ها را داخل چال قرار می‌دهند و چال را می‌بندند.

۵-۷- طرز عمل در مورد چال‌های منفجر نشده

در مواردی که در آتشباری با فتیله اطمینان چالی منفجر نشود، حداقل تا نیم ساعت نباید به محل آتشباری نزدیک شد. پس از خاتمه این مدت (در مورد آتشباری الکتریکی پس از قطع مدار) و برطرف شدن گازهای حاصله از انفجار، می‌توان به محل آتشباری نزدیک شد. برای از بین بردن خطر چال منفجر نشده، چال جدیدی به فاصله ۳۰ سانتی‌متری و به موازات آن حفر کرده و در آن خرج‌گذاری و آن را منفجر می‌کنند. در اثر ضربه ناشی از انفجار چال دوم، چال اول نیز منفجر خواهد شد.

۵-۸- آتشباری با سیستم نائل

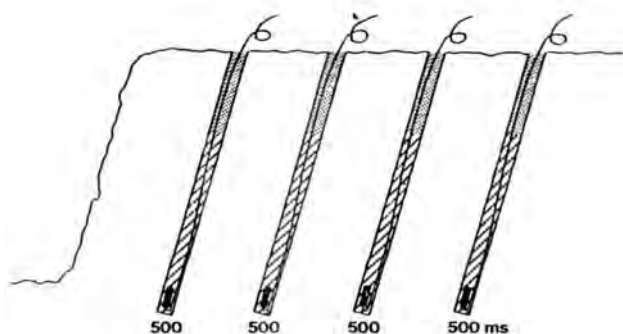
۵-۸-۱- خرج‌گذاری

خرج‌گذاری سیستم نائل نیز همانند خرج‌گذاری سیستم آتشباری برقی است و بدین منظور، چاشنی نائل را داخل یکی از لول‌های ماده منفجره قرار داده و آن را در ته چال قرار می‌دهند (شکل ۵-۹). لوله نائل متصل به چاشنی، باید تا بیرون چال ادامه یابد و طول اضافی لوله را با استفاده از یک گیره به شکل حلقه در می‌آورند. پس از آنکه خرج‌گذاری چال‌ها کامل شد، با استفاده از رابط اتصال دهنده، لوله نائل چال‌ها را به حالت سری به هم وصل می‌کنند.

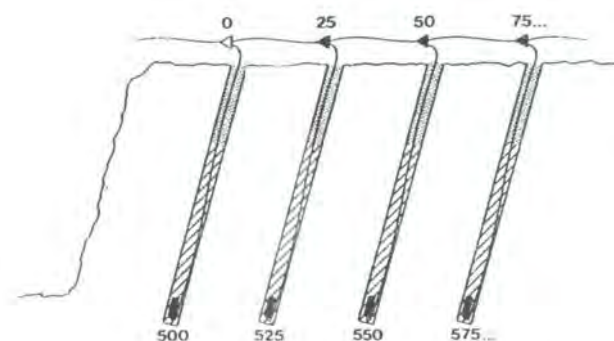
به هنگام اتصال لوله‌های نائل، باید توجه داشت که اتصال تا آنجا که امکان دارد، از روند آتشباری پیروی کند. علت آن است که اگر این شیوه به کار گرفته شود و بخشی از لوله‌ها آسیب ببینند، آتشباری تا محل آسیب‌دیدگی به طور عادی انجام می‌گیرد و به آن بخش از سیستم که باقی می‌ماند، آسیب کم‌تری وارد می‌شود.

۵-۸-۲- آتشباری

برای آتش کردن مجموعه‌ای از چال‌ها، آتش‌زنه نائل به اولین چال وصل می‌شود. بدیهی است آتش‌زنه باید در محل امنی باشد و اگر در نزدیکی اولین چال محل امنی وجود نداشته باشد، با اتصال چندین آتش‌زنه به حالت سری، باید آن را به محل امن هدایت کرد. آتش‌زنه را می‌توان با چاشنی برقی، چاشنی معمولی همراه با فتیله اطمینان و یا تفنگ مخصوص منفجر کرد.



شکل ۵-۹- خرج گذاری سیستم نائل



شکل ۵-۱۰- اتصال چال‌ها به حالت سری

اگر در نزدیکی‌های محل آتشباری محل امنی وجود نداشته باشد، می‌توان از تفنگ‌های ویژه‌ای استفاده کرد که با هوای فشرده کار می‌کنند.

پس از آتش کردن مدار، آتش به سمت چال‌ها هدایت می‌شود و پس از رسیدن به محل انشعاب‌ها، یک شعبه آن به سمت چال می‌رود و شعبه دیگر آن به سمت رابط پلاستیکی هدایت می‌شود تا چال‌های بعدی را منفجر سازد. در مواردی که برای حفر تونل از سیستم نائل استفاده می‌شود باید فاصله کافی بین برش‌های مختلف رعایت شود تا هر قسمت فرصت کافی برای انفجار کامل داشته باشد.

۵-۹- مقررات قانونی موجود درباره عملیات آتشباری

مقررات قانونی مربوط به عملیات آتشباری طی مواد ۱۳۸ تا ۱۸۰ در آیین‌نامه ایمنی معادن به شرح زیر آمده است:

۱- آتشباری در معدن باید به وسیله آتشباری که از طرف مسوول معدن به این سمت گمارده شده است، انجام گیرد.

- ۲- هر آتشبار می‌تواند یک نفر کمک داشته باشد ولیکن مسوولیت انجام عملیات از هر حیث بر عهده آتشبار است.
- تبصره:** استفاده از یک نفر کمک آتشبار در معادن زغال و زیرزمینی الزامی است.
- ۳- عملیات آتشباری باید پس از اتمام عملیات حفاری و تخلیه جبهه کار از کلیه تجهیزات و مواد قابل اشتعال و دورکردن افراد غیر مجاز از محل انجام شود.
- ۴- حمل مواد ناریه به محلی که کارگران هنوز مشغول چال‌زنی هستند ممنوع است.
- ۵- وسایلی که ممکن است در اثر آتشباری آسیبی به آن‌ها برسد، باید به نحو مناسبی محافظت شوند.
- ۶- آتشبار نباید بجز وسایلی که مسوول معدن اجازه استفاده از آن را داده است از وسایل دیگری برای انجام عملیات استفاده کند.
- ۷- آتشباری باید طبق طرح مصوب مورد تایید مسوول معدن انجام گیرد. این طرح باید شامل نقشه قرارگیری چال‌ها در جبهه کار، نوع مواد منفجره و چاشنی، عمق، شیب و مقدار مواد منفجره و طریقه خرج‌گذاری هر چال، شماره تاخیر چاشنی‌ها یا ترتیب انفجار چال‌ها، طریقه بستن مدار در چاشنی‌های الکتریکی و سایر مشخصات مورد نیاز برای آتشباری باشد. عملیات باید با نظارت مسوول ایمنی انجام گیرد.
- ۸- چاشنی‌گذاری لول‌ها باید فقط در محل آتشباری و بلافاصله قبل از خرج‌گذاری انجام گیرد.
- ۹- در نزدیکی جبهه کار باید محل مطمئنی برای چاشنی‌گذاری انتخاب شود به گونه‌ای که در معرض ریزش سنگ نباشد.
- ۱۰- آتشبار مجاز است فقط تعداد چالی را که می‌تواند در یک مرحله منفجر سازد و یا ماشین آتش‌کن توانایی انفجار آن را دارد، خرج‌گذاری کند.
- ۱۱- قبل از خرج‌گذاری و تا لحظه انفجار، تا ۳۰ متری محل آتشباری نباید هوای فشرده آزادانه جریان داشته باشد.
- ۱۲- چنانچه دو جبهه کار به فاصله کم‌تر از ۱۰ متر از یکدیگر قرار گرفته باشند، آتشباری هم‌زمان آن دو جبهه کار ممنوع است.
- ۱۳- آتشبار باید قبل از خرج‌گذاری، چال را کاملاً تمیز کند و از آزاد بودن چال برای خرج‌گذاری مطمئن شود.
- ۱۴- سنبه مورد استفاده برای خرج‌گذاری باید چوبی، مقاوم و کاملاً راست و صاف باشد. استفاده از سنبه‌های فلزی ممنوع است.
- ۱۵- اتصال چاشنی به فتیله اطمینان باید منحصر به وسیله انبردست مخصوص انجام گیرد.
- ۱۶- طول فتیله اطمینان باید به اندازه‌ای باشد که آتشبار بتواند پس از آتش‌کردن، 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 می‌ماند از ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد.
- ۱۷- در آتشباری با فتیله اطمینان، انفجار بیش از ۱۰ چال در یک نوبت ممنوع است.
- ۱۸- آتشبار باید طرف دیگر فتیله اطمینان را که به چاشنی متصل می‌شود، به صورت عمودی و طرفی را که برای آتش‌کردن در نظر گرفته می‌شود، به صورت مورب قطع کند.
- ۱۹- به هنگام آتشباری ابتدا باید چاشنی در لول ماده منفجره نصب و سپس در داخل چال قرار داده شود. در هر حال باید حداقل یک لول فعال خرج‌گذاری شود.
- ۲۰- خالی‌کردن چال خرج‌گذاری شده به هر علت ممنوع است.

۲۱- در آتشباری با چاشنی معمولی، در چال‌های با قطر و طول کم، باید دقت شود که لول‌ها کاملا به هم بچسبند و بین آن‌ها فضای خالی باقی نماند. در چال‌های عمیق معادن روباز، خرج‌گذاری را می‌توان با استفاده از فتیله انفجاری یا چاشنی اضافی به طور منقطع انجام داد.

۲۲- لول چاشنی‌دار باید به آرامی و بدون واردکردن هر گونه فشار در داخل چال قرار داده شود.

۲۳- اتصال چاشنی به فتیله باید با رعایت فاصله لازم از لول انجام شود و سپس چاشنی در داخل لول ماده منفجره قرار گیرد.

۲۴- در کلیه چال‌هایی که در یک نوبت آتشباری می‌شوند باید از یک نوع چاشنی الکتریکی (ساخت یک کارخانه) استفاده شود.

۲۵- قبل از اتصال کابل هدایت برق به دستگاه آتش‌کن، باید مدار انفجار را به وسیله اهم‌متر آزمایش و پس از حصول اطمینان از صحت مدار، سیم‌های اصلی هدایت برق را به دستگاه متصل کرد.

۲۶- اتصال کابل هدایت برق به سیم چاشنی‌ها و همچنین به دستگاه آتش‌کن باید منحصرأ توسط آتشبار و پس از اتمام خرج‌گذاری و آزمایش مدار و دور شدن کمک آتشباران از جبهه کار، انجام گیرد.

۲۷- پس از خرج‌گذاری باید چال‌ها را به طول معین و با موادی که طبق طرح تعیین شده است مسدود کرد.

۲۸- زمان و محل عملیات آتشباری باید با اطلاع مسوول معدن و مسوول ایمنی باشد.

۲۹- آتشبار موظف است اقدامات زیر را هنگام عملیات آتشباری به عمل آورد:

الف- از برقراری تهویه در جبهه کارهای زیرزمینی اطمینان حاصل کند؛

ب- به اندازه کافی گل یا مواد مسدود کننده چال‌ها را در اختیار داشته باشد؛

ج- دستگاه آتش‌کن برقی را قبل از هر نوبت عملیات آتشباری آزمایش و نتیجه را در دفتر مخصوص ثبت کند؛

د- قبل از آتشباری از ورود اشخاص به محل عملیات جلوگیری کند. در معادن زیرزمینی حداقل فاصله اشخاص تا محل عملیات ۸۰ متر است؛

ه- چند دقیقه قبل از انفجار با صدای بلند یا هر وسیله مطمئن دیگر شروع انفجار را به سایرین خبر دهد. همچنین پس از انفجار با همان وسیله خاتمه عملیات را اعلام دارد؛

و- بعد از همه محل کار را ترک کند.

۳۰- در صورتی که آتشبار برای حفاظت از پناهگاه خاصی استفاده می‌کند، فاصله پناهگاه تا محل آتشباری باید حداقل ۸۰ متر باشد. در معادن زیرزمینی در صورت نبودن پناهگاه، فاصله آتشبار از محل آتشباری در تونل‌های مستقیم باید حداقل ۲۰۰ متر باشد.

۳۱- آتشبار باید پس از حصول اطمینان از انفجار کلیه چال‌ها و سپری شدن مدت کافی (حداقل ۱۵ دقیقه)، به اتفاق استاد کار محل را بازدید و در صورتی که خطری از نظر گازهای سمی و مضر موجود نباشد و کارگاه را ایمن تشخیص دهد، اجازه ادامه کار را بدهد.

- ۳۲- در آتشباری با تاخیر انفجار در چال‌ها، آتشبار باید تعداد انفجارها را با دقت شمارش کند و اگر متوجه شود که چالی آتش نگرفته است، در آتشباری با فتیله اطمینان پس از نیم ساعت و در آتشباری با چاشنی الکتریکی پس از ۱۵ دقیقه اقدامات لازم برای از بین بردن خطر چال آتش نگرفته را آغاز کند.
- ۳۳- برای از بین بردن خطرات ناشی از چال آتش نگرفته باید به ترتیب زیر عمل شود:
- الف- از نقطه‌ای به فاصله حداقل ۳۰ سانتی‌متر از دهانه چال آتش نگرفته و به موازات آن چال جدیدی حفر و پس از خرج‌گذاری آن را آتش کرد.
- ب- بارگیری سنگ‌هایی که در انفجار اخیر فرو ریخته می‌شود باید با حضور استاد کار انجام گیرد تا در صورتی که لول‌های منفجر نشده‌ای باقی مانده باشد، به جایگاه موقت نگهداری مواد تحویل شود.
- ج- تا خاتمه کلیه عملیات یاد شده، ورود سایر افرادی که در این مورد وظیفه‌ای ندارند به محل، ممنوع است.
- ۳۴- آتشبار نباید چال‌های خرج‌گذاری شده را رها کند و قبل از آتشباری آن‌ها به کار دیگری مشغول شود.
- ۳۵- کلیه چال‌های خرج‌گذاری شده باید در یک نوبت منفجر شوند.
- ۳۶- حفر چال جدید در ته چال قبلی ممنوع است. استاد کار موظف است این قبیل چال‌ها را با یک قطعه چوب مسدود سازد.
- ۳۷- چنانچه به هنگام لقی‌گیری و خاک‌برداری به وجود چال منفجر نشده پی برده شد و یا احتمال وجود چال منفجر نشده وجود داشته باشد، باید بلافاصله کار متوقف شود و کلیه افراد محل را ترک کنند و مراتب به اطلاع مسوولین آتشباری برسد.
- ۳۸- اقدامات لازم در مورد چال منفجر نشده منحصرًا باید با نظارت آتشبار انجام شود.
- ۳۹- چنانچه آتشبار نتواند برای از بین بردن چال منفجر نشده اقدام کند، باید بلافاصله مسوول معدن یا مسوول ایمنی معدن را در جریان امر قرار دهد.
- ۴۰- اگر به عللی یک یا چند لول چاشنی‌گذاری شده مورد استفاده قرار نگیرد، آتشبار موظف است بلافاصله و قبل از آتش‌کردن چال‌ها، چاشنی این لول‌ها را خارج کند و آن‌ها را به جایگاه موقت نگهداری مواد منتقل سازد.
- ۴۱- به هنگام چاشنی‌گذاری در چال‌ها اگر احتمال رعد و برق وجود داشت، باید کار را تا قطع کامل رعد و برق تعطیل کرد.
- ۴۲- در زمان اتصال چاشنی‌ها به یکدیگر، تا شعاع ۳۰ متری از محل نباید از رادیو، وسایل ترانزیستوری و کلیه وسایل پخش امواج الکتریکی استفاده شود.
- ۴۳- برای منفجر کردن مواد ناریه به روش الکتریکی نباید از سیم‌های بدون روپوش استفاده کرد. استفاده از برق شبکه معدن برای انفجار چاشنی ممنوع است.

۵-۱۰- مقررات قانونی ویژه آتشباری در معادن زغال سنگ

مقررات قانونی مربوط به آتشباری در معادن زغال سنگ طی مواد ۱۸۱ تا ۱۹۰ در آیین‌نامه ایمنی معادن به شرح زیر درج شده است:

- ۱- استفاده از فتیله معمولی و فتیله انفجاری در معادنی که در آن‌ها گاز زغال یا گرد زغال وجود دارد ممنوع است و آتشباری باید فقط با چاشنی الکتریکی ایمن صورت گیرد. همچنین در این معادن، استفاده از چاشنی تاخیری معمولی در کارگاه‌های استخراج ممنوع است.
- ۲- در معادن دارای گاز زغال یا گرد زغال، منحصرأ 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 و حفاریات و شکستگی‌هایی که در آن‌ها گاز زغال جمع شده است، موجود باشد.
- ۴- کابل هدایت برق برای آتشباری باید دارای روپوش عایق باشد.
- ۵- در معادن دارای گاز زغال برای آتشباری در جبهه کارهای زغال‌دار منحصرأ 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 آتش‌کردن چال‌ها باید محوطه اطراف جبهه کار به اندازه کافی آب پاشی شود.
- ۸- قبل از خرج‌گذاری، آتشبار باید هوای اطراف جبهه کار را تا شعاع ۳۰ متری آزمایش کند و در صورتی که عیار گاز از یک درصد بیش‌تر باشد، از خرج‌گذاری خودداری کرده و مراتب را به مسوول ایمنی معدن اطلاع دهد.
- ۹- چال‌ها باید پس از خرج‌گذاری با مواد غیر سوختی و غیر سیلیسی مسدود شوند.
- ۱۰- مواد منفجره مورد استفاده فقط باید به صورت لول باشد.

۵-۱۱- مقررات عمومی آتشباری

با توجه به اهمیت رعایت مسایل ایمنی در آتشباری، علاوه بر موارد قانونی، مقررات دیگری نیز در آیین‌نامه‌های مختلف پیشنهاد شده که در ادامه این فصل آمده است.

- ۱- مسوول 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 در صورت لزوم، آدرس محل سکونت آنان باید در دفتر یا پرونده خاص ثبت شود.
- ۲- حداقل فاصله محل چال‌زدن تا محل قرار گرفتن ماده منفجره نباید از صد متر کم‌تر باشد.
- ۳- چون تماس مواد منفجره با دست عوارضی ایجاد می‌کند، کارگران باید ضمن عمل از دستکش لاستیکی استفاده کنند.
- ۴- فاصله چال‌ها نباید از ۳۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد.
- ۵- 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.
- ۶- حتی‌المقدور در هر چال بایستی تنها از یک نوع مواد منفجره استفاده شود.

- ۷- برای خارج کردن چاشنی از قوطی نباید از چاقو، پیچ و سایر لوازم فلزی استفاده شود.
- ۸- اشخاصی که به هر نحو با مواد ناریه 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 آتشباری برآمده باشند؛
- د- حداقل ۲۱ سال سن و شرایط بدنی مناسب داشته باشند.
- ۹- قراردادن فتیله و یا چاشنی در مواد منفجره باید به گونه‌ای باشد که به آسانی نتوان آن‌ها را از مواد منفجره بیرون کشید.
- ۱۰- هر روز در ساعتی که از طرف مسوول 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 مسوول معدن لازم تشخیص داده شده است، در مقابل تسلیم رسید تحویل گیرند.
- ۱۱- آتشبار با همراه داشتن ماده منفجره اصلی نباید وارد انبار چاشنی و همچنین با همراه داشتن چاشنی نباید وارد انبار مواد منفجره اصلی شود.
- ۱۲- ورود آتشباران به طور دسته جمعی به انبار مواد منفجره ممنوع است.
- ۱۳- به هنگام کارکردن با مواد منفجره، ایجاد هرگونه آتشی مگر برای آتش کردن چال‌ها ممنوع است و تا شعاع ۱۰ متری باید از ایجاد هر نوع شعله‌ای مطلقاً خودداری شود.
- ۱۴- به هنگام چاشنی‌گذاری باید دقت شود که مواد خارجی از قبیل ماسه و خاک وارد لول نشود.
- ۱۵- پس از خرج‌گذاری، بالای چال باید با خمیر خاک رس یا ماسه مخلوط با رس پر شود. طول این قسمت به ازای هر ۱۰۰ گرم خرج لااقل باید ۲۰ سانتی‌متر باشد و برای هر ۱۰۰ گرم اضافی ۵ سانتی‌متر اضافه شود.
- ۱۶- در موقع پرکردن چال با خاک رس باید دقت شود تا از وارد آمدن هرگونه صدمه به فتیله خودداری شود.
- ۱۷- چنانچه چال به عللی گرم باشد، باید از خرج‌گذاری چال در آن حالت خودداری کرد.
- ۱۸- به هنگام خرج‌گذاری حضور اشخاص متفرقه تا شعال ۱۵ متری از محل کار ممنوع است.
- ۱۹- برای خرید کردن قطعات سنگ‌های بزرگ چه در سطح زمین و چه در زیرزمین می‌توان یکی از دو روش زیر را به کار برد:
- الف- برحسب اندازه سنگ، یک یا چند چال در آن حفر کرد و پس از خرج‌گذاری با رعایت دستورات مذکور در این دستورالعمل منفجر ساخت؛
- ب- برحسب اندازه قطعه سنگ یک یا چند لول ماده منفجره را با یک لول چاشنی‌دار پهلوی هم گره زد و روی سنگ موردنظر قرار داد و با گل کاملاً پوشاند و سپس آن‌ها را منفجر کرد.
- ۲۰- در معادن روباز قبل از آتش کردن، آتشبار باید با صدای بلند و یا وسیله دیگر شروع آتشباری و بعد از انفجار، خاتمه آن را اعلام کند تا در موقع انفجار، محوطه از کارگران خالی باشد. همچنین باید به وسیله نگهبانانی که با پرچم قرمز در اطراف گماشته می‌شوند، از ورود و توقف اشخاص جلوگیری شود.

۲۱- در معادن زیرزمینی آتشبار موظف است قبل از آتشباری راه‌های ورود به محل را تا فاصله ۱۰۰ متری به وسیله مطمئن مسدود سازد و اگر این کار مقدور نباشد، چند دقیقه قبل از آتشباری، باید با صدای بلند و یا وسیله دیگر شروع و بعد از انفجار، خاتمه آتشباری را اعلام کند.

۲۲- در موقع خرج‌گذاری و آتشباری به جز آتشبار و کمک او، حضور سایر افراد ممنوع است.

۲۳- پس از انفجار، استاد کار و آتشبار باید زمین اطراف را جستجو کنند تا اگر لولی منفجر نشده باشد، آن را جمع‌آوری کرده و به انبار دستی منتقل سازند.

۲۴- از به کار بردن دینامیت‌های یخ زده، عرق کرده، مشکوک و فتیله‌های فاسد شده و مشکوک و همچنین مواد منفجره‌ای که از چال‌های آتش نگرفته بازیافت می‌شود، اکیدا 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.

۲۵- قراردادن ماده منفجره در مجاورت برف، یخ و آتش ممنوع است.

۲۶- هرگاه به عللی آتش‌کردن چال‌هایی که خرج‌گذاری شده‌اند مدتی به تعویق افتد، آتشبار و استاد کار معدن باید در آن مدت از نزدیک شدن اشخاص به محل ممانعت کنند.

۲۷- عملیات آتشباری در جبهه کار باید بر طبق دستورالعمل حفاری و آتشباری انجام شود و همچنین کارکنانی که کارهای حفاری را انجام می‌دهند، مهندسین، تکنیسین‌ها و سایر کارگران فنی در منطقه‌ای که طرحی اجرا می‌شود باید از برنامه حفاری و آتشباری اطلاع داشته باشند و کتبا در مورد این برنامه‌ها اطلاع حاصل نمایند. این برنامه شامل موارد زیر است:

الف- محل و تعداد چال‌ها، عمق و مقدار مواد منفجره و بالاخره بازده انفجار؛

ب- محل جان‌پناه سرکارگر و کارگران در موقع انفجار؛

ج- زمان تهویه جبهه کار.

۲۸- 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. سرکارگر عملیات انفجار مجاز به اجرای عملیات آتشباری در جایی که هنوز کارهای مقدماتی آن براساس مقررات ایمنی انجام نگرفته است نیست.

۲۹- حفاری و آتشباری و همچنین انفجارهای آزمایشی باید مطابق برنامه خاص و از قبل تعیین شده باشد. مرتب‌کردن جبهه کارها، تعریض راهروها و کارگاه‌ها به هنگام تعویض و ترمیم سیستم نگهداری و خلاصه تمام حفاری‌ها و انفجارها باید مطابق مقررات این دستورالعمل باشد.

۳۰- پس از خاتمه چال‌زنی و قبل از خرج‌گذاری، کلیه نقاط محل آتشباری و اطراف آن باید تا شعاع ۵۰ متر بازدید شود. در این بازدید باید توجه ویژه به وضع سقف، دیوارها، کف، استقرار ستون‌های نگه‌دارنده در کارگاه و یا جبهه کار محل آتشباری و اطراف آن و بررسی وجود گاز و گرد و غبار قابل اشتعال و یا انفجار، مبذول شود.

۳۱- باید اطمینان حاصل شود که عمق، قطر و زاویه چال‌ها طبق نقشه و برنامه پیش‌بینی شده از قبل باشد.

۳۲- باید اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک و یا گسل بزرگ‌تر از ۳ میلی‌متر در چال وجود نداشته باشد. در غیر این صورت باید به جای چال موجود، چال جدیدی در نزدیکی و موازات آن حفر شود و مجدداً مورد بازدید قرار گیرد.

- ۳۳- انتهای چال باید مورد بررسی قرار گیرد و اگر دارای ترک و یا سوراخ بود و یا دیواره‌های چال به اندازه کافی محکم نبود، مقداری مواد مسدودکننده عایق و غیر قابل انفجار در انتهای چال قرار گیرد و محکم شود.
- ۳۴- قبل از قراردادن 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.
- ۳۵- قطر چال با قطر مواد منفجره مورد استفاده مقایسه شود. معمولاً قطر مواد منفجره باید حدود ۳ میلی‌متر کم‌تر از قطر چال باشد.
- ۳۶- 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.
- ۳۷- آتشبار باید قفل کیف حمل مواد منفجره را باز کند و فقط مقدار مواد منفجره لازم را از آن خارج سازد و سپس در کیف را قفل کند و مواد منفجره را در چال قرار دهد.
- ۳۸- صرف‌نظر از اینکه پرایمر در ابتدا، وسط و یا انتهای چال قرار داده شود، فقط هنگامی که پرایمر در چال، قرار می‌گیرد باید قفل کیف حمل چاشنی‌ها را باز کرد و بر حسب مصرف در پرایمر مربوط، یک و یا دو عدد چاشنی را از کیف خارج ساخت و سپس در کیف مزبور را قفل کرد.
- ۳۹- 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.
- ۴۰- بلافاصله پس از درست کردن پرایمر، باید آن را در چال قرار داد.
- ۴۱- پس از بستن چال باید کلیه وسایل و کیف‌های چاشنی و مواد منفجره را از محل آتشباری دور کرد و آن‌ها را در جا و یا انبار دستی امنی قرار داد.
- ۴۲- در محل آتشباری و اطراف آن باید محدوده خطر را تعیین و در اطراف این محدوده در محل‌های مناسب، موانع و علائم آتشباری نصب کرد.
- ۴۳- قبل از عملیات آتش کردن چال‌ها، به منظور حصول اطمینان از نبود گازهای قابل انفجار، باید مجدداً محل آتشباری و دهانه هر چال و ترک و شکاف‌های موجود را آزمایش کرد.
- ۴۴- پس از حصول اطمینان از نبودن گازهای قابل انفجار باید سیم‌های اتصال چاشنی‌ها را به کابل آتشباری وصل کرد و یا در صورت آتشباری غیر الکتریکی، فتیله‌ها را طبق طرح پیش‌بینی شده به هم و سپس به فتیله اصلی آتشباری متصل ساخت.
- ۴۵- باید مواظب بود که هنگام انجام و بعد از انجام عملیات اتصال، هیچ نوع اتصالی غیر ضروری و یا تماس در سیم‌ها، کابل و یا فتیله‌ها به وجود نیاید.
- ۴۶- در آخرین مرحله باید طی مراحل زیر آتشباری را انجام داد:
- الف- آتشبار و کمک او به ایستگاه و یا محل ایمنی آتش کردن چال‌ها بروند؛
- ب- بوق و یا زنگ آتش کردن را به صدا در آورد؛
- ج- مدار آتشباری را آزمایش کرد؛
- د- کابل اصلی آتشباری را به دستگاه آتش‌کن متصل ساخت؛

- ه- کنترل کرد که همه در پناهگاهها قرار گرفته باشند؛
- و- با صدای بلند اعلام شود "آتش" و سپس چالها را آتش کرد؛
- ز- کلید دستگاه آتش کن را از آن خارج کرد و سپس کابل آتشباری را از دستگاه مزبور جدا ساخت؛
- ح- پس از گذشت زمان لازم، محل آتشباری شده را بازدید کرد؛
- ط- در صورت ایمن بودن، بوق و یا زنگ آتش کردن را خاموش کرد و کارکنان مربوط را برای برگشتن به کارگاه باز خواند و دستورات لازم را به آنها داد؛
- ی- کلیه کابل و سیمهای اضافی را جمع آوری کرد؛
- س- نتیجه آتشباری و حساب مصرفیها را در دفتر مخصوص آتشباری ثبت کرد.

۵-۱۲- مقررات ویژه آتشباری با فتیله اطمینان

- ۱- هیچگاه نباید فتیله اطمینان را گره زد و یا آن را تا کرد.
- ۲- انبار فتیله اطمینان باید خشک و تهویه شده باشد، چون وجود رطوبت در هر نقطه سبب خاموش شدن فتیله در آن نقطه می-شود. فتیله ای که رطوبت کشیده حتی اگر مجددا خشک شود قابل اطمینان نیست. هوای خیلی سرد سبب شکننده شدن فتیله شده و هوای گرم سبب ذوب شدن پوششهای فتیله می شود و جدار فتیله خاصیت نفوذپذیری و استحکام خود را از دست می دهد.
- ۳- فتیله را باید از هرگونه تماس با روغن، نفت، گریس و داروهای شیمیایی دور نگهداشت زیرا این مواد، جدار فتیله را حل می-کنند و وارد باروت می شوند. با این حال، در موارد اضطراری در جایی که آتشکاری باید در زمین آبدار انجام گیرد، می توان محل اتصال فتیله و چاشنی را با گریس عایق بندی کرد، به شرطی که عملیات آتشباری سریع و بدون فوت وقت انجام گیرد.
- ۴- فتیله را نباید برای مدت طولانی و غیر لازم در معرض آفتاب قرار داد. این کار ممکن است سرعت سوختن فتیله را زیادتیر کند.
- ۵- آتشبار قبل از استفاده از فتیله، باید با انجام آزمایش، سرعت احتراق و یکنواخت بودن آن را کنترل کند (زمان سوختن یک متر فتیله بر حسب نوع بین ۸۰ تا ۱۲۵ ثانیه متغیر است).
- ۶- برای راندن فتیله به داخل چاشنی باید محل امنی را انتخاب کرد که احتمال ریزش سنگ در آن محل نباشد.
- ۷- چاقویی که برای بریدن فتیله به کار می رود باید کاملا تیز باشد.
- ۸- قبل از راندن فتیله به داخل چاشنی باید چاشنی را وارونه کرد و با ملایمت تکان داد تا چنانچه مواد خارجی در آن باشد، خارج شود.
- ۹- به هنگام راندن فتیله به داخل چاشنی، باید از پیچاندن و وارد آوردن فشار به چاشنی پرهیز کرد و فتیله را به گونه ای در داخل چاشنی قرار داد که با خرج داخل آن کاملا تماس داشته باشد.
- ۱۰- برای آتش زدن فتیله معمولی هرگز نباید از مشعل گازویلی یا نفتی، یک تکه چوب مشتعل، لوله کاغذ یا سیگار استفاده کرد بلکه باید به روش زیر عمل شود:

- الف- نوک فتیله‌ای را که باید آتش زده شود برید و سپس به اندازه ۱/۵ سانتی‌متر آن را شکافت. این عمل باید به نحوی انجام گیرد که مواد داخل فتیله نریزد؛
- ب- با یک دست سر کبریت را روی مغزه فتیله قرار داد و با دست دیگر جعبه را به نوک کبریت کشید یا سر کبریت را در شکاف سر فتیله قرار داد و با کشیدن جعبه کبریت و یا روشن کردن کبریت دیگری، آن را آتش زد.
- ۱۱- اگر تعداد فتیله‌ها از یکی دو تا بیش‌تر نباشد، برای آتش‌زدن آن‌ها می‌توان از کبریت اطمینان استفاده کرد اما اگر تعداد فتیله‌ها زیادتر باشد، به علت لزوم سرعت عمل، کبریت وسیله مناسبی نیست و باید از فشنگ آتش‌زن که برای این منظور ساخته شده است استفاده کرد.
- ۱۲- بعد از آتش‌زدن فتیله‌ها مسوولین آتشباری باید به پناهگاه‌هایی که قبلاً پیش‌بینی شده است، بروند.
- ۱۳- برای شرایط مختلف از فتیله‌های اطمینان با پوشش‌های متفاوت به شرح زیر استفاده می‌شود:
- الف- برای مکان‌های خشک: فتیله با پوشش قیری؛
- ب- برای محیط‌های مرطوب: فتیله با پوشش قیری دوگانه؛
- ج- برای محیط‌های نمناک: فتیله با پوشش کائوچویی؛
- د- برای محیط‌های خیس و آبدار: فتیله با پوشش PVC؛
- ه- برای محیط‌های سخت و خشن که باعث خراشیده شدن فتیله می‌شوند: فتیله با پوشش انواع پلاستیک محکم.

۱۳-۵- مقررات استفاده از چاشنی‌های معمولی

- ۱- قراردادن چاشنی در جیب لباس اکیدا ممنوع است.
- ۲- چاشنی باید در محور طولی لول ماده منفجره اصلی نصب شود تا به هنگام قراردادن آن در داخل چال، با قسمت‌های تیز و لبه‌دار چال تماس پیدا نکند.
- ۳- پس از قراردادن چاشنی معمولی در لول ماده منفجره، باید لفاف لول را به دور فتیله جمع کرد و آن را با نخ‌ی گره زد.
- ۴- در موقع چاشنی‌گذاری باید دقت شود که فقط چاشنی داخل لول قرار گیرد و فتیله متصل به چاشنی با مواد داخل لول تماس حاصل نکند.
- ۵- هرگز نباید لول چاشنی‌دار را از چال بیرون کشید.
- ۶- هرگز نباید لول دینامیت و به ویژه لول چاشنی‌دار را روی زمین کشید زیرا ممکن است لول در اثر ضربه یا غلتیدن منفجر شود.
- ۷- کارگذاران چاشنی اضافی در چال به عنوان تقویت کننده جایز نیست.

۱۴-۵- مقررات آتشباری الکتریکی

- ۱- در محل‌های خیلی مرطوب و آبدار باید از استعمال چاشنی معمولی و فتیله اطمینان خودداری و به جای آن از چاشنی برقی استفاده کرد.

- ۲- استعمال چاشنی الکتریکی تا شعاع ۲ کیلومتری ایستگاه‌های رادیو یا تلویزیون ممنوع است و در محل‌هایی که از وسایل مخابراتی سیار با برد کم استفاده می‌شود، این ممنوعیت تا شعاع ۴۰ متر کافی است.
- ۳- در محل‌هایی که استعمال چاشنی‌های الکتریکی به علت نزدیک بودن به دستگاه‌های فرستنده یا در مواقع امکان بروز صاعقه خطرناک است، باید از چاشنی معمولی و فتیله اطمینان یا فتیله انفجاری استفاده کرد.
- ۴- برای انفجار چاشنی‌های برقی از دستگاه آتش‌کن استفاده می‌شود. کلید این دستگاه باید منحصرآزاد آتشبار باشد.
- ۵- محلی که برای نگاهداری دستگاه آتش‌کن در نظر گرفته می‌شود، باید کاملاً خشک و دارای دمای یکنواخت باشد.
- ۶- برای جلوگیری از ایجاد هرگونه مخاطره ناشی از جریان‌های ولگرد باید کابل هدایت برق دستگاه آتش‌کن و سیم‌های برق معدن روپوش‌دار بوده و از یکدیگر حداقل ۱/۵ متر فاصله داشته باشند و محل اتصال سیم‌ها باید کاملاً نوار پیچی یا به وسیله انگشتانه پلاستیکی مخصوص پوشیده شود تا در اثر وجود جریان‌ات ولگرد، انفجار بی‌موقع رخ ندهد.
- ۷- سیم‌های چاشنی الکتریکی را نباید کشید.
- ۸- قبل از قراردادن چاشنی الکتریکی در دینامیت، باید شدت جریان‌های ولگرد در مسیر سیستم انفجار به وسیله دستگاه مخصوص اندازه‌گیری شود و چنانچه این شدت از ۶۰ میلی آمپر زیادتر باشد، باید منبع جریان ولگرد را مشخص ساخت و نسبت به رفع و یا کاهش آن اقدام کرد و آنگاه چاشنی‌گذاری را انجام داد. برای اندازه‌گیری جریان‌های ولگرد دو قطب دستگاه جریان‌سنج را در دو محل مرطوب نزدیک جبهه کار به زمین متصل کرده و میزان جریان را قرائت می‌کنند.
- ۹- پس از قراردادن چاشنی الکتریکی در لول ماده منفجره، باید سیم چاشنی را به دور آن گره زد تا چاشنی از لول خارج نشود.
- ۱۰- در موقع خرج‌گذاری و پرکردن چال با گل رس، باید دقت کرد تا از ایجاد هرگونه صدمه به سیم چاشنی الکتریکی خودداری شود. بدین منظور باید سیم چاشنی را در بالای چال نگه داشت و سپس با ملایمت نسبت به خرج‌گذاری بقیه چال اقدام کرد.
- ۱۱- برای اینکه ماده منفجره بهتر عمل کند، باید لول چاشنی دار طوری قرار گیرد که ته چاشنی به سمت قسمت اعظم خرج باشد. بنابراین اگر ابتدا لول چاشنی‌دار در چال قرار داده می‌شود باید ته چاشنی به سمت دهانه چال باشد و اگر بعد از همه لول‌ها قرار گیرد باید ته چاشنی به سمت ته چال باشد.
- ۱۲- در مواردی که تعداد چال‌ها کم است، از روش اتصال سری یا موازی و در صورتی که تعداد چال‌ها نسبتاً زیاد باشد باید از دو روش مختلط سری- موازی و یا موازی- سری استفاده کرد.
- ۱۳- در حالت کلی، روش اتصال سری به علت سادگی و سهولت کنترل مدار انفجار توصیه می‌شود. در این روش، شدت جریان در تمام چاشنی‌ها یکسان است و این خود بر اعتماد آتشبار نسبت به عمل کرد چاشنی‌ها می‌افزاید.
- ۱۴- در معادنی که برای آتشباری از کابل ثابت استفاده می‌شود این کابل نباید تا جبهه کار ادامه یابد بلکه باید برای اتصال چاشنی‌ها به آن، از سیم‌های روپوش‌دار مسی و یا آهنی قلع اندودشده استفاده شود. از آنجا که سیم‌های اخیر بیش‌تر در معرض انفجار قرار می‌گیرند لذا بازدید و تعویض آن‌ها باید زود به زود انجام شود. کابل‌های اصلی هدایت برق حداقل باید یک مرتبه در طول راه از روی هم بگذرند تا القای ناشی از تخلیه اتمسفر را مانع شوند.
- ۱۵- برای اتصال سیم چاشنی‌ها می‌توان یکی از دو روش زیر را به کار برد:
- الف- دو سر سیم را لخت کرد و به علامت X روی هم قرار داد و ۶ تا ۸ مرتبه محکم پیچانید.

ب- دو سرلخت سیم را پهلوی هم قرار داد و آنگاه آن را به صورت حلقه‌ای درآورد و سپس ۳ تا ۴ مرتبه محکم پیچانید (برای اتصال کابل هدایت برق به سیم موقتی واسط از این روش استفاده شود) و محل اتصالی را به وسیله انگشتانه پلاستیکی مخصوص پوشانید.

۱۶- برای جلوگیری از بروز هرگونه اشتباه در اتصال سیم چاشنی‌ها، این عمل باید توسط یک نفر انجام شود.

۱۷- برای به حداقل رساندن لرزش زمین و کارایی بهتر، باید از چاشنی‌های تاخیری که معمولاً بر حسب زمان تاخیر شماره‌گذاری می‌شوند، استفاده کرد.

۱۸- هرگز نباید هیچ قسمت از مدار انفجار در جبهه کار آزمایش شود.

۱۹- بسته به نوع اتصال چاشنی‌ها، مقاومت دو کابل اصلی هدایت برق نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

الف- در صورتی که به طور سری بسته شود، هر ۱۰۰ متر طول ۱۲ اهم.

ب- در صورتی که به طور موازی بسته شود هر ۱۰۰ متر طول ۲ اهم.

۲۰- برای آزمایش قدرت دستگاه آتش‌کن باید از رئوستای مخصوص استفاده شود. بدین منظور یکی از دو قطب دستگاه، را به صفر رئوستا و قطب دیگر را به مدار انفجاری که از دو چاشنی الکتریکی با اتصال پی در پی (که در زمین مدفون شده‌اند) تشکیل شده است متصل می‌کنند و سر دیگر مدار را به مقاومت مورد نیاز در رئوستا می‌بندند. با تغییر مقاومت رئوستا می‌توان دستگاه را برای انفجار ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ چاشنی آزمایش کرد.

۲۱- برای آزمایش عایق‌بودن کابل‌های اصلی هدایت برق نسبت به هم و نسبت به زمین باید به یکی از روش‌های زیر عمل

شود:

الف- یک سر هر کدام از دو سیم هدایت برق را به اهم متر وصل کنید. در صورتی که اهم متر مقاومت بیش از ۱۰۰۰۰ اهم را نشان دهد، دو سیم نسبت به هم عایق‌اند. با اتصال دو سر آزاد دو سیم به هم، چنانچه اهم متر تقریباً مقاومت صحیح کابل را نشان دهد، از قطع نبودن کابل اطمینان حاصل می‌شود.

ب- یک سر اهم متر را به زمین وصل کنید (مثلاً به ریل یا لوله)، سپس سر هر یک از دو سیم را به نوبت به اهم متر متصل سازید. چنانچه کابل هدایت برق دستگاه نسبت به زمین عایق باشد، هر دو قرائت باید بیش از ۱۰۰۰۰ اهم باشد.

۲۲- در صورتی که نقایصی در مدار انفجار مشاهده شود، باید به نحو زیر عمل کرد:

الف- تمام قسمت‌های مدار را مجدداً مورد بازدید قرار داد؛

ب- اگر در مورد سالم‌بودن کابل هدایت برق شکي وجود داشته باشد، باید آن را از سیم‌های چاشنی جدا ساخت و مجدداً آزمایش کرد؛

ج- در صورتی که اتصال چاشنی‌های الکتریکی به صورت سری باشد باید آن را به دو قسمت تقسیم کرد و هر بار نیمی از آن را در پناهگاه به وسیله اهم متر آزمایش کرد تا نیمه معیوب مشخص شود. سپس باید این عمل را برای نیمه معیوب تکرار کرد تا $\frac{1}{4}$ معیوب مدار مشخص شود. این عمل ادامه می‌یابد تا چاشنی معیوب یا قطعی اتصالی، مشخص شود؛

د- در صورتی که اتصال چاشنی‌ها به صورت موازی یا مختلط باشد، باید تمام مدارهای بسته را جداگانه مورد آزمایش قرار

داد.

۲۳- اگر قسمتی از مدار انفجار به ترتیبی با زمین تماس پیدا کند، ممکن است باعث اتلاف جریان برق شود. در این حالت به علت نرسیدن جریان کافی به چاشنی‌های اواسط مدار، این چاشنی‌ها منفجر نمی‌شوند. برای حصول اطمینان از نبود این عیب، باید مدار انفجار را به شرح بند ۳۱ آزمایش کرد. به منظور جلوگیری از تاثیر پولاریزاسیون باید جای سیم‌های اهم متر را با یکدیگر تعویض و آزمایش را تکرار کرد. هرگاه متوسط دو قرائت بیش از ۱۰۰۰۰ اهم باشد، مدار سالم است.

۲۴- قبل از برگشت به محل انفجار باید کابل هدایت برق را از دستگاه آتش‌کن باز کرد و کلید آن را برداشت.

۲۵- هرگز نباید کابل هدایت برق را روی زمین کشید بلکه باید آن را به دقت حلقه و آنگاه حمل کرد.

۲۶- سیم‌های اصلی باید دارای پوشش لاستیکی یا پلاستیکی بدون نقص باشند. در تونل‌هایی که عملیات آتشباری انجام می‌گیرد طول سیم‌های اصلی تا پناهگاه باید مطابق اندازه‌های زیر باشند:

الف- برای جبهه کارهای پیشروی: ۷۵ متر

ب- برای کارگاه‌های استخراج: ۵۰ متر

۲۷- در تونل‌ها و کارگاه‌های استخراجی که از نظر گاز خطرناک هستند، باید از چاشنی‌های الکتریکی با سیم‌های مسی استفاده کرد.

۲۸- شبکه الکتریکی آتشباری باید دو خطه باشد و محل اتصال سیم‌ها، دقیقاً تمیز و محکم به یکدیگر متصل شود.

۲۹- در معادن گرد زغال‌دار و گازدار باید از چاشنی‌های کم تاخیری (میلی ثانیه) استفاده شود.

۳۰- طول سیم چاشنی باید به اندازه‌ای باشد که بتواند همراه لول ماده منفجره داخل چال بشود و آن قدر از دهانه چال بیرون باشد که به سهولت بتوان آن را به چاشنی‌های مجاور وصل کرد. در صورت در دسترس نبودن چنین چاشنی‌هایی اگر اجباراً سیم جدید به سیم چاشنی‌ها اضافه شود، باید محل اتصال کاملاً عایق‌بندی شود.

۵-۱۵- مقررات مربوط به کاربرد فتیله انفجاری (کورتکس)

۱- فتیله انفجاری به عنوان ماده منفجره اصلی تلقی می‌شود و بایستی آن را در انبار این گونه مواد نگهداری کرد.

۲- آتش‌زدن فتیله انفجاری به وسیله چاشنی معمولی یا الکتریکی که محکم به وسیله نوار چسب، سیم یا نخ به فتیله بسته شده است انجام می‌شود. ته چاشنی باید به سمت جریان انفجار باشد.

۳- برای اتصال فتیله انفجاری به لول دینامیت باید آن را از داخل لول رد کرد و انتهای آن را گره زد و یا با نوار چسب به بدنه فشنگ محکم کرد.

۴- برای ایجاد سوراخ در لول دینامیت به منظور عبور دادن فتیله انفجاری، باید از سمبه چوبی، مسی، برنجی یا آلومینیومی با طول و قطر مناسب استفاده کرد.

۵- به هنگام انفجار چندین چال، فتیله انفجاری هر چال باید به رشته اصلی فتیله انفجاری که به چاشنی معمولی یا الکتریکی متصل است، وصل شود.

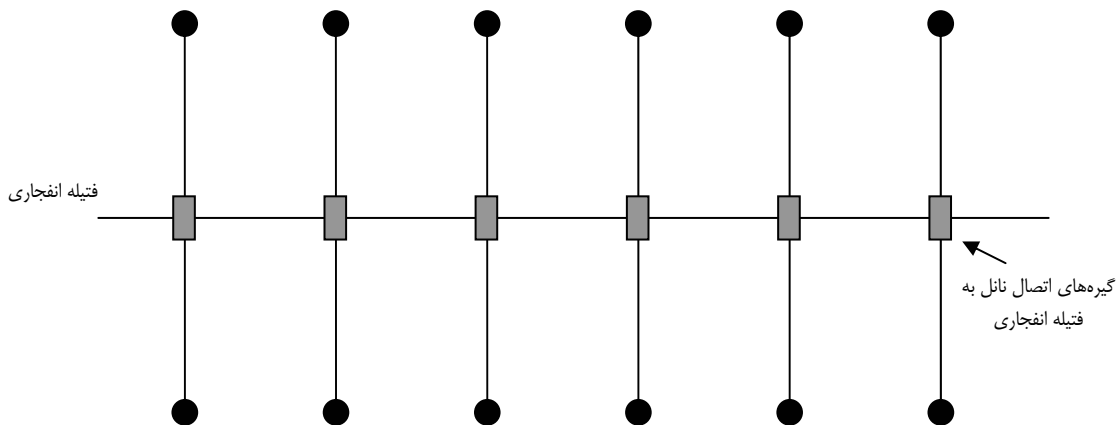
۶- برای اتصال فتیله انفجاری هر چال به رشته اصلی فتیله انفجاری، باید از بست‌های مخصوص، سیم یا نخ استفاده کرد.

- ۷- به هنگام اتصال فتیله انفجاری هر چال به رشته اصلی، باید دقت کرد که جهت انشعاب در جهت حرکت موج انفجار در رشته اصلی باشد.
- ۸- اتصال‌های گره‌ای تندتر و ساده‌تر انجام می‌شود و باید دقت کرد که اتصال‌ها محکم باشند.
- ۹- در صورتی که اتصال خمیده به کار رود، خط انشعاب باید حداقل به طول ۵ سانتی‌متر در تماس نزدیک با خط اصلی باشد.
- ۱۰- در صورتی که اتصال قطعاتی از فتیله انفجاری به هم ضروری باشد، حداقل باید ۷۵ میلی‌متر از آن‌ها روی هم قرار گیرد و به وسیله نوار چسب، سیم نازک یا نخ محکم بسته شود.
- ۱۱- آن قسمت از فتیله انفجاری که در چال قرار می‌گیرد، نباید دارای اتصالی باشد.
- ۱۲- فتیله نباید به صورت گره‌ای روی هم بیافتد زیرا امکان دارد که ادامه انفجار در همان محل قطع شود.
- ۱۳- فتیله را باید قبلاً به طول مورد نیاز برید. بریدن فتیله از حلقه اصلی در حالی که قسمتی از آن در چال قرار دارد ممنوع است.
- ۱۴- فاصله دو رشته فتیله انفجاری موازی هم، حداقل باید ۲۰ سانتی‌متر باشد.
- ۱۵- اگر اجباراً دو رشته فتیله باید از روی هم عبور کنند، باید بین آن‌ها جسمی به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر قرار داد.
- ۱۶- فتیله انفجاری نباید با مواد منفجره صنعتی در یک محل انبار شود.

۱۶-۵- مقررات استفاده از سیستم نائل

- علاوه بر کاربرد سیستم نائل در شرایط معمول در مواردی هم که استفاده از چاشنی برقی مجاز نباشد (مثل محل‌های نزدیک خطوط انتقال برق، مواقع رعد و برق، محل‌های نزدیک به موتور برق و نظایر آن‌ها)، استفاده از سیستم نائل توصیه می‌شود. در زیر به شرح مقررات آتشباری با سیستم نائل می‌پردازیم:
- ۱- سیستم نائل در محیط‌های تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قابل کاربرد است.
- ۲- به منظور دوام هرچه بیشتر نائل، آن را در بسته‌های غیر قابل نفوذ عرضه می‌کنند. بدیهی است جز به هنگام نیاز نباید بسته‌ها را باز کرد.
- ۳- پس از باز کردن بسته‌های نائل، باید محتویات آن را با توجه به شرایط جوی محل نگهداری و با توجه به شرایط جوی، حداکثر بین ۳۰ تا ۹۰ روز باید آن را مصرف کرد.
- ۴- محصولات نائل را باید حداکثر ظرف ۲ سال پس از تاریخ تولید مصرف کرد.
- ۵- سرعت انتقال امواج شوک‌دهنده در فتیله نائل ۲۰۰۰ متر در ثانیه است. بنابراین تاخیر زمانی ۰/۵ میلی ثانیه برای هر متر از طول فتیله نائل اجتناب‌ناپذیر است و این مساله را باید به هنگام طراحی مدار انفجار نائل در نظر گرفت.
- ۶- از آنجا که صحت و سالم بودن مدار نائل را نمی‌توان با دستگاه آزمایش کرد، لذا باید مدار نائل را با نظم و ترتیب خاصی بست تا به سهولت بتوان آن را با چشم کنترل کرد.
- ۷- به هنگام استفاده از سیستم نائل باید مراقب بود که فتیله‌های نائل محکم کشیده نشوند.
- ۸- اگر طول فتیله زیاد باشد باید آن را به شکل حلقه درآورد. چیدن و یا قطع کردن آن ممنوع است.

- ۹- اتصالات سیستم نائل باید حتی‌الامکان از ترتیب شروع انفجار پیروی کند چرا که در صورت آسیب‌دیدگی خط اصلی و قطع شدن مدار، انفجار تا محل آسیب‌دیدگی به طور عادی عمل می‌کند و به بقیه مدار حداقل خسارت وارد می‌شود.
- ۱۰- در سیستم نائل رباطها را باید همواره در جهت اصلی ترتیب شروع انفجار بست.
- ۱۱- طول فتیله نائل در حد فاصل بین دهانه چال‌ها و رباط را باید حتی‌المقدور کوتاه گرفت.
- ۱۲- در محیط‌های غیرگازدار که استفاده از فتیله انفجاری مجاز است، می‌توان از ترکیب چاشنی نائل که در ته چال قرار می‌گیرد و فتیله انفجاری به عنوان خط اصلی آتش استفاده کرد.
- ۱۳- به هنگام استفاده از سیستم ترکیبی نائل و فتیله انفجاری، برای اتصال فتیله نائل به فتیله انفجاری باید از گیره‌های مخصوصی که باعث می‌شود فتیله به طور عمود بر فتیله انفجاری قرار گیرد استفاده کرد. هر کدام از گیره‌های یاد شده می‌توانند ۲ فتیله نائل را از دو طرف در خود جای دهند.
- ۱۴- به هنگام استفاده از سیستم ترکیبی نائل و فتیله انفجاری باید دقت شود که تمامی اتصالات از دو طرف به مدار وصل باشند، فتیله انفجاری باید در بین دو ردیف چال قرار گیرد و فتیله‌های نائل با استفاده از گیره‌های یاد شده در بند ۱۳ از دو طرف به فتیله انفجاری متصل شوند (شکل ۵-۱۲).



شکل ۵-۱۱- نحوه استفاده از سیستم ترکیبی نائل و فتیله انفجاری

- ۱۵- در مواردی که اجباراً فتیله انفجاری و فتیله نائل به موازات هم قرار می‌گیرند، باید حداقل ۲۰ سانتی‌متر از هم فاصله داشته باشند.
- ۱۶- فواصل زمانی بین ردیف‌ها را نباید کم‌تر از ۲۵ میلی ثانیه در نظر گرفت.
- ۱۷- طول فتیله نائل حاوی رباط‌های تاخیر دار نباید کم‌تر از ۶۰ سانتی‌متر باشد.
- ۱۸- به هنگام آتشباری در محیط‌های بسته و محدود مانند حفاریات زیرزمینی، باید دقت شود که جمع کل تاخیرهای سطحی از زمان تاخیر اصلی چاشنی تجاوز نکند.
- ۱۹- آسان‌ترین روش برای بستن مدار انفجار یک جبهه کار تونلی استفاده از رباط خوشه‌ای است که در این مورد باید ملاحظات زیر را مدنظر قرار داد:
- الف- توصیه می‌شود برای هر رباط خوشه‌ای حداکثر ۲۰ فتیله به کار گرفته شود؛

- ب- دقت شود که تمام چاشنی‌ها وصل و فتیله آن‌ها در دنباله آزاد مجموعه فتیله‌ها باشد؛
- ج- نقطه اتصال رابط خوشه‌ای را باید در فاصله حداقل ۲۰ سانتی‌متری محل نوار پیچی شده داخلی (روی دسته فتیله‌ها) جای داد و حلقه آن را محکم کرد؛
- د- باید دقت کرد که فاصله هیچ یک از فتیله‌های نازل از رابط خوشه‌ای، خصوصاً نقطه اتصال آن، از ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر نباشد؛
- ه- قبل از کنترل مدار با چشم، باید دقت کرد که فتیله‌ها کاملاً کشیده شده ولی کش نیامده باشند.
- ۲۰- به هنگام خرج‌گذاری باید بر روی فتیله‌ها دست کشید تا از معیوب و یا سالم بودن آن‌ها اطمینان به عمل آید و اگر فتیله یک چاشنی معیوب بود باید آن را تعویض کرد.
- ۲۱- به هنگام خرج‌گذاری رابط‌ها را دور از دسترس قرار داد.
- ۲۲- برای کنترل اینکه در زمان خرج‌گذاری به فتیله آسیب وارد آمده یا نه، باید انتهای آزاد فتیله را به آرامی کشید اگر فتیله آسیب‌دیده باشد، از جا کنده می‌شود.
- ۲۳- وصل مدار باید پس از آن که تمام لوازم و تجهیزات غیرضروری از محوطه آتشباری خارج شد، انجام گیرد.
- ۲۴- در صورت امکان مدار را باید یک نفر ببندد.
- ۲۵- سالم بودن خطوط اصلی آتش اهمیت زیادی دارد و بازدید دقیق آن‌ها ضروری است.
- ۲۶- اگر برای شروع انفجار از چاشنی الکتریکی استفاده می‌شود، باید آن را وقتی نصب کرد که مدار تکمیل و آماده انفجار باشد.

۱۷-۵- مقررات بازرسی و رفع نواقص و خطرات پس از عملیات

- ۱- در مواردی که در آتشباری با فتیله اطمینان چالی منفجر نشود، حداقل تا نیم ساعت نباید به محل آتشباری نزدیک شد. پس از خاتمه این مدت (در مورد آتشباری الکتریکی ۱۵ دقیقه پس از قطع مدار) و برطرف شدن گازهای حاصل از انفجار، آتشبار می‌تواند به محل آتشباری مراجعه کند. برای از بین بردن خطر چال منفجر نشده، چال جدیدی به فاصله ۳۰ سانتی‌متری و به موازات آن حفر کرده و در آن خرج‌گذاری و آن را منفجر می‌کنند. در اثر ضربه ناشی از انفجار چال دوم، چال اول نیز منفجر خواهد شد.
- ۲- اگر چالی آتش نگرفته باشد، آتشبار موظف است تا شعاع ۵۰ متر از محل چال مانع عبور و مرور اشخاص شود و با اطلاع استاد کار معدن برای از بین بردن چال آتش نگرفته (عمل نکرده) اقدام کند.
- ۳- در آتشباری الکتریکی در صورتی که چال یا چال‌هایی عمل نکرده باشند باید موارد زیر را مد نظر قرار داد:
- الف- کابل هدایت برق و تمام اتصالاتی‌ها را بازرسی کرد.
- ب- مقاومت مدار را با اهم متر اندازه‌گیری و آن را با مقدار محاسبه شده مقایسه کرد. در صورتی که دو رقم نزدیک به هم باشند، مجدداً مدار را متصل کرد و آتشباری را انجام داد.
- ج- اگر مقاومت مدار با مقدار محاسبه شده مغایرت داشت، برای تعیین محل قطعی مدار یا چاشنی معیوب، باید مطابق آنچه که در ماده ۲۲ بند ۵-۱۵ گفتیم عمل کرد و پس از رفع نقص و اتصال، مدار را منفجر ساخت.

۴- در مورد چال منفجر نشده آن دسته از آتشباران می‌توانند تصمیم‌گیری و عمل کنند که آشنایی کامل با مواد منفجره، نحوه آتشباری، چگونگی خرج‌گذاری، مقدار و نوع خرج داشته باشند.

۵-۱۸- مقررات عملیات انفجار، در آتشباری‌های زیرزمینی

در آتشباری‌های زیرزمینی علاوه بر مواردی که قبلاً گفته شد، نکات زیر نیز باید رعایت شود:

۱- انجام عملیات آتشباری در کارگاه‌ها استخراج و جبهه کارهای پیشروی که از دو سمت مقابل به یکدیگر نزدیک می‌شوند با در نظر گرفتن موارد زیر مجاز است:

الف- قبل از خرج‌گذاری یکی از جبهه‌های مقابل، تمام افراد هر دو جبهه باید به جای امنی بروند و نگاهبان‌ها باید در محلی قرار گیرند که بتوانند از ورود افراد به محل مقابل جلوگیری کنند. وقتی که چال‌های دو جبهه کار مقابل به فاصله ۲۰ متری یکدیگر برسد، افراد جبهه مقابل نیز باید به هنگام آتشباری از کارگاه بیرون بروند؛

ب- وقتی که فاصله بین جبهه‌های مقابل به ۱۵ متر رسید، آتشباری جبهه‌ها باید در زمان‌های مختلف انجام گیرد. در این حالت، فاصله بین جبهه‌ها باید دقیقاً اندازه‌گیری شود. در مورد آتشباری جداگانه باید سرکارگر آتشباری مجوز کتبی از رییس عملیات یا جانشین آن داشته باشد؛

ج- آتشباری را باید فقط پس از آگاهی از اینکه افراد از جبهه مقابل بیرون رفته و نگاهبان‌ها مستقر شده‌اند، انجام داد؛

د- افراد نگاهبان در جبهه مقابل، فقط می‌توانند با اطلاع شخصی که عملیات آتشباری را انجام می‌دهد، خارج شوند؛

ه- هنگامی که فاصله بین دو جبهه مقابل به ۷ متر رسید، آتشباری باید فقط از یک جبهه کار پیشروی انجام گیرد و در هر نوبت آتشباری، دو چال کنترلی به طول یک متر بیش‌تر از سایر چال‌ها، به منظور تخمین فاصله تا جبهه مقابل حفر شود؛
و- در عملیات آتشباری، فاصله باقیمانده مابین هر قسمت باید مرتباً اندازه‌گیری شود و هنگامی که این فاصله به ۳ متر رسید، تمام افرادی که در دو طرف کار می‌کنند باید تا فاصله مطمئن و ایمن دور شوند. در این حالت اگر تونل گازدار باشد، باید مقدار گاز هوای هر دو جبهه اندازه‌گیری شود و اقداماتی برای تهویه به عمل آید.

۲- در موقع آتشباری در یک جبهه موازی با جبهه دیگر، فاصله آن‌ها نباید کم‌تر از ۲۰ متر باشد و افراد جبهه دیگر باید به جای امن بروند.

۳- در صورتی که فاصله سیستم نگهداری تا جبهه کار، متجاوز از آنچه که در برنامه نگهداری پیش‌بینی شده است باشد و یا اینکه جا به جا شده و صدمه دیده باشد، نباید آتشباری کرد.

۴- هوای تازه که به هر جبهه آتشباری شده می‌رسد، باید به اندازه‌ای باشد که حداکثر پس از ۳۰ دقیقه کارگاه را تهویه کند تا کارگران بتوانند مجدداً کار را شروع کنند. غلظت گازهای سمی که بعد از انفجار تولید می‌شود، باید به وسیله تهویه کم شود و مادام که از ۰/۰۰۸ درصد حجمی متجاوز است، رفتن و کار کردن در کارگاه ممنوع است.

۵- آزمایش گازهای سمی حداقل باید ماهی یک مرتبه انجام گیرد.

- ۶- در فضاهای زیرزمینی‌ای که امکان نزدیک شدن افراد وجود دارد، قبل از انفجار باید نگهبان مستقر کرد. پست‌های نگهبانی باید در محل‌های هوای خروجی باشد و این افراد با چوب و علایم ویژه از ورود افراد جلوگیری کنند. نگهبان‌ها موظف‌اند بعد از خاتمه انفجار و تهویه کامل کارگاه، چوب و علایم را بردارند و ورود را آزاد اعلام کنند.
- ۷- در موارد آتشباری، آشنایی با ۳ علامت صوتی زیر برای کارگران و سایر افرادی که در فضاهای زیرزمینی کار می‌کنند لازم است. به کارگیری علایم صوتی با صدای افراد مجاز نیست. دستور اجرای علامات صوتی باید به وسیله سرکارگر عملیات آتشباری به شرح زیر داده شود:
- الف- در علامت اول، آژیر یک بار به صدا در می‌آید. در این صورت تمام افرادی که در آن حوالی کار می‌کنند، باید به محل‌های مطمئنی که قبلاً به وسیله سرکارگر عملیات انفجار تعیین شده است، بروند. نگهبان‌ها باید در جایی مستقر شوند که بتوانند از ورود احتمالی افراد جلوگیری کنند؛
- ب- در علامت دوم، آژیر دوبار به صدا در می‌آید و نشانه لحظه آتشباری است. این علامت به وسیله سرکارگر آتشبار اجرا می‌شود؛
- ج- علامت سوم که طی آن سه بار آژیر به صدا در می‌آید، نشانه خاتمه آتشباری و بررسی کردن محل آتشباری شده است.

۵-۱۹- مقررات آتشباری در معادن حاوی گاز و گرد زغال

- ۱- آتشباری در معادن حاوی گاز و گرد زغال باید منحصراً به روش الکتریکی و استفاده از چاشنی‌های فوری با پوکه مسی انجام گیرد و استفاده از چاشنی با پوکه آلومینیومی اکیدا ممنوع است.
- ۲- قبل از قرار دادن مواد منفجره در چال، آتشبار باید دقت کند که گرد زغال در چال نباشد.
- ۳- در معادن زغال، لول چاشنی‌دار باید بعد از سایر لول‌ها قرار گیرد.
- ۴- آتشباری در زغال سنگ یا کارگاه‌ها و تونل‌هایی که گرد و یا گاز زغال دارند، باید به وسیله چاشنی‌های فوری و یا چاشنی‌های با تاخیر کم انجام شود. حداکثر زمان تاخیر چاشنی‌های الکتریکی با تاخیر کم با توجه به زمان تاخیر عمل چاشنی نباید بیش از ۱۳۵ میلی ثانیه باشد.
- ۵- برای آتشباری در زغال سنگ، طول قسمتی که باید مسدود شود، به شرح زیر است.
- الف- اگر عمق چال بین ۰/۶ تا ۱ متر باشد، باید نصف عمق چال مسدود شود؛
- ب- اگر عمق چال بیش‌تر از یک متر باشد، قسمت مسدود شده نباید کم‌تر از ۰/۵ متر باشد؛
- ج- در چال‌های قائم بزرگ، کم‌تر از یک متر نباشد؛
- د- حداقل عمق چال انفجاری در زغال و سنگ باید ۰/۶ متر باشد؛
- ه- در صورتی که جبهه کار دارای چند سطح آزاد باشد، فاصله بین هر چال تا نزدیک‌ترین سطح آزاد نباید کم‌تر از ۵۰ سانتی‌متر در زغال و ۳۰ سانتی‌متر در سنگ باشد. آتشباری در این حالات، فقط وقتی مجاز است که گرد زغال از طریق آب پاشی مداوم برطرف شود و گاز وجود نداشته باشد.

۶- حداقل فواصل بین چال‌های آتشباری نباید کم‌تر از مقادیر زیر باشد:

الف- ۰/۶ متر در زغال؛

ب- ۰/۳ متر در سنگ با ضریب سختی ۷ (مقیاس پرتودیاگونوف)؛

ج- ۰/۴ متر در سنگ با ضریب سختی کم‌تر از ۷ (مقیاس پرتودیاگونوف).

۷- قبل از پرکردن چال‌ها و همچنین قبل از آتش‌کردن و به هنگام بازرسی جبهه کار پس از آتشباری، سرکارگر عملیات آتشباری باید میزان گاز جبهه کار و کارگاه‌های مجاور تا فاصله ۲۰ متری را اندازه‌گیری کند. اندازه‌گیری درصد متان در جبهه کار باید در تمام طول مقطع آن انجام شود. در تونل‌های حاوی گرد زغال، وظیفه سرکارگر عملیات آتشباری است که لوازم مورد احتیاج قید شده در مقررات مربوط به مبارزه با گرد زغال را کنترل کند. اگر میزان گاز زغال در جبهه بیش از یک درصد باشد و ملاحظه شود که اقدامات ایمنی مربوط به مبارزه با گرد زغال انجام نشده است باید از پرکردن چال و آتشباری جلوگیری به عمل آید. در پناهگاه آتشباری نیز باید درصد گاز اندازه‌گیری شود.

۵-۲۰- مقررات انهدام مواد منفجره فاسد

۱- عمر مفید مواد منفجره به شرح زیر است:

۶ ماه	دینامیت‌های حاوی نیترات آمونیوم:
۸ ماه	سایر دینامیت‌ها:
۱ سال	چاشنی‌های با مقاومت کنستانتان و خرج فولمینات جیوه و پتریل:
۵ سال	چاشنی برقی با مقاومت پلاتین ایریدیم و خرج فولمینات جیوه و پتریل:

۲- هر ۶ ماه یک بار باید سلامت مواد منفجره مورد آزمایش قرار گیرد.

۳- چنانچه مواد منفجره‌ای بیش از مدت مجازی که از طرف کارخانه سازنده تعیین شده است در انبار نگهداری شود، بازدید و آزمایش آن‌ها ضروری است و در صورتی که فاسد شده باشد، باید نسبت به معدوم ساختن آن‌ها با نظر مقامات صلاحیت‌دار اقدام کرد.

۴- هر ماده منفجره‌ای را که در آن علایم تغییر رنگ ظاهر شده یا از لفاف به خارج تراوش کرده باشد، باید از سایر مواد منفجره مجزا ساخت و در اسرع وقت نسبت به معدوم کردن آن اقدام کرد.

تبصره: مواد منفجره‌ای که مقدار زیادی رطوبت جذب کرده باشند معمولاً حالت خمیری پیدا می‌کنند. کاغذ پوشش آن‌ها به رنگ خاکستری و کرم در می‌آید و بلورهای نیترات سدیم و آمونیوم روی پوشش لول‌ها منفجره ظاهر و لول‌ها متورم می‌شوند. تاثیر رطوبت بر روی چاشنی و فتیله‌های اطمینان به مراتب بیش‌تر از سایر مواد منفجره است.

۵- در انبارهایی که وجود مواد منفجره فاسد در آن‌ها محرز شده است، باید به روش زیر عمل کرد:

الف- مواد منفجره فاسد را با کمال احتیاط از انبار خارج ساخت و به محلی که برای انهدام آن‌ها در نظر گرفته شده است

حمل کرد؛

- ب- کف انبار را با محلول ضد نیتروگلیسرین (۱/۵ لیتر آب + ۳/۵ لیتر الکل چوب + یک لیتر استن + ۴۵۰ گرم سولفید سدیم) یا محلول‌های قلیایی و در صورت نبود مواد یاد شده با نفت کاملاً شست تا اثر نیتروگلیسرین که در نتیجه فساد مواد منفجره تولید شده و به خارج تراوش کرده است از بین برود. محلول ضد نیتروگلیسرین به شدت قابل اشتعال است و در موقع مصرف باید احتیاطات لازم منظور شود.
- ۶- باید از شستن صندوق‌های مواد منفجره‌ای که بر روی آن‌ها آثار نیتروگلیسرین دیده شده است با مواد ضد نیتروگلیسرین خودداری کرد و آن‌ها را از انبار خارج ساخت و به محل انهدام انتقال داد.
- ۷- در صورتی که برای حمل صندوق‌های مواد منفجره فاسد از کامیون استفاده می‌شود، باید علاوه بر رعایت کلیه مقررات قبلی، کف کامیون و حد فاصل صندوق‌ها از هم و دیواره کامیون را با خاک اره پرکرد. ضمناً بر روی صندوق‌ها ردیف دیگری نباید چیده شود.
- ۸- مدفون کردن مواد منفجره فاسد اکیداً ممنوع است و برای انهدام باید آن‌ها را سوزاند یا منفجر کرد.
- ۹- محلی که برای انهدام مواد منفجره فاسد انتخاب می‌شود باید مسطح، خاکی و یا ماسه‌ای و به اندازه کافی از اماکن مسکونی و تاسیسات دور باشد.
- ۱۰- صندوق‌های مواد منفجره فاسد که به محل انهدام منتقل می‌شوند، باید با رعایت کلیه احتیاط‌های لازم باز و لول‌های فاسد از آن‌ها خارج شده و پهلوی هم روی یک لایه مواد قابل اشتعال (مانند خاک اره، کاه و یا مواد مشابهی که با مواد نفتی آغشته باشند) چیده شوند.
- ۱۱- برای سوزاندن مواد منفجره فاسد باید یک نوار از مواد قابل اشتعال بین محل سوزاندن و پناهگاه ایجاد کرد و جهت حرکت آتش در این نوار باید به گونه‌ای انتخاب شود که بر خلاف جهت وزش باد باشد.
- ۱۲- مقدار مواد منفجره فاسدی که در یک نوبت از بین برده می‌شود نباید از ۵۰ کیلوگرم تجاوز کند.
- ۱۳- مواد منفجره فاسدی که سوزانده می‌شود، نباید دارای چاشنی باشد.
- ۱۴- آتش‌زدن صندوق مواد منفجره در بسته ممنوع است.
- ۱۵- هرگز نباید به مواد منفجره فاسدی که در حال سوختن هستند نزدیک شد.
- ۱۶- پس از سرد شدن خاکستر مواد منفجره سوخته شده، باید از محل بازدید کرد و در صورتی که مقداری مواد منفجره سوخته باقی مانده باشد، آن‌ها را جمع‌آوری و نسبت به انهدام مجدد آن‌ها اقدام کرد. از آنجا که خاکستر مواد منفجره سوخته شده حاوی مقداری نمک است و امکان دارد که خوراک احشام شود، باید آن را با مخلوط کردن با خاک معدوم کرد.
- ۱۷- برای انهدام چاشنی‌های معمولی فاسد شده باید آن‌ها را به گونه‌ای بسته‌بندی کرد که سر آن‌ها در یک طرف قرار گیرد. سپس آن‌ها را همراه یک چاشنی برقی سالم در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری زمین مدفون کرد و منفجر ساخت. درمورد انهدام چاشنی‌های برقی فاسد باید سیم آن‌ها را برید و مانند فوق عمل کرد.
- ۱۸- انداختن چاشنی فاسد در جوی آب، چاه، گودال و دفن کردن آن‌ها بدون انفجار ممنوع است.
- ۱۹- انهدام فتیله‌های فاسد باید به روش سوزاندن مواد منفجره فاسد که شرح آن‌ها گذشت، انجام گیرد.

۵-۲۱- مقررات انتظامی آتشباری

۵-۲۱-۱- شرایط و ویژگی‌های احراز مشاغل دست‌اندرکاران مواد ناریه

دست‌اندرکاران مواد ناریه و آتشباری باید واجد شرایط زیر باشند:

الف- داشتن تعهد به نظام جمهوری اسلامی ایران؛

ب- داشتن تابعیت ایرانی؛

تبصره: اشتغال به کار اتباع خارجی در زمینه مواد ناریه مطابق دستورالعمل اجرایی مواد ناریه مربوط به نحوه تعیین صلاحیت

دست‌اندرکاران مواد ناریه خواهد بود.

ج- نداشتن سوابق سوء سیاسی و امنیتی؛

د- داشتن مدرک تحصیلی حداقل سیکل؛

ه- عضویت در موسسه مصرف‌کننده مربوط؛

و- داشتن سلامت کامل جسمانی و روانی با تایید مرکز پزشکی ذی‌صلاح؛

تبصره: استفاده از جانبازان در امر مواد ناریه در صورت نداشتن نقص عضو موثر بلامانع است.

ز- عدم اعتیاد به مواد مخدر؛

ح- گذراندن آموزش‌های لازم متناسب با شغل احراز می‌شود دست‌اندرکاران مواد ناریه در مسایل کاری، حفاظتی و ایمنی در

خصوص نحوه استفاده و مصرف مواد ناریه؛

ط- داشتن صلاحیت‌های لازم؛

ی- داشتن حداقل ۲۱ سال سن.

۵-۲۱-۲- نمودار سازمانی دست‌اندرکاران مواد ناریه

دست‌اندرکاران مواد ناریه عبارت از مدیر عامل، سرپرست کارگاه، نماینده حمل، انباردار و آتشبار هستند:

الف- مدیر عامل

مدیر عامل بالاترین مقام مسوول در هر موسسه مصرف‌کننده مواد ناریه دولتی یا خصوصی است که صلاحیت امنیتی او تایید

شده باشد.

ب- سرپرست کارگاه

سرپرست کارگاه فردی است که مسوولیت تشخیص و ضرورت عملیات آتشباری و نظارت بر حسن اجرای آن را از شروع تا

خاتمه عملیات بر عهده دارد و جوابگوی اتفاقات و حوادث در محل عملیات آتشباری است.

ج- نماینده حمل مواد ناریه

نماینده حمل و نقل فردی است که مراحل تعیین صلاحیت امنیتی و دوره آموزشی مربوط را گذرانده باشد و مسوولیت دریافت

پروانه حمل و انتقال مواد ناریه مورد نیاز موسسات مصرف‌کننده از مبدا تا مقصد بر اساس ضوابط مربوط را بر عهده دارد.

۵-۲۱-۳- شرح وظایف و مسوولیت‌های مدیر عامل

- مهم‌ترین وظایف و مسوولیت‌های مدیر عامل به شرح زیر است:
- ۱- مسوولیت کلیه امور مواد ناریه در موسسه مربوط به شرح زیر:
 - الف- حمل مواد ناریه؛
 - ب- انبارداری مواد ناریه و ساخت انبارهای مورد نیاز موسسه؛
 - ج- مصرف مواد ناریه در موسسه؛
 - د- پاسخگویی در مورد حوادث مرتبط با مواد ناریه و محترقه.
 - ۲- نظارت کامل و مستمر بر اجرای دقیق مقررات و ضوابط اجرایی مواد ناریه توسط دست‌اندرکاران مواد ناریه.
 - ۳- کنترل و نظارت بر درخواست‌های مواد ناریه با توجه به ظرفیت و موجودی انبارها و همچنین دقت در تایید صورت مصارف مواد ناریه موسسه مربوط.
 - ۴- سرکشی و بازدید از انبارهای مواد ناریه، عملیات‌های آتشباری و وضعیت دست‌اندرکاران و اقدام برای رفع نواقص و معایب انبارهای یادشده.
 - ۵- انعکاس گزارش حوادث و تخلفات دست‌اندرکاران مواد ناریه تحت پوشش به مراجع ذیربط.
 - ۶- اعلام قطع همکاری دست‌اندرکاران مواد ناریه موسسه‌ای که از امور ناریه منفک شده‌اند به نماینده وزیر کشور در امور ناریه و دیگر سازمان‌های ذی‌ربط.
 - ۷- معرفی اشخاص جدید برای تصدی سمت‌های دست‌اندرکاران مواد ناریه به نماینده وزیر کشور و سازمان‌های ذی‌ربط.
 - ۸- برنامه‌ریزی ایجاد هماهنگی‌های لازم به منظور گذراندن دوره‌های آموزشی برای دست‌اندرکاران مواد ناریه موسسه مربوط.
 - ۹- ایجاد هماهنگی لازم با فرماندهی انتظامی مربوط در مورد تامین حفاظت فیزیکی انبارهای مواد ناریه.
 - ۱۰- تامین و استفاده از لوازم و تجهیزات آتشباری مناسب و استاندارد و همچنین تامین وسایل و تجهیزات ایمنی برای دست‌اندرکاران مواد ناریه.

۵-۲۱-۴- شرح وظایف سرپرست کارگاه‌های معدن و موسسات مصرف‌کننده مواد ناریه

- ۱- حضور در صحنه عملیات آتشباری (قبل، حین و بعد از عملیات)
- ۲- گزارش حوادث و تخلفات دست‌اندرکاران مواد ناریه به مدیر عامل به منظور انعکاس به مراکز ذی‌ربط.
- ۳- گزارش نقایص، کمبودها و مشکلات به مدیر عامل به منظور رفع آن‌ها.
- ۴- کنترل و نظارت بر رعایت مصرف مواد ناریه با توجه به الگوهای متناسب با عملیات آتشباری.
- ۵- نظارت بر حسن اجرای تحویل گرفتن مواد در محل پروژه توسط آتشبار مطابق فرم مصوب.
- ۶- جلوگیری از حضور افراد فاقد صلاحیت در محل عملیات آتشباری.
- ۷- نظارت بر رعایت ضوابط، مقررات و نکات ایمنی در محیط آتشباری از نظر تامین ابزار آلات ایمنی، البسه، تجهیزات آتشباری، نصب تابلوی هشداردهنده، استقرار خودروهای امدادی و نظایر آن‌ها مطابق استانداردهای مربوط.

- ۸- بررسی و کنترل مواد اعلام شده از سوی آتشبار و اعلام مقدار مواد مورد نیاز با توجه به اصلاحات انجام شده به سرپرست پروژه و انباردار و ناظر.
- ۹- نظارت و علامت‌گذاری ته چال‌های باقی مانده از عملیات آتشباری به منظور خودداری از انجام حفاری مجدد توسط گروه چال‌زنی.
- ۱۰- ارایه الگوی بستن مدارات انفجاری و نظارت بر آزمون‌های مدارهای بسته شده به منظور حصول اطمینان از صحیح بودن مدارها.
- ۱۱- نظارت و مشخص کردن محل چال‌ها و پوشاندن چال‌ها برای جلوگیری از تخریب یا ریزش سنگ و خاک در حفاری‌های روباز.
- ۱۲- بررسی و نظارت بر خاتمه عملیات آتشباری و بررسی صحنه عملیات آن و امضای صورتجلسه مصرفی مواد ناریه در هر یک از عملیات آتشباری.
- تبصره:** در پروژه‌های بزرگ مصرف‌کننده مواد ناریه، مدیران عامل می‌توانند برای اجرای وظایف محوله یاد شده، افراد مختلفی را به عنوان سرپرستان کارگاه‌های خود انتخاب کنند.

۵-۲۱-۵- تخلفات مربوط به سرپرست کارگاه مواد ناریه

- ۱- در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به مواد ناریه به افراد غیر.
- ۲- مخفی کردن مواد ناریه.
- ۳- سهل‌انگاری در خصوص پاکسازی محیط عملیات آتشباری.
- ۴- عدم کنترل مصرف مواد ناریه با توجه به الگوهای آتشباری.
- ۵- نگهداری مواد ناریه در مناطقی غیر از مناطق عملیات آتشباری.
- ۶- سهل‌انگاری در خصوص آزمون مدارهای آتشباری.
- ۷- عدم حضور در صحنه عملیات آتشباری (قبل، حین و بعد از عملیات آتشباری)
- ۸- عدم رعایت سازگاری مواد در انتقال مواد از انبار به محل عملیات آتشباری.
- ۹- به‌کارگیری افراد غیر مجاز و تعیین صلاحیت نشده در عملیات آتشباری.
- ۱۰- عدم انعکاس به موقع گزارش تخلفات به مسوولین ذی‌ربط یا انعکاس گزارشات خلاف واقع به آنان.

۵-۲۱-۶- تخلفات مربوط به آتشباران مواد ناریه

- ۱- در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به مواد ناریه و انبار به افراد غیر مسوول.
- ۲- اختفای مواد ناریه و محترقه.
- ۳- مخدوش کردن اوراق صورت مصارف مواد ناریه.
- ۴- مصرف مواد ناریه بدون حضور و نظارت نمایندگان ارگان مسوول.
- 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 صورتجلسات 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 محل‌های نامناسب و عدم برگشت آن‌ها به انبار مواد ناریه.
- ۹- سهل‌انگاری و بی‌توجهی در رعایت اصول حفاظتی و مقررات ایمنی در انجام وظایف مربوط.
- ۱۰- استفاده از وسایل و ابزار غیر استاندارد و غیر اصولی.
- ۱۱- استفاده از کارگران تعیین صلاحیت نشده برای خرج‌گذاری چال.

فصل ٦

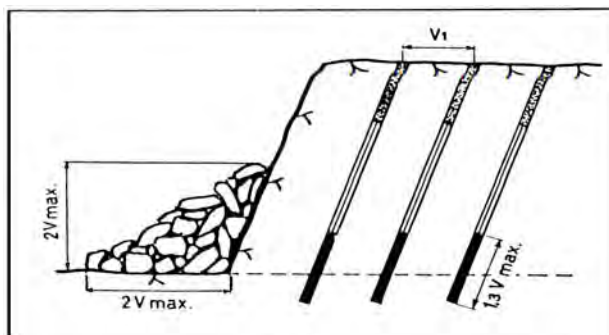
طراحی و محاسبات آتشیاری

۶-۱- آشنایی

یکی از مهم‌ترین مسایل آتشیاری، انجام محاسبات مربوط به آن و نیز انتخاب مشخصات آتشیاری است. به عبارت دیگر، برای این که عملیات آتشیاری اقتصادی باشد و با راندمان مناسب انجام گیرد، در مورد هر آتشیاری، لازم است که تعداد چال، میزان خرج گذاری و مشخصات چال‌ها تعیین شود.

۶-۲- استفاده از جبهه آزاد در آتشیاری

فاصله عمودی ماده منفجره تا سطح آزاد زمین به نام امتداد کم‌ترین مقاومت خوانده می‌شود. توجه به امتداد کم‌ترین مقاومت یکی از مهم‌ترین نکات آتشیاری است و همواره در آتشیاری سعی بر این است که از این امتداد به نحو مناسبی استفاده شود. در مواردی مثل برداشتهای سطحی و پلکانی، که آتشیاری در ردیف‌های متوالی انجام می‌گیرد، به آسانی می‌توان از جبهه آزاد استفاده کرد و راندمان آتشیاری را بالا برد. برای این کار، چال‌ها را در ردیف‌های موازی حفر کرده و در ابتدا، چال‌های ردیف جلو را منفجر می‌کنند (شکل ۶-۱). انفجار این چال‌ها در حقیقت یک جبهه آزاد برای چال‌های بعدی به وجود می‌آورد و بنابراین انفجار ردیف بعدی نیز با راندمان مناسب انجام می‌گیرد و این امر ادامه می‌یابد.



شکل ۶-۱ - نحوه آتشیاری در معادن سطحی

به هنگام حفر تونل‌های مختلف، برای ایجاد جبهه آزاد و بالا بردن راندمان حفر، ابتدا در قسمت میانی جبهه کار، تعدادی چال نزدیک به هم و با زوایای تمایل مختلف حفر می‌کنند و نقشه انفجار را طوری در نظر می‌گیرند که ابتدا این چال‌ها منفجر شود و یک جبهه آزاد برای سایر چال‌ها فراهم سازد. مجموعه این چال‌ها برش^۱ نامیده می‌شود. بدیهی است در هر جبهه کار، علاوه بر چال‌های برش، چال‌های متعدد دیگری نیز حفر می‌شود که به مجموعه آن‌ها چال‌های لازم برای یک نوبت آتشیاری می‌گویند.

۶-۳- محاسبه مقدار ماده منفجره لازم

وزن ماده منفجره لازم برای حفر یک مترمکعب از سنگ را خرج ویژه^۲ می‌نامند و معمولاً آن را با حرف q نشان می‌دهند. برای محاسبه q در هر مورد فرمول‌های تجربی و جداول متعددی به شرح زیر وجود دارد.

1- cut

2 - specific charge

۶-۳-۱- فرمول‌های کلی مربوط به تونل‌ها

برای محاسبه خرج ویژه در حالت کلی، فرمول‌هایی وجود دارد که معروف‌ترین آن‌ها سه فرمول زیر است. توصیه می‌شود که خرج ویژه به وسیله این سه فرمول محاسبه شده و میانگین آن‌ها به عنوان خرج ویژه در نظر گرفته شود.

الف- فرمول‌های پروتودیاکنوف^۳

این دانشمند روسی، برای محاسبه خرج ویژه دو فرمول تجربی زیر را عرضه کرده است:

$$q = \sqrt{f/s} \quad \text{kg/m}^3 \quad (۱-۶)$$

$$q = 0.4 \left(\sqrt{0.2f} - \frac{1}{\sqrt{s}} \right)^2 \quad \text{kg/m}^3 \quad (۲-۶)$$

در این فرمول‌ها، f ضریب مقاومت سنگ بر اساس جدول سختی سنگ‌ها (جدول ۶-۱) و s سطح مقطع تونل بر حسب مترمربع است. این دو فرمول خرج ویژه آمونیوم دینامیت شماره ۱۰ را به دست می‌دهند و برای تعیین خرج ویژه سایر مواد ناریه، باید عدد حاصل را در ضرایب تصحیحی که در جدول ۶-۲ درج شده است، ضرب کرد.

ب- فرمول بوگومولوف^۴

$$q = 1.25 \times \sqrt{\frac{f}{s}} \quad \text{kg/m}^3 \quad (۳-۶)$$

در این رابطه نیز f و s همان مفاهیم قبلی را دارا هستند.

جدول ۶-۱- طبقه‌بندی سنگ‌ها بر اساس میزان مقاومت

طبقه	گروه	شرح سنگ	ضریب مقاومت
I	فوق العاده مقاوم	مقاوم‌ترین انواع کوارتزیت‌ها، بازالت‌ها و سایر انواع سنگ‌های مقاوم	۲۰
II	خیلی مقاوم	گرانیت‌های فوق العاده مقاوم- کوارتز پرفیری- گرانیت‌های خیلی سخت- چرت- کوارتزیت- ماسه سنگ‌ها و آهک‌های فوق العاده سخت	۱۵
III	مقاوم	گرانیت متراکم- آهک‌ها و ماسه سنگ‌های خیلی مقاوم- ریف‌ها- رگه‌های فلزی- کنگلومراهای مقاوم- کانه‌های آهن مقاوم	۱۰
III-a	مقاوم	آهک‌های مقاوم- گرانیت‌های با مقاومت متوسط- ماسه سنگ‌های مقاوم	۸
IV	نسبتاً مقاوم	ماسه سنگ‌های معمولی- کانه‌های آهن با مقاومت متوسط	۶
IV-a	نسبتاً مقاوم	شیل ماسه‌دار- ماسه سنگ‌های متورق	۵
V	نیمه مقاوم	شیل‌های مقاوم- ماسه سنگ‌ها و آهک‌های نیمه مقاوم کنگلومراهای نرم	۴
V-a	نیمه مقاوم	انواع شیل‌های نیمه مقاوم- مارن‌های متراکم	۳
VI	نسبتاً نرم	شیل‌های نرم- آهک‌های خیلی نرم- چاک- نمک سنگی ژیبس	۲
VII	نرم	رس‌های سبک	۱
VIII	خاکی	خاک روئی	۰/۶
IX	شل	ماسه- شن‌های ریز	۰/۵
X	روان	شن‌های روان	۰/۳

3 - Portodyakonov

4 - Bogomolov

۶-۳-۲- جداول محاسبه خرج ویژه

برای محاسبه تقریبی خرج ویژه، می‌توان از جدول ۶-۳ استفاده کرد. از آنجا که این جدول بر اساس قدرت آمونیوم دینامیت شماره ۱۰ تنظیم شده است، لذا در مواردی که از سایر مواد منفجره استفاده می‌شود، بایستی عدد حاصل از جدول ۶-۳ را در ضریب تصحیحی که در جدول ۶-۲ درج شده است، ضرب کرد تا میزان واقعی خرج ویژه به دست آید.

جدول ۶-۲- ضریب تصحیحی برای محاسبه خرج ویژه سایر مواد منفجره

نوع ماده منفجره	ضریب تصحیحی
آمونیوم دینامیت شماره ۱۰	۱
آمونیوم دینامیت شماره ۶ و شماره B* ۶	۰/۸۵
آمونیوم دینامیت شماره ۷ و شماره B* ۷	۰/۹۰
آمونیوم دینامیت شماره B-۳	۰/۹۰
دی نفتالیت	۰/۹۰
تروتیل	۰/۸۵
دینامیت ۶۲٪	۰/۷۵
دینامون	۱
نیترات آمونیوم	۱/۴۵

۶-۴- محاسبات مربوط به آتشیاری در تونل‌ها

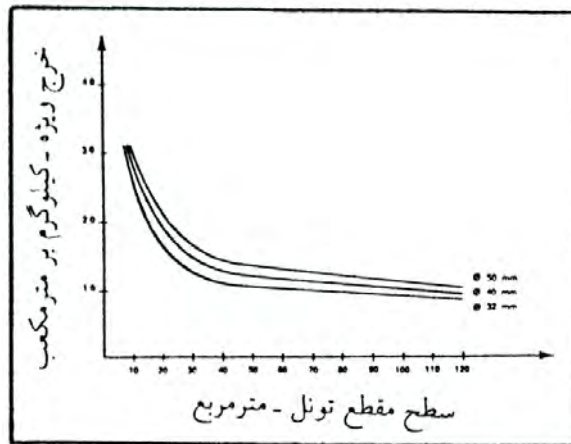
تفاوت عمده آتشیاری در تونل و معادن سطحی آن است که در تونل‌ها فقط یک جبهه آزاد وجود دارد و به کمک برش‌های مختلف، یک جبهه آزاد مصنوعی برای انفجار چال‌ها به وجود می‌آورند. نکته مهمی که در این مورد وجود دارد آن است که تا حد معین، هر چقدر سطح مقطع تونل بزرگ‌تر باشد، خرج ویژه آن کاهش می‌یابد و از این حد به بعد، تقریباً خرج ویژه ثابت می‌ماند (شکل‌های ۶-۲ و ۶-۳).

جدول ۶-۳- خرج ویژه سنگ‌های مختلف بر اساس قدرت آمونیوم دینامیت ۱۰

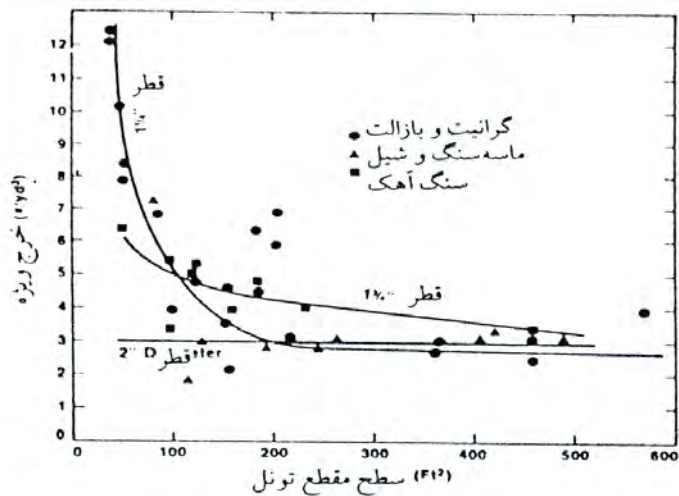
نوع سنگ	سختی سنگ براساس جدول شماره ۶-۱	خرج ویژه (کیلوگرم بر مترمکعب)	
		خردکردن سنگ‌ها	پرتاب سنگ‌ها
خاک سخت	V	۰/۵-۰/۵۵	۱/۲-۱/۳۵
رس سخت	V	۰/۴۰-۰/۵۰	۱/۲-۱/۵۰
چاک- زغال نرم	VI	۰/۳۰-۰/۳۵	۰/۹۰-۱/۱۰
زغال دارای ناخالصی‌های سنگی	VI	۰/۴-۰/۵۰	۱/۲۰-۱/۵۰
آهک صدف‌دار	IV-VI	۰/۶-۰/۷۰	۱/۸۰-۲/۱۰
مارن	V-VI	۰/۴۰-۰/۵۰	۱/۲۰-۱/۵۰
توف	VI	۰/۵۰-۰/۶۰	۱/۵۰-۱/۸۰
کنگومرا- آرژیلیت	V	۰/۴۵-۰/۵۵	۱/۳۵-۱/۶۵

ادامه جدول ۶-۳- خرج ویژه سنگ‌های مختلف بر اساس قدرت آمونیوم دینامیت ۱۰

خرج ویژه (کیلوگرم بر مترمکعب)		سختی سنگ بر اساس جدول شماره ۱-۶	نوع سنگ
پرتاب سنگ‌ها	خردکردن سنگ‌ها		
۱/۳۵-۱/۶۵	۰/۴۵-۰/۵۵	IV	ماسه سنگ رس‌دار
۱/۵۰-۱/۹۵	۰/۵۰-۰/۶۵	IIIa	ماسه سنگ دولومیتی یا آهکی
۱/۵۰-۲/۴۰	۰/۵۰-۰/۸۰	III-V	آهک- ماسه سنگ
۱/۸۰-۲/۵۵	۰/۶۰-۰/۸۵	III-IIIa	گرانیت- گرانودیوریت
۲/۱۰-۲/۷۰	۰/۷۰-۰/۹۰	I-II	بازالت- آندزیت
۱/۸۰-۲/۱۰	۰/۶۰-۰/۷۰	II-IIa	کوارتزیت
۲/۴۰-۲/۵۵	۰/۸۰-۰/۸۵	I-II	پرفیریت



شکل ۶-۲- تغییرات خرج ویژه نسبت به سطح مقطع تونل‌ها



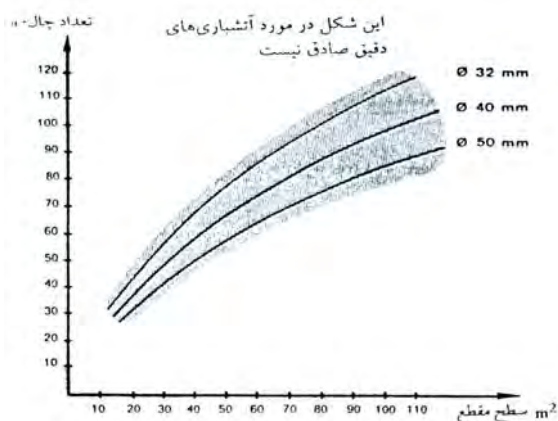
شکل ۶-۳- تغییرات خرج ویژه نسبت به سطح مقطع تونل‌ها

۶-۴-۱- تعیین تعداد چال لازم در جبهه کار

تعداد چال‌های لازم در هر جبهه کار تابع عوامل متعددی است که مهم‌ترین آن‌ها مقاومت، سختی و میزان شکاف‌های سنگ، سطح مقطع تونل، قدرت ماده منفجره، قطر خرج، میزان خرج هر چال، روش بستن چال، عمق چال‌ها، درجه خردشدگی لازم برای سنگ‌ها، میزان دقت لازم در حفر مقطع تونل و عوامل نظیر آن‌ها است.

در بسیاری موارد، تعیین دقیق تمام عوامل یادشده به آسانی میسر نیست و بنابراین، تعداد چال‌های لازم برای جبهه کارها را نمی‌توان با یک فرمول ساده بیان کرد.

در حالت کلی می‌توان گفت که هرچه سطح مقطع تونل بزرگ‌تر باشد، تعداد چال‌های لازم در واحد سطح مقطع تونل کم‌تر است. در شکل‌های ۴-۶ و ۵-۶ تعداد چال‌های لازم برای مقاطع مختلف تونل‌ها، بر اساس اطلاعات تجربی نشان داده شده است. برای تعیین تعداد چال‌های لازم در جبهه کار، فرمول‌هایی به شرح زیر ارائه شده است:



شکل ۶-۴- تعداد چال‌های لازم برای تونل‌های با مقاطع مختلف

الف - رابطه عمومی استشنکو^۵

$$N = 2.86 \times \sqrt{\frac{f}{s}} \quad (۴-۶)$$

در این رابطه N تعداد چال‌های لازم؛ f سختی سنگ بر اساس جدول ۶-۱ و s سطح مقطع تونل بر حسب مترمربع است.

ب- رابطه برای سنگ‌های سست یا به شدت خرد شده

در مورد این سنگ‌ها تعداد چال لازم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$N = 0.124 \times A + 10 \quad (۵-۶)$$

که در آن:

N = تعداد چال لازم برای هر نوبت آتشیاری؛

A = مساحت تونل بر حسب فوت مربع.

ج- رابطه برای سنگ‌های سخت یا توده‌ای

در این مورد تعداد چال لازم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = 0.158 \times A + 28 \quad (6-6)$$

در این رابطه نیز A و N همان مفاهیم رابطه (۵-۶) را دارا هستند.

یکی دیگر از روش‌های تعیین تعداد چال لازم در هر جبهه کار آن است که میزان کل ناریه لازم در هر نوبت آتشباری را بر مقدار متوسط ماده منفجره موجود در هر چال تقسیم کنیم. بدیهی است برای این کار ابتدا بایستی میزان ماده ناریه لازم در هر نوبت آتشباری را تعیین کرد و برای این منظور از رابطه زیر استفاده می‌کنند:

$$Q = S \times l \times q \quad (7-6)$$

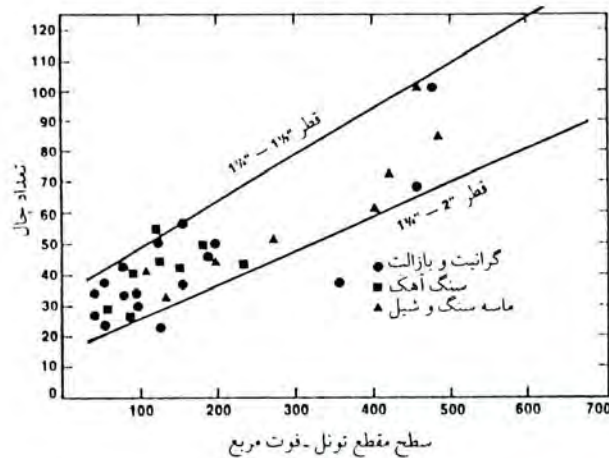
که در آن:

Q = مقدار ماده منفجره لازم برای یک نوبت آتشباری بر حسب کیلوگرم؛

S = سطح مقطع تونل بر حسب مترمربع؛

l = عمق متوسط چال‌ها بر حسب متر؛

q = خرج ویژه سنگ بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب.



شکل ۶-۵- تعداد چال‌های لازم برای تونل‌های با مقاطع مختلف

برای محاسبه وزن ماده منفجره مربوط به هر چال می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$C = 0.785 \times d^2 \times l \times \Delta \gamma \quad (8-6)$$

که در آن:

C = مقدار ماده منفجره مربوط به هر چال؛

d = قطر لول ماده ناریه؛

l = عمق چال؛

Δ = نسبت طول خرج‌گذاری شده چال به طول کلی آن؛

γ = وزن مخصوص ماده ناریه.

با در دست داشتن مقدار ماده منفجره لازم برای هر نوبت آتشیاری و مقدار ماده مربوط به هر چال (C) به سهولت می‌توان تعداد چال‌های لازم را محاسبه کرد:

$$N = \frac{Q}{C} \quad (9-6)$$

در جدول ۴-۶ تعداد چال لازم برای هر مترمربع از حفاریات معدنی معمولی (حدود ۵ مترمربع) در صورتی که از مواد ناریه با قدرت معمولی استفاده شود، درج شده است.

در جدول ۵-۶ نیز تعداد چال لازم برای هر مترمربع از تونل‌های دنباله‌رو زغال، در حالتی که از دینامیت‌های مخصوص زغال به قطر ۳۲ تا ۳۶ میلی‌متر استفاده شود، درج شده است.

جدول ۴-۶- تعداد چال لازم برای هر متر مربع از حفاریات معدنی معمولی

ماسه سنگ و آهک		شیل		نوع سنگ	
۴۵	۳۲-۳۶	۴۵	۳۲-۳۶	قطر چال (میلی‌متر)	
۰/۹-۱/۲	۱/۴-۱/۶	۰/۸-۱	۱/۱-۱/۳	چاه قائم	
۱/۸-۲/۵	۲/۵-۳/۵	۱/۵-۲/۱	۲/۵-۳	میان بر	
-	۲/۲-۳/۲	-	۲-۲/۸	تونل‌های امتدادی	

جدول ۵-۶- تعداد چال لازم برای حفاریک مترمربع از تونل دنباله‌رو زغال

۱۱	۸	۵/۶	۴/۴	۳/۳	۲/۶	۲	۱/۵	سطح مقطع زغال (مترمربع)
تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	
۱۵	۱۰	۷/۹	۵/۵	۴/۳	۳/۲	۲/۵	۱/۹	تعداد چال لازم (مترمربع)
۱/۴	۱/۶	۱/۸	۲/۲	۲/۸	۳/۲	۳/۸	۴	
تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	
۱/۶	۱/۸	۲	۲/۶	۳/۲	۳/۸	۴/۶	۴/۸	

۶-۴-۲- تعیین عمق چال‌های جبهه کار

انتخاب عمق مناسب چال‌ها از جمله مهم‌ترین مسایل پیشروی حفاریات زیرزمینی است و انتخاب مناسب آن در راندمان حفاری فوق‌العاده موثر است. در حقیقت انتخاب بسیاری از مشخصات، نظیر تعیین زمان حفر چال در هر نوبت آتشیاری، محاسبه حجم سنگ‌های حفر شده و میزان پیشروی در هر نوبت کار و نیز محاسبه مقدار ماده ناریه لازم برای هر بار آتشیاری و در نتیجه تعیین تعداد چال‌های لازم و مسایل مشابه آن، تابع عمق چال‌ها است.

عمق مناسب چال‌ها نیز تابع عوامل متعدد از جمله سختی و استحکام سنگ‌ها، مشخصات دستگاه چال‌زنی، قدرت مواد ناریه، مشخصات لول‌های مواد ناریه، مشخصات وسیله بارگیری و مسایل مشابه آن است. معمولاً عمق مناسب را با توجه به میزان پیشروی لازم برای هر نوبت آتشیاری، انتخاب می‌کنند. بدیهی است طول پیشروی همیشه از عمق چال کم‌تر است. به عبارت دیگر عمق چال‌ها را بایستی کمی بیش از میزان پیشروی لازم برای هر نوبت انتخاب کرد.

اگر l عمق اولیه چال و l_{rem} عمق ته چالی آن باشد، طبق تعریف ضریب بهره چال (K) به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$K = \frac{1 - I_{rem}}{1} \quad (10-6)$$

بدین ترتیب اگر میزان پیشروی لازم برای هر نوبت آتشباری I_{adv} و ضریب بهره چال K باشد عمق اولیه لازم چال‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I = \frac{I_{adv}}{K} \quad (11-6)$$

باید توجه داشت که ضریب بهره چال‌ها ثابت نیست بلکه خود تابع عوامل متعدد از جمله تعداد و مشخصات چال‌ها، نوع برش‌ها، مقاومت سنگ، قدرت ماده ناریه و نظایر آن‌ها است و بنابراین در هر مورد بایستی شرایطی را انتخاب کرد که با حداقل هزینه و در کم‌ترین مدت، بیش‌ترین ضریب بهره را به دست دهد.

در جدول ۶-۶ حدود تقریبی ضریب بهره چال‌ها به ازای عمق‌های مختلف درج شده است.

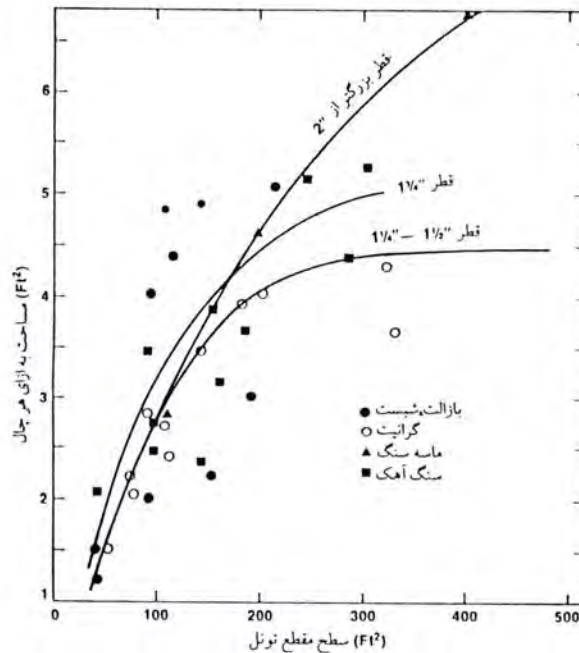
۶-۴-۳- تعیین قطر چال‌ها

از جمله مهم‌ترین پارامترهای موثر در انتخاب قطر چال‌ها، قطر لول ماده ناریه است و بدیهی است قطر چال باید چند میلی‌متر بیش‌تر از قطر لول باشد تا عملیات خرج‌گذاری به آسانی انجام شود.

جدول ۶-۶- ضریب بهره چال‌ها به ازای عمق‌های مختلف

نوع حفاریات	نوع سنگ	عمق چال‌ها (متر)	ضریب بهره چال‌ها
چاه قائم	ماسه سنگ و آهک	۱/۵-۲/۵	۰/۷۵-۰/۸۵
	شیل ماسه‌دار	۱/۸-۲/۸	۰/۸۰-۰/۹۰
	شیل رسی	۲-۳	۰/۸۵-۰/۹۵
میان برها	ماسه سنگ و آهک	۱/۲-۲/۲	۰/۷۰-۰/۸۰
	شیل ماسه‌دار	۱/۵-۲/۴	۰/۷۵-۰/۸۵
	شیل رسی	۱/۸-۲/۶	۰/۸۰-۰/۹۰
تونل‌های امتدادی	ماسه سنگ	۱/۳-۲/۴	۰/۷۰-۰/۸۰
	شیل ماسه‌دار	۱/۶-۲/۵	۰/۷۵-۰/۸۵
	شیل رسی	۱/۸-۲/۸	۰/۸۰-۰/۹۰
تونل‌های دنباله‌رو	ماسه سنگ	۱/۸-۲/۵	۰/۸۰-۰/۹۰
	شیل ماسه‌دار	۲-۳/۵	۰/۸۵-۰/۹۵
	شیل رسی	۲/۵-۳/۵	۰/۹۰-۰/۹۸

از آنجا که قطر لول دینامیت‌های ساخت ایران معمولاً ۲۲ میلی‌متر است، لذا قطر چال‌ها در بسیاری از معادن زیرزمینی ایران حدود ۲۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود. در معادن زغال‌گازدار که اجباراً باید از دینامیت‌های مخصوص این معادن، که قطر لول آن‌ها بیش‌تر از دینامیت‌های معمولی است، استفاده کرد. قطر چال‌ها نیز متناسب با قطر این لول‌ها در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۶-۶ قطر مناسب چال برای حفر تونل‌های با مقاطع مختلف نشان داده شده است.

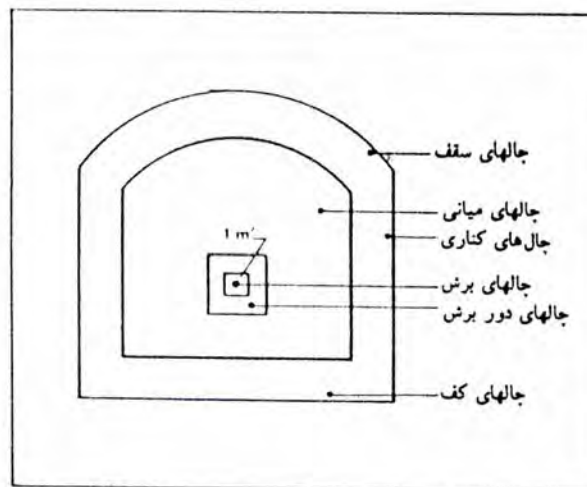


شکل ۶-۶- رابطه بین قطر چال و سطح مقطع تونلها

۶-۴-۴- استفاده از برشها در آتشیاریهای زیرزمینی

برای اینکه راندمان حفر تونل‌های مختلف به وسیله آتشیاری را بالا ببرند، در قسمت‌های میانی جبهه کار تعدادی چال نزدیک به هم و با زوایای مخصوص حفر می‌کنند و نقشه انفجار را طوری در نظر می‌گیرند که ابتدا این چال‌ها منفجر شود و یک جبهه آزاد برای سایر چال‌ها فراهم سازد.

مجموعه این قبیل چال‌ها به نام برش^۶ نامیده می‌شود. بدیهی است در هر جبهه کار، علاوه بر چال‌های برش، چال‌های متعدد دیگری نیز حفر می‌شود که به مجموعه آن‌ها چال‌های لازم برای یک نوبت آتشیاری می‌گویند (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷ چال‌های مختلف در یک جبهه کار

قبل از آغاز عملیات چال‌زنی باید با توجه به ابعاد تونل و مشخصات سنگ، نوع برش و آرایش چال‌ها و مشخصات آن‌ها را تعیین کرد. در تونل‌های کوچک، کنترل چال‌زنی به وسیله مسوول چال‌زنی انجام می‌گیرد، اما در دستگاه‌های چال‌زنی امروزی، مشخصات چال‌ها به وسیله کامپیوتر کنترل می‌شود.

اگر در جبهه کار تونل، چال‌های برش حفر نشوند، فقط یک سطح آزاد وجود خواهد داشت و راندمان حفاری بسیار ناچیز خواهد بود، اما با حفر چال‌های برش، سطح آزاد در مورد چال‌های دور برش و چال‌های بعدی، به دو سطح افزایش می‌یابد. در این حالت فقط چال‌های برش راندمان کمی دارند که برای رفع این مشکل، در بعضی از برش‌ها، در وسط چال‌های برش یک چال خالی با قطر بزرگ حفر می‌کنند.

پس از انفجار چال‌های برش، فاصله هر چال تا سطح آزاد ایجاد شده را بار سنگ^۷ می‌گویند.

۶-۵- محاسبات مربوط به آتشباری در معادن سطحی

معمولاً معادن روباز را به صورت پله‌های متوالی استخراج می‌کنند و برای حفر هر پله، ابتدا تعدادی چال در ردیف‌هایی به موازات لبه پله حفر و آنگاه چال‌ها را به ترتیب از ردیف جلو به عقب منفجر می‌کنند. انتخاب قطر، عمق، شیب و فاصله چال‌ها از جمله مهم‌ترین مسائلی مربوط به این روش استخراج است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

۶-۵-۱- قطر چال

در حالت کلی با افزایش قطر چال، هزینه‌های نسبی آتشباری کاهش می‌یابد. البته عوامل دیگر از قبیل ارتفاع پله‌ها، محدودیت‌های ارتعاش، سختی و مقاومت سنگ ممکن است سبب شود که چال‌های با قطر زیاد سبب خردشدگی نامعقول و هزینه بالا شود. از سوی دیگر، استفاده از چال‌های با قطر کم در سنگ‌هایی که درزه‌های زیادی دارند و نیز سنگ‌های لایه‌ای، ممکن است سبب کاهش کارایی موج انفجار شود. در چال‌های با قطر کم، انرژی حاصل از انفجار به ویژه در اطراف خرج بهتر توزیع می‌شود و در نتیجه به تقسیم‌های متعدد خرج نیازی نباشد.

مطابق یک قاعده سرانگشتی، قطر مناسب چال را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$D = 8.33 \times H \quad (۶-۱۲)$$

که در آن:

D = قطر چال بر حسب میلی‌متر؛

H = ارتفاع پله بر حسب متر.

البته عوامل مختلف ممکن است سبب شود که قطری که از رابطه ۶-۱۲ حاصل می‌شود، همواره قطر بهینه نباشد. در این مورد

رابطه تقریبی دیگری نیز به شرح زیر وجود دارد:

$$D = \alpha \times H \quad (۶-۱۳)$$

در این فرمول نیز D و H همان مفاهیم و واحدهای رابطه ۶-۱۲ را دارند. α نیز از ۶/۶۶ تا ۱۰ متغیر است.

۶-۵-۲- عمق چال

برای اینکه چال‌ها به خوبی کار کنند، عمق آن‌ها را بایستی کمی بیش از ارتفاع پله در نظر گرفت. هر چقدر ارتفاع پله زیادتر و سنگ‌ها محکم‌تر باشند، این اضافه عمق زیادتر در نظر گرفته می‌شود. برای تعیین ته چالی در سنگ‌های سخت، از رابطه زیر استفاده می‌کنند:

$$h = \beta_{\text{hard}} \times d \quad (۱۴-۶)$$

که در آن h اضافه عمق چال (نسبت به ارتفاع پله) و d قطر چال است. β_{hard} نیز از ۱۲ تا ۱۴ متغیر است. در سنگ‌های نرم می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$h = \beta_{\text{soft}} \times d \quad (۱۵-۶)$$

β_{soft} نیز از ۰/۸ تا ۰/۹ متغیر است.

در این مورد رابطه دیگری نیز به شرح زیر وجود دارد:

$$h = \beta \times B \quad (۱۶-۶)$$

که در آن B بار سنگ بوده و β از ۰/۲ تا ۰/۵ متغیر است.

۶-۵-۳- میزان خرج هر چال

برای محاسبه میزان خرج لازم برای هر متر از چال، رابطه زیر توصیه می‌شود:

$$q = 0.001 \times d^2 \quad \text{kg/m} \quad (۱۷-۶)$$

که در آن q مقدار ماده منفجره در هر متر از چال بر حسب کیلوگرم و d قطر چال بر حسب میلی‌متر است. برای محاسبه مقدار ماده نارویه در هر متر از چال از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$q = 0.785 \times d^2 \gamma \quad \text{kg/m} \quad (۱۸-۶)$$

در این رابطه q مقدار ماده نارویه در هر متر از چال بر حسب کیلوگرم؛ d قطر چال بر حسب متر و γ جرم مخصوص ماده منفجره است که اندازه آن برای آمونیوم دینامیت پودری حدود ۸۵۰ تا ۹۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب و در مورد دینامیت لول، ۷۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

۶-۵-۴- فاصله‌داری^۱ چال‌های هر ردیف

برای تعیین فاصله بین چال‌های هر ردیف روابط متعددی وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها به شرح زیر است: در سنگ‌های سخت می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$S = \delta_{\text{hard}} \times B \quad (۱۹-۶)$$

در این رابطه S فاصله بین چال‌های هر ردیف و B بار سنگ است. δ_{hard} از ۰/۸ تا ۰/۹ متغیر است.

برای سنگ‌های نرم می‌توان رابطه زیر را به کار برد:

$$S = \delta_{\text{soft}} \times B \quad (۲۰-۶)$$

δ_{soft} از ۱ تا ۱/۴ متغیر است.

طبق تعریف فاصله نسبی چال‌ها عبارت از نسبت بین فاصله‌داری چال‌های هر ردیف به بار سنگ است:

$$m = \frac{S}{B} = \frac{\text{فاصله‌داری چال‌های هر ردیف}}{\text{بار سنگ}} \quad (21-6)$$

بسته به نوع سنگ مقدار m بین ۰/۸ تا ۱/۴ در تغییر است.

اگر فاصله‌داری چال‌ها کم‌تر از بار سنگ باشد، سبب می‌شود که مواد مسدودکننده چال به خارج پرتاب شود و بین چال‌ها شکاف‌های زودرس به وجود آید. این امر سبب می‌شود که گازهای ناشی از آتشباری به سرعت در اتمسفر پراکنده شوند که حاصل آن ایجاد موج انفجار و سرو صدای زیاد است.

اگر فاصله‌داری چال‌ها خیلی زیاد باشد، ممکن است سنگ‌های واقع در بین چال‌ها به اندازه کافی خرد نشوند و در نتیجه پس از آتشباری، یک سطح ناهموار به وجود آید. بنابراین همواره باید فاصله‌داری مناسب را با توجه به روابط یاد شده انتخاب کرد.

۶-۵-۵- بار سنگ

بار سنگ فاصله بین ردیف چال‌ها است و انتخاب آن از جمله مهم‌ترین مسایل آتشباری‌های سطحی است. در مواردی که از چال‌های عمیق بیش از ۵ متر برای آتشباری استفاده می‌شود، می‌توان فرمول زیر را برای محاسبه بار سنگ به کار برد:

$$B = \sqrt{\frac{(L - 22d) \times c}{q \times m \times H}} \quad (22-6)$$

که در آن:

B = بار سنگ بر حسب متر؛

L = عمق چال با در نظر گرفتن عمق ته چال بر حسب متر؛

c = میزان خرج موجود در هر متر چال بر حسب کیلوگرم بر متر؛

q = خرج ویژه بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب؛

H = ارتفاع پله بر حسب متر؛

d = قطر چال بر حسب متر؛

m = فاصله نسبی چال‌ها.

در مواردی که برای آتشباری از چال‌های کم عمق (۳ تا ۵ متر) استفاده می‌شود بار سنگ را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$B = d \times \sqrt{\frac{8.2 \times \gamma}{m \times q}} \quad (23-6)$$

که در آن:

B = بار سنگ بر حسب متر؛

d = قطر چال بر حسب دسی‌متر؛

m = فاصله نسبی چال‌ها؛

γ = جرم مخصوص ماده ناریه در چال بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب؛

q = خرج ویژه بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب.

معمولا در موارد مختلف بار سنگ برابر $0/6$ تا $0/8$ ارتفاع پله به دست می‌آید.

۶-۵-۶- طول گل‌گذاری

طول قسمتی از چال که باید بسته شود، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \mu \times B \quad (۶-۲۴)$$

که در آن t طول قسمت گل‌گذاری چال و B بار سنگ است. μ از $0/7$ تا $1/3$ متغیر است.

در مورد طول گل‌گذاری نیز حد بهینه‌ای وجود دارد. اگر این طول کافی نباشد، پرتاب شدید سنگ‌ها و لرزش هوای فوق‌العاده اتفاق خواهد افتاد. از سوی دیگر اگر طول قسمت بسته شده چال بیش از حد باشد، سبب افزایش لرزش زمین و کاهش قدرت خردکنندگی می‌شود. در بسیاری از موارد از پودر سنگ حاصل از حفر چال برای بستن آن استفاده می‌کنند. در مواردی که پوش سنگ وجود دارد و یا در حالی که چال تا دهانه پر از آب باشد، استفاده از خرده سنگ مناسب‌تر است. بهترین مواد برای بستن چال، ذرات ریز و یک اندازه سنگ است که به خوبی چال را می‌بندند. هیچگاه نباید از ذرات درشت یا خرده سنگ‌ها که ممکن است به سیستم آتشیاری لطمه بزنند، استفاده کرد.

ابعاد مناسب ذرات سنگ برای بستن چال‌های مختلف در جدول ۶-۷ درج شده است.

جدول ۶-۷- مواد مناسب برای پرکردن چال‌ها در حالت‌های مختلف

ابعاد خرده سنگ (میلی‌متر)	قطر چال (اینچ)
۹/۵	$1\frac{1}{2}$
۹/۵ تا ۱۲/۵	$2\frac{1}{2}$ - ۳
۱۶	۴-۵
۱۹	>۵

* احتیاط: پودر ناشی از حفر چال را می‌توان کوبید اما هیچ‌گاه نباید خرده سنگ‌ها را کوبید زیرا ممکن است به سیستم آتشیاری صدمه بزند.

۶-۵-۷- خرج‌گذاری چال‌های مرطوب

خرج‌گذاری چال‌های مرطوب با مواد منفجره بسته‌بندی شده مستلزم آن است که قطر لول مواد منفجره، کم‌تر از قطر چال باشد تا چال را بتوان به آسانی خرج‌گذاری کرد. به هر حال، با کاهش قطر ستون مواد منفجره در اثر خرج‌گذاری با مواد منفجره بسته‌بندی شده، میزان انرژی حاصل به ازای واحد طول چال نسبت به مواد منفجره فله‌ای، کاهش می‌یابد. به منظور خنثی کردن انرژی تلف شده، مواد منفجره درون چال باید متعادل شود. این منظور، غالبا با استفاده از مواد منفجره قوی‌تر، حاصل می‌شود.

۶-۵-۸- توزیع مواد منفجره در چال

از آنجا که منبع اصلی انرژی در داخل چال مواد منفجره است لذا توزیع این مواد در طول چال، اهمیت ویژه‌ای دارد. در مواردی که برای پرکردن تمام مقطع چال از مواد منفجره فله‌ای همچون آنفو یا امولسیون‌ها استفاده می‌شود، چنین تصور می‌کنند که ماده منفجره به طور کامل به چال متصل است. در حالت کلی، بسته به قطر چال و وضعیت ماده منفجره، قطر لول ماده منفجره چند سانتی‌متر از قطر چال کمتر است. واضح است که به هنگام استفاده از این گونه مواد، بین لول ماده منفجره و جدار چال، فاصله‌ای باقی می‌ماند. از سوی دیگر در این گونه موارد، در محاسبات مربوط باید قطر لول ماده منفجره را به جای قطر خود چال به کار برد. فاصله موجود بین ماده منفجره و چال، بر میزان کارایی مواد منفجره اثر می‌گذارد و اگر بخش خشک چال با این نوع مواد خرج‌گذاری شود، این تاثیر زیاده‌تر است.

الف- محاسبه وزن ستون خرج

وزن ستون خرج در هر چال، تابعی از جرم مخصوص، قطر و طول ستون مواد منفجره است. وزن ستون مواد منفجره را می‌توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$Q = 0.34 \times D_e^2 \times \rho \times E_{cl} \quad (۲۵-۶)$$

که در آن:

Q = وزن مواد منفجره درون هر چال بر حسب پوند؛

D_e = قطر ستون مواد منفجره بر حسب اینچ؛

ρ = جرم مخصوص مواد منفجره بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب؛

E_{cl} = طول ستون مواد منفجره بر حسب فوت.

ب- خرج‌گذاری منقطع^۹

خرج‌گذاری منقطع عبارت از عملی است که بر اساس آن مسوول آتشباری می‌تواند ستون مواد منفجره را به ۲ یا چند خرج مجزا تفکیک کند. بدین منظور، فاصله بین دو قسمت از خرج را به وسیله مواد خنثی مانند پودر ناشی از حفر چال و یا خرده سنگ، پر می‌کنند. خرج‌گذاری منقطع به دو هدف مختلف به کار می‌رود، یکی به منظور محبوس کردن گازهای آتشباری به هنگام مواجه شدن با لایه‌های نرم یا سنگ حفره‌دار و دیگری به منظور توزیع بهتر انرژی ناشی از آتشباری در طول چال (به بیان دیگر به قصد خردکردن پوش سنگ).

یکی دیگر از دلایل به کارگیری خرج‌گذاری منقطع کنترل ارتعاشات و کاهش وزن مواد منفجره در هر مرحله آتشباری است. چنین تصمیم‌گیری، معمولاً بر اساس تحلیل فواصل مقیاس‌بندی شده و یا تحلیل نتایج ثبت شده امواج لرزه‌ای، انجام می‌گیرد. غالباً، تغییر روش آتش‌کردن چال‌ها با استفاده از چاشنی‌های تاخیری دقیق، تعداد خرج‌گذاری‌های منقطع لازم را کاهش می‌دهد و در بعضی موارد اصولاً ضرورت خرج‌گذاری منقطع را منتفی می‌سازد.

حداقل ضخامت خرج‌گذاری منقطع لازم را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$T_d = 6 \times D \quad (۲۶-۶)$$

که در آن:

T_d = طول قسمت‌های با خرج گذاری منقطع بر حسب اینچ؛

D = قطر چال بر حسب اینچ.

در مورد چال‌های مرطوب، بایستی طول قسمت‌های خرج گذاری منقطع را دو برابر کرد زیرا آب، امواج ضربه‌ای را به مراتب بهتر از مواد خشک منتقل می‌کند. در این صورت، تمام مواد منفجره تفکیک شده بایستی به طور جداگانه چاشنی گذاری شود تا از آتش شدن کلیه مواد منفجره، اطمینان به عمل آید.

علت مینیمم کردن ضخامت مواد منفجره تفکیک شده آن است که اطمینان حاصل شود که انتشار عرضی امواج بین خرج‌های جداگانه، اتفاق نمی‌افتد. مطابق رابطه ۶-۲۸ ضخامت ۶ برابر قطر چال بدین منظور معمولاً کافی است. از سوی دیگر، در مواردی که از مواد منفجره حساس تر نظیر دینامیت استفاده می‌شود، ممکن است افزایش ضخامت بخش‌های با خرج گذاری منقطع، لازم شود. در چنین مواردی، یک لرزه‌نگار لازم است تا ارتعاشات لرزه‌ای را ثبت کند تا بر اساس آن بتوان درباره شیوه انتشار امواج لرزه‌ای، مطالعه و بهترین فاصله را انتخاب کرد.

ج - خرج ویژه^{۱۰}

خرج ویژه که گاه به آن ضریب پودر^{۱۱} هم می‌گویند، رابطه ریاضی بین وزن مواد منفجره و حجم یا وزن معینی از سنگ است. معمولاً وزن دینامیت بر حسب کیلوگرم و حجم سنگ بر حسب مترمکعب و یا وزن آن بر حسب تن بیان می‌شود. برای محاسبه حجم سنگ حفاری شده به ازای هر چال از رابطه زیر استفاده می‌کنند:

$$V = B \times S \times H \quad (۲۷-۶)$$

که در آن:

B = بار سنگ بر حسب متر؛

S = فاصله‌داری چال‌های هر ردیف بر حسب متر؛

H = ارتفاع پله بر حسب متر؛

V = حجم سنگ حفر شده به ازای هر چال بر حسب مترمکعب.

به هر حال، ضریب پودر یا خرج ویژه بر این فرض بنا شده است که وزن مواد منفجره و انرژی ناشی از آن، مفاهیم مترادفی هستند. به این نکته مهم باید توجه داشت که انرژی ناشی از مقدار معینی از مواد منفجره مختلف مثل دینامیت ژلاتینی، آنفو، T.N.T و نظایر آن‌ها، قطعاً با هم متفاوت است. بنابراین مفهوم خرج ویژه تنها در مواردی اعتبار دارد که مواد منفجره مصرفی در چال‌ها از نوع واحدی باشند.

10- specific charge weight

11 - powder factor

۶-۵-۹- خرج‌های کف چالی

برای خنثی کردن بار سنگ اضافی در پاشنه پله، در کف ستون مواد منفجره درون چال، انرژی انفجاری بیش‌تری مورد نیاز است. این خرج اضافی را خرج کف چالی^{۱۲} می‌گویند. وجود این انرژی انفجاری اضافی سبب می‌شود که سنگ‌ها را از کف چال ببرد و سطح حاصل از آتشباری به صورت مسطح و هموار در آید. در واقع، وجود خرج کف چالی، فاکتور انرژی را در منطقه پاشنه چال‌ها، افزایش می‌دهد.

فاکتور انرژی انفجاری را باید با کاهش فواصل چال‌های اولیه و یا با تمرکز توزیع انرژی مواد منفجره موجود در مورد بخش معینی از سنگ‌ها، تعدیل کرد. واضح است که این امر سبب افزایش هزینه‌های چال‌زنی و خرج اضافی از بابت اضافه خرج‌گذاری در بخش میانی و بالایی چال‌ها خواهد شد. برای این‌که خردشدگی سنگ‌ها در طول چال به طور یکنواخت انجام گیرد و در عین حال هزینه‌های چال‌زنی و آتشباری بهینه شود، استفاده از ماده منفجره قوی در کف چال لازم است.

ارتفاع خرج کف چالی باید برابر بار سنگ متوسط در پاشنه پله به اضافه عمق اضافه چال^{۱۳} باشد. انتخاب نوع مواد منفجره تابع شرایط زمین‌شناسی محل نظیر شیب لایه، درزه‌ها، سطح لایه‌بندی و فاصله بار سنگ در کف پله است. میزان آب موجود در چال نیز عامل مهمی است زیرا در امر توزیع انرژی در هر متر چال، اثر می‌گذارد. تنوع این عوامل، سبب می‌شوند که سطح انرژی لازم برای برش کف پله، در حد وسیعی تغییر کند.

اگر چال‌های خشک و آبدار، جداگانه بررسی شوند، انتخاب سطح انرژی لازم به نحو بهتری انجام می‌گیرد. در مورد چال‌های خشک، که ماده منفجره تمام فضای درون چال‌ها را پر می‌کند، افزایش سطح انرژی لازم در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد است. از سوی دیگر در مورد چال‌های آبدار، که برای خرج‌گذاری از لول مواد منفجره استفاده می‌شود، افزایش سطح انرژی لازم ۵۰ تا ۷۰ درصد است. اگر از آنفو به عنوان خرج اصلی استفاده می‌شود در آن صورت در مورد چال‌های خشک باید از امولسیون با قدرت نسبی در حدود ۱۳۰ تا ۱۵۰ نسبت به آنفو استفاده کرد. در مورد چال‌های آبدار، امولسیون‌های با قدرت نسبی ۱۵۰ تا ۱۷۰ مورد نیاز است.

سطح انرژی‌های یاد شده را باید فقط به عنوان راهنمای کلی مدنظر قرار داد. در عمل، بهتر است کار را با سطوح انرژی بالاتر آغاز و نتایج حاصل را ارزیابی کرد و سپس رده ماده منفجره مناسب را به دست آورد. در مورد بار سنگ‌های اضافی، یک نیمرخ انرژی مفصل مورد نیاز است تا انرژی انفجاری لازم به منظور کسب نتایج بهتر، مشخص شود. در بعضی موارد، برای از بین بردن پنجه، حفر چال‌های اضافی یا چال‌های موربی که فقط در کف آن‌ها خرج‌گذاری شده است لازم می‌شود.

۶-۶- محدوده ایمنی و اثرات زیست‌محیطی آتشباری

همراه با عملیات آتشباری معمولاً مسائلی وجود دارند که باعث به هم خوردن تعادل ایمنی، اقتصادی و بازدهی تولید می‌شوند و به عبارت دیگر اکولوژی و ویژگی‌های پایدار نواحی مجاور را به خطر می‌اندازند. بر اساس مطالعات انجام گرفته، ثابت شده است که تنها در حدود ۲۰ درصد از انرژی ماده منفجره صرف شکستن سنگ به نحو مطلوب می‌شود. با توجه به مطالعات تئوری انتقال انرژی، نتایج توزیع انرژی حاصل از مواد منفجره به صورت جدول ۶-۸ است.

12 - bottom charge

13 - subdrilling

بر این اساس از مهم‌ترین اثرات نامطلوب آتشیاری می‌توان به لرزش زمین، لرزش هوا و پرتاب سنگ اشاره کرد. این پدیده‌ها تحت شرایط خاص، توانایی تخریب سازه‌های مجاور را نیز دارند.

۶-۷- لرزش زمین

یکی از اثرات فرعی عملیات آتشیاری لرزش زمین^{۱۴} است. همراه با افزایش فعالیت‌های معدنی و عمرانی در سال‌های اخیر، لرزش زمین به یکی از مسایل مهم زیست‌محیطی تبدیل شده و نیز منبع اصلی شکایات عمومی در ارتباط با تخریب سازه‌ها است.

جدول ۶-۸- توزیع انرژی حاصل از مواد منفجره به هنگام آتشیاری

نوع پدیده	درصد انرژی
ایجاد شکاف درجا	کمتر از ۱
شکستن	۱۵
جابه‌جایی	۴
خردکردن در نزدیکی چال (پودرشدن)	۱/۵ تا ۲
پرتاب سنگ	۱
تغییر شکل زمین	۱
لرزش زمین	۴۰
لرزش هوا	۳۸ تا ۳۹

۶-۷-۱- حدود و استانداردهای موجود

در کنار تخریب سازه‌ها، فاکتور مهم دیگر، واکنش آن‌ها نسبت به لرزش است. لرزش، در سطحی بسیار پایین‌تر از شدت کافی برای تخریب، توسط شخص احساس می‌شود. واکنش انسان به لرزش بسته به سطح سلامت شخص و زمان انفجار، متفاوت است. به هنگام خواب، تمرکز، مطالعه و یا آسایش، لرزش حتمی به میزان بسیار کم نیز می‌تواند شخص را آشفته سازد. اثرات لرزش و واکنش‌های به آن در جدول ۶-۹ درج شده است.

جدول ۶-۹- سطوح لرزش و واکنش‌های انسان نسبت به آن

واکنش انسان	اوج سرعت ذره‌ای (mm/s)
محسوس	۲ تا ۵
قابل توجه	۵ تا ۹
ناخوشایند	۹ تا ۲۰
آشفتگی	۲۰ تا ۳۲
اعتراض و غیرقابل تحمل	۳۲ تا ۵۰

اگر سیستم آتشیاری به درستی طراحی نشود، لرزش زمین به میزانی خواهد بود که باعث تخریب در مناطق زیر خواهد شد:

• محدوده معدن و ساختمان‌ها و تاسیسات مستقر در آن؛

• سازه‌های مجاور که در خارج از محدوده معدن قرار دارند.

طی سال‌های اخیر، روش‌های طراحی مختلفی در ارتباط با لرزش زمین ابداع شده و مقررات جامعی نیز ارائه شده است. این مقررات بر اساس حداکثر سرعت ذره‌ای بیان شده‌اند. حدود ایمن لرزش در جدول ۶-۱۰ درج شده است.

۶-۷-۲- عوامل موثر در لرزش زمین

عوامل تاثیرگذار بر لرزش، همان عوامل موثر بر نتایج آتشباری هستند که از نظر کنترل انسانی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

• قابل کنترل؛

• غیرقابل کنترل.

جدول ۶-۱۰- استاندارد حدود ایمن لرزش

فرکانس (HZ)	ماکزیمم سرعت ذره‌ای (mm/s)	نوع سازه
۴۰	۵۰	خانه‌های جدید با دیوارهای خشک
<۴۰	۲۵	تکرار عملیات
۴۰	۵۰	خانه‌های قدیمی مرطوب، گچی یا چوبی
<۴۰	۱۲/۵	تکرار عملیات

عواملی نظیر خرج‌گذاری، خصوصیات هندسی چال‌ها و نظایر آن‌ها قابل کنترل و عوامل مربوط به زمین و محیط، جزو عوامل غیر قابل کنترل محسوب می‌شوند که در زیر به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌کنیم.

الف- وضعیت زمین‌شناسی محدوده

زمین‌شناسی محلی و ژئومکانیک سنگ‌ها تاثیر به‌سزایی بر لرزش دارند. در سنگ‌های همگن و توده‌های یکپارچه، لرزش‌ها در تمام جهات پخش می‌شوند اما در زمین‌های ناهمگن و مرکب، انتشار امواج در تمامی جهات یکسان نیست. معمولاً پوشش‌های روباره‌ای عامل تغییر فرکانس و شدت لرزش هستند. مدول الاستیسیته خاک کم‌تر از سنگ است و به همین دلیل، سرعت انتشار امواج در این محیط‌ها کاهش می‌یابد. همچنین فرکانس لرزش کم شده و جابه‌جایی به صورت افزایش ضخامت روباره، نمایان می‌شود.

در نزدیکی محل انفجار خصوصیات لرزش متاثر از فاکتورهای طراحی آتشباری و هندسه آن است، در حالی که با افزایش فاصله، از اهمیت عوامل طراحی کاسته می‌شود و خصوصیات انتقالی محیط سنگی و خاکی نقش اصلی را در رفتار امواج به عهده می‌گیرند.

ب- میزان خرج‌گذاری

بزرگی لرزش‌های زمین و هوا در یک نقطه مشخص، به میزان خرج منفجره شده و فاصله از محل انفجار بستگی دارد. در آتشباری‌هایی که از چاشنی‌ها با تاخیر مختلف استفاده می‌شود، بیش‌ترین میزان خرج در هر تاخیر، بیش‌ترین تاثیر را بر روی شدت

لرزش دارد، نه کل خرج مصرفی. میزان خرج در هر تاخیر، مهم‌ترین عامل موثر در ایجاد لرزش‌ها است. ارتباط موجود بین شدت لرزش و خرج به صورت زیر و بر اساس سرعت ذره‌ای بیان می‌شود:

$$V \propto Q^a \quad (28-6)$$

که در آن V سرعت ذره‌ای و Q میزان خرج و a نمایی است که بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات حدوداً برابر با 0.8 است.

ج- فاصله از محل انفجار

فاصله از محل انفجار تاثیر زیادی بر بزرگی لرزش‌ها دارد. با افزایش فاصله، سرعت ذره‌ای به صورت قانون زیر کاهش می‌یابد:

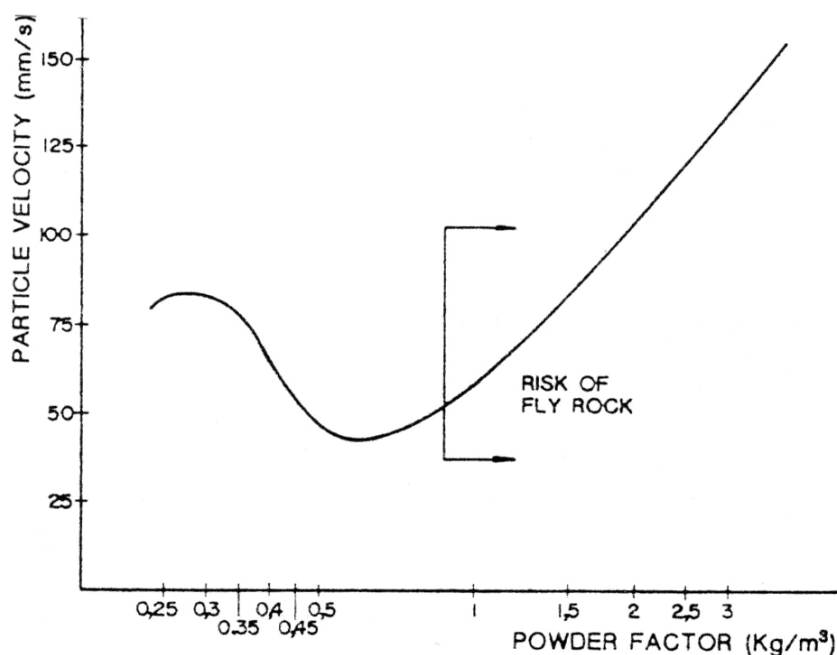
$$V \propto \frac{1}{D^b} \quad (29-6)$$

که در آن V سرعت ذره‌ای، D فاصله از محل انفجار و b نمایی است که مقدار تقریبی آن برابر $1/6$ برآورد شده است.

تاثیر دیگر فاصله به صورت کاهش امواج با فرکانس بالاست که در این حالت زمین به مثابه فیلتری عمل می‌کند که تنها امواج با فرکانس پایین را از خود عبور می‌دهد. لذا با دور شدن از محل انفجار، بیش‌ترین انرژی لرزش‌ها مربوط به امواج با فرکانس پایین است.

د- خرج ویژه

از دیگر عوامل تاثیرگذار بر لرزش زمین، خرج ویژه است. بررسی‌های به عمل آمده در مورد آتشیاری‌ها نشان می‌دهند که با کاهش ۲۰ درصدی خرج ویژه از مقدار بهینه آن، حدود لرزش اندازه‌گیری شده ۲ تا ۳ برابر افزایش می‌یابد که این امر به دلیل توزیع فضایی نامطلوب خرج و محصوربودن خرج در داخل حجم بزرگی از سنگ است که توانایی غلبه بر آن را ندارد. در شکل ۸-۶ تاثیر خرج ویژه در حالات متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۸-۶- تاثیر خرج ویژه بر شدت لرزش

ه- نوع ماده منفجره

مواد منفجره‌ای که چگالی و سرعت انفجار پایینی دارند (از قبیل آنفو)، در داخل چال، فشار کمتری هم تولید می‌کنند، لذا لرزش‌های ناشی از انفجار این مواد، نسبت به مواد منفجره چگال‌تر و با سرعت انفجار بالاتر، ضعیف‌تر است. معمولاً شدت لرزش ناشی از انفجار ژله‌های انفجاری ۲ تا ۲/۴ برابر شدت لرزش حاصل از انفجار آنفو است.

و- پارامترهای هندسی انفجار

اکثر پارامترهای هندسی طرح آتشباری، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی لرزش‌های ناشی از انفجار دارند که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

اول- قطر چال- افزایش قطر چال سبب تشدید لرزش می‌شود زیرا با افزایش آن، میزان خرج هر چال به صورت تابع درجه دومی از قطر افزایش می‌یابد.

دوم- ارتفاع پله- حفظ رابطه $\frac{H}{B} > 2$ (که در آن H ارتفاع پله و B بار سنگ است) به منظور دستیابی به خردایش قابل قبول و رفع پاشنه به جا مانده در پای پله همواره الزامی است. در نتیجه به دلیل نامحصور بودن خرج، لرزش نیز کاهش می‌یابد.

سوم- بار سنگ و فاصله‌داری- در صورتی که بار سنگ بیش از اندازه باشد، گازهای حاصل از انفجار توانایی خردایش و جابه‌جایی کامل سنگ را نخواهند داشت و در نتیجه بخشی از انرژی انفجار به امواج لرزه‌ای تبدیل می‌شود.

همچنین اگر بار سنگ کوچک انتخاب شود، گازها با سرعت بسیار زیادی به داخل اتمسفر فرار می‌کنند و در نتیجه بخش عمده‌ای از انرژی آن‌ها به صورت لرزش‌های هوا و صدا در می‌آید. فاصله‌داری چال‌ها نیز تأثیری مشابه با بار سنگ بر روی انفجار دارد.

چهارم- گل‌گذاری- اگر طول گل‌گذاری بسیار زیاد باشد، محصوریت خرج افزایش می‌یابد و امکان افزایش میزان لرزش بسیار محتمل است.

پنجم- اضافه چال- اثرات انتخاب بیش از حد بهینه اضافه چال، به صورت لرزش بیش‌تر زمین و باقی ماندن کف نامنظم در پای پله است.

ششم- زاویه شیب چال‌ها- با استفاده از چال‌های شیبدار، امکان استفاده بهتری از انرژی فراهم می‌شود و این امر به کاهش لرزش‌ها کمک می‌کند.

هفتم- خرج‌گذاری منقطع- با استفاده از خرج‌گذاری منقطع ۶۵ تا ۷۵ درصدی، خردایش بهتر و ابعاد قطعات خردشده، یکنواخت‌تر می‌شود. بنابراین دفعات انجام آتشباری ثانویه کم می‌شود که این امر به نوبه خود در کاهش لرزش زمین موثر است.

۶-۷-۳- روش‌های پیش‌بینی لرزش زمین

به منظور مطالعه لرزش ناشی از انفجار از روش‌های تحلیل تئوری برای تشریح داده‌های واقعی استفاده می‌شود که در این راستا اوج سرعت ذره‌ای ایزاری کارآمد برای اندازه‌گیری حد تخریب به شمار می‌رود. به همین منظور و برای تحلیل لرزش ناشی از انفجار، تعیین میزان خرج در هر تاخیر (Q) و فاصله از محل انفجار (D) دو فاکتور اساسی محسوب می‌شوند. با ثابت در نظر گرفتن Q و D

پارامترهایی از قبیل خصوصیات ژئومکانیکی سنگ‌ها و وجود ناپیوستگی‌ها، بر طبیعت و شدت لرزش‌ها تاثیر می‌گذارند. به همین خاطر نیز عمده معادلات ارایه شده، روابط تجربی بین خصوصیات سنگ، میزان خرج، فاصله و سرعت ذره‌ای هستند.

چهار روش طراحی و کنترل لرزش عبارتند از:

- روش حد ماکزیمم سرعت لرزه‌ای؛
- روش معادله مقیاس فاصله؛
- روش معادله اصلاح‌شده مقیاس فاصله؛
- روش نمودار تراز آتشباری.

این روش‌ها بر اساس محدودکردن اوج سرعت ذره‌ای بنا شده‌اند.

الف- روش حد ماکزیمم سرعت ذره‌ای

با استفاده از این روش لرزش زمین از حدود تعیین شده در جدول ۶-۱۱ تجاوز نمی‌کند. این جدول به گونه‌ای تنظیم شده است که سازه‌های مجاور محوطه آتشباری از قبیل ساختمان‌های مسکونی، ساختمان‌های عمومی، مدارس، خطوط لوله، تونل‌ها، سدها و معادن زیرزمینی از خطرات لرزش محافظت شوند.

سرعت ذره‌ای را می‌توان در سه جهت عمود برهم اندازه گرفت. باید توجه داشت که بررسی بردار برآیند سرعت‌ها مورد نیاز نیست. به منظور برداشت مقادیر ماکزیمم سرعت‌ها، تجهیزات رفتارنگاری مورد نیاز است. اگر مقادیر به دست آمده پایین‌تر از حدود مندرج در جدول ۶-۱۱ باشند، آتشباری از لحاظ رعایت مقررات قابل قبول است.

جدول ۶-۱۱- حدود ماکزیمم سرعت ذره‌ای به صورت تابع فاصله از محوطه آتشباری

فاصله از محل آتشباری (متر)	ماکزیمم سرعت ذره‌ای مجاز (V_{max}) برای لرزش زمین (سانتی‌متر در ثانیه)
۹۰ تا ۱/۵	۳
۱۵۲۵ تا ۹۱	۲/۵
بیش‌تر از ۱۵۲۵	۱/۹

ب- روش معادله مقیاس فاصله

معادله مقیاس فاصله برای تعیین وزن خرج انفجاری در هر تاخیر ۸ میلی ثانیه بدون رفتارنگاری امواج لرزه‌ای به شرح زیر به کار

می‌رود:

$$Q_t = \left(\frac{D}{D_s}\right)^2 \quad (۳۰-۶)$$

که در آن:

Q_t = حداکثر وزن خرج بر حسب پوند؛

D = فاصله از محوطه آتشباری تا نزدیک‌ترین سازه مورد حفاظت بر حسب فوت؛

D_s = فاکتور مقیاس فاصله که آن را می‌توان از جدول ۶-۱۲ به دست آورد.

نتایج به دست آمده از این روش بسیار محافظه کارانه هستند.

جدول ۶-۱۲- فاکتورهای مقیاس فاصله که بدون نیاز به رفتارنگاری برای استفاده در رابطه ۶-۳۰ به کار می‌رود

فاکتور مقیاس فاصله	فاصله (D) از محوطه آتشباری (متر)
۵۰	۰ تا ۹۰
۵۵	۹۰ تا ۱۵۲۵
۶۵	بیش تر از ۱۵۲۵

از مزایای این روش، سادگی کاربرد و عدم نیاز آن به اندازه‌گیری است. از معایب آن طراحی بسیار محافظه کارانه است و به دلیل این که رفتارنگاری انجام نمی‌گیرد، نمی‌توان به طریق کمی انفجارات بعدی را بهبود بخشید.

ج- روش معادله اصلاح شده مقیاس فاصله

یکی از اساسی‌ترین معادلات پیش‌بینی لرزش که بر اساس ماکزیمم سرعت ذره‌ای و مقیاس فاصله بیان شده است به صورت زیر است:

$$V = K(D_s)^{-\beta} \quad (۳۱-۶)$$

که در آن:

V = ماکزیمم سرعت ذره‌ای (in/sec)

K = ثابت ساختگاه؛

D_s = مقیاس فاصله؛

β = ثابت.

مقادیر K و β بسیار به هم وابسته‌اند. مقدار K بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ متغیر است و نمای β معمولاً بین ۱/۱ تا ۲/۴ تغییر می‌کند. مقررات به مجریان عملیات اجازه می‌دهد که شکل خاصی از معادله مقیاس فاصله را مورد استفاده قرار دهند و این به معنای یافتن مقادیر K و β برای ساختگاه مورد نظر است. قوانین، اوج سرعت ذره‌ای در سطح اعتماد ۹۵ درصد را به شرطی که از مقادیر مندرج در جدول ۶-۱۶ تجاوز نکند، مجاز می‌دانند. به منظور یافتن معادله مشخصه ساختگاه داده‌های زیر باید از آتشباری‌های متناوب جمع‌آوری شود:

- ماکزیمم سرعت ذره‌ای (V)؛

- فاصله از محل انفجار (D)؛

- حداکثر مقدار ماده منفجره در انفجارهایی با تاخیر ۸ میلی ثانیه (Q_t).

این داده‌های باید در محدوده وسیعی از مقیاس فاصله جمع‌آوری شوند و به طور یکنواخت توزیع شده باشند. داده‌های V ، D و Q_t باید با دقت تهیه شوند. در هر انفجار، دو مقدار بحرانی D و Q_t تبدیل به D_s می‌شوند و در نتیجه برای هر انفجار دو داده D_s و V به دست می‌آید. با توجه به سطح اعتماد مورد نظر، تعداد داده‌ها نیز باید زیاد باشد و حداقل آن ۳۰ جفت پیشنهاد شده است.

رابطه ۶-۳۱ را به شکل زیر نیز می‌توان نوشت:

$$\log V = \log K - \beta \log D_s \quad (۳۲-۶)$$

در واقع این بدان معناست که تغییرات V و D_s در مقیاس لگاریتمی - لگاریتمی به صورت خط راستی است که شیب آن β - و عرض از مبدا آن K است (شکل ۹-۶).

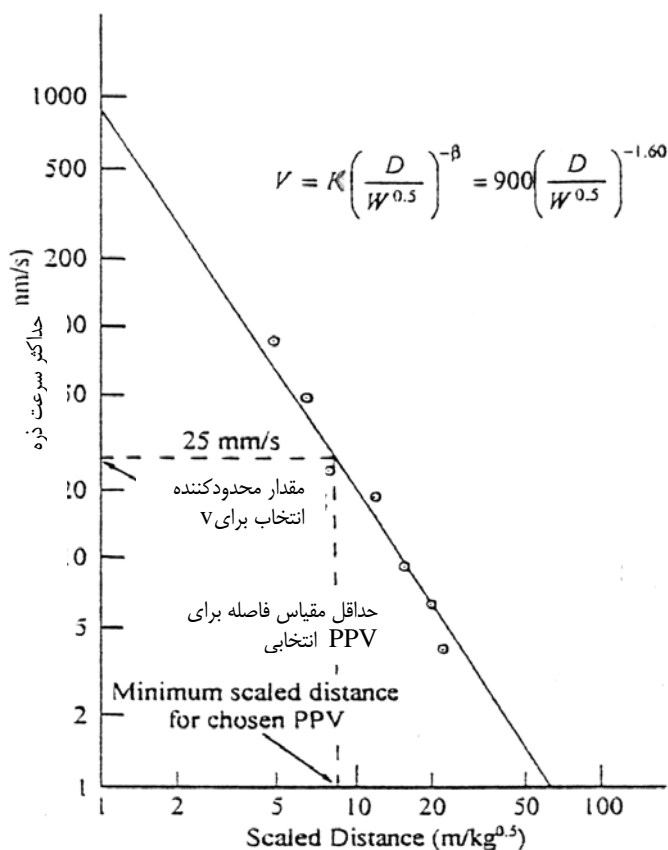
شکل ۹-۶ با استفاده از γ داده و با روش کمترین مربعات فاصله رسم شده است. در هر صورت ضریب همبستگی (r^2) نباید کم تر از 0.7 و انحراف استاندارد مورد استفاده نیز نباید کم تر از 0.2 و بیش تر 0.5 باشد. با توجه به مقادیر به دست آمده $\beta = 1.6$ و $K=900$ ، معادله مشخصه ساختگاه بررسی می شود:

$$V = 900 \times \left(\frac{D}{Q^{0.5}} \right)^{-1.6} \quad (۳۳-۶)$$

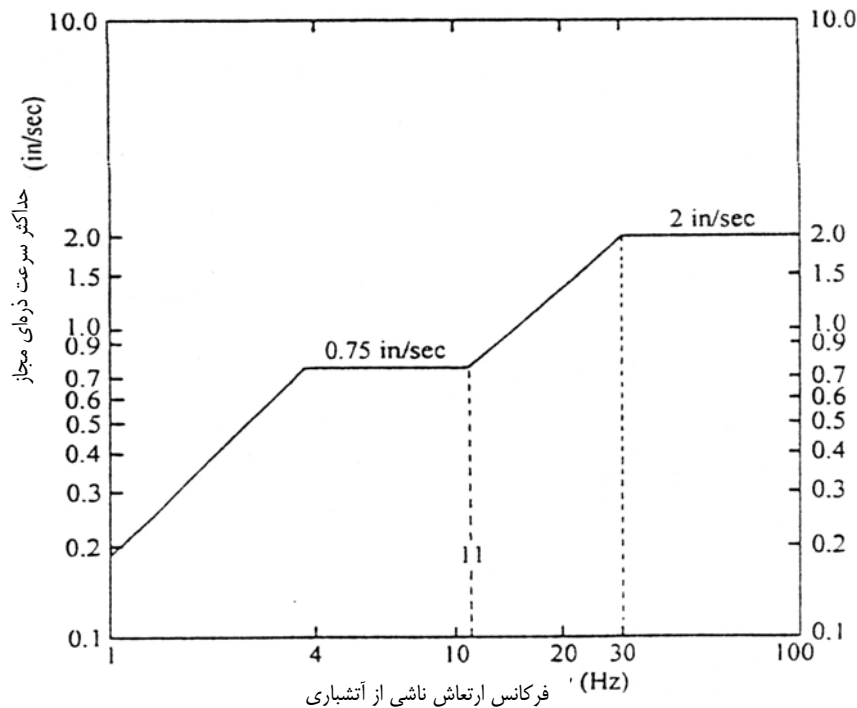
که انفجارات بعدی را به کمک این رابطه می توان مورد بررسی قرار داد.

د- روش نمودار تراز آتشیاری

با توجه به نمودار تراز آتشیاری (شکل ۱۰-۶)، می توان ماکزیمم لرزش مجاز زمین را به صورت تابعی از فرکانس (در صورت معلوم بودن آن) تعیین کرد. به طوری که دیده می شود، در مورد فرکانس های بزرگ تر از 30 هرتز، حداکثر سرعت ذره ای مجاز به 2 اینچ بر ثانیه افزایش می یابد. این موضوع از این واقعیت ناشی می شود که ساختمان ها، فرکانس های طبیعی پایینی دارند و در برابر فرکانس های کم تر از 10 هرتز بسیار آسیب پذیرند و در برابر فرکانس های بالاتر از 40 هرتز نسبتاً غیرحساس اند.



شکل ۹-۶- نمودار تغییرات ماکزیمم سرعت ذره ای نسبت به فاصله در مقیاس تمام لگاریتمی



شکل ۶-۱- تغییرات اوج سرعت ذره‌ای مجاز نسبت به فرکانس ارتعاش

ه- سایر روش‌های پیش‌بینی لرزش زمین

بر اساس تحقیقات صحرایی، تعداد قابل توجهی از معادلات تجربی لرزش ارائه شده است که در آن‌ها نمادهای به کار رفته به

معانی زیر است:

V = سرعت ماکزیمم ذره‌ای؛

Q = میزان خرج در هر تاخیر؛

D = فاصله از محل انفجار؛

K و β = ثابت‌های تجربی.

بعضی از معروف‌ترین معادلات به شرح زیراند:

اول- رابطه لوگنته^{۱۰}

$$V = K \times \frac{\sqrt{Q}}{D} \quad (۳۴-۶)$$

دوم- معادله سه بعدی سرعت ذره‌ای در حالت کلی

$$V = K \times \left(\frac{D}{Q^{0.5}}\right)^{\beta} \quad (۳۵-۶)$$

سوم - رابطه دواين و دووال^{۱۶}

$$V = K \times \left(\frac{D}{Q^{0.5}}\right)^{\beta} \quad (۳۶-۶)$$

چهارم - رابطه هلمبرگ و پی یرسون^{۱۷}

$$V = K \times Q^a \times D^b \quad (۳۷-۶)$$

که در آن K , a و b ثابت‌های تجربی هستند که برای یک ساختگاه خاص، از طریق تحلیل‌های دگرسیونی مشخص می‌شوند.

پنجم - رابطه سه بعدی لاندبرگ^{۱۸}

$$\log V = 4.08 + 0.14 \log Q - 2.06 \log D + 0.22 \log Q \times \log D \quad (۳۸-۶)$$

ششم - رابطه دو بعدی لاندبرگ

$$\log V = 2.86 + 0.66 \log Q - 1.54 \log D \quad (۳۹-۶)$$

هفتم - رابطه لانگ فرس، کیلهوسترم^{۱۹}

$$V = K \times \left(\frac{Q}{3}\right)^{\frac{1}{2}} \times D^2 \quad (۴۰-۶)$$

۶-۷-۴ - راهکارهای کاهش لرزش زمین

به منظور کاهش لرزش زمین، می‌توان تمهیدات زیر را به کار برد:

الف - مینیمم کردن خرج قابل انفجار در هر دوره زمانی، کاهش قطر چال، کم کردن عمق چال‌ها، استفاده از خرج گذاری منقطع؛

ب - کاهش تعداد چال‌هایی که به طور همزمان منفجر می‌شوند؛

ج - انتخاب موثر زمان تاخیر بین چال‌ها و ردیف‌های انفجاری به گونه‌ای که از هم‌پوشانی امواج جلوگیری کند و جابه‌جایی مناسب سنگ را به همراه داشته باشد؛

د - تنظیم مسیر آتش به طوری که راستای پیشروی انفجار در جهت سازه‌ها نباشد؛

ه - استفاده از میزان خرج ویژه بهینه؛

و - انتخاب شیوه آتشیاری به گونه‌ای که حتی‌المقدور بین بار سنگ و فاصله‌داری چال‌ها، رابطه $\frac{S}{B} > 1$ برقرار باشد؛

ز - طراحی الگوی حفاری با در نظر گرفتن رابطه $\frac{H}{B} > 2$ ؛

16 - Devine & Duvall

17 - Holmberg & Persson

18 - Lundborg

19- Langefors & Kilhstorm

ح- استفاده از اضافه چال تنها در صورتی که دستیابی به خردایش خوب، مدنظر باشد؛
ط- احداث حایل و ناپیوستگی بین محل انفجار و سازه‌های تحت تاثیر لرزش، مثل ایجاد دیواره‌های خاکی.

۶-۸- لرزش هوا^{۲۰}

یکی از اثرات نامطلوب عملیات آتشباری لرزش هوا است. اگرچه لرزش هوا به ندرت باعث تخریب ساختمان‌ها می‌شود، اما صدای مهیب و ناگهانی آن آسفتگی ساکنین و بروز مشکلاتی را در پی دارد. یک خرج کاملاً محصور و پوشیده معمولاً چنین پدیده‌ای را به وجود نمی‌آورد، اما چال‌های بزرگ معادن روباز و یا انفجارات معادن زغال‌سنگ با چال‌هایی که به طور مناسب گل‌گذاری نشده‌اند ممکن است مردم را به شدت تحت تاثیر قرار دهد و باعث ترس آن‌ها بشود.

۶-۸-۱- ویژگی‌های لرزش هوا

الف- مشخصه‌های کلی لرزش هوا

لرزش هوا محصول جریان انرژی در هواست که طیفی از فرکانس‌ها بین ۰/۱ تا ۲۰۰ هرتز را در بر می‌گیرد. با توجه به این که گوش انسان، لرزش‌های هوا با فرکانس کمتر از ۲۰ هرتز را احساس نمی‌کند، این فرکانس‌ها به صورت لرزش بر سازه‌ها اثر می‌گذارند. به طور کلی در آتشباری‌ها، آن اثراتی که به صورت صدا قابل تشخیص‌اند، منبع عمده شکایات محسوب می‌شوند. اصطلاحات زیر در تشریح پدیده لرزش هوا به کار می‌رود:

- لرزش هوا: اصطلاح معمول برای امواج فشاری هوا که از انفجار ساطع شده‌اند؛
 - صدا^{۲۱}: بخش قابل شنیدن لرزش هوا که بین فرکانس‌های ۲۰ الی ۲۰۰۰۰ هرتز قرار دارد؛
 - ضربه^{۲۲}: آن بخش از لرزش هوا که غیر قابل شنیدن است و فرکانسی زیر ۲۰ هرتز دارد.
- امواج فشاری به دو صورت احساس می‌شوند:
- به صورت صدا؛
 - به صورت لرزش درها، پنجره‌ها و نظایر آن‌ها.

ب- خصوصیات امواج فشاری حاصل از لرزش هوا

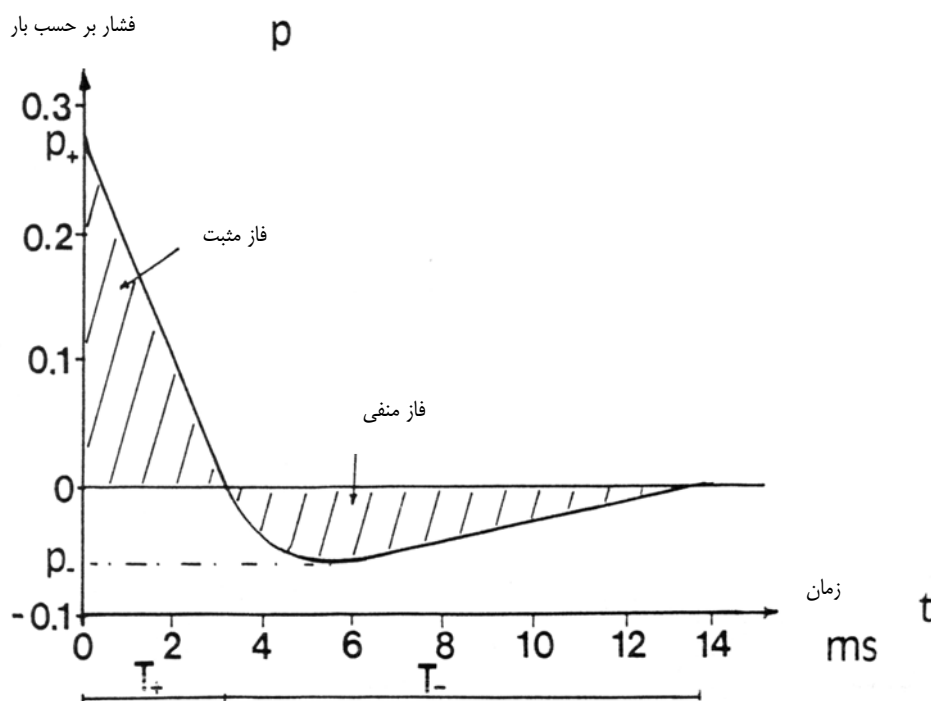
زمانی که ماده منفجره در هوا منفجر می‌شود، گازهای حاصل از انفجار به سرعت هوای اطراف را فشرده می‌کنند و آن را با سرعت بالایی به اطراف حرکت می‌دهند که در ابتدا برابر با سرعت انفجار است. موج ضربه حاصل، یک ضربه شدید اولیه را به همراه دارد که با کاهش سریع فشار ادامه می‌یابد. هوای اطراف در برابر گسترش گازهای حاصل مقاومت کمی دارد، بنابراین تا حد فشاری پایین‌تر از فشار اتمسفر منبسط می‌شود. گسترش امواج لرزش هوا به صورت تابعی از فاصله و ریشه سوم خرج مصرفی است. اگر یک خرج کروی T.N.T را در فضای آرام و دور از موانع و ساختمان‌ها منفجر کنیم و زمان و فشار را در فاصله ۵ متری از خرج ۱ کیلوگرمی اندازه‌گیری کنیم، نمودار شکل ۶-۲۸ به دست می‌آید.

20 - air blast

21 - noise

22 - concussion

به طوری که از نمودار پیدا است، همزمان با انفجار فشار، تا نقطه اوج خودش برابر $P_t = 0.27 \text{ bar}$ بالا می‌رود. سپس به تدریج کاهش می‌یابد و بعد از گذشت زمان T_t (زمان در طول فاز مثبت)، به فشار محیط باز می‌گردد. پس از گذشت زمان T_t فشار تا حداقل فشاری برابر با $P=0.06 \text{ bar}$ به زیر فشار محیط سقوط می‌کند. مدت زمان فاز منفی T_- که گاه فاز کشش نیز نامیده می‌شود، طولانی‌تر از فاز مثبت است.



شکل ۶-۱۱- موج ضربه و تغییرات آن نسبت به زمان در فاصله ۵ متری از انفجار آزاد ۱ کیلوگرم T.N.T

۶-۸-۲- حدود و استانداردهای موجود

اصولاً به منظور تعیین حدود استاندارد لرزش، ریشه دوم مقیاس فاصله را برای لرزش زمین و ریشه سوم آن را برای لرزش هوا به کار می‌گیرند. ریشه سوم مقیاس فاصله به منظور مقایسه انفجار ناشی از وزن‌های متفاوت خرج (Q) در فواصل مختلف (D) از یک نقطه مشاهده‌ای به کار می‌رود و به صورت زیر بیان می‌شود:

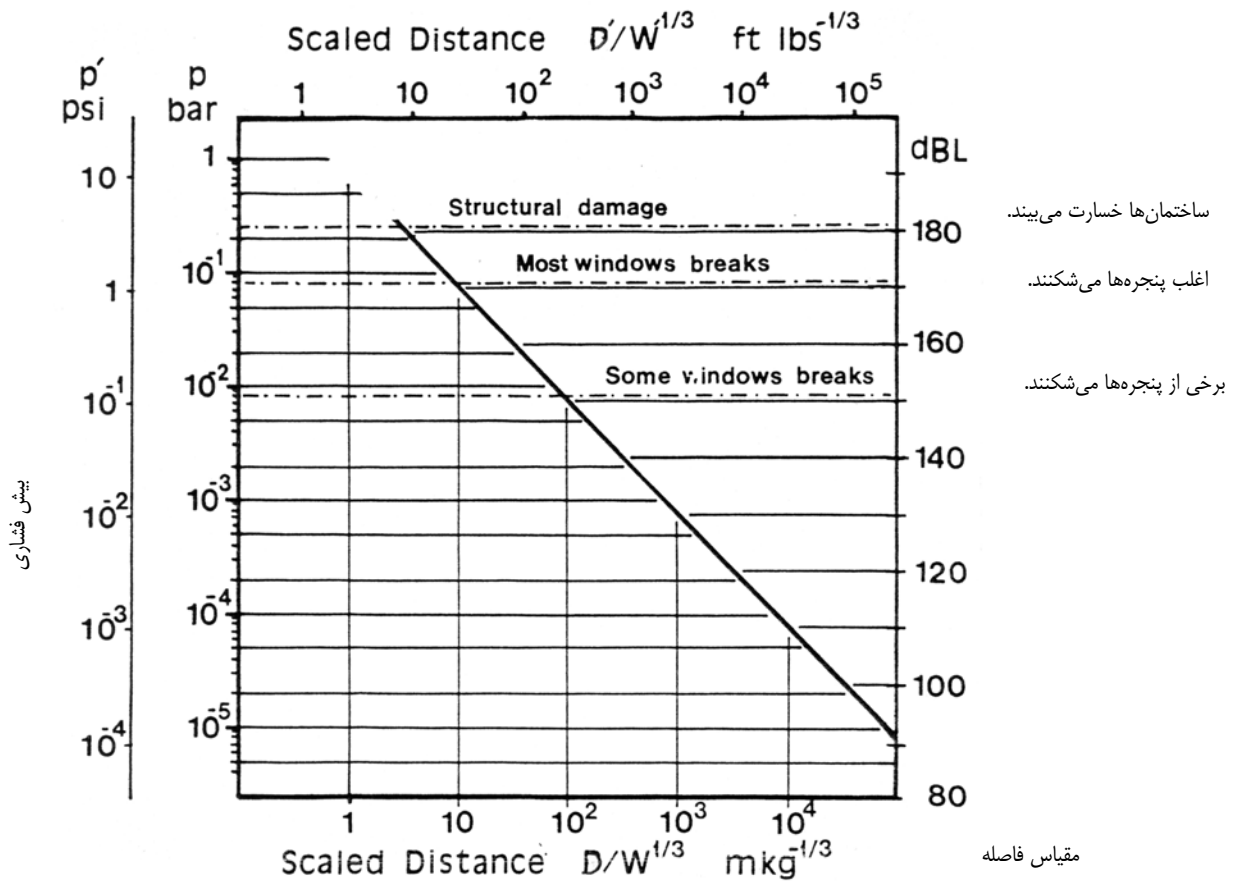
$$r = \frac{D}{Q^{1/3}} \quad (۴۱-۶)$$

که در آن:

$$r = \text{مقیاس فاصله بر حسب } (m.kg^{-1/3})$$

در شکل ۶-۱۲ ارتباط فشار و مقیاس فاصله در مقیاس تمام لگاریتمی نشان داده شده است. عکس‌العمل ساختمان‌ها در صدای زیر ۱۳۰ دسی‌بل شامل لرزش قابل شنیدن در و پنجره‌ها و اشیای روی طاقچه‌هاست. با افزایش میدان نوسان و در صدای حدود ۱۵۲

دسی بل، شکستن پنجره‌ها آغاز می‌شود. در صدای ۱۷۲ دسی بل، کلیه پنجره‌ها شکسته می‌شود و صدای بیش از ۱۸۲ دسی بل تخریب سازه‌ها را به همراه خواهد داشت.



شکل ۶-۱۲- رابطه بین فشار لرزش هوا و فاصله در مقیاس تمام لگاریتمی

حدود مجاز لرزش هوا به صورت زیر است:

- الف- حداکثر لرزش هوای قابل قبول برابر با ۱۳۴ دسی بل است که این حداکثر بر اساس حداقل احتمال تخریب سطحی سازه‌های مسکونی مجاور منطقه عملیاتی در نظر گرفته شده است؛
- ب- حد پیشنهادی برای ساختمان‌های مجاور عملیات از قبیل بیمارستان‌ها، مدارس و نظایر آن‌ها و به منظور جلوگیری از ایجاد هرگونه نگرانی بین مردم، ۱۲۸ دسی بل پیشنهاد می‌شود.

۶-۸-۳- پارامترهای موثر بر لرزش هوا

عوامل تاثیرگذار بر لرزش هوا در جدول ۶-۱۳ آمده است. به طوری که از این جدول پیدا است، این عوامل به سه دسته کاملاً موثر، نسبتاً موثر و بی اثر تقسیم‌بندی شده‌اند.

۶-۸-۴- معادلات پیش‌بینی لرزش هوا

حد B یا بزرگی لرزش هوا در هر موقعیتی بر حسب دسی‌بل بیان می‌شود که مربوط به قابلیت شنوایی انسان است و معادله اصلی آن به صورت زیر بیان می‌شود:

$$B = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (۴۲-۶)$$

که در آن:

B = حد لرزش هوا (dB)؛

P = فشار ایجاد شده (kPa)؛

P_0 = حد آستانه شنوایی برابر با 2×10^{-8} kpa.

با جای‌گذاری P_0 در رابطه ۴۳-۶ خواهیم داشت:

$$B = 20 \log P + 154 \quad (۴۳-۶)$$

فشار حاصل از لرزش هوای ناشی از انفجار خرج نامحصور (انفجار در هوای آزاد) را می‌توان با رابطه زیر تخمین زد:

$$P = 185 \times \left(\frac{D}{Q} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (۴۴-۶)$$

که در آن:

P = فشار هوا (kPa)؛

Q = جرم ماده منفجره (kg)؛

D = فاصله از محل انفجار (m).

فشار لرزش هوای حاصل از انفجار خرج محصور را نیز از رابطه زیر می‌توان تخمین زد:

$$P = 3.3 \times \left(\frac{D}{Q} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (۴۵-۶)$$

میزان لرزش هوا با دور شدن از محل انفجار کاهش می‌یابد. در فاصله D_1 لرزش برابر با B_1 است. و در حالی که فاصله D_2 لرزش

برابر با B_2 خواهد بود که از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$B = a' - b' \log \left(\frac{D}{Q} \right) \quad (۴۶-۶)$$

که در آن B بر حسب (دسی‌بل)، D بر حسب (متر)، Q بر حسب (کیلوگرم) و a' و b' نیز ثابت‌های مخصوص انتشار هستند

که به نوع انفجار و وضعیت آب و هوا بستگی دارند.

جدول ۶-۱۳- عوامل تاثیرگذار بر لرزش هوا

ردیف	نوع عوامل	عوامل	تاثیر بر لرزش		
			کاملاً موثر	نسبتاً موثر	بی اثر
۱	متغیرهای تحت کنترل	میزان خرج در هر تاخیر	×		
۲		فاصله زمانی بین تاخیرها	×		
۳		بار سنگ و فاصله‌داری	×		
۴		میزان گل‌گذاری	×		
۵		نوع گل‌گذاری	×		
۶		قطر و طول خرج			×
۷		شیب چال			×
۸		امتداد آتش		×	
۹		وزن خرج در هر امتداد			×
۱۰		عمق خرج	×		
۱۱		پوشش فنیله انفجاری	×		
۱۲		محصولیت خرج	×		
۱	متغیرهای غیر قابل کنترل	وضعیت توپوگرافی		×	
۲		نوع و ضخامت روباره	×		
۳		وضعیت آب و هوا و باد	×		

در جدول ۶-۱۴ بعضی از مقادیر لرزش هوای ایجاد شده که با جای‌گذاری در معادلات ۶-۴۳ و ۶-۴۴ به دست آمده‌اند، درج شده است. حد ایمن پیشنهادی برابر ۳/۵ کیلوپاسکال است. به منظور جلوگیری از آشفته‌گی مردم، فشار باید کم‌تر از ۰/۰۵ کیلوپاسکال باشد.

جدول ۶-۱۴- اثر لرزش هوا بر ساختمان‌ها

اثر	فشار هوا (کیلوپاسکال)
لرزش ظروف و پنجره‌های سست	۰/۲
پنجره‌های سست ممکن است که بشکنند	۵
کلیه پنجره‌ها خواهند شکست	۱۴
حد ایمن پیشنهادی	۳/۵

با توجه به حدود استاندارد پیشنهادی که برابر ۱۳۴ و ۱۲۸ دسی‌بل است، مقیاس فاصله برای این حدود به ترتیب برابر

$$\frac{D}{Q^{1/3}} = 600 \text{ و } \frac{D}{Q^{1/3}} = 320 \text{ متر به دست می‌آید. فواصل ایمنی به صورت تابعی از وزن خرج در جدول ۶-۱۵ درج شده است.}$$

۶-۸-۵- راهکارهای کاهش لرزش هوا

برای کاهش لرزش هوا می‌توان تمهیدات زیر را به کار برد:

الف- حصول اطمینان از محصوربودن صحیح خرج؛ با توجه به نکات زیر:

- استفاده از گل‌گذاری با طول کافی و ترجیحا با استفاده از مواد یکنواخت و درشت‌دانه؛
- در نظر گرفتن بار سنگ کافی برای ردیف اول چال‌ها؛
- عدم انتخاب بار سنگ بیش از حد به منظور جلوگیری از انفجار قیفی شکل چال‌ها؛
- حصول اطمینان از تاخیر درست چال‌ها به منظور جلوگیری از انفجار قیفی شکل؛

• قراردادن ۳۰۰ میلی‌متر ماسه یا خاک بر روی فتیله انفجاری. تجربه نشان داده است که این عمل انرژی منتقل شده به

اتم‌سفر را تا حد ۲۶ دسی‌بل کاهش می‌دهد؛

جدول ۶-۱۵- وزن خرج نسبت به فاصله برای خرج‌های نامحصور

فاصله (متر) $D = 600Q^{\frac{1}{3}}$	فاصله (متر) $D = 320Q^{\frac{1}{3}}$	وزن خرج (کیلوگرم)
۱۷۵۴	۹۳۶	۲۵
۲۲۱۰	۱۱۷۹	۵۰
۲۵۳۰	۱۳۴۹	۷۵
۲۷۸۵	۱۴۸۵	۱۰۰
۳۱۸۸	۱۷۰۰	۱۵۰
۳۵۰۹	۱۸۷۱	۲۰۰
۴۰۱۷	۲۱۴۲	۳۰۰
۴۴۲۱	۲۳۵۸	۴۰۰
۴۷۶۲	۲۵۴۰	۵۰۰
۶۰۰۰	۳۲۰۰	۱۰۰۰
۷۵۶۰	۴۰۳۲	۲۰۰۰
۱۰۲۶۰	۵۴۷۲	۵۰۰۰

• استفاده حتی‌المقدور از چال کمکی^{۳۳} در آتشیاری‌های ثانویه به منظور خرج‌گذاری؛

• عدم استفاده از فتیله انفجاری در آتشیاری‌های ثانویه.

ب- استفاده حتی‌المقدور از خردایش مکانیکی در آتشیاری ثانویه؛

ج- محدودکردن میزان خرج در هر تاخیر؛

د- استفاده از خطوط اصلی بدون صدا به‌هنگام استفاده از سیستم‌های تاخیری غیرالکتریکی سطحی؛

ه- مینیمم کردن تعداد آتشیاری‌ها؛

و- انتخاب زمان تاخیرها به گونه‌ای که انفجار در دیواره با سرعتی پایین‌تر از سرعت صوت پیشرفت کند؛ که این خواسته از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{S}{t_r} < V_s \quad (۴۷-۶)$$

که در آن:

S = فاصله‌داری (متر)؛

T_r = تاخیر، بین چال‌های انفجاری (ثانیه)؛

V_s = سرعت صوت برابر با (۳۴۰ متر در ثانیه).

ز- بررسی دقیق میزان خرج واقع در کنار دهانه چال‌ها به منظور جلوگیری از خرج‌گذاری حفره‌های داخل زمین و در نتیجه جلوگیری از تمرکز خرج در یک نقطه؛

ح- عدم انجام آتشباری در جهت مناطق مسکونی تا آنجا که امکان دارد، زیرا به تجربه ثابت شده است که بین قسمت جلو و عقبی آتشباری بین ۵ تا ۱۰ دسی‌بل اختلاف وجود دارد؛

ط- جلوگیری از انجام آتشباری در زمان وزش باد به سمت مناطق بحرانی. باد شدید یکی از عوامل بسیار مهم گسترش لرزش هواست که می‌تواند لرزش هوا را تا بیش از ۲۰ دسی‌بل افزایش دهد؛

ی- خودداری از انجام آتشباری در ساعات‌های اولیه و انتهایی روز و در زمان وارونگی دمایی. چنین وضعیتی باعث برگشت دوباره امواج به سطح زمین می‌شود که لرزش هوا را تا ۱۰ دسی‌بل افزایش می‌دهد؛

ص- جلوگیری از تداخل زمان انجام عملیات، با زمان‌های پر سر و صدای محیط اطراف.

۶-۹- پرتاب سنگ

پرتاب سنگ^{۲۴}، حرکت غیر قابل کنترل قطعات سنگی حاصل از آتشباری است که اصلی‌ترین منبع صدمه به اشیاء و اشخاص به شمار می‌رود. اصلی‌ترین دلایل بروز پدیده پرتاب سنگ عبارتند از:

الف- گسل‌ها، شکاف‌ها و نواحی ضعیف که به صورت محلی مقاومت توده سنگ را کاهش می‌دهند؛

ب- جانمایی اشتباه دهانه چال‌ها که به افزایش تمرکز خرج در قسمت خاصی منجر می‌شود؛

ج- انتخاب توالی و تاخیر نادرست آتش کردن چال‌ها؛

د- استفاده از خرج بسیار زیاد.

۶-۹-۱ عوامل اصلی تشدیدکننده پرتاب سنگ

از جمله مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده پرتاب سنگ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- وضعیت زمین شناسی

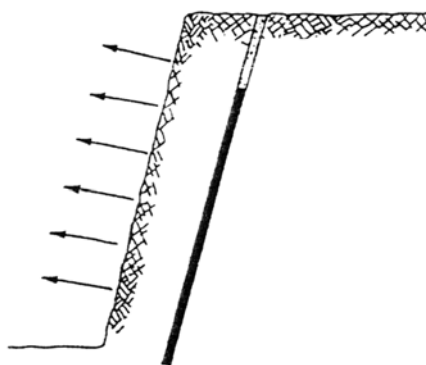
در سنگ‌های درزه‌دار و لایه‌ای، پرتاب سنگ نسبت به سنگ‌های همگن و توده‌ای شدیدتر است. به هنگام آتشیاری در زمین‌های کارستی که فضاهای خالی بسیاری دارند، باید کنترل و دقت ویژه‌ای بر مساله پرتاب سنگ داشت.

ب- مواد منفجره و توزیع آن‌ها در چال

مواد منفجره‌ای که از انرژی گازی^{۲۵} (فشار چال) زیادی برخوردارند (مثل آنفو) در مقایسه با مواد منفجره با انرژی تنجشی بالا^{۲۶} (فشار انفجار)، پرتاب سنگ بیش‌تری دارند. هندسه چال‌ها و توزیع مواد منفجره در آن‌ها از نقطه‌نظر پرتاب سنگ بسیار حایز اهمیت است.

شکل ۶-۱۳ وضعیت ایده‌آلی را نشان می‌دهد که در آن گل‌گذاری ثابت باقی مانده و بار سنگ یکنواخت است. در این حالت تنها مقدار کمی از انرژی ماده منفجره سبب پرتاب سنگ خواهد شد. شکل ۶-۱۴ حالات مختلفی را که با وضعیت ایده‌آل مغایرت دارند، نشان می‌دهد. با توجه به این شکل‌ها می‌توان دلایل پرتاب سنگ را به شرح زیر برشمرد:

- خرج داخل چال ارتفاع زیادی داشته که در این حالت قیف انفجاری در بالای پله ایجاد شده است (شکل ۶-۱۴):



شکل ۶-۱۳- وضعیت ایده‌آل انفجار از نظر پرتاب سنگ

- دیواره غیر یکنواخت بوده که در نتیجه در بعضی جاها ستون خرج به سطح آزاد بسیار نزدیک شده و در آن محل، پرتاب

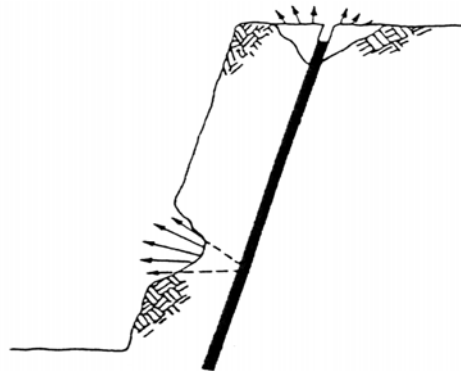
سنگ شدید بوده است (شکل ۶-۱۴).

در این دو حالت، سنگ در مرحله اول جابه‌جا می‌شود و در نهایت انرژی انبساطی گاز حجم نسبتاً کوچکی از سنگ را با سرعت بسیار بالا پرتاب می‌کند و حاصل آن پرتاب سنگ به مسافت بسیار زیاد است.

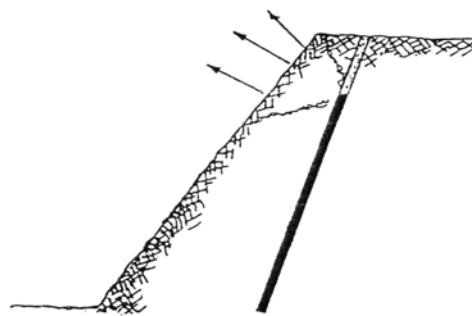
شکل ۶-۱۵ حالتی را نشان می‌دهد که چال زنی صحیح انجام نگرفته و در نتیجه بار سنگ پای پله افزایش یافته است در این حالت قسمت عمده انرژی مواد منفجره از نزدیکی‌های دهانه چال به هدر می‌رود.

25 - bubble energy

26 - strain energy



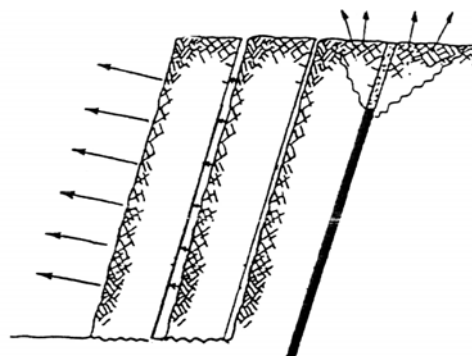
شکل ۶-۱۴- دو وضعیتی که باعث افزایش پرتاب می‌شوند



شکل ۶-۱۵- پرتاب سنگ از لبه پله

ج- تاثیر توالی آتش بر روند پرتاب سنگ

طراحی توالی آتش از نظر پرتاب سنگ اهمیت بسیار زیادی دارد. تاخیرهای میلی ثانیه بهترین نتیجه را در خلال انفجار به دست می‌دهند، به ویژه وقتی که سیستم آتشباری از چندین ردیف تشکیل شده باشد که با انفجار اولین ردیف و ردیف‌های بعدی، سنگ خرد شده ردیف اول به صورت یک پرده محافظتی در جهت جلوگیری از پرتاب سنگ عمل خواهد کرد. اگر تاخیر بین ردیف‌ها و یا بین چال‌های یک ردیف بیش از اندازه باشد، این اثر محافظتی از بین می‌رود. در هر صورت، تاخیر بین چال‌های مجاور هم در یک ردیف نباید از ۱۰۰ میلی ثانیه تجاوز کند. شکل ۶-۱۶ آتشباری چند ردیفی را نشان می‌دهد که زمان تاخیر ردیف‌ها برای جابه‌جایی آن‌ها کافی نیست و در نهایت بار سنگ ردیف انتهایی خود به خود بیش از حد زیاد خواهد شد و به همین دلیل یا قسمت گل‌گذاری پرتاب شده و یا قیف انفجاری تشکیل می‌شود و یا هر دو پدیده رخ می‌دهد.



شکل ۶-۱۶- پرتاب سنگ در نتیجه تاخیر کم در آزادسازی مطلوب ردیف‌ها

۶-۹-۲- مدل‌های محاسبه میزان پرتاب سنگ

مدل‌های تجربی سوئدی^{۲۷} و آمریکایی^{۲۸} روش‌هایی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان حداکثر پرتاب را پیش‌بینی کرد:

الف- مدل سوئدی

مرکز تحقیقات انفجار سوئد^{۲۹} رابطه زیر را پیشنهاد کرده است:

$$V_0 = \frac{10 \times d \times 2600}{T_b \times \rho} \quad (۴۸-۶)$$

که در آن:

V_0 = سرعت اولیه (متر در ثانیه)؛

d = قطر چال انفجاری (اینچ)؛

T_b = اندازه قطعات سنگ (متر)؛

ρ = چگالی سنگ (کیلوگرم بر مترمکعب).

با استفاده از این رابطه، معادلات استاندارد مسیر بالیستیکی پرواز و در نظر گرفتن وابستگی محصولات به قطر چال‌های انفجاری، حداکثر مسافت پرتاب محاسبه می‌شود که نتایج محاسبات در شکل ۶-۱۷ نشان داده شده است. معادلات مربوط نیز عبارتند از:

$$L_{\max} = 260 \times d^{\frac{2}{3}} \quad (۴۹-۶)$$

$$T_b = 0.1 \times d^{\frac{2}{3}}$$

در آتشباری پله‌ای مسافت پرتاب قطعات بسیار کمتر از حالتی است که قیف انفجاری تشکیل شده باشد. بنابراین در طراحی‌های صحیح انفجار، اندازه پرتاب از شکل ۶-۱۸ قابل محاسبه است.

ب- مدل آمریکایی

این مدل که بر اساس معادله ارایه شده توسط گورنی^{۳۰} به منظور محاسبه سرعت اولیه قطعات حاصل از انفجار به دست آمده، به شرح زیر است:

$$V_0 = \sqrt{2E} \times f\left(\frac{q}{m}\right) \quad (۵۱-۶)$$

که در آن:

V_0 = سرعت اولیه؛

$\sqrt{2E}$ = ثابت گورنی که تابعی از ماده منفجره است؛

q = تمرکز خرج در واحد طول؛

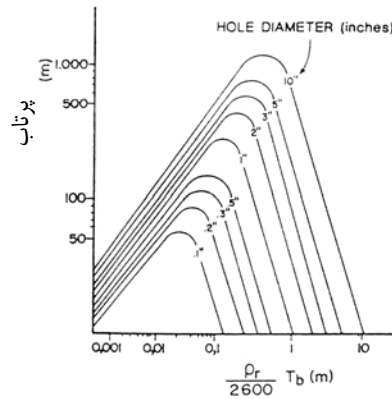
m = کل وزن مواد در واحد طول؛

27 - Lundborg & Persson

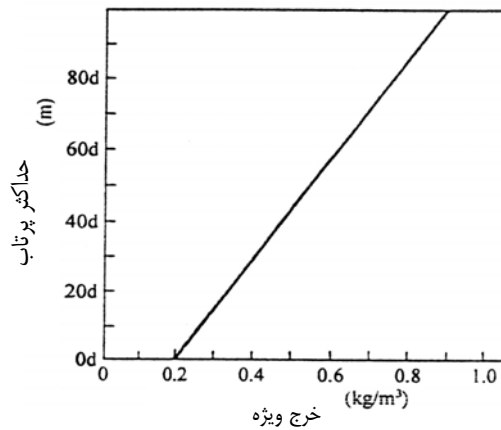
28 - American Roth

29 - Swedish Detonic Research Foundation

30 - Gurney



شکل ۶-۱۷- اندازه پرتاب در مقایسه با اندازه قطعات



شکل ۶-۱۸- حداکثر پرتاب به صورت تابعی از خرج ویژه

رابطه ۶-۵۱ با در نظر گرفتن افت‌های انرژی به صورت زیر تغییر شکل می‌یابد:

$$V_0^2 = 2E' \times \left(\frac{q}{m}\right) \times \left[1 - \frac{K_1 \times E_s + K_2 \times E_j}{E'}\right] - 2K_3 \times E_r \quad (۵۲-۶)$$

که در آن:

$E' =$ ثابت گورنی برای انفجار در دیواره‌های عمودی؛

$E_s =$ انرژی لرزشی حاصل از واحد وزن ماده منفجره؛

$E_j =$ انرژی لازم جهت خردایش واحد وزن سنگ؛

$E_r =$ انرژی جذب شده توسط واحد وزن قطعات سنگی؛

K_1, K_2 و $K_3 =$ ضرایب تجربی.

رابطه ۶-۵۲ بر حسب متر در ثانیه برای انواع مختلف سنگ به صورت زیر بیان می‌شود:

برای گرانیت:

$$V_0^2 = 3487 \times 10^6 \times \left(\frac{q}{m}\right) - 584 \quad (۵۳-۶)$$

و برای سنگ آهک و دولومیت:

$$V_0^2 = 3 \times 10^6 \times \left(\frac{q}{m}\right) - 200 \quad (۵۴-۶)$$

۶-۹-۳- پوشش‌های محافظ

پوشش‌ها اجسامی هستند که بر روی محل آتشیاری‌ها قرار می‌گیرند تا از هرگونه پرتاب سنگ یا هر عامل دیگری که باعث صدمه به اشخاص، ساختمان‌ها و غیره می‌شود، جلوگیری به عمل آید. پوشش‌های محافظ باید دارای مشخصات زیر باشند:

- وزن کم و مقاومت بالا؛
- نفوذپذیری در مقابل گازها؛
- سهولت اتصال و روی هم قرار گرفتن اجزای آن‌ها؛
- سهولت در استفاده و جمع‌آوری؛
- اقتصادی بودن و قابلیت استفاده مجدد؛
- اندازه مناسب به منظور پوشش نواحی گسترده.
- پوشش‌ها را به دو گروه کلی زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:
- پوشش‌های محافظ سنگین؛
- پوشش‌های محافظ سبک.

محافظ‌های سنگین عموماً از پرتاب قطعات بزرگ سنگ و تا اندازه‌ای از حرکت رو به جلوی سنگ جلوگیری می‌کنند. محافظ‌های سبک بیش‌تر از پرتاب و تفرق مواد سطح ناحیه آتشیاری جلوگیری به عمل می‌آورند. اکثراً از هر دو نوع پوشش به صورت همزمان استفاده می‌شود. محافظ‌های سنگین از پرتاب‌های سنگین و محافظ‌های سبک از پرتاب قطعات کوچک‌تر همراه با قطعات سنگین و یا قطعات تشکیل شده در نواحی که پوشش سنگین ندارند جلوگیری می‌کنند.

از جمله پوشش‌های سنگین می‌توان به فرش‌های لاستیکی (تایرهای مستعمل اتومبیل)، الوارهای چوبی متصل به هم، فرش‌های فلزی و نوارهای نقاله کهنه و از جمله پوشش‌های سبک می‌توان به توری‌های فلزی، شبکه‌های فلزی مسلح، فرش‌های پارچه‌ای و فرش کلمبوس اشاره کرد. همچنین به منظور سنگین‌تر کردن پوشش‌ها، از گونی‌های حاوی ماسه استفاده می‌شود. بسته به نوع انفجار باید از پوشش‌های مناسب استفاده کرد.

۶-۹-۴- راهکارهای کاهش پرتاب سنگ

به منظور کنترل پرتاب سنگ در آتشیاری‌های پله‌ای، صرف‌نظر از رعایت موارد ایمنی، توصیه‌های زیر باید مدنظر قرار گیرد:

- الف- مشخص کردن محل دقیق چال‌های حفاری به ویژه در زمین‌های ناهموار؛
- ب- بررسی توده سنگی از نظر وجود حفره‌ها و فضاهای خالی؛
- ج- محاسبه دقیق میزان خرج‌گذاری و توزیع صحیح آن در طول چال؛
- د- دقت در انتخاب عمق مناسب چال و استفاده از مواد مناسب در گل‌گذاری؛
- ه- اعمال تاخیر مناسب بین ردیف‌های انفجاری به منظور جلوگیری از تشکیل قیف انفجاری؛

- و- شروع انفجار از عمق چال‌ها؛
- ز- باقی‌گذارن مقداری از سنگ‌های خرد شده در پای دیواره پله؛
- ح- لق‌گیری جبهه کار قبل از انفجار.

فصل ۷

راهنمای آتشباری کنترل شده

۱-۷- آشنایی

به طور کلی آتشیباری کنترل شده، نوعی آتشیباری است که در آن سعی می‌شود که سنگ اصلی را حتی المقدور سالم نگه دارند و از آسیب به آن جلوگیری به عمل آورند تا در نتیجه سطوح جانبی مقاطع آتشیباری شده صاف و بدون شکستگی باقی بماند. اهداف اصلی آتشیباری کنترل شده به شرح زیر است:

الف- پایداری توده سنگ باقیمانده (برجا)؛

ب- یکنواختی و زیبایی سطوح آتشیباری شده؛

ج- کاهش لرزش زمین در سازه‌های مجاور؛

د- کاهش عقب‌زدگی^۱؛

ه- کاهش هزینه مرمت و صاف‌کاری تونل‌ها؛

و- پایداری دیوارهای نگهدارنده در معادن زیرزمینی.

روش‌های آتشیباری کنترل شده را به پنج روش زیر طبقه‌بندی می‌کنند:

الف- آتشیباری صاف^۲؛

ب- آتشیباری بالشی^۳؛

ج- آتشیباری با چال‌های خالی^۴؛

د- آتشیباری پیش شکافی^۵؛

ه- کنترل شکاف^۶.

انتخاب هر یک از روش‌های یاد شده به خصوصیات سنگ، مقاومت زمین، قطر چال، فواصل مورد نیاز چال و نوع ماده منفجره و نیز به منطقه بین آخرین چال و چال‌های ما قبل آن بستگی دارد.

چال‌های حفر شده در آتشیباری کنترل شده را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

الف- چال‌های مربوط به آتشیباری کنترل شده که آخرین ردیف چال‌ها هستند و به نام چال‌های کنترل نامیده می‌شوند؛

ب- چال‌هایی که بین چال‌های کنترل و چال‌های تولید قرار دارند و چال‌های ضربه‌گیر نام دارند؛

ج- سایر چال‌های موجود در جبهه کار که به نام چال‌های تولید نامیده می‌شوند.

روش‌های آتشیباری کنترل شده دارای ویژگی‌های مشترک زیر هستند:

الف- چال‌های کنترل در پیرامون محدوده مورد نظر حفر می‌شوند؛

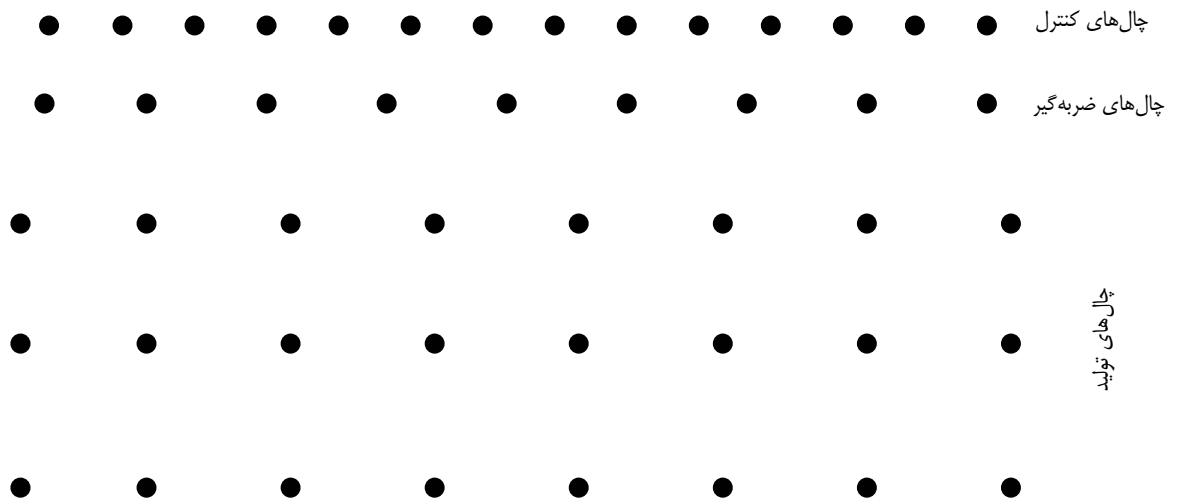
ب- فاصله چال‌های کنترل از هم، کم‌تر از فاصله چال‌های تولید از یکدیگر است؛

ج- چال‌های کنترل با هم موازی هستند و باید در حفر آن‌ها دقت به عمل آید؛

د- قطر چال بزرگ‌تر از قطر خرج و معمولاً دو برابر آن است؛

ه- آتشیباری فوری و یا با تاخیر کم است؛

- و- چال‌های کنترل همه با هم و قبل و یا بعد از چال‌های تولید آتش می‌شوند؛
 ز- معمولاً در چال‌های کنترل خرج در تمام طول چال توزیع می‌شود؛
 ح- توصیه می‌شود که برای جلوگیری از ایجاد سکو در کف پله، از خرج ته چال استفاده شود.
 در شکل ۷-۱ وضعیت سه گروه چال‌های یاد شده نشان داده شده است.



شکل ۷-۱- سه گروه چال‌ها در آتشباری کنترل شده

۷-۲- آتشباری صاف^۲

این روش برای سنگ‌های نسبتاً مقاوم مناسب است و در حفر فضاهای زیرزمینی، ترانشه‌های راه‌سازی، استخراج سنگ‌های تزئینی و نما و نظایر آن کاربرد دارد. در این روش، چال‌های کنترل نسبت به سایر چال‌ها با خرج ضعیف‌تری خرج‌گذاری و به صورت فوری و یا با تاخیر کم منفجر می‌شوند و نتیجه عمل ایجاد سطح صاف و بدون شکستگی در توده سنگ باقیمانده است. این روش آتشباری کنترل شده با نام‌های contour blasting، perimeter blasting و sculpture blasting نیز خوانده می‌شود.

۷-۲-۱- مشخصات چال‌های کنترل

الف- چال‌ها

همانند سایر روش‌های آتشباری کنترل شده، چال‌ها در پیرامون محوطه مورد نظر حفر می‌شوند و دقت در حفر چال‌ها برای رسیدن به نتیجه مطلوب بسیار مهم است. قطر چال‌ها معمولاً از ۲۵ تا ۶۰ میلی‌متر تغییر می‌کند و هر چه قطر چال‌ها کم‌تر باشد توزیع چال و خرج یکنواخت‌تر است و سطح جبهه کار پس از انفجار صاف‌تر خواهد بود.

ب- ماده منفجره مورد استفاده

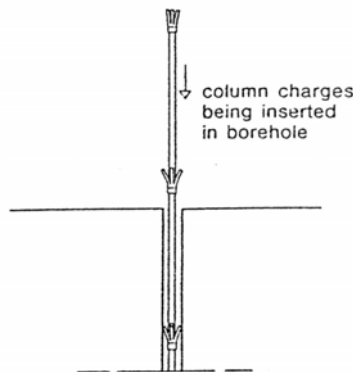
در این روش تراکم خرج گذاری (میزان خرج در هر متر چال) باید کم و سرعت انفجار و انرژی حاصل از آن پایین باشد.

ج- خرج گذاری

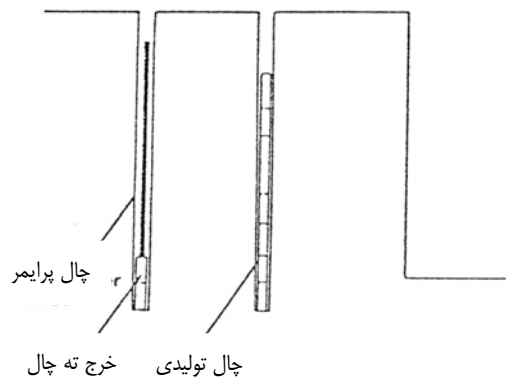
به هنگام خرج گذاری، لول ماده منفجره نباید با دیواره چال در تماس باشد. بنابراین خرج را در پوشش پلاستیکی نسبتاً محکم قرار می دهند و در حد فاصل لولها پره های پلاستیکی مخصوص نصب می کنند تا لولها در راستای محور چال قرار گیرند (شکل ۷-۱). در این روش استفاده از خرج ته چال ضرورت داد که مقدار آن حدود ۱۰۰ تا ۳۳۰ گرم بر هر متر چال است (شکل ۷-۲). در جدول ۷-۱ مقدار خرج لازم برای آتشباری در تونلها درج شده است. گل گذاری زمانی لازم است که خطر پرتاب مواد منفجره به بیرون از چال در اثر انفجارهای تاخیری وجود داشته باشد.

جدول ۷-۱- خرج ته چال برای چالهای کنترل در روش آتشباری در حفر تونل

خرج ته چال برای چالهای دیوار (گرم در متر)	خرج ته چال برای چالهای سقف (گرم در متر)	قطر چال (میلی متر)
۲۰۰	۱۰۰	۳۰
۳۵۰	۱۷۵	۴۰
۶۶۰	۳۳۰	۵۰



شکل ۷-۲- خرج گذاری لولهای مواد منفجره همراه با پره های پلاستیکی برای جلوگیری از تماس خرج با دیواره چال



شکل ۷-۳- خرج ته چال در چالهای کناری در آتشباری

جدول ۷-۲- آرایش چال‌های کنترل در آتشباری صاف برای تونل‌ها

B (متر)	S (متر)	تراکم خرج (کیلوگرم در متر)	قطر خرج (میلی‌متر)	قطر چال (میلی‌متر)	مشخصات چال‌ها
					مرجع ارایه‌کننده
۰/۹	۰/۶	۰/۱۸-۰/۳۵	-	۳۲	دوپونت
۱/۰۵	۰/۷۵	۰/۱۸-۰/۳۸	-	۵۱	
۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۰۷	۱۱	۲۵-۳۲	نیترونوبل
۰/۷-۰/۸	۰/۵-۰/۶	۰/۱۶	۱۷	۲۵-۴۳	
۰/۸-۰/۹	۰/۶-۰/۷	۰/۱۶	۱۷	۴۸-۵۱	
۱	۰/۸	۰/۳	۲۲	۴۸	
۱-۱/۱	۰/۸-۰/۹	۰/۳۶	۲۲	۶۴	
۰/۵۵-۰/۷۵	۰/۴-۰/۶	۰/۲۲	۱۷	۳۲	ارقام تجربی
۰/۸۰-۱/۲۰	۰/۶۵-۰/۹	۰/۵۰	۲۵	۵۱	

جدول ۷-۳- آرایش و خرج‌گذاری چال‌ها در روش آتشباری صاف در معادن روباز

بار سنگ (متر)	فاصله چال‌ها از هم (متر)	تراکم خرج (کیلوگرم در متر)	قطر خرج (میلی‌متر)	قطر چال (میلی‌متر)
۱/۱-۰/۹	۰/۸-۰/۶	۰/۲۱	۲۲	۳۲
۱/۱-۰/۹	۰/۸-۰/۶	۰/۲۱	۲۵	۳۲
۱/۱-۰/۹	۰/۸-۰/۶	۰/۲۱	۲۲	۳۸
۱/۱-۰/۹	۰/۸-۰/۶	۰/۲۱	۲۵	۳۸
۱/۳-۰/۹	۱-۰/۷	۰/۳۸	۳۲	۵۱
۱/۴-۱	۱-۰/۸	۰/۴۷	۳۲	۵۱
۱/۳-۰/۹	۱-۰/۷	۰/۳۸	۳۲	۶۴
۱/۴-۱	۱-۰/۸	۰/۴۷	۳۲	۶۴
۱/۶-۱/۲	۱/۳-۱	۰/۵۵	۲۵	۶۴
۱/۶-۱/۲	۱/۳-۱	۰/۵۵	۲۵	۷۶
۱/۷-۱/۳	۱/۳-۱	۰/۷۱	۴۰	۷۶
۱/۹-۱/۷	۱/۴-۱/۲	۰/۹	۳۲	۸۹
۲-۱/۸	۱/۵-۱/۳	۱/۳۲	۵۰	۸۹
۱/۹-۱/۷	۱/۴-۱/۲	۰/۹	۳۲	۱۰۲
۲-۱/۸	۱/۵-۱/۳	۱/۳۲	۵۰	۱۰۲

د- آرایش چال‌ها و محاسبات مربوط

فاصله چال‌ها از یکدیگر تابع وضعیت سنگ است. اگر s فاصله‌داری چال‌ها (فاصله چال‌ها در هر ردیف) و B بار سنگ (فاصله دو ردیف متوالی چال‌ها) باشد، مناسب‌ترین آرایش مطابق رابطه زیر است:

$$S \leq 0.8B \quad (1-7)$$

حداقل تراکم خرج در آتشباری صاف مطابق جدول ۷-۴ است.

جدول ۷-۴- حداقل تراکم خرج چال‌های کنترل در آتشباری صاف

حداقل خرج (کیلوگرم در متر)	قطر چال (میلی‌متر)
۰/۱۰	۳۲
۰/۱۵	۳۸
۰/۲۰	۴۵
۰/۲۵	۵۱
۰/۴۰	۶۴
۰/۵۵	۷۶
۰/۷۰	۸۹
۰/۹۰	۱۰۲

۷-۲-۲- مشخصات چال‌های ضربه‌گیر

برای محافظت چال‌های کنترل، ردیف آخر چال‌های تولید را که به چال‌های ضربه‌گیر موسوم‌اند، باید به گونه‌ای خرج‌گذاری کرد که انفجار آن‌ها به چال‌های کنترل آسیبی نرساند. راهنمای خرج‌گذاری این چال‌ها در جدول ۷-۵ آمده است.

جدول ۷-۵- خرج‌گذاری چال‌های ضربه‌گیر در آتشباری صاف

خرج میان چال (گرم)	خرج ته چال (گرم)	قطر چال (میلی‌متر)
۴۰۰	۳۰۰	۳۰
۶۰۰	۴۵۰	۴۰
۱۰۰۰	۷۵۰	۵۰

۷-۳- آتشباری بالشی^۳

این روش برای سنگ‌های همگن و سخت که هیچ‌گونه شکستگی و سطوح ضعیف ندارند قابل اجرا است. در سنگ‌های غیرهمگن، حتماً باید فضای بین خرج‌های مصرفی را به طور کامل پر کرد که بدین منظور بعد از خرج‌گذاری موادی مثل پودر سنگ،

خرده ریزه‌های حفاری و یا هر ماده‌ای را که به راحتی در داخل چال جریان یابد، به داخل چال می‌ریزند. اجرای این روش در مورد پله‌های اولیه معدن که احتمال عقب‌زدگی در آن‌ها بیش از پله‌های عمیق‌تر است، توصیه می‌شود. روش آتشباری بالشی به نام‌های trimming، sabbing و slashing نیز خوانده می‌شود.

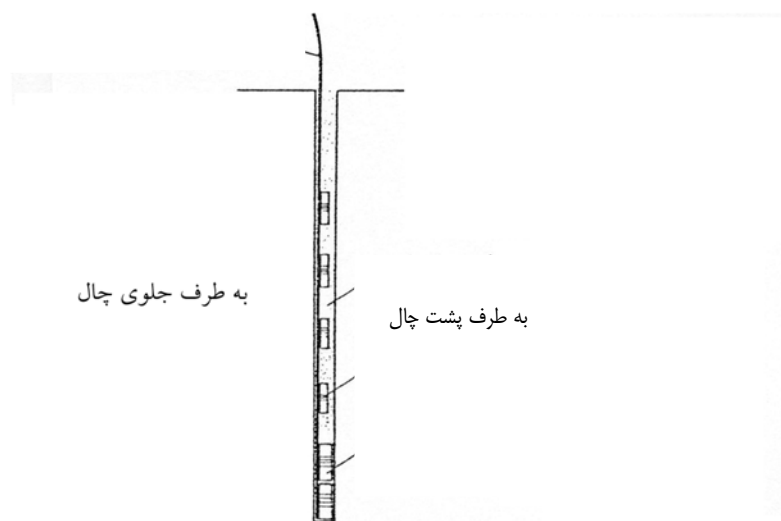
۷-۳-۱- مشخصات چال‌های کنترل

الف- چال‌ها

همانند سایر روش‌های آتشباری کنترل‌شده، در این روش نیز تعدادی چال قائم یا نزدیک به قائم در ردیف آخر چال‌ها حفر می‌شود. بسته به شرایط، قطر چال‌ها از ۵۱ میلی‌متر (۲ اینچ) تا ۱۶۶ میلی‌متر (۶/۵ اینچ) تغییر می‌کند. انفجار این چال‌ها باید بعد از انفجار چال‌های تولید انجام گیرد.

ب- خرج‌گذاری

در این روش، بین خرج و دیواره چال فاصله وجود دارد و این فاصله با خرده‌ریزهای حفاری پر می‌شود. برای خرج‌گذاری، لول‌های دینامیت را یک به یک به کمک ریسمان به فتیله انفجاری می‌بندند. قطر لول‌ها نصف قطر چال و فاصله لول‌ها از هم ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است. نظر به اینکه مقاومت سنگ در برابر شکسته شدن در ته چال بیش از سایر نقاط چال است، لذا خرج ته چال را ۲ تا ۳ برابر خرج میان چال در نظر می‌گیرند. فتیله انفجاری حامل لول‌های دینامیت را وارد چال کرده و خرج ته چال با سنبه چوبی فشرده می‌کنند. سپس مقداری پودر سنگ روی آن می‌ریزند و سر دیگر فتیله انفجاری را طوری می‌کشند که لول‌های دینامیت رو به طرف سطح آزاد و به دیواره چال بچسبند. فتیله انفجاری و لول‌های دینامیت را در این حالت نگه می‌دارند و به تدریج پودر سنگ یا خرده‌ریز حفاری را داخل چال می‌ریزند تا بقیه فضای چال را پر کند. شکل این چال پس از خرج‌گذاری شبیه به چال‌های با خرج‌گذاری چند مرحله‌ای^۴ است (شکل ۷-۴).



شکل ۷-۴- خرج‌گذاری در آتشباری بالشی

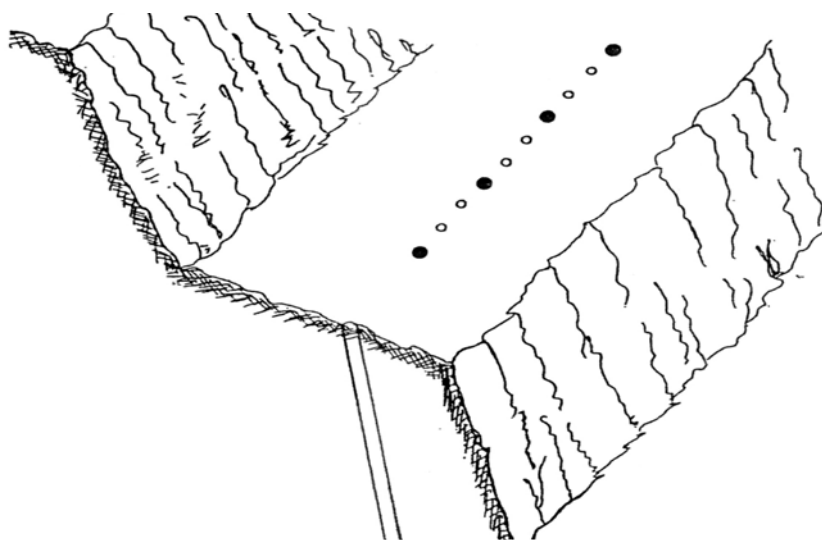
ج- آرایش چال‌ها

برای آرایش و خرج گذاری چال‌ها می‌توان از جدول ۶-۷ به عنوان الگوی شروع کار استفاده کرد. این اعداد حاصل تجربه این روش آتشباری هستند و در هر مورد، این اعداد باید به کمک آزمایش‌های محلی اصلاح شوند.

جدول ۶-۷- آرایش و خرج گذاری چال‌ها در روش آتشباری بالشی

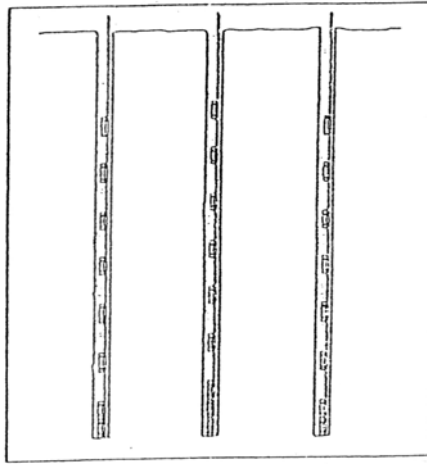
قطر چال (میلی‌متر)	تراکم خرج (کیلوگرم در متر)	طول گل‌گذاری (متر)	فاصله‌داری چال‌ها (S) (متر)	بار سنگ (B) (متر)
۵۱-۶۴	۰/۱۲-۰/۳۸	۱/۲۰	۰/۹	۱/۲۰
۷۶-۸۹	۰/۲۰-۰/۷	۱/۵	۱/۲۰	۱/۵۰
۱۰۲-۱۱۵	۰/۳۸-۱/۱۲	۱/۸	۱/۵۰	۱/۸۰
۱۲۸-۱۴۰	۱/۱۲-۱/۵	۲/۱	۱/۸	۲/۱
۱۵۳-۱۶۶	۱/۵-۲/۲۵	۲/۷	۲/۱	۲/۷

در این روش طول گل‌گذاری معادل ۱۰ تا ۲۵ برابر قطر چال است. حداکثر عمق چال‌ها نیز به دقت حفاری چال‌ها در یک صفحه و یک امتداد بستگی دارد. برای افزایش عمق چال‌ها و افزایش دقت می‌توان از چال‌های با قطر بزرگ‌تر استفاده کرد. البته افزایش قطر چال‌ها محدودیت دارد و طبق تجربیات حاصل، افزایش قطر آن‌ها به بیش از ۶/۵ اینچ باعث ناهموار شدن دیواره نهایی حاصل خواهد شد. در این روش چال تا عمق ۳۰ متر نیز به کار رفته است.



شکل ۷-۵- ترکیب روش آتشباری بالشی با چال خالی

از دیگر روش‌های بهبود نتایج حاصل از این روش، خرج‌گذاری چال‌ها به صورت یک در میان است (شکل ۷-۵). یکی از نکات بسیار مهمی که در روش آتشباری بالشی باید رعایت کرد این است که در این روش امتداد افقی لول چال‌های متوالی نباید در یک راستا باشند. به عبارت دیگر لول چال‌های متوالی نباید مقابل یکدیگر قرار گیرند بلکه باید در وسط فاصله لول چال مجاور واقع شوند (شکل ۷-۶).



شکل ۷-۶- وضعیت لول چال‌های متوالی در روش آتشباری بالشی

۷-۴- روش آتشباری با چال‌های خالی

در این روش، در امتداد سطح مورد نظر علاوه بر چال‌های انفجاری، تعدادی چال کنترل نیز حفر می‌شود که در آن‌ها خرج گذاری نمی‌کنند و آن‌ها را خالی می‌گذارند. روش چال‌های خالی در مواردی به کار می‌رود که هدف اصلی، مینیمم کردن لطمات وارده به محیط اطراف باشد (مثل آتشباری در مناطق مسکونی و یا صنعتی) و در سنگ‌های با مقاومت کم نسبت به سنگ‌های مقاوم نتیجه بهتری حاصل می‌شود. بهترین نتیجه از روش آتشباری با چال‌های خالی زمانی حاصل می‌شود که در سنگ‌های همگن با حداقل درزه و شکاف و یا هرگونه سطوح ضعیف دیگری اجرا شود. در صورت وجود ناپیوستگی در توده سنگ مورد عمل، تمرکز تنش برشی در امتداد ردیف چال‌های کنترل (چال‌های خالی) اتفاق می‌افتد و در نهایت نتیجه مناسب به دست نمی‌آید.

۷-۴-۱- چال‌های کنترل

الف- مشخصات چال‌ها

در روش چال‌های خالی، قطر چال‌های کنترل معمولاً ۵۱ تا ۷۶ میلی‌متر است، اما به ندرت از چال‌های با قطر ۷۶ میلی‌متر نیز استفاده می‌شود، زیرا در این صورت فاصله چال‌ها از هم زیاد شده و سطح شکست ناصاف می‌شود. در این روش، آن بخش از عمق چال مفید است که کاملاً موازی هم حفر شده باشد، لذا حفظ امتداد چال به هنگام چال‌زنی بسیار اهمیت دارد.

ب- خرج گذاری

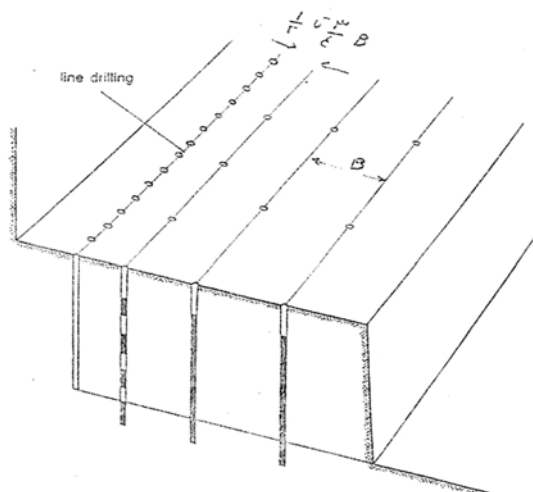
در این روش چال‌های کنترل خرج گذاری نمی‌شوند. تجربه نشان داده است که در بعضی مواقع اگر از هر چند چال یکی خرج گذاری و منفجر شود، ممکن است نتیجه کار را بهتر کند.

ج- آرایش چال‌ها

فاصله چال‌های کنترل (چال‌های خالی) از هم ۲ تا ۴ برابر قطر چال یعنی حدود ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است.

۷-۴-۲- مشخصات چال‌های ضربه‌گیر

فاصله چال‌های ضربه‌گیر از هم، کم‌تر از سایر چال‌های تولید و فاصله آن‌ها از چال‌های کنترل ۵۰ تا ۷۵ درصد فاصله ردیف‌های چال‌های تولید از یکدیگر است. این چال‌ها را به میزان ۵۰ درصد چال‌های تولید و مطابق شکل ۷-۷ خرج گذاری می‌کنند. برای اینکه آسیب کم‌تری به دیواره نهایی وارد شود، بهتر است چال‌های ضربه‌گیر پس از چال‌های تولید و با چاشنی کم تاخیری آتش شوند.



شکل ۷-۷- آرایش و خرج‌گذاری چال‌ها در آتشیاری با چال خالی

۷-۵- روش آتشیاری پیش شکافی

در روش پیش شکافی^۵ قبل از انفجار چال‌های اصلی در پیرامون محدوده سنگ شکاف‌هایی ایجاد می‌شود و در همه نوع سنگی قابل استفاده است. البته مشخصات سنگ مثل سختی، شکنندگی، وجود درزه و شکاف و سایر مشخصات سنگ مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده آرایش چال‌ها و میزان خرج آن‌ها است. این روش آتشیاری کنترل شده در معادن روباز، استخراج سنگ‌های تزئینی و نما، ترانشه‌زنی و حفر چاه به کار می‌رود.

روش آتشیاری پیش شکافی به نام preshearing blasting نیز معروف است.

در صورتی که فاصله چال‌ها از یکدیگر و میزان خرج مصرفی در هر یک از چال‌ها مناسب باشد، برش مورد نظر بین چال‌های پیش شکافی به طور کامل و با عرض کم تشکیل می‌شود و لذا به هنگام انفجار چال‌های اصلی تولید، از عبور امواج به خارج از سنگ مورد آتشیاری و در نتیجه از وارد شدن صدمه به سنگ باقیمانده جلوگیری خواهد شد.

۷-۵-۱- چال‌های کنترل

الف- مشخصات چال‌ها

نظیر سایر روش‌های آتشباری کنترل‌شده، در این روش نیز چال‌های کنترل در اطراف محدوده مورد نظر حفر می‌شوند. بر عکس سایر روش‌ها در این روش، چال‌های کنترل حدود ۵۰ میلی ثانیه قبل از چال‌های اصلی آتش می‌شوند. زمان تاخیر باید به گونه‌ای باشد که چال‌های کنترل حدود ۲۰۰ میلی ثانیه زودتر از چال‌های ضربه‌گیر آتش شوند. اگر به هر علتی چال‌های تولید با فاصله زمانی نسبتاً زیادی از چال‌های کنترل آتش شوند، در این حالت شکافی که توسط چال‌های کنترل ایجاد شده، توسط خرده‌ریزه‌های سنگ پر می‌شود و خاصیت سپر بودن در برابر موج انفجار را از دست می‌دهد. اگر چند چال خالی مابین چال‌های پیش‌شکافی حفر شود، به تشکیل شکاف کمک خواهند کرد. این روش به ویژه برای سنگ‌های سخت توصیه می‌شود.

عمق چال‌ها به دقت حفر چال‌ها و حفظ موقعیت آن‌ها در یک صفحه و یک امتداد، بستگی دارد. انحراف بیش از ۱۵ سانتی‌متر از صفحه برش طراحی شده باعث کاهش کیفیت نتایج حاصل خواهد شد. به طور کلی حداکثر عمق قابل حفر چال‌های کنترل برای قطر ۲ تا ۲/۵ اینچ در حدود ۱۵ متر است. چال‌های پیش‌شکافی باید تا یک متر پایین‌تر از کف پله حفر شوند. از نقطه نظر تئوری، ابعاد توده سنگ و حفر چال‌های پیش‌شکافی در پیرامون آن محدودیتی ندارند ولی در عمل، به علت تغییرات زمین‌شناسی سنگ‌ها در منطقه، همواره باید ابعاد توده سنگ مورد آتشباری به گونه‌ای انتخاب شود که وضعیت زمین‌شناسی در طول آن تغییر نکند.

قطر چال‌ها در این روش معمولاً بین ۵۱ تا ۱۰۲ میلی‌متر است که در اغلب موارد با خرج‌های به قطر ۱۷ تا ۳۲ میلی‌متر پر می‌شوند.

ب- ماده منفجره مورد استفاده

نوع ماده منفجره تاثیر چندانی در نتیجه آتشباری پیش‌شکافی ندارد و از هر نوع ماده منفجره مجاز می‌توان استفاده کرد.

ج- خرج‌گذاری

در این روش، همانند روش آتشباری صاف خرج چال نباید با دیواره آن در تماس باشد و بدین منظور از پره‌های پلاستیکی استفاده می‌شود (شکل ۷-۲). بهتر است این چال‌ها همزمان آتش شوند و اگر لرزش زمین مورد توجه است باید انفجار با تاخیر کم انجام گیرد.

د- آرایش چال‌ها

در روش پیش‌شکافی، آرایش و خرج‌گذاری چال‌های کنترل از روابط تجربی زیر محاسبه می‌شود:

$$S \leq 10\phi_h \quad (۷-۲)$$

$$q = 0.815S^2 \quad (۷-۳)$$

در این روابط:

S = فاصله‌داری چال‌ها بر حسب متر؛

ϕ_h = قطر چال بر حسب متر؛

$q =$ تراکم خرج گذاری بر حسب کیلوگرم در متر چال.

جدول ۷-۹ را می توان به عنوان الگویی برای آرایش چال های کنترل در روش پیش شکافی در نظر گرفت.

۷-۵-۲- موارد قابل توجه در روش آتشیاری کنترل شده پیش شکافی

الف- آتشیاری به روش پیش شکافی در مناطق مسکونی باید به صورتی انجام گیرد که ناپایداری های القا شده به دیواره نهایی را به حداقل برساند. اگر هیچ نوع ناپیوستگی عمده طبیعی در سنگ وجود نداشته باشد، روش پیش شکافی اجرا می شود. اگر در سنگ ها ناپیوستگی های عمده طبیعی وجود داشته باشد و جهت و امتداد آن ها تقریباً به موازات جهت و امتداد دامنه ای باشد که قرار است ایجاد شود، این ناپیوستگی ها را می توان به عنوان شکاف های طبیعی اولیه مورد استفاده قرار داد و از به کار بردن روش پیش شکافی خودداری کرد.

ب- هنگامی که در سنگ های هوازده یا شکسته شده آتشیاری پیش شکافی اجرا می شود، بهتر است تعدادی چال کمکی بین چال ها حفر شود. بسته به عمق شکستگی یا هوازگی توده سنگ، عمق چال های کمکی حداکثر تا عمق چال های کنترل می رسد. در چنین سنگ هایی، میزان خرج مصرفی در چال های کنترل یکسان نیست.

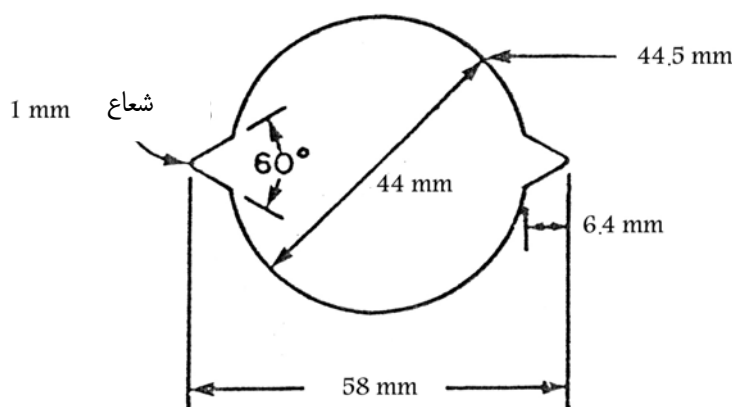
ج- در این روش نیز بین خرج و دیواره چال، فضای خالی وجود دارد. اگر توده سنگ مورد آتشیاری درزه دار و مواد تشکیل دهنده آن چسبندگی نداشته باشند، برای جلوگیری از فرار گازها، بهتر است فضای بین خرج و دیواره چال با مواد پرکننده یا پودر حاصل از حفاری پر شود.

جدول ۷-۷- آرایش و خرج گذاری چال های کنترل در روش آتشیاری پیش شکافی

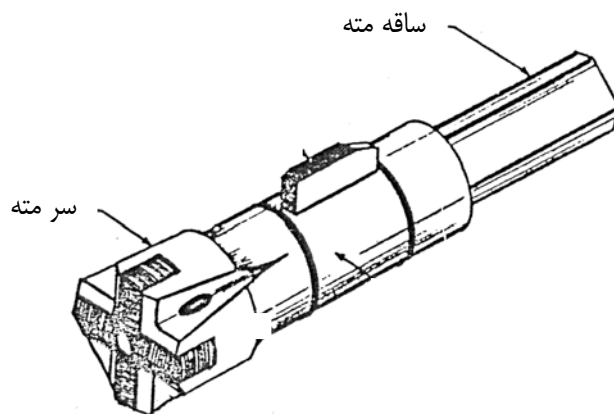
فاصله داری چال ها از هم (متر)	تراکم خرج (کیلوگرم در هر متر چال)	قطر خرج (میلی متر)	قطر چال (میلی متر)
۰/۴۵-۰/۷	۰/۲۱	۲۲	۳۲
۰/۴۵-۰/۷	۰/۲۱	۲۵	۳۲
۰/۴۵-۰/۷	۰/۲۱	۲۲	۳۸
۰/۴۵-۰/۷	۰/۲۱	۲۵	۳۸
۰/۵-۰/۸	۰/۳۸	۳۲	۵۱
۰/۵-۰/۸	۰/۴۷	۳۲	۵۱
۰/۵-۰/۷	۰/۳۸	۳۲	۶۴
۰/۵-۰/۷	۰/۴۷	۳۲	۶۴
۰/۷-۰/۹	۰/۵۵	۲۵	۶۴
۰/۷-۰/۹	۰/۵۵	۲۵	۷۶
۰/۶-۰/۹	۰/۷۰	۴۰	۷۶
۰/۷-۱	۰/۹۰	۳۲	۸۹
۰/۸-۱/۱	۱/۳۲	۵۰	۸۹
۰/۷-۱	۰/۹۰	۳۲	۱۰۲
۰/۸-۱/۱	۱/۳۲	۵۰	۱۰۲

۶-۷- روش آتشباری با کنترل شکاف

با کنترل شکستگی، در حقیقت حالتی از پیش شکافی انجام می‌گیرد. در این روش چال‌های کنترل موازی و نزدیک به هم حفر می‌شوند. سپس با ابزار مخصوصی که به دستگاه چال‌زنی وصل می‌شود، شیاری در چال و در راستای مورد نظر شکستگی ایجاد می‌کنند (شکل ۷-۸). به هنگام انفجار چال، این شیار به هدایت شکاف در راستای مورد نظر کمک می‌کند و لذا در مقایسه با روش پیش شکافی مقدار خرج کم‌تر و فاصله چال‌ها بیشتر خواهد بود.



شکل ۷-۸- ابعاد شیاری در چال‌های کنترل شکاف قطر چال ۴۴ میلی‌متر است.



شکل ۷-۹- قطعه شیاردهنده که بر میله حفر چال نصب شده است.

خرج گذاری باید به گونه‌ای انجام گیرد که خرج با دیواره چال تماس پیدا نکند و به هنگام انفجار، دهانه چال بسته می‌شود. مقدار خرج مورد نیاز را با آزمایش تعیین می‌کنند. مثلاً اگر قطر چال ۳۵ تا ۵۰ میلی‌متر و فاصله‌داری آن‌ها از هم ۰/۹ متر باشد، تراکم خرج در چال ۰/۹ تا ۰/۱۵ کیلوگرم در متر خواهد بود.

در شکل ۷-۹ قطعه شیاردهنده که بر روی لوله‌های حفر چال نصب شده، نشان داده شده است.

۷-۷- ترکیب روش‌های آتشیاری کنترل شده

برای بهبود نتیجه آتشیاری و جلوگیری از بروز عقب‌زدگی در سنگ سست یا هوازده و همچنین در مسیرهای منحنی و گوشه‌های ۹۰ درجه سنگ مورد آتشیاری، استفاده از چال خالی به عنوان چال‌های کمکی اجتناب‌ناپذیر است. وجود چال خالی در بین چال‌های پیش‌شکافی، موجب هدایت شکاف در مسیر مورد نظر می‌شود.

در جایی که حد نهایی سنگ باقیمانده اهمیت ویژه‌ای داشته باشد، می‌توان ابتدا با اجرای روش پیش‌شکافی در یک مرحله، اقدام به آتشیاری کرد و پس از حمل مواد حاصل، عرض باقیمانده تا حد نهایی دیواره مورد نظر را با استفاده از روش آتشیاری بالشی منفجر کرد. با به کارگیری این تمهید، قبل از انجام روش بالشی می‌توان با اطلاع کامل از وضعیت زمین‌شناسی دیواره مورد نظر، اقدام به خرج‌گذاری چال‌ها کرد و به این وسیله آتشیاری توده سنگ مورد نظر تا حد ممکن مهار خواهد شد.

۷-۸- استخراج سنگ‌های تزئینی و نما با استفاده از آتشیاری کنترل شده

به طور کلی سنگ‌های تزئینی و نما را از نقطه نظر استخراج به دو گروه عمده تقسیم می‌کنند. گروه اول سنگ‌های نرم هستند که انواع سنگ‌های تراورتن، چینی، مرمریت، مرمر و نظایر آن‌ها را در بر می‌گیرند و گروه دوم سنگ‌های سخت هستند که انواع سنگ‌های آذرین، ماسه سنگ‌ها و سنگ‌های دگرگونی را شامل می‌شوند. این دو گروه از نظر نحوه استخراج، نحوه برش و سیقل متفاوت‌اند و استفاده از آتشیاری برای استخراج سنگ‌های نرم ممنوع و برای استخراج بعضی از سنگ‌های سخت مانند گرانیت استفاده از آتشیاری کنترل شده مجاز است.

از آن جا که در استخراج سنگ‌های تزئینی و نما هدف خردکردن سنگ نیست بلکه هدف آن است که کم‌ترین ضربه و صدمه به سنگ وارد آید، لذا باید درزه‌های حاصل از انفجار ماده منفجره را تحت کنترل درآورد. این هدف، با استفاده از تکنیک‌های آتشیاری کنترل شده ویژه معادن سنگ تزئینی و نما به دست می‌آید. در این مورد دو نکته زیر را باید مد نظر قرار داد:

الف- با انجام انفجار در دو چال به قطر مساوی و به فاصله مناسب از هم و انتخاب ماده منفجره مناسب می‌توان به گونه‌ای عمل کرد که بین دو چال فقط شکافی به وجود آید. علت آن است که در اثر انفجار در دو چال مجاور و ایجاد امواج فشاری ناشی از انفجار، در جهت مماس بر جبهه موج فشاری (یا عمود برخط واصل بین مراکز دو چال)، نیروی کششی ایجاد می‌شود که اگر میزان آن بیش از مقاومت کششی سنگ باشد، سنگ در راستای خط واصل دو چال شکسته می‌شود؛

ب- با ایجاد شکاف در جداره چال‌ها و در امتداد خط واصل دو چال مجاور (به عنوان یک جهت معین)، می‌توان از ایجاد درزه و شکاف در جهت‌های ناخواسته جلوگیری به عمل آورد و گسترش شکاف‌ها و درزه‌ها را در جهت شکاف ایجاد شده هدایت کرد. برای انجام آتشیاری کنترل شده به منظور ایجاد یک دیواره صاف در سنگ، روش‌های متفاوتی وجود دارد.

در سنگ‌های تزئینی و نما، دو سطح صاف و بدون درزه و شکاف (یعنی هم سطح بلوک و هم سطح پله) مورد نیاز است و بنابراین، برای این آتشیاری دقت دو چندان لازم است. به بیان دیگر به کارگیری اصول آتشیاری کنترل شده در معادن به قصد ایجاد دو سطح صاف باید با دقت انجام گیرد، به این معنا که عدم رعایت هریک از این موارد ممکن است موفقیت روش را با مشکل مواجه سازد (جدول ۷-۸). این اصول، که می‌توان از آن‌ها به نحو احسن در استخراج سنگ‌های تزئینی و نما استفاده کرد، به شرح زیر است.

• شناخت خصوصیات زمین‌شناسی، فیزیکی و مکانیکی سنگ؛

- انتخاب صحیح نوع خرج؛
- دقت در حفاری چال‌ها؛
- دقت در نحوه خرج‌گذاری و انفجار؛
- استفاده از چال‌های خالی راهنما.

۷-۸-۱- شناخت خصوصیات زمین‌شناسی، فیزیکی و مکانیکی سنگ

شناخت این خصوصیات برای آغاز بهره‌برداری لازم است. خصوصیات زمین‌شناسی و مشخصات فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها تاثیر به‌سزایی در تعیین نوع ماده منفجره مصرفی و آثار و نتایج حاصل از آتشباری دارند. بنابراین باید مطالعات کامل زمین‌شناسی و اکتشافی انجام گیرد. عوامل و پارامترهایی که باید قبل از استخراج با این روش به آن‌ها توجه داشت به همراه تاثیرات و موارد کاربرد بعضی از آن‌ها در انجام عملیات استخراج در زیر آمده است:

الف- مقاومت و یکپارچگی سنگ بر جا

مقاومت‌های کششی و فشاری سنگ مستقیماً واکنش سنگ در برابر آتشباری را نشان می‌دهند و با توجه به آن‌ها، سرعت و قدرت مورد لزوم ماده منفجره مصرفی تعیین می‌شود. مقاومت سنگ باید به گونه‌ای باشد که تحت تاثیر امواج در آن ریز درزه ایجاد نشود.

جدول ۷-۸- آسیب احتمالی ناشی از اجرای روش آتشباری کنترل شده برای دیواره جدید و راه‌حل‌های آن

نوع آسیب	علت بروز آسیب	راه‌حل‌های ممکن
۱- عقب‌زدگی در دیواره جدید به گونه‌ای است که اثری از چال‌های کنترل بر روی این دیواره باقی نمانده است.	الف: ردیف چال‌های ضربه‌گیر بیش از اندازه خرج‌گذاری شده یا فاصله این ردیف تا ردیف چال‌های کنترل بسیار کم بوده است.	الف: فاصله بین ردیف‌های کنترل و ضربه‌گیر افزایش داده شود و ضمن کاهش میزان خرج مصرفی در چال‌های ضربه‌گیر، این چال‌ها با تاخیری معادل ۱۵ میلی ثانیه نسبت به یکدیگر منفجر شوند.
۲- عقب‌زدگی فقط در محدوده هر چال ایجاد شده است.	ب: میزان خرج مصرفی در درون چال‌های کنترل بیش از اندازه لازم بوده است	ب: فاصله چال‌های کنترل از یکدیگر افزایش و یا میزان خرج مصرفی در آن‌ها کاهش یابد.
۳- عقب‌زدگی در بین فاصله چال‌های کنترل اتفاق افتاده است.	فشار تولیدی در درون چال‌های کنترل از مقاومت فشاری سنگ مورد انفجار بیش‌تر بوده است.	کاهش مقدار خرج در چال با ازدیاد ضریب جفت‌شدگی یا خرج‌گذاری مرحله‌ای. همچنین در مورد روش آتشباری بالشی بایی از بار سنگ ردیف چال‌های کنترل کاسته شود.
۴- دیواره جدید یکنواخت نیست و فرورفتگی و برآمدگی دارد.	فاصله چال‌های ضربه‌گیر از یکدیگر بسیار کم بوده است.	ضمن افزایش فاصله چال‌های ضربه‌گیر از یکدیگر، باید نسبت به کاهش خرج با ازدیاد ضریب جفت‌شدگی با خرج‌گذاری مرحله‌ای اقدام کرد.
	الف: فاصله چال‌های کنترل از یکدیگر بسیار زیاد بوده است.	الف: فاصله چال‌های کنترل از یکدیگر و خرج مصرفی در آن‌ها کاهش یابد.
	ب: بار سنگ ردیف چال‌های کنترل کم بوده است.	ب: بار سنگ ردیف چال‌های کنترل نسبت به فاصله این چال‌ها از یکدیگر بیش‌تر انتخاب شود.
	ج: میزان تاخیر بین انفجار چال‌های کنترل زیاد در نظر گرفته شده است.	ج: چال‌های کنترل همزمان منفجر شوند.

ادامه جدول ۷-۸- آسیب احتمالی ناشی از اجرای روش آتشیاری کنترل شده برای دیواره جدید و راه‌حل‌های آن

فاصله بین دو ردیف ذکر شده کاهش یابد.	فاصله بین ردیف‌های ضربه‌گیر و کنترل زیاد انتخاب شده است.	۵- میزان خردشدگی سنگ‌ها در حد نهایی بسیار کم است.
الف: طول گل‌گذاری چال‌های کنترل افزایش یابد.	الف: طول گل‌گذاری چال‌های کنترل کم بوده است	۶- لبه دیواره جدید ترک‌دار شده است.
ب: مابین خرج‌های مصرفی در بالای چال‌های کنترل خالی از هر گونه مواد باطله باقی بماند. (در حقیقت مملو از هوا) همچنین مابین چال‌های کنترل، از چال‌های راهنما با قطر کم استفاده شود.	ب: سنگ‌های بالای چال‌ها به علت هوازگی یا درزه و شکاف فراوان ضعیف بوده‌اند.	

ب- میزان هوازگی سنگ

این پدیده عمدتاً در سطح سنگ اتفاق می‌افتد ولی باید عمق قسمت هوازده به دقت مشخص شود. هوازگی باعث سستی سنگ و از بین رفتن یکپارچگی آن می‌شود و در حقیقت تغییراتی در مقاومت سنگ هوازده به وجود می‌آید که مستقیماً بر استفاده از تجهیزات و نوع آن‌ها و حتی روش استخراج اثر می‌گذارد.

ج- میزان شکستگی سنگ

در سنگ‌های شکسته، فاصله چال‌ها را باید کم‌تر در نظر گرفت و از خرج‌های ضعیف‌تر استفاده کرد و یا چال‌های خالی راهنما را در بین چال‌ها به کار برد. میزان شکستگی‌ها سنگ‌ها را با فاکتور R.Q.D تعریف می‌کنند.

د- فاصله‌داری ناپیوستگی‌ها

فاصله‌داری ناپیوستگی‌ها، معرف میزان شکستگی در سنگ است که مستقیماً بر آتشیاری اثر می‌گذراند.

۷-۸-۲- انتخاب صحیح نوع خرج

همراه با تهیه طرح آتشیاری، باید نوع خرج را نیز با توجه به مسایل جانبی تعیین کرد. بدین منظور باید نکات زیر را مد نظر قرار داد:

الف- تنش کششی ایجادشده در سنگ بر اثر انفجار، با فشار اولیه ناشی از انفجار رابطه مستقیم دارد. بنابراین انتخاب ماده منفجره‌ای با فشار اولیه مناسب به منظور فایق آمدن بر مقاومت کششی سنگ، یکی از مهم‌ترین مسایل در استخراج سنگ‌های تزئینی و نما است.

برای محاسبه فشار ناشی از انفجار ماده منفجر در درون چال، فرمول تجربی زیر را می‌توان به کار برد:

$$p = 0.25 \times G_s V^2 \quad (۴-۷)$$

که در آن:

P = فشار ناشی از انفجار (Pa);

G_s = وزن مخصوص ماده منفجره (kg/m^3);

V = سرعت انفجار (m/s).

ب- سرعت انفجار مواد ناریه مصرفی باید از سرعت انتقال امواج در سنگ اشباع بیش تر باشد. در حال حاضر، انتخاب بین مواد منفجره، سرعت‌های بالا و متوسط امکان‌پذیر است. براساس تجارب انجام شده، استفاده از مواد منفجره‌ای را که سرعت انفجار آن‌ها ۳۵۰۰ تا ۴۰۰۰ متر در ثانیه است پیشنهاد می‌شود. این سرعت انفجار، کمی کم‌تر از سرعت صوت در گرانیت صلب و یکپارچه است و برای حفاظت سنگ در برابر هرگونه زیان و آسیب احتمالی، مناسب است. در جدول ۷-۹ سرعت انفجار چند نوع ماده منفجره که در آتشباری کنترل‌شده به کار می‌روند، درج شده است.

جدول ۷-۹- سرعت انفجار چند نوع ماده منفجره که در آتشباری کنترل‌شده به کار می‌روند [۳۳].

سرعت انفجار (m/s)	ماده منفجره
کم‌تر از ۵۰۰	باروت
۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	مواد منفجره فنلاندی
۲۸۰۰	فینکس
۴۰۰۰	گوریت
۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰	فتیله انفجاری

ج- استفاده از مواد منفجره با سرعت کم تر برای جداکردن سنگ‌های با حجم کوچک‌تر از ۵۰ تا ۶۰ مترمکعب توصیه می‌شود، زیرا در غیر این صورت، میزان ضایعات زیاد خواهد شد.

۷-۸-۳- دقت در حفاری چال‌ها

با انتخاب صحیح قطر چال‌ها، فاصله‌داری و بار سنگ و نظارت بر اجرای دقیق آن‌ها می‌توان تا حد زیادی به اهداف انجام آتشباری کنترل شده دست یافت. برای این کار از چال با قطرهای مختلف استفاده می‌شود. در مورد انتخاب قطر و چگونگی حفر چال‌ها نکات زیر را باید مورد توجه قرار داد:

الف- در سنگ‌های همگن، اگر فشار داخل چال به حد کافی کم باشد، به گونه‌ای که فقط باعث ایجاد ترک‌های رابط بین دو چال مجاور شود، چال‌های با قطر بیش تر شکستگی کم‌تری در سنگ ایجاد می‌کنند؛

ب- در سنگ‌های معمولی که شکاف و درزه‌های زیادی دارند، هر چقدر قطر چال بیش تر باشد، ترک‌خوردگی و تخریب سنگ در اثر آتشباری بیش تر و نتایج حاصل بدتر می‌شود؛

انتخاب فاصله‌داری و بار سنگ مناسب به وجود یا نبود ناپیوستگی‌ها در سنگ بستگی دارد. معمولاً فاصله‌داری S و بار سنگ B به صورت تابعی از قطر چال (D) بیان می‌شود.

$$S = K \times D \quad (۵-۷)$$

که در آن K ضریبی است که بین ۸ تا ۲۰ متغیر است برای تعیین بار سنگ مناسب نیز رابطه زیر پیشنهاد شده است:

$$B \geq \frac{S}{0.8} \quad (۶-۷)$$

به طور کلی S و B عواملی هستند که انتخاب آن‌ها عمدتاً به مشخصات سنگ، نوع ماده منفجره مصرفی و تراکم خرج ستونی بستگی دارد. مقادیر کوچک‌تر برای مواردی به کار می‌رود که خرج‌گذاری با فتیله اطمینان و با میزان ۱۰ gr/m در چال‌های با قطر

کوچک انجام می‌گیرد، در حالی که مقادیر بزرگ‌تر مربوط به خرج‌های ستونی متراکم‌تر و با سرعت پایین‌تر است. در هر مورد، باید با چند بار آزمایش مناسب‌ترین مقدار را برای این دو پارامتر تعیین کرد.

ج- چال‌ها باید با دقت کافی به موازات هم حفر شوند؛

د- همه چال‌ها باید در صفحه قائمی که از آن‌ها می‌گذرد، قرار گیرند. برای صاف شدن خط‌ها، حتماً باید خط‌کشی کرد. اگر چال‌ها بر روی یک خط مستقیم واقع نباشند، در اثر انفجار به سنگ آسیب می‌رسد.

۷-۸-۴- دقت در نحوه خرج‌گذاری و انفجار

در مورد نحوه خرج‌گذاری باید به نکات زیر توجه کرد:

الف- به طور کلی در آتشیاری کنترل شده سعی بر این است که قطر مواد منفجره مصرفی از قطر چال کم‌تر باشد؛ رابطه مناسب در این مورد به شرح زیر است:

$$\frac{D}{d} = 3.04 \times \sqrt{G} \quad (7-7)$$

که در آن:

D = قطر چال؛

d = قطر خرج (قطر خالص خرج که شامل ضخامت پوشش آن نمی‌شود)؛

G = چگالی خرج.

ب- اگر از فتیله انفجاری استفاده می‌شود، باید همه چال‌های با قطر ۳۰ تا ۳۲ میلی‌متر را با یک ردیف فتیله که در سرتاسر طول چال‌ها قرار گرفته است، خرج‌گذاری کرد. در مواردی که ابعاد پله‌ها به حد کافی بزرگ یا این که B بیش از ۶ تا ۷ متر باشد، در هر چال باید دو ردیف فتیله قرار داد، به نحوی که سنگ از توده جدا شده و بر اثر فشار گاز باقیمانده، به جلو پرتاب شود؛ ج- برای انتشار امواج به صورت استوانه‌ای، تمام ستون مواد ناریه باید به طور هم‌زمان منفجر شود (استفاده از فتیله به جای چاشنی الکتریکی)؛

د- در روش‌های آتشیاری کنترل شده بهتر است تمام چال‌های یک ردیف نیز هم‌زمان یا با تاخیر بسیار کم منفجر شوند.

جدول ۷-۱+ پارامترهای مهم در به کارگیری اصول آتشیاری کنترل شده به منظور ایجاد برش در سنگ

نوع برش	شکستن سنگ با غلبه بر مقاومت کششی آن
قابلیت کاربرد برای دسته‌بندی‌های مختلف مواد سنگی	جامع- اما امروزه فقط در معادن سنگ‌های سخت و گرانبه متداول است و در گذشته در معادن سنگ‌های نرم و کربناته به کار می‌رفته است- به ندرت در قواره کردن به کار گرفته شده است.
وضعیت سطح برش و توانایی برای بازبینی آن	سطح جبهه کار و برش هموار تا ناهموار- آسان برای بازبینی
قابلیت تنوع در کار	بالا- به مقدار کمی آب نیاز دارد (فقط برای چال‌زنی)- اپراتور نمی‌تواند حین انجام برش به کارهای دیگر بپردازد.
سهولت به کارگیری	خیلی راحت
قابلیت جابه‌جایی	دستی، اگر از چکش ساده استفاده شود- بسته به نوع ماشین چال‌زنی معمولاً بیل مکانیکی با قدرت پایین کافی است.

ادامه جدول ۷-۱۰- پارامترهای مهم در به کارگیری اصول آتشباری کنترل شده به منظور ایجاد برش در سنگ

نیاز به پرسنل متخصص	به پرسنل کاری چندان متخصصی برای اجرا نیاز ندارد- برای طراحی نیروهای با تجربه و متخصص مورد نیاز است- اجرای صحیح آن نیاز به طراحی و همچنین نظارت دقیق دارد.
قابلیت خودکار بودن	تا جایی که به آتشباری مربوط می‌شود غیر ممکن است- به میزان قابل قبول و به طور پیوسته برای چال‌زنی در حال رشد است
ضخامت برش	چندین سانتی‌متر
محدودیت ابعاد به منظور انجام برش	چال‌زنی: محدود به واسطه چال‌زن‌ها آتشباری: اگر ماده منفجره مورد استفاده محدودیتی ایجاد نکند محدودیت خاصی وجود ندارد.
وابستگی به مشخصات سنگ‌شناسی و ساختارشناسی توده سنگ	زیاد- عکس‌العمل‌های سنگ به آتشباری به آسانی با استفاده از فرمول‌های استاندارد قابل پیش‌بینی نیست.
سازگاری زیست محیطی (سرو صدا، گرد و غبار، لرزش، گازهای سمی، تراوش مایعات سمی)	کم- وجود لرزش، گرد و غبار و تولید گازها و مواد سمی- اثرات صوتی خیلی زیاد - محدودیت در استفاده در مجاورت مناطق مسکونی
زمان آماده‌کردن برای کار	آتشباری: خیلی متغیر (حتی ۱ روز)- بالا بردن سرعت غیر ممکن است.
قیمت تولید	متوسط اما با جای زیاد برای رشد (با توجه به افزایش سرعت حفاری)

۷-۸-۵- استفاده از چال‌های خالی راهنما

هنگامی که یک چال خالی بین دو چال خرج‌گذاری شده قرار می‌گیرد، بر اثر انفجار چال‌های خرج‌گذاری شده، امواج ضربه منتشره از دو چال به این نقطه ضعیف (چال خالی) می‌رسند و سنگ به راحتی در بین دو چال شکاف بر می‌دارد. انتخاب فاصله چال خالی از چال‌های خرج‌گذاری شده مهم‌ترین مساله در این مورد است.

زمانی که از آتشباری کنترل شده برای استخراج سنگ استفاده می‌شود، ممکن است در محل برخورد دو ردیف چال (گوشه)، سنگ خرد شده و یا در امتداد ناخواسته‌ای شکسته شود. برای جلوگیری از این امر، باید چند چال را در تقاطع در ردیف چال، خالی گذاشت.

در جدول ۷-۱۰ پارامترهای مهم در به کارگیری اصول آتشباری کنترل شده برای استخراج سنگ‌های تزئینی، درج شده است. در جدول ۷-۱۱ نیز روش‌های مختلف آتشباری کنترل شده به اختصار مقایسه شده‌اند.

جدول ۷-۱۱- مقایسه روش‌های آتشباری کنترل شده

روش آتشباری / مشخصات	آتشباری صاف	آتشباری بالشی	آتشباری با چال‌های خالی	آتشباری پیش‌شکافی
سنگ مورد کاربرد	نسبتاً مقاوم	سخت	نرم	همه نوع سنگ
موارد کاربرد	حفر فضاهای زیرزمینی، حفر ترانشه راه‌سازی و غیره، استخراج سنگ تزئینی و نما و نظایر آن.	برای پله‌های اولیه معدن توصیه می‌شود.	زمانی که سایر روش‌های آتشباری کنترل شده به دیواره صدمه زند و بخواهیم هیچ صدمه‌ای وارد نشود، مثلاً در مناطق مسکونی.	معدن روباز، حفر تونل و چاه، ترانشه‌زنی، استخراج سنگ‌های تزئینی و نما.

ادامه جدول ۷-۱۱- مقایسه روش‌های آتشیاری کنترل شده

مشخصات روش آتشیاری	آتشیاری صاف	آتشیاری بالشی	آتشیاری با چال‌های خالی	آتشیاری پیش‌شکافی
سنگ مورد کاربرد	نسبتاً مقاوم	سخت	نرم	همه نوع سنگ
قطر چال‌ها (میلی‌متر)	۲۵-۶۰	۵۱-۱۶۶	۵۱-۷۶	۵۱-۱۰۲
مرحله‌بندی انفجار	چال‌های کنترل بعد از انفجار چال‌های تولید و ضربه‌گیر منفجر می‌شوند.	چال‌های کنترل بعد از چال‌های تولید و ضربه‌گیر منفجر می‌شوند.	منفجر نمی‌شوند.	چال‌های کنترل حدود ۵۰ میلی ثانیه قبل از چال‌های تولید منفجر می‌شوند. زمان تاخیرها باید طوری باشد که چال‌های کنترل حدود ۲۰۰ میلی ثانیه قبل از چال‌های ضربه‌گیر منفجر شوند.
بار سنگ (متر) (s)	$B = 1.25 \times S$	بسته به قطر چال از ۱/۲ تا ۲/۷ متر متغیر است * جدول ۶-۷	(بار سنگ چال‌های تولید) $B = (\frac{1}{2} \text{ to } \frac{3}{4})$	$B = 1.25 \times S$ * جداول ۷-۷ و ۸ و ۹
فاصله ردیفی چال‌ها (متر) (s)	$S = (15 \text{ to } 20)\phi_h$ * جداول ۲-۷ و ۳	بسته به قطر چال از ۰/۹ تا ۲/۵ متر متغیر است. * جدول ۶-۷	$S = (2 \text{ to } 4)\phi_h$	$S \leq 10\phi_h$ * جداول ۷-۷ و ۸ و ۹
میزان خرج‌گذاری	خرج چال‌های کنترل نسبت به تولید ضعیف‌تر است. خرج ته چال لازم است. * شکل ۳-۷ جدول ۱-۷ و ۲ و ۳	تراکم خرج بسته به قطر چال از ۰/۱۲ تا ۲/۲۵ کیلوگرم بر متر متغیر است * جدول ۶-۷	خرج‌گذاری نمی‌شود	قطر خرج‌ها ۱۷ تا ۳۲ میلی‌متر و تراکم خرج از رابطه زیر محاسبه می‌شود $q = 0.815 \times S^2$ * جداول ۷-۷ و ۸ و ۹
نحوه خرج‌گذاری	خرج در پوشش پلاستیکی نسبتاً محکم قرار دارد و توسط پره‌های مخصوصی بافاصله از دیواره چال در محور چال قرار می‌گیرد $\phi_h \geq 2\phi_c$ * شکل ۲-۷	فشنگ‌های دینامیت را یک به یک با فاصله ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر با ریسمان به قتیله انفجاری بسته و در محور چال قرار می‌دهند و فاصله بین فشنگ و دیواره چال را توسط خرده ریزه‌های حفاری پر می‌کنند. خرج ته چال ۲ تا ۳ برابر خرج میان چال است * شکل ۴-۷	همانند روش آتشیاری صاف	
گل‌گذاری	گل‌گذاری زمانی لازم است که در اثر انفجار تاخیری مواد منفجره به بیرون از چال پرتاب شود.	گل‌گذاری انجام می‌شود و طول آن ۱۰ تا ۲۵ برابر قطر چال است * جدول ۶-۷	گل‌گذاری نمی‌شوند.	طول گل‌گذاری ۰/۶ تا ۱ متر است.

ادامه جدول ۷-۱۱- مقایسه روش‌های آتشباری کنترل شده

مشخصات روش آتشباری	آتشباری صاف	آتشباری بالشی	آتشباری با چال‌های خالی	آتشباری پیش شکافی
سنگ مورد کاربرد	نسبتاً مقاوم	سخت	نرم	همه نوع سنگ
مزایا	<p>- بعد از انفجار چال‌های تولید می‌توان وضعیت سنگ‌شناسی را بررسی و چال‌های کنترل را منفجر کرد و از خطا کاسته می‌شود.</p> <p>- در حفر تونل وسایل نگهداری کم‌تری برای نگهداری سقف لازم است.</p>	<p>- امکان استفاده از چال‌ها با قطر بیش‌تر که باعث افزایش فاصله چال‌ها و کاهش هزینه‌ها می‌شود و حفر آن‌ها در یک راستا آسان‌تر است.</p> <p>- حصول نتایج در ساختارهای تحکیم نیافته (هوازده و شکسته شده)</p> <p>- بعد از انفجار چال‌های تولید می‌توان وضعیت سنگ‌شناسی را بررسی و چال‌های کنترل را منفجر کرده و از خطا کاسته می‌شود.</p>	<p>- وجود ردیف چال‌های خالی اولاً از وارد آمدن آسیب به دیواره چال جلوگیری می‌کند و ثانیاً به بهتر خرد شدن سنگ کمک می‌کند</p> <p>- چال‌های کنترل را می‌توان عمیق‌تر از روش‌های دیگر و تا ۲۴ متر حفر کرد.</p>	
معایب	<p>- قبل از انفجار چال‌های کنترل باید مواد خرد شده حاصل از انفجار چال‌های تولید برداشته شوند که بارگیری در دو مرحله هزینه‌ها را بالا می‌برد.</p> <p>- بعد از انفجار چال‌های تولید بارسنگ یکنواختی برای چال‌های کنترل باقی نمی‌ماند.</p>	<p>- قبل از انفجار چال‌های کنترل باید مواد خرد شده حاصل از انفجار چال‌های تولید برداشته شوند که بارگیری در دو مرحله هزینه‌ها را بالا می‌برد.</p> <p>- در گوشه‌های ۹۰ درجه قابل استفاده نبود و باید با روش‌های دیگر ترکیب شود.</p> <p>- بعد از انفجار چال‌های تولید بار سنگ یکنواختی برای چال‌های کنترل باقی نمی‌ماند.</p>	هزینه بالا	<p>- امکان بررسی و تصحیح خطاها در تولید شکاف وجود ندارد.</p>
ملاحظات		در این روش چال‌های کنترل را می‌توان هم‌زمان با سایر چال‌ها و هم بعد از انفجار آن‌ها حفر کرد.		اگر چند چال خالی مابین چال‌های کنترل حفر شوند، به تشکیل شکاف کمک خواهند کرد.

$$\Phi_c * = \text{قطر خرج و } \Phi_h = \text{قطر چال}$$

فصل ۸

راهنمای آموزش و آزمون پرسنل

۸-۱-۱- آشنایی

از نظر کلی، آتشباران و دست‌اندرکاران مواد ناریه باید توانایی‌هایی داشته باشند برای دستیابی به چنین توانایی‌هایی، پرسنل مربوط باید آموزش‌های لازم را ببینند و در آزمون‌های مربوط شرکت کنند.

۸-۲- آموزش‌های لازم برای آتشباران معادن

توانایی‌های ضروری آتشباران را می‌توان به ۱۳ مورد مختلف تقسیم کرد که برای دستیابی به این توانایی‌ها باید آموزش‌های لازم را به شرح زیر ارائه داد:

۸-۲-۱- آموزش لازم برای تعیین مقدار مواد ناریه مورد نیاز آتشباری

- الف- آموزش اطلاعات کامل در مورد انواع مواد ناریه و بسته‌بندی آن‌ها.
- ب- آموزش اطلاعات مقدماتی در مورد لایه‌بندی سنگ‌های محل آتشباری.
- ج- آموزش اطلاعات مقدماتی در مورد نوع سنگ از نظر سختی.
- د- آموزش اطلاعات مقدماتی در مورد وسایل اندازه‌گیری طول.
- ه- آموزش اطلاعات کامل در مورد محل، قطر و عمق چال‌های حفر شده.
- و- آموزش اطلاعات کامل از اصول و روش محاسبه مقدار مواد ناریه درخواستی.

۸-۲-۲- آموزش‌های لازم در مورد تحویل و حمل مواد ناریه و وسایل و ابزار از انبار به محل کار

- الف- آشنایی با فرم درخواست مواد از انبار.
- ب- آموزش کامل در مورد دستگاه آتش‌کن برقی.
- ج- آموزش کار با دستگاه اهم متر.
- د- آموزش اطلاعات کامل در مورد انبردست اتصال فتیله به چاشنی.
- ه- آموزش نحوه کار با ابزار و وسایل عمومی مورد نیاز آتشباری.
- و- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد مقررات ایمنی ورود به انبار.
- ز- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد تاثیر گرما، ضربه و فشار بر مواد ناریه.
- ح- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد حمل مواد ناریه.
- ط- آموزش اطلاعات کامل در مورد اصول روش چیدن مواد ناریه در وسایل نقلیه.
- ی- آموزش اطلاعات کامل در مورد اصول روش حمل مواد ناریه از انبار به محل کار.
- ک- آموزش اطلاعات کامل در مورد روش تخلیه مواد ناریه در محل کار.

۸-۲-۳- آموزش‌های لازم برای آماده‌کردن مواد ناریه به منظور خرج‌گذاری در چال‌ها

- الف- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد اصول و روش اتصال فتیله به چاشنی.
ب- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد اصول و روش بستن دینامیت‌ها به همدیگر متناسب با قطر چال.

۸-۲-۴- آموزش لازم برای خرج‌گذاری چال

- الف- آشنایی با نقشه چال‌ها.
ب- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد روش تمیزکردن چال‌های حفرشده از گرد چال، گرد زغال و خرده سنگ.
ج- آموزش در مورد روش کنترل عمق چال.
د- آموزش در مورد اصول و روش هدایت لول چاشنی‌دار به داخل چال.
ه- آموزش در مورد اصول و روش کوبیدن ته چال.
و- آموزش در مورد اصول کنترل پرشدن چال‌ها.
ز- آموزش در مورد تعیین تعداد چاشنی مورد نیاز برای چال‌های عمیق.
ح- آموزش لازم در مورد اصول و روش استفاده از چاشنی تاخیری برای خفیف‌کردن ضربه و موج.
ط- آموزش لازم در مورد روش اتصال فتیله انفجاری (کرتکس) به دینامیت و فتیله مادر.
ی- آموزش لازم در مورد روش اتصال چاشنی به فتیله انفجاری.
ک- آموزش لازم در مورد روش پرکردن چال بر حسب شماره‌های چال.
ل- آموزش لازم در مورد روش آزمون چاشنی‌های برقی با اهم متر.
م- آموزش لازم در مورد روش آزمون فتیله اطمینان.
ن- آموزش لازم در مورد تشخیص دینامیت‌های فاسد.

۸-۲-۵- آموزش نحوه گل‌گذاری و کوبیدن چال‌های خرج‌گذاری شده

- الف- آشنایی با مواد گل‌گذاری چال‌ها.
ب- آموزش در مورد روش گل‌گذاری و کوبیدن چال‌های خرج‌گذاری شده.

۸-۲-۶- آموزش در مورد آتش‌کردن چال‌های خرج‌گذاری شده

- الف- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد روش آتشباری به وسیله فتیله اطمینان.
ب- آموزش برای کسب اطلاعات کامل در مورد روش اتصال سیپ‌های چاشنی‌های برقی به یکدیگر و کابل آتش (سری، موازی، سری- موازی و موازی- سری).
ج- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل از روش امتحان و اندازه‌گیری مواد آتشباری.
د- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل از روش‌های کنترل مدار.
ه- آشنایی با وسایل خبردهی و ارتباط و روش دورکردن لوازم و افراد.

- و- آشنایی با مسیرهای فرار پس از آتش.
- ز- آموزش توانایی شمارش انفجار چال‌ها در روش آتشباری فنیله اطمینان.
- ح- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد نحوه انتخاب محل امن جهت آتش کردن چال‌ها.
- ط- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد روش اتصال سیم اصلی به دستگاه آتش‌کن.
- ی- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد شارژ و آماده‌کردن دستگاه آتش‌کن.
- ک- آموزش به منظور کسب اطلاعات کامل در مورد طرز کار آتش‌کن.

۸-۲-۷- آموزش بازرسی محل انفجار پس از آتشباری

- الف- آموزش در مورد مدت زمان انتظار پس از انواع روش‌های آتشباری.
- ب- آموزش در مورد روش بازرسی محل انفجار و حصول اطمینان از انفجار تمامی چال‌ها.
- ج- آموزش در مورد خبردهی پایان یافتن عملیات آتشباری.
- د- آموزش در مورد روش‌های کشف محل چال‌های آتش نشده.
- ز- آموزش در مورد روش‌های تعیین محل چال‌های آتش نشده.
- ح- آموزش در مورد نحوه اطلاع به مسوولین و قرق کردن محل انفجار.

۸-۲-۸- آموزش کشف علل آتش نگرفتن چال‌ها و خنثی یا آتش کردن مجدد آن‌ها

- الف- آموزش به قصد کسب اطلاعات کامل در مورد علل آتش نشدن چال‌ها.
- ب- آموزش به قصد کسب اطلاعات کامل در مورد روش‌های عمل با چال‌های آتش نشده.

۸-۲-۹- آموزش جمع‌آوری مواد ناریه منفجر نشده و منهدم کردن آن‌ها

- الف- آموزش اطلاعات کامل در مورد خطرات ناشی از مواد ناریه منفجر نشده و تغییر شکل یافته.
- ب- آموزش اطلاعات کامل در مورد اصول و روش جمع‌آوری مواد ناریه منفجر نشده.
- ج- آموزش اطلاعات کامل در مورد روش‌های انهدام مواد ناریه تغییر شکل یافته.

۸-۲-۱۰- آموزش نحوه تحویل مواد ناریه اضافی به انبار کل و تنظیم گزارش روزانه

برای دستیابی به این توانایی، آموزش لازم در مورد روش تحویل مواد ناریه اضافی به انبار کل و مقررات مربوطه و تنظیم گزارش روزانه ضرورت دارد.

۸-۲-۱۱- آموزش تنظیم و تعیین مقدار مواد ناریه با در نظر گرفتن نتیجه انفجار

- الف- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی جبهه کار پس از انفجار و دقت در میزان پرتاب سنگ.
- ب- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های لقی شدن جبهه کار و یا به جا ماندن سنگ در جبهه کار.
- ج- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی و تعداد قطعات بزرگ آزاد شده.

- د- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی شکل ظاهری جبهه کار منفجر شده.
- ه- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی علل به جا ماندن پایه در پایین جبهه کار بعد از انفجار.
- و- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی علل به جا ماندن ته چال بعد از انفجار.
- ز- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های بررسی تنظیم مقدار مواد نارویه و تغییر نقشه آتشباری بعدی.

۸-۲-۱۲- آموزش پیشگیری از حوادث و رعایت اصول و نکات ایمنی

- الف- آشنایی با وسایل ایمنی و حفاظتی.
- ب- آشنایی با دستگاه‌های گازسنج.
- ج- آشنایی با اثرات و حد مجاز گازهای سمی در معدن.
- د- آشنایی با روش ارتباط مسوولین در مورد ازدیاد گازهای سمی و مضر جهت تهویه محل کار.
- ه- آشنایی با گازهای بعد از انفجار و خطرات ناشی از آن‌ها.
- و- آموزش اطلاعات لازم در مورد روش‌های مبارزه با گرد و غبار و گازهای حاصل از انفجار.
- ز- آموزش اطلاعات لازم در مورد چال‌های آبدار و روش پرکردن آن‌ها.
- ح- آشنایی با حوادث ناشی از کار و توانایی حفظ خونسردی در مواقع حادثه و اطلاع به موقع به مسوولین.
- ط- آشنایی با جریان‌های ولگرد در محل استفاده از چاشنی‌های برقی.
- ی- آموزش اطلاعات کامل در مورد روش قطع کلیه جریان‌های الکتریکی در مواقع ضروری.

۸-۲-۱۳- آموزش کمک‌های اولیه

- الف- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای گازگرفتگی.
- ب- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای جراحات.
- ج- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای شکستگی.
- د- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای گرما و سرمازدگی.
- ه- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای مار و عقرب‌زدگی.
- و- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه برای برق‌گرفتگی.

۸-۲-۱۴- مسایل کلی در مورد آموزش آتشباران

- در مورد آموزش کارکنان آتشباری و سایر کارکنان باید این نکات رعایت شود:
- الف- سرپرستی کارهای آتشباری باید به شخص معینی که طبق حکم تعیین شده است یا به عهده سرپرست فنی معدن واگذار شود. افرادی برای این منظور تعیین می‌شوند که دوره فنی و یا دوره آموزش خاصی را برای سرپرستی عملیات آتشباری دیده باشند.

- ب- برای انجام عملیات آتشباری افرادی مجاز هستند که امتحان کمیسیون تخصصی را داده و گواهینامه آتشباری داشته باشند. کسانی که امتحان کمیسیون تخصصی را داده‌اند و به دریافت گواهینامه آتشباری نایل شده‌اند، پس از یک ماه کارکردن تحت نظر آتشبار مجرب، می‌توانند مستقلاً کار کنند.
- ج- آتشبارانی که بیش از یک سال کار خود را ترک کرده‌اند، در صورتی می‌توانند کارهای آتشباری را از سرگیرند که در کمیسیون یاد شده مجدداً امتحان دهند و حداقل ده روز کارآموزی کنند.
- د- تمام افرادی که به کارهای آتشباری اشتغال دارند، باید به وسیله سرپرست آتشباری راهنمایی شده و نیز با کیفیت و خصوصیات مواد منفجره و دستگاه‌های مورد استفاده و اقدامات احتیاطی آشنا شوند. به هنگام استفاده از انواع جدید مواد منفجره، باید دستورالعمل کارخانه سازنده مدنظر قرار گیرد.
- ه- استفاده از استادکار و افراد آتشبار و سایر افرادی که با خود مواد منفجره حمل می‌کنند، در کارهایی که مستقیماً با کنترل جبهه کار قبل از انفجار یا آماده‌کردن دستگاه آتش‌کن و یا اتصال سیم آتشباری به شبکه چاشنی‌ها ارتباط ندارند، ممنوع است.

۸-۳- آموزش‌ها و توانایی‌های لازم برای سرپرست کارگاه آتشباری

سرپرست کارگاه آتشباری باید اطلاعات جامعی در مورد مراحل مختلف آتشباری و مواد ناریه داشته باشد. بدین منظور وی باید آموزش‌های لازم را ببیند تا بتواند به مهارت‌ها و توانایی‌هایی که لازمه چنین شغلی است، دست یابد. لیست مهم‌ترین توانایی‌های لازم به شرح زیر است:

- الف- توانایی تشخیص عوامل موثر بر محیط کار؛
- ب- توانایی ایجاد روابط انسانی؛
- ج- توانایی آموزش ضمن کار؛
- د- توانایی ارزشیابی از آموزش ضمن کار و رفع کاستی‌های آن؛
- ه- توانایی اجرای مقررات و آیین‌نامه‌های شغلی؛
- و- توانایی برقراری ارتباط با واحدهای کارگاهی؛
- ز- توانایی پیشگیری از حوادث و رعایت اصول و نکات ایمنی و بهداشت کار؛
- ح- توانایی حل مشکلاتی که ضمن کار با آن‌ها برخورد می‌شود؛
- ط- توانایی کمک‌های اولیه؛
- ی- توانایی اجرای استانداردهای تضمین کیفیت؛
- ک- توانایی تهیه گزارش و ترسیم نمودار فعالیت‌ها؛
- ل- توانایی نظارت بر فعالیت‌های انباردار مواد ناریه؛
- م- توانایی نظارت بر فعالیت‌های مامور حمل مواد ناریه؛
- ن- توانایی نظارت بر فعالیت‌های آتشبار مواد ناریه؛
- ص- توانایی محاسبه خرج ویژه در عملیات آتشباری؛

ع- توانایی محاسبه حجم‌دهی مورد انتظار از انفجار.

فصل ۹

بازرسی‌ها و نظارت مواد ناریه

۹-۱- آشنایی

ضرورت نظارت و کنترل بر حمل و نقل، نگهداری و مصرف مواد منفجره و جلوگیری از امکان هرگونه سوء استفاده از آن‌ها به عنوان یک اصل بسیار مهم حایز اهمیت است. در همین راستا و به منظور تحقق موارد یاد شده، اولین دستورالعمل اجرایی مواد ناریه در سال ۱۳۶۵ تدوین شد که پس از گذشت قریب به ۱۷ سال، دستورالعمل یادشده مورد بازنگری قرار گرفت و به نحو جامعی تهیه شد و در تاریخ ۸۲/۶/۴ به تصویب شورای امنیت کشور رسید. در زیر موارد مهم این دستورالعمل را بررسی می‌کنیم.

۹-۲- نتایج عدم نظارت مستمر بر مصرف مواد ناریه

نبود نظارت مستمر بر مصرف مواد ناریه از سوی ارگان‌های ذیربط نتایج زیر را به همراه دارد:

- الف- کاهش ضریب امنیتی و ایمنی محیط کار؛
- ب- بهره‌برداری ناصحیح و غیربهبینه از معادن و ایجاد اختلال در امور پروژه‌های مصرف‌کننده مواد ناریه؛
- ج- استفاده سوء امنیتی از مواد ناریه (تخلفات، سرقت مواد ناریه و نظایر آن‌ها)؛
- د- وقوع حوادث منجر به خسارت جانی و مالی دست‌اندرکاران مواد ناریه؛
- هـ- ایجاد اختلال در مراحل برداشت و مصرف مواد ناریه؛
- و- بالا رفتن تخلفات دست‌اندرکاران مواد ناریه.

۹-۳- هیات نظارت بر مواد ناریه استان

نظارت بر کاربرد مطلوب مواد ناریه و حسن اجرای مقررات مربوط و دستورالعمل اجرایی مواد ناریه مصوب شورای امنیت کشور توسط موسسات مصرف‌کننده مواد ناریه در سطح استان، از اهداف تشکیل هیات نظارت استان به‌شمار می‌روند.

۹-۳-۱- ترکیب اعضای تشکیل‌دهنده هیات

ترکیب اعضای هیات نظارت بر مواد ناریه استان به شرح زیر است:

- الف- نماینده استانداری (مسوول)؛
- ب- نماینده اداره کل اطلاعات استان؛
- ج- نماینده ساحفاجا (حفاظت اطلاعات منطقه)؛
- د- نماینده ناجا (فرماندهی انتظامی استان)؛
- هـ- نماینده فرماندهی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی استان (ساحفاسا).

۹-۳-۲- شرح وظایف هیات‌های مواد ناریه استان

شرح وظایف هیات‌های مواد ناریه استان در دستورالعمل اجرایی مواد ناریه آمده است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

- الف- بازدید نوبتی از موسسات مصرف‌کننده مواد ناریه هر ۶ ماه یکبار؛ به منظورهای زیر:

- بررسی چگونگی حفاظت از انبارهای مواد ناریه و نظارت بر مصرف مواد ناریه؛
- ارایه گزارش بازدید به استانداری برابر فرم مربوط به منظور انعکاس به سازمان‌های عضو هیات و دیگر مبادی ذیربط بر حسب مورد؛
- انعکاس معایب برابر صورتجلسات تنظیمی در بازدیدها به موسسات مصرف کننده مواد ناریه و انجام پیگیری‌های لازم تا رفع نواقص آن؛
- بررسی کارت‌های دست‌اندرکاری مواد ناریه شاغل در موسسات مصرف کننده مواد ناریه و دفاتر و کارتکس‌های ثبت آمار مواد ناریه؛
- ب- انجام بازدیدهای غیر مترقبه از موسسات مصرف کننده مواد ناریه در سطح استان بر حسب درخواست یکی از اعضای هیات و یا گزارش‌های واصله مبنی بر وجود تخلفات؛
- ج- تعیین تکلیف مواد ناریه مازاد بر مصرف، مکشوفه یا فاسد موجود در انبارهای مواد ناریه مطابق دستورالعمل ابلاغی کمیسیون مرکزی نظارت بر مواد ناریه شاک؛
- د- درخواست کارشناس از وزارت دفاع (ساصد) به منظور کارشناسی مواد ناریه، محترقه، شیمیایی تحت کنترل (تاریخ گذشته، مازاد، مکشوفه، بررسی حوادث و بازدید از انبارهای مواد ناریه)؛
- ه- انعکاس تخلفات امنیتی موسسات مصرف کننده و تولیدکننده به اداره کل اطلاعات به منظور پیگیری و اعلام نظریه کمیسیون مرکزی مواد ناریه شورای امنیت کشور؛
- تبصره:** تعطیلی یا جلوگیری از ادامه فعالیت موسسات یادشده در ارتباط با تخلفات امنیتی منوط به اعلام نظریه کتبی از سوی اداره کل اطلاعات استان با هماهنگی وزارت اطلاعات است.
- و- انجام اقدامات لازم به منظور جلوگیری از اشتغال به کار افراد فاقد سابقه، فاقد صلاحیت، رد صلاحیت شده و اتباع بیگانه غیر مجاز در امور مواد ناریه موسسات مصرف کننده و تولیدکننده از طریق بررسی اسامی دست‌اندرکاران و تطبیق با کارت دست‌اندرکاری مواد ناریه و کارت شناسایی معتبر در بازدیدهای مربوط؛
- ز- تعیین و تایید محل انبارهای جدید الاحداث مواد ناریه (با توجه به شرایط امنیتی و حفاظتی منطقه) و نظارت بر مراحل ساخت انبارهای موصوف با هماهنگی کارشناسان سازمان صنایع دفاع؛
- تبصره:** در مناطق آلوده امنیتی و محل حضور و تردد گروه‌های ضد امنیت کشور (نا امن) قبلا بایستی نظر اداره کل اطلاعات استان در این خصوص اخذ شود.
- ح- برنامه‌ریزی و هماهنگی با کمیسیون مرکزی نظارت مواد ناریه شاک به منظور برگزاری همایش برای دست‌اندرکاران مواد ناریه در سطح استان؛
- ط- بازدید اولیه از محل حوادث منجر به خسارات جانی و مالی ناشی از کاربرد مواد منفجره در موسسات مصرف کننده یا تولیدکننده مواد ناریه در اسرع وقت و انجام هماهنگی‌های لازم به منظور دعوت از هیات کارشناسی کمیسیون مرکزی مواد ناریه شاک؛
- تبصره:** هیات نظارت بر مواد ناریه استان ضمن تهیه فیلم و عکس از صحنه‌های حوادث، اقدامات لازم را در خصوص حفظ صحنه موجود تا زمان حضور هیات کارشناسی کمیسیون مرکزی شاک به عمل آورد.

- ی- تهیه شناسنامه انبارهای مواد ناریه موسسات مصرف‌کننده و تولیدکننده مواد ناریه برابر فرم مصوب ابلاغی کمیسیون مرکزی مواد ناریه شارک برای هر دوره سه ساله؛
- ک- اعلام نظریه با مصارف زیر یکصد کیلوگرم مواد ناریه موسسات مصرف‌کننده مواد ناریه و همچنین استفاده از خدمات معادن همجوار برابر دستورالعمل ابلاغی کمیسیون مرکزی مواد ناریه شاک؛
- ل- اجرای مصوبات شورای تامین استان به منظور اعمال محدودیت‌های لازم در کلیه امور مربوط به مواد ناریه به هنگام سفر رهبر و سران سه قوه به استان‌ها و همچنین برگزاری انتخابات (مجلس شورای اسلامی، ریاست جمهوری و نظایر آن‌ها)؛
- م- اجرای مصوبات و سیاست‌های ابلاغی کمیسیون مرکزی نظارت بر مواد ناریه شورای امنیت کشور؛
- ن- بازدیدهای ماهانه از انبارهای مواد ناریه استیجاری اشتراکی شرکت‌های خدماتی و بازدید صورتجلسات تنظیمی در ارتباط با موجودی مواد ناریه هر یک از شرکت‌ها به تفکیک به مبادی ذی‌ربط؛
- ص- نظارت بر آتشباری موردی توسط شرکت‌های خدماتی در داخل شهرها و مناطق مسکونی و حساس و حضور تا پایان عملیات آتشباری و تنظیم صورتجلسات مربوط و انعکاس به مبادی ذی‌ربط؛
- ع- هیات نظارت بر ناریه استان مجاز به انجام موارد زیر نیست:
- هیچ‌کدام از اعضای هیات ناریه استان به هنگام بازدید از موسسات مصرف‌کننده یا تولیدکننده مواد ناریه نباید از شرکت خاصی حمایت و یا تبلیغ کنند؛
 - نمایندگان سازمان‌های عضو هیات ناریه استان نمی‌توانند در ماموریت‌های اسکورت، حفاظت و یا نظارت بر مصرف مواد ناریه انجام وظیفه کنند؛
 - تشکیل هیات‌های فرعی مواد ناریه در شهرستان‌ها توسط هر یک از استان‌ها منوط به اخذ نظر کتبی کمیسیون مرکزی نظارت بر مواد ناریه شورای امنیت کشور است؛
 - هیات مواد ناریه استان مجاز به صدور مجوز فروش مواد ناریه و یا واگذاری امانی مواد ناریه از موسسه‌ای به موسسه دیگر نیست؛
 - هیات مواد ناریه استان مجاز به انجام فعالیت خارج از حدود وظایف تعیین شده نیست و در صورت برخورد با هرگونه مورد خاصی باید از کمیسیون مرکزی نظارت بر مواد ناریه شورای امنیت کشور استعلام و برابر نظر کمیسیون مرکزی اقدام کند؛
 - هیچ یک از اعضای هیات مواد ناریه استان مجاز نیستند که از ورود مواد ناریه حمل شده به انبارهای مواد ناریه موسسات مصرف‌کننده، جلوگیری کنند.
- تبصره ۱:** هیات نظارت بر مواد ناریه استان مجاز نیست از اهرم مواد ناریه برای تحقق اهداف غیر مرتبط با مواد ناریه استفاده کند.
- تبصره ۲:** هیات نظارت بر مواد ناریه استان تحت هیچ شرایطی حق انهدام مواد ناریه (سالم، فاسد) را ندارد. بدیهی است هرگونه انهدام مواد موصوف باید توسط کارشناسان ساعد انجام گیرد.

۹-۴- نظارت بر مصرف مواد ناریه

۹-۴-۱- شرایط و ویژگی‌های مامور ناظر بر مصرف مواد ناریه

مامورین نظارت بر مصرف مواد ناریه می‌بایستی از افراد پایور و رسمی ناجا که دارای صلاحیت و توانمندی لازم هستند، انتخاب و پس از طی آموزش‌های لازم به کار گرفته شوند.

۹-۴-۲- وظایف ناظرین

شرح وظایف ناظرین بر مصرف مواد ناریه مطابق آنچه که در دستورالعمل اجرایی مواد ناریه آمده به شرح زیر است.

الف- نظارت بر انبار مواد ناریه

این نظارت موارد زیر را در بر می‌گیرد:

- نظارت بر تخلیه مواد ناریه از کامیون به انبار و کنترل و شمارش آن؛
- نظارت بر تنظیم صورتجلسه مواد تحویلی از نماینده حمل به انباردار و امضای صورتجلسه مربوط؛
- زدن قفل مخصوص ناظر به انبار و نگهداری کلید آن در پاسگاه انتظامی مربوط؛
- پلمپ کردن درب انبار و نگهداری دستگاه پلمپ نزد پاسگاه انتظامی مربوط.

ب- نظارت بر برداشت مواد ناریه از انبار

این نظارت موارد زیر را شامل می‌شود:

- فک پلمپ و باز کردن قفل انبار.

تبصره: مامور ناظر بر مصرف مواد ناریه بایستی دفتر مخصوص آمار مواد ناریه داشته باشد و کلیه ورود و خروجی‌های مواد ناریه را در آن ثبت کند. دفتر ناظر بایستی فاقد هرگونه اشتباه خط‌خوردگی و لاک‌گرفتگی باشد.

ج- نظارت بر مصرف مواد ناریه

این نظارت مشتمل بر موارد زیر است:

- نظارت مستمر بر انتقال مواد ناریه از انبار به محل عملیات توسط آتشبار با رعایت اصول ایمنی، حفاظتی و امنیتی؛
- نظارت بر خرج‌گذاری مواد ناریه در چال‌ها؛
- نظارت بر انجام عملیات آتشباری و انفجار چال‌ها؛
- بازدید از چال‌های منفجره به همراه آن و بازرسی صحنه انفجار؛
- امضای صورتجلسه تنظیم‌شده روزانه مواد مصرفی در پایان هر عملیات آتشباری؛
- نظارت بر عودت مواد ناریه مازاد به انبار برابر روش انبارداری و تایید صورتجلسه مربوط (در صورت اضافه‌بودن مواد ناریه برداشتی از انبار)؛

- نظارت بر انهدام مواد باقیمانده از عملیات انفجار در ته چال‌ها و تایید صورتجلسه مربوط؛

- امضای صورتجلسه کلی مواد مصرفی خارج شده از انبار پس از اطمینان از صحت مصرف و کنترل میزان مواد مصرف شده در مراحل مختلف در طی روز؛
- تایید فرم‌های صورت مصرفی ماهانه و ارایه آن به مسوولین مافوق خود در امور مواد ناریه جهت تایید و امضای فرم‌ها؛
- حصول اطمینان از صحت مصرف و کنترل میزان مواد مصرف شده در مراحل مختلف در طی روز و تایید صورتجلسات مربوط؛
- انعکاس گزارش تخلفات مربوط به دست‌اندرکاران مواد ناریه و سایر مسایل مرتبط به امور ناریه به ارگان‌های ذی‌ربط از طریق سلسله مراتب (ناشی از عدم انجام وظیفه آن‌ها)؛
- گزارش فوری نگهداری مواد ناریه در انبارها و کانتینرهای غیر استاندارد به ارگان ذی‌ربط.

د- تخلفات ناظرین

عمده این تخلفات به شرح زیر است:

- عدم حضور ناظر به هنگام تخلیه مواد به انبار و تنظیم صورتجلسه؛
- عدم حضور ناظر به هنگام تحویل مواد از انبار به آتشبار؛
- عدم همراهی آتشبار از انبار تا محل انفجار؛
- عدم نظارت بر خرج‌گذاری و شمارش چال‌ها؛
- عدم بازدید و بازرسی از صحنه عملیات آتشباری؛
- عدم گزارش تخلفات به سلسله مراتب؛
- کتمان کردن تخلفات سایر دست‌اندرکاران؛
- عدم نظارت بر ورود مواد ناریه به انبار از جهت کنترل مقدار، نوع مواد با توجه به مندرجات پروانه و ثبت آن در دفتر موجودی مواد ناریه پاسگاه؛
- عدم کنترل و شمارش مقدار موجودی مواد ناریه و مقایسه آن با مندرجات دفتر موجودی مواد ناریه پاسگاه؛
- عدم نصب قفل مخصوص پاسگاه به درب انبار؛
- عدم پلمپ کردن درب انبار؛
- عدم امضای صورتجلسه ورود مواد ناریه به انبار و تحویل ۲ نسخه از صورتجلسه به پاسگاه انتظامی؛
- عدم نظارت بر برداشت (خروج) مواد ناریه از انبارهای مواد ناریه؛
- عدم حضور ناظر در هنگام باز کردن قفل مخصوص از درب انبار و شکستن پلمپ آن؛
- عدم نظارت بر خروج مواد ناریه از انبار جهت کنترل مقدار و نوع مواد ناریه‌ای که از انبارها خارج می‌شود؛
- قفل نکردن درب انبار و عدم پلمپ آن پس از خروج مواد ناریه از انبارهای مواد ناریه.

تبصره ۱: ناظرین بر مصرف مواد ناریه می‌بایست نسبت به وظایف محوله خود آشنا باشند و انجام وظیفه کنند. در غیر این صورت عمل آن‌ها تخلف محسوب شده و برابر مقررات و دستورالعمل اجرایی مواد ناریه شکایت متخلف یا متخلفین برخورد قانونی می‌شود.

تبصره ۲: از به کارگیری عوامل ناظر بر مصرف مواد ناریه فاقد صلاحیت از ساحفا، ناجا، واجا و نداشتن کارت نظارت بر مصرف خودداری شود.

تبصره ۳: کلیه وظایفی که برای ناظرین بر مصرف در نظر گرفته شده است در صورت عدم انجام آن تخلف محسوب می شود.

فصل ۱۰

فرم‌های درخواست‌ها، مجوزها و گزارش‌ها

به منظور کنترل، نظارت و حفظ امنیت در کلیه امور مربوط به مواد ناریه، اجرای دستورالعمل‌ها، قوانین و مقررات امری ضروری است. در همین راستا استفاده از فرم‌های استاندارد به تحقق بهتر موارد یاد شده کمک می‌کند. در این فصل فرم‌های مختلف مربوط به مواد ناریه، جمع‌آوری شده است.

فرم‌های یاد شده مشتمل بر ۱۹ فرم است که تقریباً کلیه موارد مرتبط با امور ناریه را در بر می‌گیرند. لیست این فرم‌ها به شرح زیر است:

فرم شماره ۱: مربوط به صلاحیت دست‌اندرکارانی است که ابتدا به ساکن در امور ناریه مشغول فعالیت می‌شوند.

فرم شماره ۲: بیوگرافی دست‌اندرکاران مواد ناریه که به ضمیمه فرم شماره ۱ تکمیل می‌شود.

فرم شماره ۳: مربوط به تمدید صلاحیت دست‌اندرکاران است که پس از اتمام دوره صلاحیت آن‌ها تکمیل و اقدام شود.

فرم شماره ۴: مربوط به جابه‌جایی دست‌اندرکاران مواد ناریه است.

فرم شماره ۵: مربوط به تجدیدنظر صلاحیت دست‌اندرکارانی است که قبلاً رد صلاحیت شده‌اند.

فرم شماره ۶: مربوط به کارگاه‌های مصرف‌کننده مواد ناریه است. منظور از مواد ناریه اقلامی نظیر دینامیت‌ها، باروت‌ها، چاشنی‌ها و انواع فتیله‌ها و نظایر آن‌ها است.

فرم شماره ۷: مخصوص تولیدکنندگان اقلام شیمیایی تحت کنترل است.

فرم شماره ۸: مخصوص مصرف‌کنندگان مواد شیمیایی از قبیل نیترات‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و نظایر آن‌ها است.

فرم شماره ۹: تعهدنامه مخصوص نمایندگان حمل و مدیران عامل است.

فرم شماره ۱۰: مخصوص تاییدیه حفاظت فیزیکی انبار مواد ناریه است.

فرم شماره ۱۱: فرم مخصوص تاییدیه ظرفیت انبار است که توسط سازمان صنایع دفاع صادر شود.

فرم شماره ۱۲: مربوط به پروانه حمل مواد ناریه است (دایمی و یکبار مصرف)

فرم شماره ۱۳: مربوط به صورت مصارف روزانه است.

فرم شماره ۱۴: مربوط به صورت مصارف ماهانه است.

فرم شماره ۱۵: مربوط به مشخصات نماینده حمل مواد ناریه است.

فرم شماره ۱۶: مربوط به درخواست مواد ناریه (از وزارت کشور به ساحفاجا) است.

فرم شماره ۱۷: مربوط به درخواست مواد ناریه (از استانداری به وزارت کشور) است.

فرم شماره ۱۸: مربوط به برگزاری مراسم نورافشانی است.

فرم شماره ۱۹: صورتجلسه چک لیست انبارهای مواد ناریه است.

اصل این فرم‌ها در گزارش جامع آمده است.

فهرست منابع به ترتیب استفاده در متن

[۱]- استوار رحمت‌اله (۱۳۷۰)

آتشباری در معادن - جلد اول
انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[۲]- مدنی، حسن (۱۳۷۷)

تونل‌سازی - جلد اول: حفاری و اجرا
انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[3]- Magoichenkov, M- Galadzy, F.- Rosinsky, W. (1970)
Blasting in Coal Mines
Higher School Publishing House- USSR

[4]- Morhard, Robert (1987)
Explosives and Rock Blasting
Atlas Powder Co.

[۵]- دفتر نظارت و ایمنی معادن (۱۳۸۱)

آیین‌نامه ایمنی در معادن
وزارت صنایع و معادن

[۶]- صنایع شیمیایی پارچین (۱۳۸۱)

انبارهای مواد منفجره
صنایع پارچین - مدیریت مهندسی ایمنی و کارشناسی مواد ناریه

[۷]- اداره کل معادن (۱۳۴۶)

مقررات حمل و نقل، انبار، نگاهداری و به‌کاربردن مواد منفجره در عملیات اکتشاف و استخراج
وزارت صنایع و معادن

[۸]- اداره کل نظارت بر معادن (۱۳۵۲)

دستورالعمل حمل و نقل، نگاهداری و به‌کاربردن مواد منفجره
وزارت اقتصاد

[۹]- افروز، اردشیر (۱۳۶۴)

آتشباری در معادن
شرکت تولید مواد و صنایع معدنی فجر

[۱۰]- قوانین ایمنی در معادن زغال سنگ (۱۳۵۰)
انتشارات شرکت ملی ذوب آهن ایران

[۱۱]- دبیرخانه شورای امنیت کشور (۱۳۸۲)
دستورالعمل اجرایی مواد ناریه
وزارت کشور

[۱۲]- شرکت تولید و فرآوری مواد معدنی ایران (۱۳۷۰)
حفاری در معادن سطحی
انتشارات آینه

[۱۳]- یآوری، مهدی (۱۳۸۲)
چالزنی و آتشباری
جزوه درسی- دانشکده فنی دانشکده تهران

[۱۴] صفایی، مازیار (۱۳۸۱)
شیمی مواد منفجره
سازمان صنایع دفاع- صنایع مهارت سازی تهران

[15]- Du Pont (1980)
Blasters Handbook
Du Pont De Nemours and Co.inc

[16] Gustafsson, Rune (1973)
Swedish Blasting Handbook
SPI , Gothenburg, Sweden

[17]- NONEL User's Manual (1985)
Nitro Nobel CO.

[۱۸]- آیین نامه فنی و نظارت بر معادن کشور (۱۳۳۶)
اداره کل معادن- وزارت صنایع و معادن

[۱۹]- نیترو نوبل
نائل- دفترچه راهنمای مصرف کنندگان
شرکت سهامی سنگ آهن مرکزی ایران- بافق

[۲۰]- صنایع شیمیایی پارچین (۱۳۸۱)
مبحث کلیات آتشکاری
مدیریت مهندسی ایمنی و کارشناسی مواد ناریه

[۲۱]- استوار، رحمت‌اله (۱۳۸۰)

آتشکاری مهارشده

جزوه درسی آتشباری پیشرفته مقطع کارشناسی ارشد استخراج معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[۲۲]- حمیدی انارکی، غلامرضا (۱۳۷۵)

استخراج گرانیات به روش انفجار کنترل شده

همایش صاحب نظران و دست‌اندرکاران بخش معدن

[23]- Sokolov, A. (1961)
Operation of Cutting and Cutting- Loading Machines
Higher School Publishing House- Moscow

[24]- S.M.E. Mining Engineering Hand book (1992)
S.M.E. INC.

[25]- Langefors, V.- Kihlstrom, B. (1979)
Rock Blasting
JohnWiley and Sons,Inc.

[۲۶]- مدنی، حسن (۱۳۷۵)

بهینه‌سازی سیستم آتشباری در معدن دره

گزارش فنی - شرکت درین کاشان

[27]-Lopez Jimeno, Carlos (1995)
Drilling and Blasting of Rocks
A.A.Balkema, Rotterdam

[28]- Berta, Giorgio (1990)
Explosives: An Engineering Tool
Italesplosivi, Milano

[29]- Persson. A, Holmberg. R, Lee.J (1994)
Rock Blasting and Explosives Engineering
CRC Press

[30]- Hustrulid. W (1999)
Blasting Principles for Open Pit Mining
Vol 1, A.A. Balkema

[31]- Gupta. R.N
Surface Blasting And Its Impact on Environment
National Institute of Rock Mechanics, India

[32]- Gupta.R.N
Environmental Impact of Blasting and its Mitigation

National Institute of Rock Mechanics, India

[۳۳]- وزارت صنایع و معادن (۱۳۸۳)

ضوابط و معیارهای استخراج سنگ‌های تزئینی و نما
وزارت صنایع و معادن - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

[34]- Sandhu M.S. - Khadia K.K. (1994)

Pre-Splitting Technique of Blasting- An Aid to Productivity
Mine Planning and Equipment Selection

[35]- Wyllie D.C,- Mah W.e (2004)

Rock Slope Engineering
Spon Press

[36]- Hoke Evert, Bary John (1981)

Rock Slope Engineering

[۳۷]- کمیسیون تهیه و تدوین استانداردهای آموزشی (۱۳۸۲)

استاندارد مهارت و آموزش آتشبار معدن
سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

[۳۸]- شرکت معدن نگار نوین (۱۳۸۴)

برنامه آموزشی برای مسوولین آتشباری

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق)، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran

Technical Regulations for Explosives and Rock Blasting in Mines

No. 410

Office of Deputy for Strategic Monitoring

Bureau of Technical Execution Systems

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Industries and Mines

Deputy of Mining and Mineral Industries
Office for Mining Safety and Supervision

<http://www.mim.gov.ir>

2008

این نشریه:

درب‌گیرنده مقررات و ضوابط مربوط به
مباحث فنی و ایمنی، نگهداری و نحوه
به‌کارگیری و استفاده از مواد منفجره در امر
آتشباری در معادن است. رعایت کلیه موارد
ذکر شده در این نشریه الزامی است.