

ماشین آلات ویژه معادن روباز



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- کلیاتی در مورد ماشین‌آلات معدن بیان کند.
- ۲- ماشین‌آلات معادن روباز شامل بولدوزر، لودر، بیل مکانیکی، دراگ‌لین، بیل چرخشی، اسکریپر و کامیون را توضیح دهد.
- ۳- مقررات ایمنی کاربرد ماشین‌آلات معدنی در عملیات استخراج روباز را شرح دهد.
- ۴- نحوه بهره‌برداری صحیح از ماشین‌آلات را بیان کند.
- ۵- مقررات ایمنی لازم در برج حفاری را بیان کند.
- ۶- مقررات هدایت بدون خطر بیل مکانیکی را توضیح دهد.
- ۷- شرایط حفاظتی خاص حمل و نقل با کامیون را بیان کند.
- ۸- حفاظت سیستم حمل و نقل با نوار نقاله را توضیح دهد.

## کلیات

به‌طورکلی، برای استخراج مواد معدنی، ماشین‌آلات مختلفی به کار می‌رود. در هر معدن با توجه به وسعت عملیات و امکانات موجود، ماشین‌آلات بارگیری و باربری ویژه در ابعاد و اندازه‌های مشخص به کار می‌رود. هر نوع از این ماشین‌ها، برای کارهای مختلف ساخته می‌شوند. بعضی از آن‌ها برای استفاده در معادن روباز به کار رفته و بعضی دیگر تنها در معادن زیرزمینی کاربرد دارند. بدیهی است، انواعی که در معادن روباز مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای ابعاد بزرگ‌تری نسبت به انواع زیرزمینی هستند. در این فصل سعی شده است تا عمده‌ترین و متداول‌ترین ماشین‌آلاتی که در معادن روباز به کار می‌روند، معرفی گردند.



بولدوزر<sup>۱</sup>

شکل ۱-۴- بولدوزر

<sup>۱</sup> - Bulldozer.

یکی از ماشین‌آلات متداول در معادن روباز که کارایی فراوانی در جا به جایی مواد دارد، بولدوزر است. بولدوزرها نوعی تراکتور هستند که در قسمت جلو آن‌ها یک تیغه نصب شده و عقب آن‌ها نیز، دارای یک یا چند چنگک است که به آن کلنگ یا ریپر<sup>۱</sup> می‌گویند.



شکل ۲-۴- یک نوع بولدوزر

تیغه‌های بولدوزر، قابلیت حرکت افقی و عمودی دارند. بولدوزرهایی که تیغه آن‌ها قادر به دوران و گردش باشد، به نام انگلدوزر<sup>۲</sup> معروف‌اند. بیشترین کاربرد بولدوزر، کندن زمین، شکل دادن و دپو کردن مواد معدنی و آماده کردن آن‌ها برای بارگیری است.

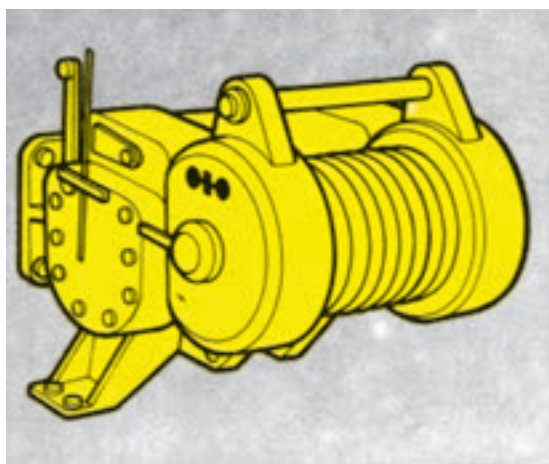
از کاربردهای دیگر بولدوزر، پخش کردن خاک و تسطیح زمین و مواد دپو شده، پرکردن گودال‌ها، هل دادن اسکرپر و... است. حرکت تیغه بولدوزرها به دو روش انجام می‌شود یکی با بازوهای هیدرولیکی و دیگری با وینچ و کابل. محل قرارگیری دستگاه وینچ در سیستم کابلی، در انتهای بولدوزر است و قدرت آن با موتور تأمین می‌شود.

۱- Ripper.

۲- Angledozer.



شکل ۳-۴- بولدوزر در حال جا به جایی خاک



شکل ۴-۴- دستگاه وینچ حرکت دهنده تیغه بولدوزر

بولدوزر دارای دو نوع چرخ زنجیری و چرخ لاستیکی است و با توجه به حجم عملیات، سختی زمین و شرایط اقتصادی می توان از آن ها استفاده کرد. بولدوزر چرخ زنجیری، دارای قدرت بیشتر و سرعت کمتر بوده و قادر است در زمین های سست و سنگلاخی عمل کند. در عوض بولدوزرهای چرخ لاستیکی قدرت کمتر و سرعت بیشتری نسبت به نوع چرخ زنجیری داشته و در زمین هایی که شیب فراوان و سنگلاخی دارد، قادر به کار نخواهند بود.

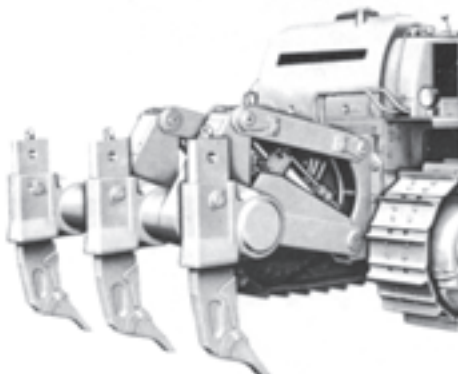


شکل ۴-۵- بولدوزر نوع چرخ زنجیری

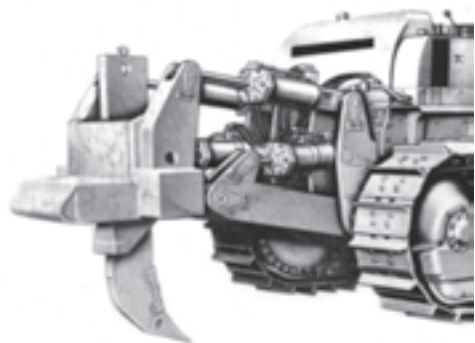


شکل ۴-۶- بولدوزر نوع لاستیکی

در بیشتر بولدوزرها، برای کندن و شخم زدن زمین های سخت، چنگکها یا تیغه های خراش دهنده نصب می شود که به آن کلنگ یا ریپر گفته می شود. حرکت ریپر ها نیز از طریق بازو های هیدرولیکی انجام می گیرد. ریپر ها ممکن است، به شکل منفرد یا چندتایی نصب شوند.



شکل ۴-۸- ریپر چندتایی



شکل ۴-۷- ریپر منفرد

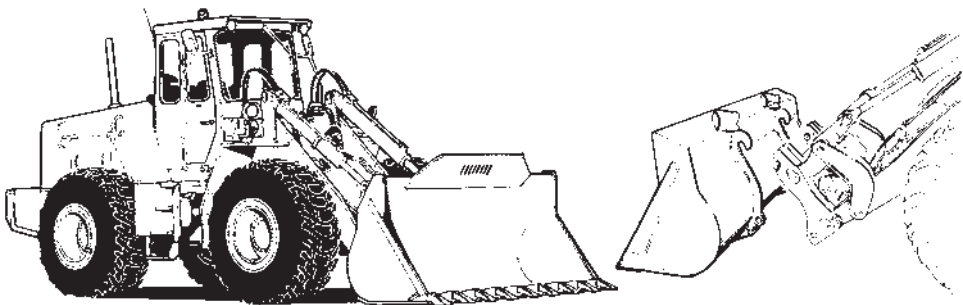


شکل ۹-۴- بولدوزر در حال کار



شکل ۱۰-۴- لودر

ماشینی که تقریباً در تمام معادن روباز استفاده می‌شود، لودر است. شکل ظاهری لودر تقریباً همانند بولدوزر است؛ با این تفاوت که جام لودر قابلیت برداشت و بارکردن مواد مختلف به داخل ماشین‌های باربری را دارد و کمتر برای دپو کردن به کار می‌رود.

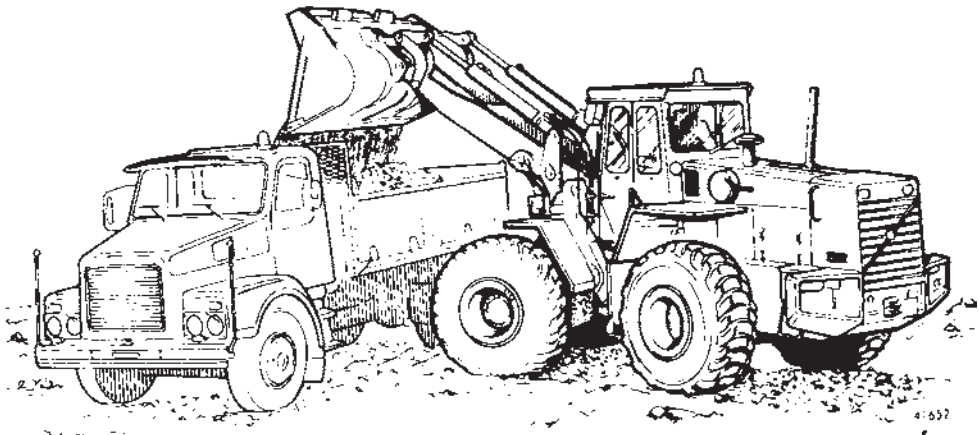


شکل ۱۱-۴- شکل کلی جام لودر

---

۱- Loader.

اصلی‌ترین کار لودر بارگیری موادی است که معمولاً با بولدوزر دیو شده است.



شکل ۱۲-۴- لودر در حال بارگیری کامیون

در صورتی که مواد معدنی در جای نرم باشند، مانند شن و ماسه می‌توان تنها با لودر آن‌ها را کنده، جا به جا و در نهایت بارگیری کرد.

لودرها نیز مانند بولدوزرها، در دو نوع چرخ زنجیر و چرخ لاستیکی ساخته می‌شوند که هر یک قابلیت‌های ویژه‌ای دارند. نوع چرخ لاستیکی سرعت بیشتر و قدرت کمتر داشته و در زمین‌های سست و گلی و سنگلاخی کارایی چندانی ندارد. اما نوع چرخ زنجیری آن دارای سرعت کمتر و قدرت بیشتر



شکل ۱۳-۴- خاک برداری به وسیله لودر



بوده و در شیب‌های زیاد و زمین‌های سست و سنگلاخی، به راحتی عمل بارگیری را انجام می‌دهد.



شکل ۱۴-۴- لودر نوع چرخ زنجیری



شکل ۱۵-۴- لودر نوع چرخ لاستیکی

ابعاد و ظرفیت‌های بارگیری با لودر مانند بیشتر ماشین‌های موجود بوده و به وسعت معدن، اندازه ماشین‌های حمل و نقل و شرایط دیگر بستگی دارد. لودر قابلیت نصب تجهیزات جانبی از قبیل چنگک، بالابر و دیگر وسایل را داشته و در این صورت برای منظوره‌های دیگری به جز معدن‌کاری یا راهسازی از آن‌ها می‌توان سود برد.



شکل ۱۶-۴- کاربردهای مختلف لودر



شکل ۱۷-۴- لودر در حال بارگیری سنگ شکن معدن

## بیل مکانیکی



شکل ۱۸-۴- بیل مکانیکی

بیل مکانیکی، وسیله‌ای است که می‌تواند عمل کندن و بارگیری مواد معدنی را انجام دهد. این وسیله از نظر شکل، اندازه و نحوه انجام کار بسیار متنوع است و به نام‌های مختلف خوانده می‌شوند. شاول<sup>۱</sup>، بیل هیدرولیکی<sup>۲</sup>، بیل کابلی<sup>۳</sup>، و کج بیل<sup>۴</sup>، (بیل بکهو) از جمله دستگاه‌هایی هستند که معمولاً با نام بیل مکانیکی در ایران شناخته می‌شوند.



شکل ۱۹-۴- بیل مکانیکی در حال بارگیری



شکل ۲۰-۴- بیل مکانیکی چرخ لاستیکی با جام معکوس

چون بیل مکانیکی بیشتر در معادن بزرگ با ظرفیت تولید بالا استفاده می‌شود، این ماشین بیشتر از نوع چرخ زنجیری ساخته می‌شود. اما در مقیاس کوچک‌تر نوع چرخ لاستیکی آن‌هم موجود است که برای حفر کانال‌های شهری و کارهای سبک دیگر به کار می‌رود.

۱- Shovel.

۲- Hydraulic shavel.

۳- Rope shavel.

۴- Backhoe shavel.

با بیل مکانیکی کارهای متعددی می‌توان انجام داد، از جمله حفر تراشه یا کانال، کندن مواد معدنی در جا و بارگیری مواد منفجر شده در پله‌های معدن است.



جام بیل‌های مکانیکی به جز شکل معمول مورد استفاده به شکل‌های گوناگون دیگر نیز ساخته می‌شود. جام بعضی از آن‌ها دارای یک دریچه در زیر است که با کابل مخصوصی باز و بسته شدن آن تحت کنترل بوده و برای تخلیهٔ مواد بار شده به داخل کامیون این دریچه باز می‌شود.



شکل ۲۲-۴- تخلیه جام بیل از طریق دریچهٔ زیر آن

همچنین، جام بعضی دیگر از بیل‌ها به شکل معکوس است که به آن کج بیل یا بیل بکھو هم گفته می‌شود. کج بیل‌ها معمولاً برای حفر کانال و کندن مواد به کار می‌روند.



شکل ۲۳-۴- کج بیل در حال حفر کانال

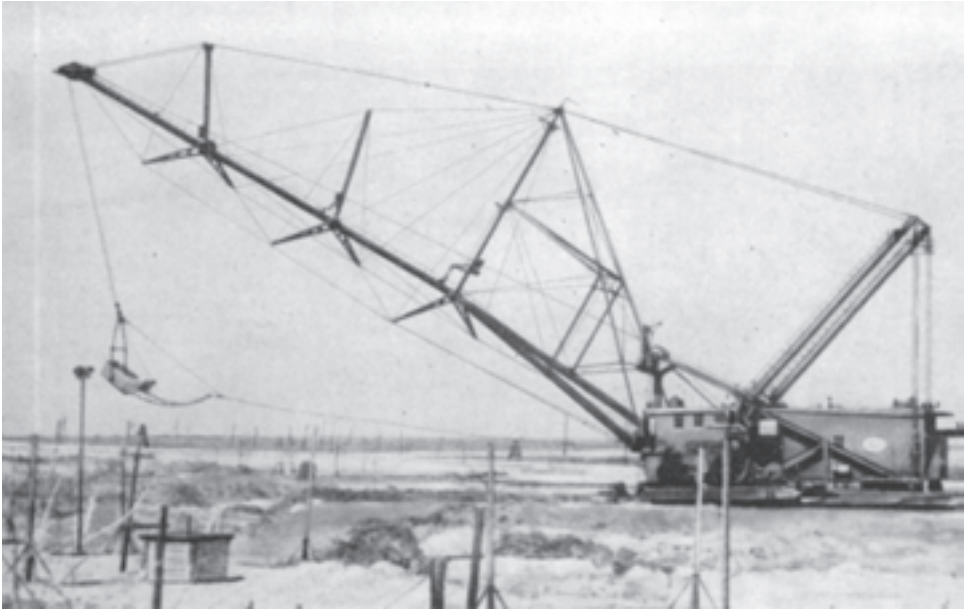
نحوه حرکت جام در این ماشین‌ها نیز به صورت‌های گوناگون انجام می‌گیرد. حرکت جام‌ها در بیشتر بیل‌های مکانیکی به کمک بازوهای هیدرولیکی است. و نوعی از آن دارای جامی است که از یک طرف به بازو و از طرف دیگر به کابل متصل می‌شود. حرکت جام برای خاک‌برداری با فشار بازو و کشش کابل صورت می‌پذیرد که به آن شاول کابلی<sup>۱</sup> یا بیل کابلی می‌گویند. نیروی محرکه دستگاه از موتور دیزل، ژنراتور برق یا برق سراسری تأمین می‌شود.



شکل ۲۴-۴- بیل کابلی در حال کار

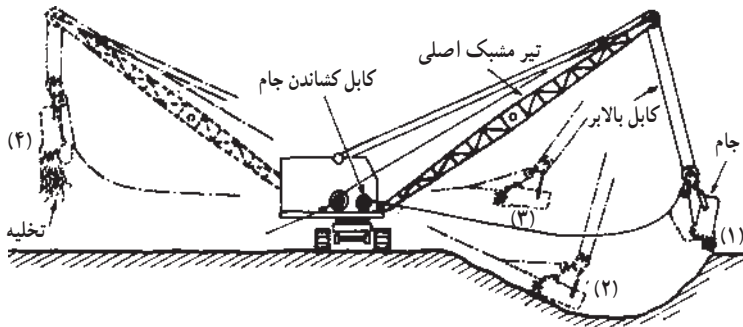
۱- Cable Shovel.

## دراگ‌لین<sup>۱</sup> (بیل کششی)



شکل ۲۵-۴- دراگ‌لین

دراگ‌لین یکی از ماشین‌آلات بسیار بزرگ در معادن است که کار آن برداشت و جا به جا کردن مواد معدنی نرم، گودبرداری و لایروبی رودخانه‌ها است. این دستگاه دارای یک تیرک بلند است که جام در ابتدا و انتهای این تیر توسط کابل‌هایی به دستگاه متصل می‌شود. با تنظیم حرکت این دو کابل جام در داخل مواد نرم یا مواد زیر آب فرورفته و در اثر کشش کابل تحتانی پر می‌شود و سپس با دوران دستگاه در محل دیگر تخلیه می‌گردد.



شکل ۲۶-۴- نحوه گودبرداری به وسیله دراگ‌لین



دراگین‌ها معمولاً چرخ زنجیر دارند؛ اما انواع عظیم‌الجثه آن‌ها برای حرکت، دارای جک‌های هیدرولیکی بسیار قوی‌اند که در زیر دستگاه قرار گرفته و با جمع و باز شدن منظم این جک‌ها، حرکت رو به جلوی دراگین انجام می‌شود که به آن‌ها دراگین‌های قدم زن می‌گویند. یکی از مهمترین مزایای دراگین، طول بلند تیرک آن است که می‌تواند در فواصل زیاد و دور از محل تجمع مواد عمل جا به جایی را انجام دهد.



شکل ۲۷-۴- دراگین در حال کار



شکل ۲۸-۴- بیل چرخشی

در مواردی که مواد معدنی نرم و حجم آن فراوان بوده و فضای کافی برای انجام کار مهیا باشد، از بیل چرخشی برای استخراج، می‌توان استفاده کرد. بیل چرخشی شامل یک چرخ دوار است که در محیط آن به فاصله معین، جام‌هایی نصب شده است. با چرخش این چرخ عظیم و تماس مستقیم جام‌های آن با سینه کار استخراجی، مواد معدنی در داخل جام‌های آن پُر می‌شود. در بالای

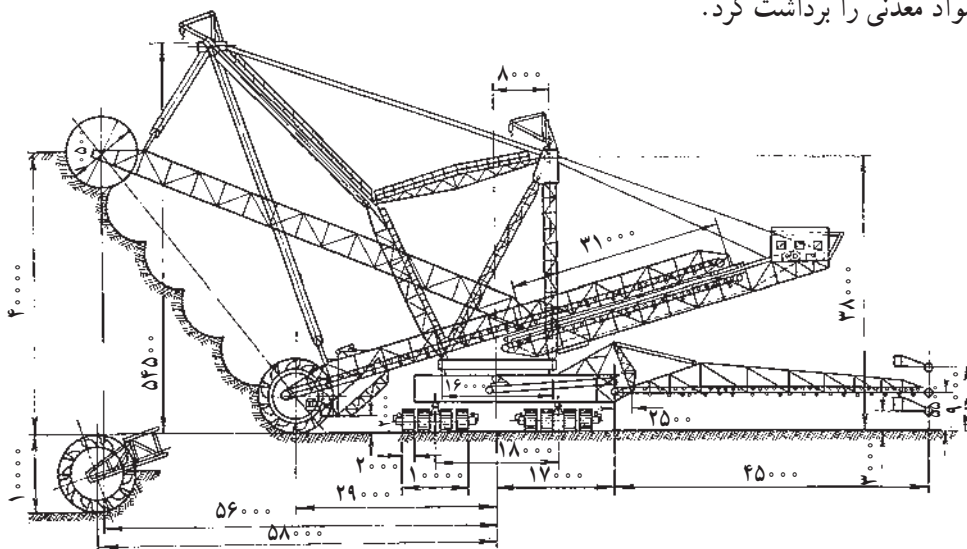
۱- Bucke wheel.

این دستگاه یک نوار نقاله قرار دارد که با برگشت جام‌ها مواد معدنی روی این نوار ریخته شده و به پشت جبهه کار انتقال می‌یابند.



شکل ۲۹-۴- بیل چرخشی

بیل چرخشی یک وسیله مناسب برای انجام حفاری و بارگیری مداوم است؛ زیرا مانند لودر یا بیل مکانیکی زمانی برای مانور دستگاه به جهت بارگیری مواد معدنی به هدر نمی‌رود و در صورتی که شرایط محیطی و اقتصادی امکان استفاده از آن را به وجود آورد، با راندمان تولید بالاتری می‌توان مواد معدنی را برداشت کرد.



شکل ۳۰-۴- طرز کار بیل چرخشی

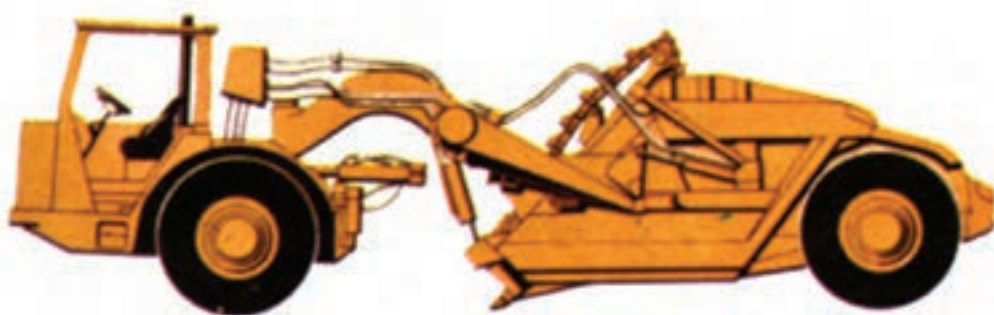
## اسکرپر



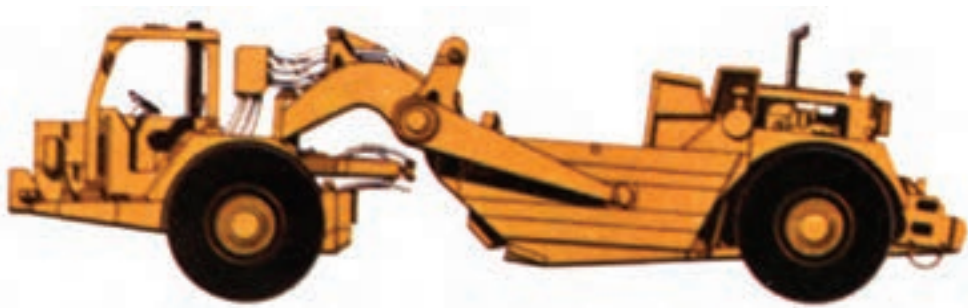
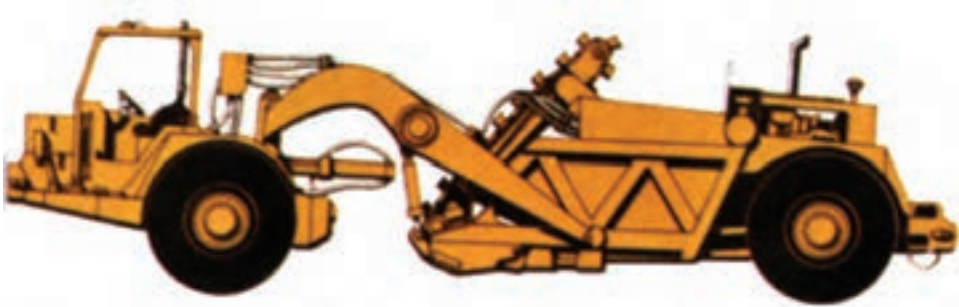
شکل ۳۱-۴- اسکرپر

اسکرپور از یک جام بزرگ تشکیل شده است که در داخل قابی قرار دارد و با تیغه متصل به جام، قادر به کندن مواد و پرکردن آن در داخل جام است. این وسیله به تنهایی می‌تواند کار بولدوزر، لودر و کامیون را هم‌زمان با هم انجام دهد. اسکرپور برای انجام عملیات خاک‌برداری، حمل، تخلیه و پخش مواد روی سطح زمین یا محل دپو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اسکرپور در حین حرکت بارگیری مواد را انجام می‌دهد، به این صورت که تیغه جام در داخل زمین فرورفته و در اثر حرکت روبه جلوی دستگاه، مواد کنده شده به داخل جام ریخته می‌شود. پس از پر شدن جام، تماس تیغه با زمین قطع می‌شود و اسکرپور تا محل تخلیه به حرکت خود ادامه می‌دهد. هنگام تخلیه، دریچه کف جام باز شده و مواد به بیرون ریخته می‌شود. این دستگاه در دو نوع بدون موتور و موتوردار ساخته می‌شود.

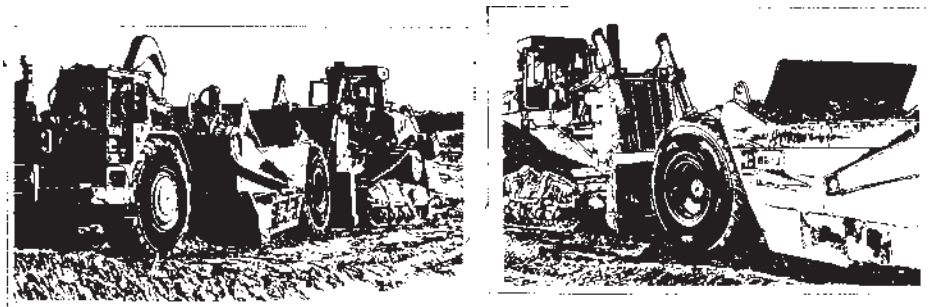


شکل ۳۲-۴- اسکرپورهای بدون موتور



شکل ۳۳-۴- اسکرپرهای موتوردار

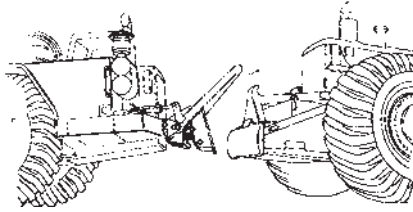
اسکرپرهای بدون موتور به کمک فشار وارده از بولدوزر یا گریدر که به هُل دهنده مجهز است و در پشت اسکرپر قرار می‌گیرند، حرکت می‌کنند.



شکل ۳۴-۴- حرکت اسکرپر با استفاده از بولدوزر

برای بالا بردن راندمان کار، بعضی از اسکرپرها طوری ساخته شده‌اند که قابلیت اتصال به یکدیگر را با قلاب و بست دارند و عمل هُل دادن و کشیدن را به کمک هم انجام می‌دهند. بدین صورت که در ابتدا، اسکرپر جلویی شروع به خاک برداری کرده و اسکرپر عقبی نیروی خود را صرف هُل دادن

اسکرپور جلوئی می کند؛ بدون آن که خاک برداری کند. پس از پر شدن جام اسکرپور اول، اسکرپور دوم، شروع به خاک برداری کرده و اسکرپور اول در طول خاک برداری عمل کشیدن را انجام می دهد.



شکل ۳۵-۴- نحوه اتصال اسکرپورها به یکدیگر

## کامیون<sup>۱</sup>



شکل ۳۶-۴- کامیون معدنی

۱- Truck

عمده‌ترین وسیله حمل و نقل در معادن روباز کامیون است که انواع بسیار متنوع دارد. در معادن کوچک برای حمل و نقل مواد معدنی در داخل معدن از کامیون‌های معمولی که در جاده‌های بین شهری هم تردد می‌کنند، می‌توان استفاده کرد.



شکل ۳۷-۴- کامیون معمولی

اما در معادن وسیع از کامیون‌هایی استفاده می‌شود که تنها در داخل محدوده معدن و جاده‌های اختصاصی مربوط به آن تردد می‌کنند. این کامیون‌ها در ابعاد بزرگتری نسبت به کامیون‌های معمول ساخته شده و از سیستم‌های ویژه‌ای برخوردارند و ظرفیتهای باربری آنها بیش از ۴۰ تا ۵۰ تن است.



شکل ۳۸-۴- کامیون ویژه معادن روباز



یک نوع از این کامیون‌ها در معدن مس سرچشمه مورد استفاده قرار می‌گیرد و قادر است ۱۲۰ تن ماده را حمل کند. امروزه، در معادن بزرگ دنیا از کامیون‌هایی استفاده می‌شود که ظرفیت باربری آن‌ها تا ۶۰۰ تن هم می‌رسد. حمل این ظرفیت سنگین بار در معدن، شرایط ویژه‌ای دارد که کامیون‌های معدنی را از کامیون‌های معمولی متمایز می‌کند.



شکل ۳۹-۴- کامیون معدنی در حال تخلیه بار به داخل سنگ شکن

تخلیه بار از داخل کامیون به چند صورت امکان پذیر است. عمومی‌ترین آن تخلیه از پشت بوده که به کمک فشار جک‌های هیدرولیکی انجام می‌گیرد. کامیون‌هایی نیز هستند که بار خود را از کنار یا از کف تخلیه می‌کنند. انواعی که تخلیه بار آن‌ها از کف است، مانند اسکرپرها در دو نوع بدون موتور و موتوردار ساخته می‌شوند.



شکل ۴۰-۴- یک کامیون معدنی تخلیه شونده از پشت



شکل ۴۱-۴- کامیون نوع تخلیه شونده از زیر

### ماشین آلات دیگر معادن روباز

علاوه بر ماشین‌های بارگیری و حمل و نقل که در معادن روباز به کار برده می‌شوند، برای انجام موارد مختلف عملیات استخراج از وسایل دیگری نیز استفاده می‌شود. یکی از آنها

واگن دریل<sup>۱</sup> است که حفر چال‌های مختلف را از طریق آن می‌توان انجام داد. واگن دریل دارای بازویی است که تجهیزات حفاری و سرمت‌ها به آن نصب می‌شود و قابلیت حفر چال در زوایای مختلف را دارد. این دستگاه، به طور عمومی دارای چرخ زنجیر بوده و برای استفاده در حفر چال‌های آتشفکری و در معادن سنگ‌های ساختمانی حفر چال برای عبور سیم برش است.



شکل ۴۲-۴- واگن دریل در حال کار در شرایط سخت

۱- Drill wagon



شکل ۴۳-۴- واگن دریل در حال چال زنی

یکی دیگر از دستگاه‌هایی که در معادن سنگ‌های ساختمانی به کار می‌رود، دستگاه راسول است. این وسیله نیز، برای حفر چال در بلوک‌های سنگی برای عبور سیم برش از داخل آن‌ها و برش بلوک‌ها است. دستگاه راسول در انواع بادی، برقی یا هیدرولیکی وجود دارد.



شکل ۴۴-۴- دستگاه راسول

جزئیات بیشتر در مورد کلیه ماشین‌آلات این فصل در کتاب‌های کارگاهی آورده شده است.

## مقررات ایمنی کاربرد ماشین‌آلات معدنی در عملیات استخراج روباز

امروزه، در معادن روباز از ماشین‌آلات و مکانیزم‌های مختلف در سطح بسیار وسیعی استفاده می‌شود. زیرا این امر موجب تقلیل تعداد افراد و حذف کامل آسیب‌های بدنی در کارگاه‌های استخراج شده و از طرف دیگر نتایج ثمر بخشی از لحاظ اقتصادی دربردارد. استعمال ماشین‌آلات مذکور هنگامی با اطمینان خاطر همراه است که مقررات و شرایط معین بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری آن‌ها به دقت، اجرا شود؛ زیرا در غیر این صورت حاصلی جز بروز حوادث ناگوار، از کار افتادن ماشین و اختلال در عملیات استخراج نخواهد داشت.

### نحوه بهره‌برداری صحیح از ماشین‌آلات

ماشین‌آلاتی که برای کار در معادن خریداری می‌شوند، از طرف کارخانه سازنده برای مدت معینی ضمانت شده‌اند و چنانچه در خلال مدت تعیین شده، ایرادی در ماشین پیدا شود که ناشی از بی‌توجهی و سهل‌انگاری متصدی آن نباشد، کارخانه سازنده مجبور به سرویس و رفع عیب دستگاه است. همچنین، هر ماشین دارای عمر مفیدی است که شامل زمان شروع کار آن تا موقع اولین از کار افتادگی فنی آن می‌باشد که فقط به‌طور غیرمستقیم بر عملیات بهره‌برداری سالم مؤثر واقع می‌شود؛ حال آن که اعتبار ماشین که از طریق کاربرد صحیح آن بین فاصله‌های تعمیرات، مشخص می‌شود، مستقیماً بر عملیات بهره‌برداری سالم مؤثر است. امروزه اعتبار و عمر طولانی ماشین‌آلات معدن در جریان بهره‌برداری از آن‌ها در کارگاه‌های استخراج اهمیت فراوانی دارد؛ زیرا از کار افتادگی یک ماشین ممکن است، سبب توقف کامل عملیات بهره‌برداری از معدن شود. بنابراین، کلیه قطعات مهم ماشین‌آلات بایستی در فاصله زمانی معینی مورد بازدید و آزمایش قرارگیرند تا چنین موردی کمتر اتفاق بیفتد. عدم توجه به دستورالعمل‌ها علاوه بر خرابی ماشین، وقوع حوادث غیر مترقبه‌ای را نیز، می‌تواند به دنبال داشته باشد. ماشین‌آلات معدنی بایستی با کلیه وسایل ایمنی و از جمله وسایل هشداردهنده سمعی و بصری ترمزها، حفاظ بخش‌های گردنده و متحرک، وسایل اطفاء حریق و غیره مجهز باشند. روش بهره‌برداری از ماشین‌آلات معدنی بایستی براساس مقررات جاری کاربرد تجهیزات معدنی انجام شود. دستورالعمل ایمنی و هدایت صحیح ماشین‌آلات و سرویس و نگهداری به موقع آن‌ها، معمولاً با مسئولین معدن یا کارگاه به‌طور کتبی باید به کارگران اعلام شود.

### مقررات ایمنی مربوط به برج حفاری

با توجه به خواص فیزیکی و مکانیکی طبقات مورد بهره‌برداری، عملیات حفاری با ماشین‌های

حفار ضربه‌ای، حفار دورانی و غیره انجام می‌شود. حرکت‌های ابزارهای برج حفاری از عوامل خطر آفرین در هنگام کار این قبیل دستگاه‌ها است. همچنین، قراردادن وسایل برج در نزدیکی حاشیه سینه‌کارها و دیوارها، احتمال سقوط آن‌ها را بر روی سطوح شیبدار زیاد کرده و یا ممکن است سبب فروریختن بخش‌های سست پله‌ها شود. هنگام استقرار برج حفاری در محل جدید کار، باید بسیار به آن توجه کرد. زیرا اگر دکل حفاری برپا نگه‌داشته شود، قسمت فوقانی آن به‌خصوص هنگامی که کابل‌های حفاری، معلق باشد، سنگین و ناپایدار می‌شود. متصدی برج حفاری و گروه حفار در هنگام کار با دستگاه، بایستی به مقررات حفاظتی آن آشنایی کامل داشته باشند و نکات آن‌را که بعضاً در ذیل آمده است، به دقت انجام دهند.

۱- متصدی ماشین حفاری باید در تمام طول مدتی که ماشین در حال کار است، آن را کنترل کند و چنانچه برای مدت کوتاهی مجبور است پست خود را ترک کند، باید فردی را جانشین خود کند؛ چرا که ترک کردن ماشین اکیداً ممنوع است.

۲- متصدی ماشین بایستی با لباس کار مناسب و دستکش و در صورت لزوم عینک حفاظتی مجهز باشد و پس از پایان کار و قبل از تحویل دستگاه، به متصدی شیفت بعدی، ماشین را ترک نکند؛ ضمن آن که باید نحوه کار ماشین را به اطلاع وی برساند.

۳- کلیه نواقصی که در حین کار مشاهده می‌شود، باید در دفتر کار روزانه ماشین ثبت شود.

۴- تحت هیچ شرایطی نبایستی در اتاق فرمان ماشین، در زیر آن و یا در نزدیک آن، مواد منفجره انبار کرد.

۵- قبل از آن که ماشین حفاری به محل جدید انتقال پیدا کند، باید زمین آن طوری انتخاب شود که ماشین، کاملاً به وضع افقی قرار گیرد و هرگاه زمین ناصاف باشد، می‌توان آن را با استفاده از تراورس‌هایی که با گیره‌های آهنی به هم متصل شده‌اند، میزان و تراز کرد.

۶- هنگامی که ماشین حفاری در فاصله‌ای کمتر از سه متری حاشیه پله یا دیواره مستقر شود و به خصوص موقعی که وضع زمین نامطمئن باشد، باید ماشین را با سیم فلزی و قلاب در جای خود ثابت کرد.

۷- اطراف محل کار ماشین باید از اشیای غیرضروری مثل تراورس‌ها، لوله‌ها، ریل‌ها و غیره خالی باشد و برای رسیدن به ماشین، راه‌های متعددی در اطراف آن وجود داشته باشد.

۸- لوازم حفاری نظیر تیغه‌ها، دیلم‌های حفاری، انبرهای نگه‌دارنده، لوله آچارها و غیره باید در یک طرف طوری انبار شود که به آسانی در دسترس باشد، و اختلالی در محیط کار ایجاد نکند.

۹- قرارگرفتن افراد در محلی که دکل حفاری بالا و پایین برده می‌شود، ممنوع است.

- ۱۰- هنگامی که مکانیزم‌های حفاری مشغول کار هستند، رفتن بر روی قاب بالایی دکل روی سکوی مخصوص قرقره یا بر روی بالاترین نقطهٔ دکل، اکیداً ممنوع است.
- ۱۱- تحت هیچ شرایطی هیچ کس مجاز به انداختن کابل یا طناب با دست بر روی استوانه ماشین نیست و به کار بردن طناب‌هایی که به هم گره خورده‌اند، اکیداً ممنوع است.

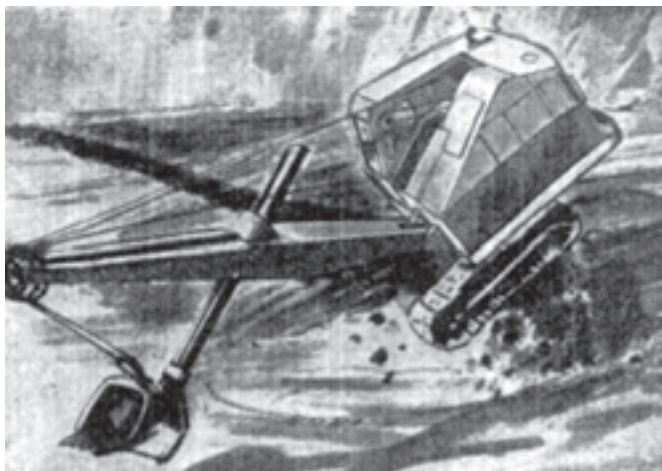


شکل ۴۵-۴- استقرار برج حفاری در امتداد پله‌های حفاری

### مقررات مربوط به هدایت بدون خطر بیل مکانیکی

یکی از متداول‌ترین ماشین‌های موجود در معادن روباز بیل مکانیکی است. در مواردی که سنگ‌ها و مواد معدنی نرم باشند، بیل مکانیکی عمل حفر و بارگیری را هم‌زمان انجام می‌دهد و در شرایطی که سنگ‌ها و مواد سخت باشند، ابتدا، آتش کاری شده و بارگیری آن‌ها فقط با بیل مکانیکی انجام می‌شود. عمده‌ترین خطراتی که از ناحیه بیل مکانیکی ایجاد می‌شود، این است که ارتفاع بیل مکانیکی از ارتفاع سینه کار کمتر بوده و در فوقانی‌ترین بخش معدن، یک پیش‌آمدگی از مواد حفر نشده، به جا می‌ماند و در حدود ۷۵-۷۰ درصد ریزش‌ها و از کار افتادگی‌های حاصل از آن و حدود ۶۸ درصد حوادث منجر به فوت به خاطر همین مسئله بوده است. همچنین، در حدود ۳۰ درصد از کارافتادگی‌های سنگین و حوادث منجر به مرگ در اثنای کار بیل مکانیکی آن بوده که قربانی حادثه در محدودهٔ خطر حرکت چرخ زنجیر بیل مکانیکی، مستقر بوده است؛ به علت تناوب کار و خلاصی‌های

متعدد بیل مکانیکی ممکن است، برای بعضی از افرادی که در محدوده نوسان چنگک و چرخ زنجیر بیل مکانیکی کار می‌کنند، این‌طور تصور شود که خطری متوجه آنان نیست که منجر به وقوع حادثه گردد. نظر به این که وزن بیل‌های مکانیکی معادن روباز بسیار زیاد است، برای جلوگیری از فرورفتن در زمین و واژگون شدن آن‌ها، باید محل‌های مناسب و راه‌های قابل اعتمادی در پله‌ها برای آن‌ها در نظر گرفته شود. این راه‌ها باید دارای زیرسازی محکم بوده و به‌علاوه کاملاً صاف و دارای شیب ملایم باشد؛ عدم رعایت این امر، منجر به سقوط ماشین خواهد شد.



شکل ۴۶-۴- واژگون شدن بیل مکانیکی در اثر عدم رعایت مقررات ایمنی

در شرایطی که قرار است یک سری چال منفجر شوند و نیز در مواقعی که احتمال سقوط و ریزش مواد وجود دارد، بایستی ماشین را از محل وقوع خطر دور کرد. در هنگام کار با بیل مکانیکی، چنانچه، چال آتش نشده یا مواد منفجر نشده‌ای دیده شود، ماشین باید به سرعت متوقف و کارگران از ادامه کار در سینه‌کار و روی مواد ریخته شده، منع شوند و مراتب به اطلاع مسئول آن برسد. هنگام کندن سینه کار نیز باید دقت شود که کلیه سنگ‌های لق به زمین بیفتند؛ زیرا سقوط ناگهانی چنین سنگ‌هایی منجر به آسیب بدنی کارگران پای سینه کار و صدمه دیدن ماشین‌آلات خواهد شد. در هنگامی که ماشین حفاری مشغول کار است، تمیز کردن پای سینه کار و مسطح و میزان کردن آن با کارگران می‌تواند خطراتی داشته باشد. بنابراین، این کار را در شرایطی باید انجام داد که متصدی بیل مکانیکی اجازه دهد یا ماشین را متوقف و چنگک آن را بر روی زمین قرار داده باشد. هر نوع حرکتی از طرف بیل مکانیکی و هرگونه تغییر شکل در کار آن از قبیل حرکت به جلو و عقب و بارگیری



کامیون‌های کمپرسی و غیره با علامت‌های صوتی مثل بوق یا سوت صورت می‌گیرد و همه افرادی که در معدن کار می‌کنند، باید با علامت‌های آن آشنا باشند، علاوه بر مطالب ذکر شده، رعایت یک سری مقررات عمومی در زمینه کار بیل‌های مکانیکی در معدن ضروری است. این مقررات عبارت‌اند از:

- ۱- به جز مکانیک، بازرس و یا مأمور معدن، هیچ کس حق ندارد، بدون اجازه متصدی بیل مکانیکی به اتاق فرمان وارد شود.

- ۲- متصدی ماشین در شیف‌ت کار خود مجاز به ترک ماشین نیست و فقط در مواقع ضروری آن هم به مدت کوتاهی می‌تواند نیروی کمکی خود را جانشین کند.
- ۳- اگر کار برای مدت کوتاهی متوقف شود، بایستی چنگک بیل پائین آورده شده و بر روی پله یا سینه کار قرار گیرد؛ رها کردن آن به حالت آویزان ممنوع است.
- ۴- در هنگام کار متصدی دستگاه نباید اجازه دهد ماشین کسی بر روی حاشیه بالاترین قسمت سینه کار و یا سطح شیب‌دار قرار گیرد؛ هرگونه ریزش سطح شیب‌دار، سبب بروز حادثه می‌شود.
- ۵- برای جلوگیری از گسترش حریق در پناه‌گاه ماشین حفاری، از نگهداری مواد قابل اشتعال مانند بنزین و نفت خودداری شود و انبار سوخت روزانه ماشین نیز باید در فاصله‌ای دور از آن قرار گیرند.

- ۶- پس از پایان کار شیف‌ت متصدی بیل مکانیکی باید آن را به جانشین خود بسپارد و در غیر این صورت در پناه‌گاه ماشین را قفل کند.

- ۷- تحت هیچ شرایطی حتی برای مدت بسیار کوتاهی نباید مواد منفجره را در داخل ماشین نگه داشت؛ افرادی که همراه با خود مواد منفجره حمل می‌کنند، به هیچ وجه حق ورود به ماشین را ندارند.
- ۸- در پایان کار روزانه، متصدی بیل مکانیکی باید شرایط کار مکانیسم‌ها و نواقص برطرف نشده را به جانشین خود اطلاع دهد و وی موظف است اطلاعات مذکور را در دفتر کار روزانه ماشین ثبت کند.

### شرایط حفاظتی خاص حمل و نقل با کامیون

متداول‌ترین وسیله باربری در معادن روباز استفاده از کامیون‌های کمپرسی است. لکن انواع دیگری نیز وجود دارند که با توجه به شرایط خاص معدن از آن‌ها استفاده می‌شود؛ حمل و نقل با کامیون دارای مزایای فراوانی نسبت به راه‌آهن معدنی است که عدم نیاز به ریل‌گذاری و جاده‌سازی اساسی، قدرت مانور و غلبه بر سایشی‌ها و پیچ‌های تند از جمله آن‌هاست. از طرفی کامیون‌ها نقاط ضعفی نیز دارند. کامیون‌ها در معرض خطر لغزندگی و واژگون شدن هستند؛ زیرا در هوای بارانی

چسبندگی آن‌ها به جاده کمتر می‌شود و نیز احتمال تصادف با یکدیگر و سقوط به داخل گودال‌ها و سینه کارهای تحتانی آن‌ها را در معرض تهدید قرار می‌دهد. به خصوص در معادن روباز، جاده‌ها پریچ و خم و دارای پستی و بلندی فراوان است و در اثر کاهش میدان دید راننده و راندن و یا سرعت‌های بسیار امکان تصادف افزایش می‌یابد عواملی از جمله فقدان نور کافی، پیچ تند جاده وجود مه، گرد و خاک ماشین‌های جلویی، بارش برف و باران و خرابی برف پاک‌کن و غیره، سبب کاستن میدان دید راننده کامیون می‌شود. از جمله وسایل تأمین حرکت بی‌خطر کامیون‌ها در جاده‌های معادن روباز، نصب علائم هشدار دهنده رانندگی در کنار جاده است که رانندگان را از نظر خطرات راه مطلع ساخته و بدین ترتیب از تصادف‌ها جلوگیری می‌شود. تعمیر و مرمت به موقع جاده با یک تیم مخصوص نگهداری جاده که مجهز به وسایل کافی از قبیل بولدوزر، ماشین‌های آب پاش و دستگاه‌های شن پاش باشند، از جمله مواردی است که در برنامه خدمات فنی معدن، بایستی به آن توجه شود. تجهیز کامیون‌ها با وسایلی از قبیل:

الف - آژیر مخصوصی که هنگام بالا رفتن سرعت کامیون از حد مجاز به صدا در می‌آید.

ب - چراغ پر نور در عقب کامیون، برای روشنایی در شب، جهت حرکت به طرف عقب.

ج - چراغ‌های بزرگ و استپ پر نور و سالم در عقب کامیون حتی برای روز.

د - ترمز اضطراری چرخ‌های عقب.

ه - کابین عایق هوا و سیستم تهویه و گرم کننده و دارای وسایل رفاهی.

این تجهیزات، سبب کاهش تصادفات و تقلیل آمار حوادث رانندگی می‌شود ولی شرط اصلی، همان رعایت دقیق مقررات رانندگی و تمرکز حواس در هنگام رانندگی است. رانندگان کامیون‌های کمپرسی در مناطق معدن روباز، بایستی مقررات عمومی ترافیک را سرلوحه کار خود قرار دهند و آیین‌نامه‌های ایمنی خاص منطقه را نیز به دقت اجرا کنند؛ علاوه بر آن توجه به موارد زیر نیز ضروری است.

۱- در هوای مه‌آلوده و برف سنگین و در حالت‌هایی که میدان دید راننده کمتر از فاصله ترمز است، بایستی اجازه رانندگی داده شود. صدور اجازه حرکت به کامیون‌های دارای نقص فنی نیز مجاز نیست.

۲- کار با کامیون‌هایی که انباره سوخت و یا لوله‌های سوخت‌رسانی آن‌ها دچار نقص فنی شده ممکن است، منجر به وقوع آتش‌سوزی شود. بنابراین، از رانندگی با چنین کامیون‌هایی باید خودداری کرد.

۳- هر راننده‌ای که به منطقه سینه‌کار می‌رسد، بایستی نوبت بارگیری را رعایت کرده و در منطقه‌ای توقف کند که خارج از عملکرد بیل‌های مکانیکی بوده و قبل از دریافت اجازه حرکت، از طرف مسئول بیل مکانیکی، کامیون را به حرکت درنیآورد.

۴- هر راننده‌ای که در معدن روباز استخدام می‌شود، هرچند دارای گواهینامه مخصوص رانندگی کامیون نیز باشد، بایستی دوره مخصوص حفاظت رانندگی در جاده‌های معدن روباز را زیر نظر سرپرست با صلاحیت بگذراند.

### حفاظت سیستم حمل و نقل با نوار نقاله

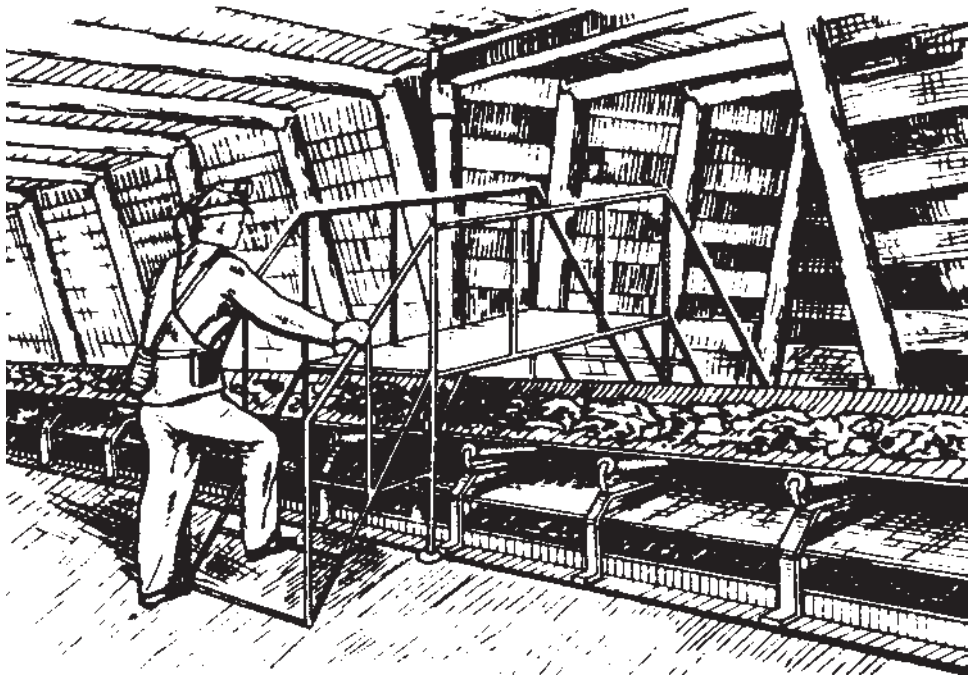
در سیستم حمل و نقل با نوار نقاله با سایر روش‌های حمل و نقل در معادن تفاوت‌هایی وجود دارد که در مجموع نشان می‌دهد که در سیستم مذکور تقریباً حفاظت برقرار شده است. زیرا تأسیسات مربوط به آن ثابت است و فقط گاه‌گاهی با توجه به پیش‌رفت کار استخراج جا به جا می‌شود و سرعت حمل مواد در روی نوار نیز کم است و از طرفی کاربر دستگاه نیز در داخل اتاقک ثابتی کار می‌کند و به فرض پرتاب یا سقوط یک قطعه از روی نوار به متصدی آن، به هیچ وجه آسیبی وارد نمی‌شود. داشتن چنین سیستمی که دارای ایمنی بسیار مطلوبی است، این تصور نادرست را برای افرادی که با آن سروکار دارند، ایجاد کرده که هیچ خطری آنان را تهدید نمی‌کند؛ در حالی که آمار نشان می‌دهد که تعداد حوادث در این سیستم حمل و نقل بالنسبه بالا بوده و حتی منجر به از کار افتادگی و حتی مرگ نیز شده است. بالاترین رقم حوادثی که گزارش شده است مربوط به سقوط قطعات زغال و سنگ معدن از نوارهای نقاله است؛ در صورتی که بالاترین رقم حوادث نسبتاً سنگین متعلق به نصب و پیاده کردن غلط دستگاه و عدم توجه به حفاظ‌ها و نیز مقررات علامت‌گذاری، به خصوص علائم قبل از شروع حرکت نوار نقاله بوده است. در خصوص آگاهی از مقررات عمومی حفاظت نوار نقاله‌ها، بایستی به آئین‌نامه‌های ایمنی آن مراجعه کرد. در این جا فقط به ذکر موارد زیر اکتفا می‌شود.

۱- حداکثر سرعت نوارهای سنگ‌جورکن، بایستی نهم متر در ثانیه و در مورد نقاله‌های کابلی

۲-۳ متر در ثانیه و برای سایر انواع آن ۷-۳ متر در ثانیه باشد.

۲- برای آن که عبور و مرور اشخاص در امتداد نقاله به آسانی انجام شود، بایستی راه‌رویی به عرض حداقل ۷۰ سانتیمتر در کنار آن در نظر گرفته شود.

۳- هر نقاله بایستی مجهز به نوار پاک‌کن باشد. کلیه قسمت‌های گردنده و خطرناک از قبیل واحدهای تخلیه و بارگیری و غیره بایستی حفاظ مناسب داشته باشند.



شکل ۴۷-۴- پل ایمنی عبور از روی نوار نقاله

۴- در محل تقاطع نقاله‌ها و راه عبور و مرور کارگران، بایستی پُل مجهز به نرده حفاظتی ایجاد شود.

۵- در زیر قسمت‌هایی که محل عبور و مرور کارگران است، برای جلوگیری از پرتاب سنگ و غیره و اصابت با کارگران، باید حفاظ مناسب نصب گردد.

۶- برای جلوگیری از ایجاد صدمه‌های بدنی برای کارگران شاغل در قسمت‌های بارگیری و سنگ شکنی، باید کارگران مجهز به کلاه ایمنی بوده و در جهت خلاف نقطه بارگیری قرار گیرند.

۷- شروع کار دستگاه و خاتمه عملیات را بایستی همیشه با علائم سمعی و بصری به کارگران اطلاع داد که مفهوم این علامت‌ها بایستی برای همه آن‌ها روشن باشد.

## خودآزمایی

- ۱- بولدوزر چیست و چگونه در معادن روباز مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
- ۲- اجزاء مهم بولدوزر که در عملیات خاکی نقش دارند کدام‌ها هستند؟
- ۳- لودر برای چه عملیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
- ۴- بیل مکانیکی چیست و چه انواعی دارد؟
- ۵- درآگین چه عملیاتی را در معادن روباز انجام می‌دهد؟
- ۶- ساختمان اسکرپیر شامل چه اجزایی می‌باشد و طرز عمل اسکرپیر چگونه است؟
- ۷- واگن دریل چه فعالیتی را در معادن روباز انجام می‌دهد؟ شباهت کار آن با راسول چیست؟
- ۸- چگونگی بهره‌برداری صحیح از ماشین‌آلات در معادن روباز را بیان کنید.
- ۹- برای هدایت بدون خطر بیل مکانیکی در معادن روباز باید چکار کرد؟
- ۱۰- مقررات ایمنی مربوط به کار بیل مکانیکی در معدن چه نکاتی را یادآوری می‌کند؟
- ۱۱- کامیون‌های معدنی باید به چه امکاناتی مجهز باشند؟
- ۱۲- برای کار کامیون‌های معدنی چه نکات ایمنی خاصی باید در نظر گرفته شود؟
- ۱۳- سیستم‌های حمل و نقل مداوم و تناوبی معدنی چه تفاوتی باهم دارند؟
- ۱۴- نوارهای نقاله در چه شرایطی بطور ایمن مورد استفاده قرار خواهند گرفت؟

استخراج معادن سنگ‌های تزئینی و نما



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- کلیاتی در مورد استخراج معادن سنگ‌های تزئینی و نما را بیان کند.
- ۲- تقسیم‌بندی روش‌های استخراج سنگ‌های تزئینی و نما را، شرح دهد.
- ۳- آماده‌سازی کارگاه استخراج را بیان کند.
- ۴- روش استخراج چال موازی و پاس و گوه را توضیح دهد.
- ۵- روش استخراج با استفاده از مواد ناربه را شرح دهد.
- ۶- روش استخراج با سیم برش الماسه را تشریح کند.
- ۷- روش استخراج با استفاده از تیغه برنده (هاواژ) را شرح دهد.
- ۸- روش استخراج با استفاده از دیسک برنده را بیان کند.
- ۹- روش استخراج با استفاده از فشار آب را شرح دهد.
- ۱۰- روش استخراج با استفاده از حرارت و شعله را شرح دهد.
- ۱۱- روش استخراج با استفاده از مواد شیمیایی مخصوص (کتراک) را بیان

کند.

- ۱۲- روش‌های استخراج زیرزمینی سنگ‌های تزئینی و نما را شرح دهد.
- ۱۳- روش‌های استخراج ترکیبی را بیان کند.
- ۱۴- جدا کردن و جا به جایی بلوک‌های استخراج شده از کانسار را توضیح

دهد.

## کلیات

سالیان درازی است که انسان‌ها از سنگ‌ها برای ساختن مکان زندگی خود استفاده می‌کنند و آثار به جای مانده در بناهای تاریخی به خوبی گویای این مسئله است. با گذشت زمان، سنگ‌ها به شکل‌های مختلف درآمده و از بلوک‌های سنگی در ساخت ستون‌ها و بناهای قدیمی استفاده شده است.



شکل ۱-۵- تصویر یک کتیبه تاریخی ساخته شده با بلوک سنگی

امروزه، با پیش‌رفت علم و فناوری، استفاده از سنگ‌های تزئینی و نما، گستردگی بیشتری پیدا کرده است. بیشترین مصرف سنگ‌های تزئینی در پوشش سطح خارجی ساختمان‌ها است. موارد دیگر مصرف آن در پوشش سطح ستون‌ها، پوشش کف داخلی ساختمان‌ها، قرنیزها، پله‌ها، سالن‌ها و سایر فضاهای بسته است.



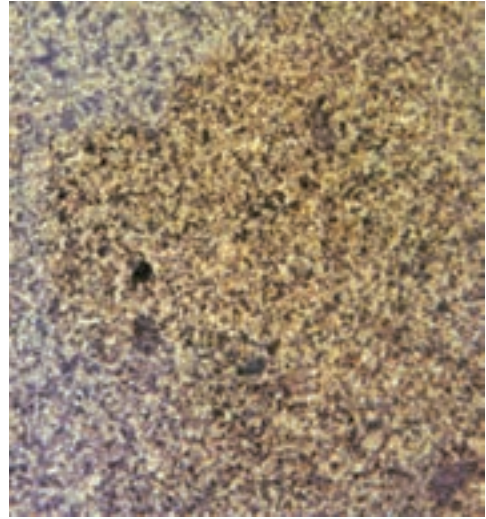


شکل ۲-۵- نمونه‌ای از کاربرد سنگ‌ها در دیوار ساختمان

سنگ‌های تزئینی انواع مختلفی دارد و می‌توانند از نوع آذرین مانند گرانیت، گابرو، دیوریت و...، رسوبی، مانند تراورتن، سنگ چینی، مرمریت، ماسه‌سنگ و... و دگرگونی مانند مرمر باشند.



ب - سنگ‌نمای رسوبی (مرمریت)



الف - سنگ‌نمای آذرین (گرانیت)



ج - سنگ‌نمای دگرگونی (مرمر)

شکل ۳-۵ - نمونه‌ای از انواع سنگهای ساختمانی به صورت پلاک

این سنگ‌ها از داخل معدن، با روش‌های متفاوت به شکل مکعب مستطیل استخراج شده؛ به طوری که باید تحت کمترین فشار و صدمه قرار گیرند. بلوک‌های مکعبی سنگ‌ها را، در اصطلاح کوپ می‌گویند که معمولاً پس از استخراج در داخل معدن بار دیگر به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. سپس آن‌ها را به سنگ‌بری انتقال داده، به قطعات کوچک برش داده و صیقل و ساب می‌دهند که این قطعات کوچک سنگ را، پلاک می‌گویند.



شکل ۴-۵- تصویری از یک بلاک سنگ ساختمانی

### تقسیم‌بندی روش‌های استخراج سنگ‌های تزئینی و نما

یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در سوددهی معادن سنگ‌های ساختمانی، انتخاب روش مناسب استخراج است. هر چه قدر، روش انتخاب شده مناسب‌تر و مکانیزه‌تر صورت گیرد، بیشترین استفاده را می‌توان از کوب‌های استخراج شده به عمل آورد و بلاک‌های تولیدی دارای کیفیت بهتری خواهند بود. برای استخراج سنگ‌های ساختمانی، روش‌های بسیار متفاوتی وجود دارد این معادن عمدتاً در سطح زمین قرار داشته و استخراج آن‌ها به شکل روباز است. اما در مواردی این معادن در عمق زمین هم قرار دارند که استخراج آن به صورت خاص و زیرزمینی انجام می‌گیرد. در ایران تقریباً فقط ذخایر سطحی سنگ‌های ساختمانی بهره‌برداری می‌شود. مهم‌ترین روش‌های استخراج سنگ‌های تزئینی و نما به شرح زیر است.

- روش چال موازی و پاس و گوه،
- روش استخراج با استفاده از مواد ناریه،
- روش استخراج با سیم‌برش الماسه،
- روش استخراج با استفاده از تیغه برنده،
- روش استخراج با استفاده از دیسک برنده،
- روش استخراج با استفاده از فشار آب<sup>۱</sup>،
- روش استخراج با استفاده از حرارت و شعله،
- روش استخراج با استفاده از مواد شیمیایی مخصوص (کت راک<sup>۲</sup>)،
- روش‌های استخراج زیرزمینی سنگ‌های تزئینی و نما،

۱- Water jet.

۲- Katrock.

– روش‌های استخراج ترکیبی،

– روش‌هایی که ذکر شد را می‌توان به تنهایی و یا به صورت ترکیبی، برای استخراج سنگ‌های ساختمانی به کار برد. نکته ضروری این است که هر یک از این روش‌ها، دارای مزایا و معایبی بوده و شرایط خاص خود را طلب می‌کند که در هنگام طراحی استخراج معدن با در نظر گرفتن شرایط و امکانات موجود، باید روشی انتخاب گردد که بیشترین بازدهی اقتصادی و حداقل هدر رفتن ماده معدنی را دربرداشته باشد.

قبل از بررسی روش‌های استخراج سنگ‌های تزئینی، در مورد آماده‌سازی کارگاه استخراج توضیح داده می‌شود.

## آماده‌سازی کارگاه استخراج

برای آماده‌سازی کارگاه استخراج، ابتدا باید باطله‌برداری از محل مناسبی آغاز شود. در صورتی که مواد باطله نرم باشد، می‌توان فقط از بولدوزر استفاده کرد، اگر لایه‌های پوشاننده سنگ‌ها سخت باشند، باید از طریق آتش‌کاری باطله‌برداری کرد. اصولاً، برای باطله‌برداری و بازکردن سینه‌کار استخراجی، از آتش‌کاری استفاده می‌شود. نحوه آتش‌کاری باید طوری باشد که به ماده معدنی آسیب کمتری وارد شود پس از باطله‌برداری محل قرارگیری ماشین‌آلات حفاری و برش، تعیین و آماده می‌شود. یکی از مهم‌ترین مسائل در استخراج سنگ‌های ساختمانی جهت پیش‌روی جبهه‌کار است. در صورتی که کانسار توده‌ای بدون درزه و شکاف و شکستگی باشد، جهت سینه‌کار به طرفی است که نیاز به راه‌سازی کمتری داشته باشد، ولی اگر کانسار، توده‌ای نبوده و دارای شکستگی و درزه باشد، بهترین جهت سینه‌کار، عمود بر محور اصلی درزه و شکستگی هاست تا بتوان بهترین استفاده را از ماده معدنی برد. اصولاً، برای استخراج بلوک‌های سنگی، باید سه سطح آزاد اولیه ایجاد کرد که این عمل را نیز می‌توان با آتش‌کاری انجام داد. حالا به شرح روش‌های استخراج می‌پردازیم:

## روش استخراج چال موازی و پاس و گوه

یکی از قدیمی‌ترین روش‌های استخراج سنگ‌های ساختمانی، استخراج با چال‌های موازی است. در معدنی که سنگ آن دارای لایه‌بندی و درزه‌های مشخص باشد، این روش مناسب است. در این روش پس از تعیین ابعاد بلوک سنگ، چال‌های موازی که کاملاً در یک خط قرار گرفته‌اند، به فاصله و تعداد معینی حفر می‌شوند. فاصله بین چال‌ها، به نوع سنگ، بافت، وزن مخصوص و

استحکام سنگ بستگی دارد. هرچه فاصله چال‌ها کمتر باشد، بلوک بهتر و سالم‌تر استخراج می‌شود ولی باید توجه داشت که با زیاد شدن تعداد چال‌ها، هزینه‌های حفاری نیز بالا می‌رود بنابراین، زمانی این روش مناسب خواهد بود که حفر چال‌ها از نقطه اقتصادی به صرفه باشد. برای حفر چال‌های افقی و عمودی می‌توان از پرفراتورهای دستی، واگن دریل یا دستگاه راسول استفاده کرد.



شکل ۵-۵- دستگاه راسول برای حفر چال

پس از حفر چال برای جدا کردن بلوک از پاس و گوه استفاده می‌شود. برای این کار در هر یک از چال‌ها دو تیغه فلزی (پاس) و یک گوه از جنس فلز سخت و محکم قرارداده و با پتک ضربه‌های متعددی به گوه‌ها وارد می‌کنند تا این که سنگ شکاف برداشته و جدا شود. نکته قابل توجه در این حالت، ترتیب زدن ضربه به گوه‌هاست. گوه‌ها باید به‌طور یک‌نواخت و یکسان در سنگ فروروند تا سنگ به شکل یک نواخت و همگن شکسته شود.



الف - استخراج به روش چال موازی



ب- انواع مختلف پاس و گوه

شکل ۶-۵

جدا کردن بلوک سنگ را با پاس و گوه هیدرولیکی (دستگاه داردا) نیز می‌توان انجام داد.



شکل ۷-۵- دستگاه پاس و گوه هیدرولیکی (داردا) و نحوه عملکرد با آن

در این روش استخراج سنگ به صورت انتخابی بوده و دارای افت ماده معدنی کمتری است؛ اما راندمان تولید در این روش محدود است. از روش چال موازی و پاس و گوه، برای تقسیم بلوک‌های استخراج شده (که قبلاً با روش‌های دیگر استخراج شده‌اند) به قطعات کوچک‌تر نیز می‌توان استفاده کرد.

## روش استخراج با استفاده از مواد ناریه

یکی دیگر از روش‌هایی که در زمان‌های گذشته نیز مرسوم بوده، استفاده از مواد منفجره است. راندمان تولید بالا، هزینه بسیار پایین و امکان کاربرد آن در شرایط مختلف، از مشخصه‌های بارز این روش است. اما در عوض استفاده از مواد منفجره، بخش بسیاری از سنگ را خرد کرده و ابعاد سنگ نیز یک‌نواخت نخواهد بود. در این صورت، مقدار زیادی از سنگ به صورت باطله هدر رفته و علاوه بر آن در سنگ‌های بزرگ هم درزه‌های ریز ایجاد می‌شود که در هنگام برش در کارخانه سنگ‌بری موجب شکسته شدن آن می‌شود. به هر حال، ایجاد آتش‌کاری، باعث افت و خردشدگی ۳۰ تا ۶۰ درصدی ماده مصرفی می‌شود.

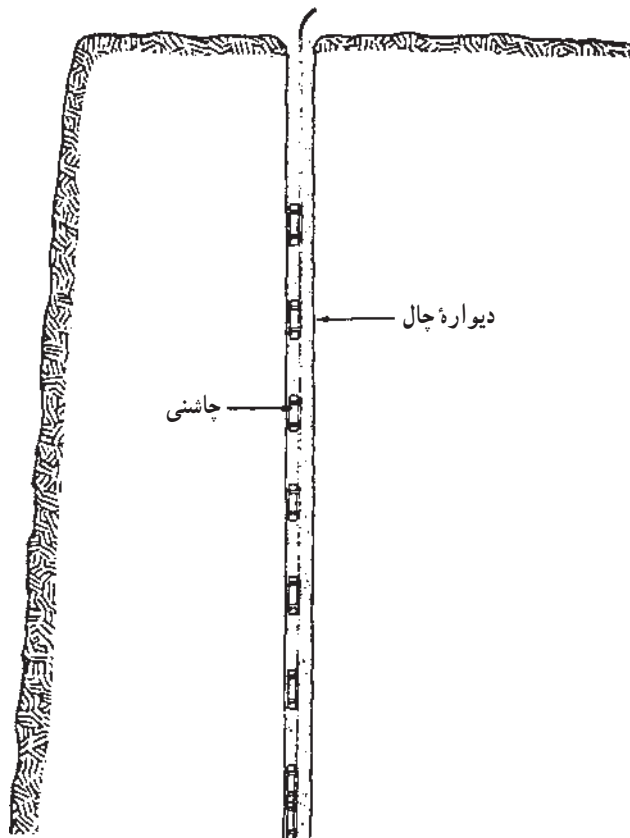
در این روش، ابتدا چال‌هایی با فاصله معین که کمتر از فواصل روش چال موازی است، (در حدود یک متر) حفر کرده و داخل آن را با مواد ناریه مناسب و به مقدار کافی خرج‌گذاری می‌کنند. مواد منفجره مورد استفاده معمولاً باروت، دینامیت، آنفو یا مواد نیتروگلیسیرینی (گوریت) است. مهم‌ترین مواردی را که برای انجام این روش باید در نظر گرفت، به شرح زیر است:

الف - اولین مسئله‌ای که قبل از هر چیز باید به آن توجه کرد، اطلاع کامل از وضعیت کانسار و مشخصات زمین‌شناسی آن است که این اطلاعات با انجام کارهای اکتشافی دقیق نظیر، گمانه‌زنی، حفر ترانشه، تهیه نقشه‌های لازم، نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های مکانیک سنگ، انجام می‌شود. این اعمال باید در کلیه روش‌ها و قبل از شروع به کار صورت گرفته باشد.

ب - دقت در حفر چال‌ها از نظر قرارگیری در یک خط، برابر بودن طول چال‌ها، فاصله مناسب چال‌ها از یکدیگر و از سطح آزاد و انتخاب مناسب قطر چال، با توجه به ساختار کانسار باید بررسی شود.

ج - شکل، نوع و مقدار خرج، یکی از پارامترهایی است که در شکستن صحیح سنگ نقش به‌سزایی دارد. خرج‌گذاری در چال، ممکن است در تمام طول چال به صورت یک‌نواخت صورت گیرد یا این که مواد منفجره به چند قسمت مساوی تقسیم شده و در فاصله یکسان از هم قرار گیرند. باید بدانیم که قطر خرج داخل چال، از قطر چال کمتر است و فضای بین چال و ماده منفجره مواد پرکننده، مانند خاک رس، ماسه و... قرار گرفته و یا خالی گذاشته می‌شود تا از شدت انفجار کاسته شده و سنگ خرد شده کمتری ایجاد شود.



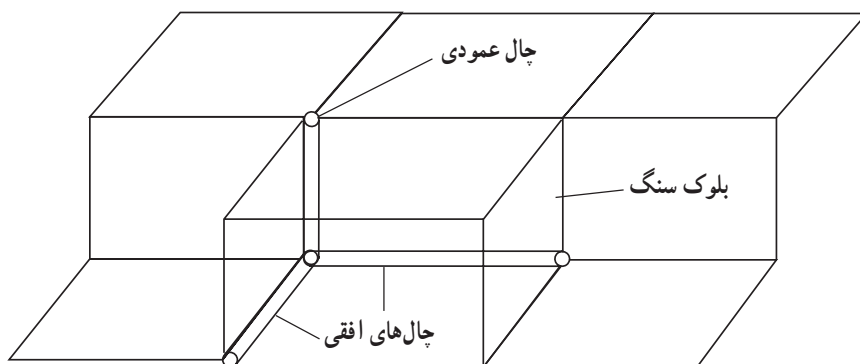


شکل ۸-۵- نحوه خروج گذاری داخل چال

د- حفر چال‌های خالی، در بین چال‌های انفجاری کمک شایانی به بهتر شکسته شدن سنگ می‌کند. مشابه آنچه در آتش‌کاری زیرزمینی در تونل‌ها هم دیده شده است، استفاده از چال‌های خالی در گوشه‌ها و مقاطع دارای انحنا، کاربرد بیشتری دارد.

### روش استخراج با سیم‌برش الماسه

رایج‌ترین و اقتصادی‌ترین روش استخراج سنگ‌های ساختمانی، استخراج، با استفاده از سیم‌برش الماسه است. اصول کار در این روش، بر مبنای اصطکاک سیم الماسه با سنگ است. برای شروع کار، ابتدا سه چال عمود برهم (دو چال افقی و یک چال عمودی) در سه طرف سنگ‌زده می‌شود؛ به طوری که این سه چال در یک نقطه، یکدیگر را قطع کنند. ترتیب حفر چال‌ها، به این صورت است که ابتدا، چال‌های افقی زده شده و سپس چال عمودی حفر می‌شود حفر چال‌ها که در زیر نمایش داده شده است، با واگن دریل یا دستگاه راسول انجام می‌گیرد.



شکل ۹-۵- حفرچال‌ها در یک بلوک سنگ

پس از حفر چال‌ها، سیم‌برش را از داخل آن‌ها عبور داده و با دستگاه عمل برش را انجام می‌دهند. دستگاه برش بر روی یک ریل قرار گرفته و نیروی کشش و حرکت سیم با یک تابلو کنترل می‌شود. نیروی محرکه دستگاه سیم برش نیز با برق یا موتور دیزل تأمین می‌شود.



شکل ۱۰-۵- دستگاه سیم برش برقی