

### مخابرات در معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

۱- مقدمه‌ای در مورد نقش و ضرورت مخابرات در معدن بیان کند.

۲- تلفن، بی‌سیم، مرکز تلفن و سیگنال‌های خبری را شرح دهد.

۳- تلفن‌های مناسب در معادن را شرح دهد.

۴- انواع تلفن‌های متداول در معادن را توضیح دهد.

۵- وسایل اخباری را شرح دهد.

۶- کاربرد عمومی بی‌سیم در معادن را شرح دهد.

## مخابرات در معدن

### آشنایی

با افزایش جمعیت جهان و نیازهای جوامع بشری، صنایع مختلف، مواد اولیه‌ی بیش‌تری را نیاز دارند که باید در اندک زمانی تأمین گردد. این مواد اولیه، به‌وسیله‌ی معادن تأمین و تولید می‌گردد. امروزه طراحی و برنامه‌ریزی در معادن، به‌صورتی است که بازده کلی تولید با استفاده از روش‌ها و ماشین‌آلات پیش‌رفته افزایش یافته است یکی از عوامل مؤثر در افزودن بازده قسمت‌های مختلف معدن، نحوه‌ی برقراری ارتباط بین بخش‌های گوناگون یک معدن است. در معادن باید هرگونه اطلاعات و پیام‌های مختلف در کوتاه‌ترین زمان منتقل گردد و این امر با بهره‌گیری از وسایل ارتباطی گوناگون میسر است. بی‌سیم، تلفن، رادیو، و رایانه از جمله وسایلی هستند که امروزه برای برقراری ارتباط بین نقاط مختلف معدن به کار می‌روند.

### لزوم مخابرات در معادن

تبادل اطلاعات بین بخش‌های گوناگون معدن، سهم به‌سزایی در ایمنی، کنترل، کیفیت و بازده فعالیت‌ها دارد. با گسترش معدن، فاصله‌ی تیم‌های مختلف کاری در بخش‌های گوناگون معدن افزایش می‌یابد و برقراری ارتباط بین این بخش‌ها نیاز به یک وسیله‌ی مناسب را ضروری می‌سازد. سیستم‌های ارسال خبر، گاهی برای حفظ ایمنی به کار می‌روند در محیط‌های معدنی که هر لحظه احتمال وقوع خطرهای پیش‌بینی شده و یا پیش‌بینی نشده وجود دارد، لزوم وجود وسایل هشداردهنده را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد.



شکل ۹-۱- کاربرد بی‌سیم در معدن

### \* تلفن، بی‌سیم، مرکز تلفن و سیگنال‌های خبری

پیام‌ها، بنا به ضرورت از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر ارسال می‌شوند، این اطلاعات پس از تبدیل به جریان الکتریسیته، از طریق کابل ارسال می‌شوند مانند شبکه‌ی تلفن و یا به امواج رادیویی تبدیل گردیده، از طریق هوا منتقل می‌شوند. مانند بی‌سیم شکل (۹-۱).  
با توجه به امکانات، موقعیت و نوع بهره‌برداری در بخش‌های گوناگون، معمولاً یکی از این دو نوع سیستم انتخاب می‌شود و در بهترین شرایط هر دو سیستم انتخاب می‌شوند.

## تلفن

امروزه در معادن از تلفن در ابعاد وسیعی استفاده می‌شود و ارتباط تلفنی بین برخی از بخش‌های معدن اجتناب‌ناپذیر است شکل (۲-۹). در ساده‌ترین حالت، این ارتباط بین دو نقطه‌ی معین صورت می‌گیرد؛ مثلاً این دو نقطه را می‌توان یک کارگاه و یک پُست ایمنی در نظر گرفت. در این نوع ارتباط، دو طرف، توانایی برقراری ارتباط با بخش‌های دیگر را ندارند و به عبارتی آن‌ها به شبکه‌ی



شکل ۲-۹ - انواع تلفن در معادن

تلفن متصل نمی‌باشند. در این حالت اگر یکی از دو طرف گوشی را بردارد، طرف مقابل مطلع گردیده. ارتباط را برقرار می‌سازد. در مکان‌هایی که باید بین دو نقطه، خیلی سریع ارتباط برقرار شود نیز از این نوع سیستم استفاده می‌کنند. شکل (۳-۹) در طُرُق دیگر هر گوشی تلفن به وسیله‌ی سیم به مرکز تلفن وصل می‌شود و هر بخش با استفاده از شماره‌گیر به مرکز تلفن اعلام می‌کند که قصد دارد با کدام قسمت تماس بگیرد و در این سیستم، تمامی بخش‌ها قادر خواهند بود با هم ارتباط برقرار کنند.



شکل ۳-۹ - نوعی تلفن با صدایی بلند برای موارد ایمنی و ارتباط سریع

**مرکز تلفن:** تجهیزات موجود در مرکز تلفن، امکان تماس تلفنی بین اعضای شبکه را فراهم می‌کنند و این تجهیزات به سه نوع دستی، نیمه‌خودکار و خودکار تقسیم می‌شوند.

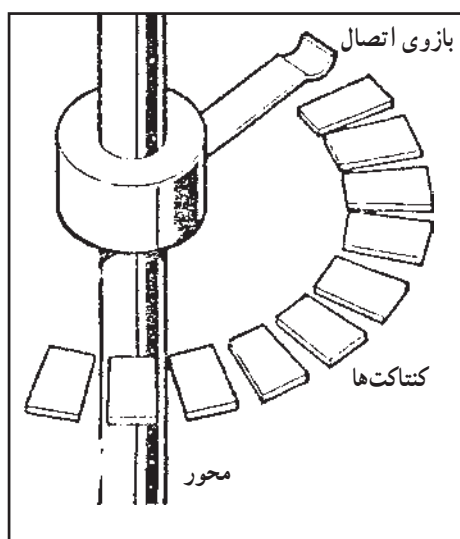
**مرکز تلفن دستی:** تکنولوژی مرکز تلفن دستی مربوط به دهه‌ی (۱۸۸۰) است؛ ولی هنوز هم در بسیاری از معادن از این سیستم استفاده می‌شود. در این نوع مراکز تلفن، هر بخش با مرکز تلفن تماس گرفته، به اپراتور مرکز اطلاع می‌دهد که می‌خواهد با کدام قسمت تماس حاصل کند و اپراتور مرکز نیز با جابه‌جایی چند سیم اتصال، امکان این ارتباط را فراهم می‌سازد.

**مرکز تلفن نیمه‌خودکار:** در این گونه مراکز تلفن، پس از تماس هر بخش با مرکز تلفن، اپراتور مرکز تلفن، با فشردن چند کلید، امکان ارتباط دو قسمت را فراهم می‌سازد؛ لذا در این سیستم، سرعت برقراری ارتباط بیش از مرکز تلفن دستی است.

**مرکز تلفن خودکار:** اولین سیستم مرکز تلفن خودکار و هم‌چنین نحوه‌ی اتصال دستگاه‌ها به یک‌دیگر جهت ساخت یک مرکز بزرگ، در سال ۱۸۸۹ به ثبت رسید. سیستم‌های دیگری نیز بعداً ساخته شد، ولی هنوز هزاران مرکز تلفن خودکار در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به طور کلی عمل برقراری یک مکالمه در یک مرکز تلفن خودکار را می توان به دو قسمت تقسیم نمود: قسمت اول را کنترل می گویند که در این بخش، اطلاعات به شکل علائم الکتریکی از شماره گیر تلفن کننده دریافت می شود. قسمت دوم را «سوئیچینگ» یا کلید کردن یا اتصال گویند که پس از دریافت علائم الکتریکی، مدارهای الکتریکی را به هم متصل می کند و امکان صحبت کردن تلفن کننده را با شماره ی موردنظرش فراهم می سازد. در سیستم تلفن خودکار عمل سوئیچینگ به وسیله ی «سلکتور» (انتخاب کننده) انجام می شود. ساده ترین نوع سلکتور دارای یک محور است که روی آن یک بازوی اتصال قرار دارد و وقتی لازم باشد می تواند چرخش مکانیکی انجام دهد. تعدادی کنتاکت روی یک قوس در اطراف محور قرار دارد و با گردش محور، بازوی اتصال می تواند با یکی از این کنتاکت ها اتصال الکتریکی برقرار نماید. در شکل (۴-۹) یک سلکتور ساده نمایش داده شده است.

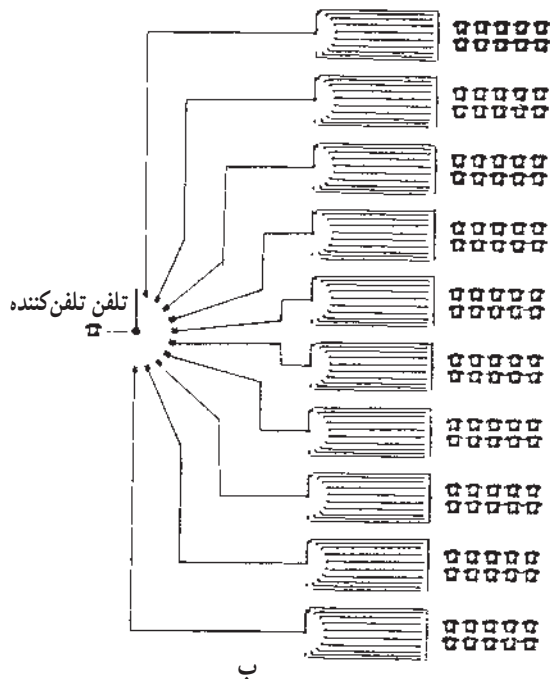
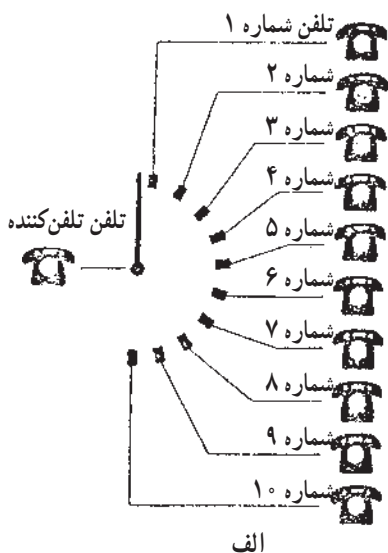
یک سلکتور با ده کنتاکت، می تواند امکان برقراری ارتباط بین یک تلفن با ده تلفن دیگر را



شکل ۴-۹- یک سلکتور ده کنتاکته

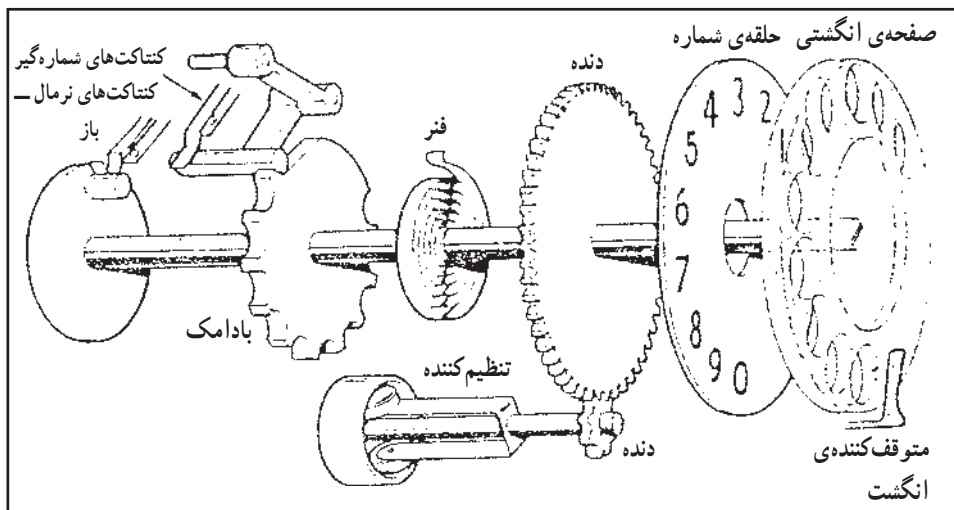
فراهم سازد. شکل (الف - ۵-۹) اگر به جای اتصال کنتاکت های سلکتور به ده تلفن، به ده سلکتور دیگر وصل گردد، در این صورت تلفن کننده می تواند با صد تلفن ارتباط برقرار نماید. به این سیستم یک سیستم با دو مرحله ی سوئیچینگ گویند شکل (ب - ۵-۹) و به همین ترتیب اگر چهار مرحله سوئیچینگ داشته باشیم، تلفن کننده می تواند با ده هزار تلفن تماس برقرار سازد. بدیهی است با افزایش مراحل سوئیچینگ، می توان تعداد کاربران مرکز تلفن را افزایش داد. در انواع دیگر مراکز تلفن، نحوه ی برقراری ارتباط همانند مراحلی است که در این قسمت توضیح داده شد؛ ولی در

آن ها نوع سلکتور مصرفی متفاوت است و می تواند از انواع رله ها باشد. در اشکال صفحه بعد نحوه ی برقراری ارتباط بین تلفن کننده با تعداد سلکتورهای متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۵-۹- مرکز تلفن خودکار  
الف- یک مرحله سوئیچینگ  
ب- دو مرحله سوئیچینگ

شماره گیر: هر تلفن به یک وسیله، به نام شماره گیر مجهز است. عمل شماره گیر ارسال علائم الکتریکی جهت فرمان به دستگاه‌های مربوطه در مراکز تلفن خودکار و برقراری ارتباط تلفنی، است. شماره گیر به دو شکل گردنده و دکمه‌ای وجود دارد که در شماره گیر دکمه‌ای سرعت ارسال علائم بیش‌تر از شماره گیر گردنده است. در شکل (۶-۹) یک شماره گیر گردنده و اجزای آن نمایش داده شده است.



شکل ۶-۹- شماره گیر و قسمت‌های مختلف آن

تلفن‌های مناسب در معادن: در معادن به علت شرایط ویژه کاری و خطرات گوناگون که همواره موجب آسیب و تخریب احتمالی تجهیزات و وسایل موجود در محیط می‌گردند، باید تلفن‌های مصرفی از ساختمان و ویژگی خاصی برخوردار باشند تا ضمن ایجاد ارتباط، خود دستگاه تلفن در برابر حوادث و شرایط معدن پایدار مانده، مورد بهره‌برداری قرار گیرد. ویژگی‌های خاص این گونه تلفن‌ها عبارت‌اند از:

۱- بدنه‌ی این نوع تلفن‌ها از نوعی پلاستیک فشرده و ضد ضربه ساخته می‌شود تا در برابر ضربات شدید، آب و رطوبت مقاوم باشد.

۲- به گونه‌ای از مواد مستحکم ساخته می‌شوند تا در محیط‌های حاوی گازهای قابل اشتعال مانند معادن زغال‌سنگ که همواره توأم با خطر آتش‌سوزی و انفجار است، از بین نروند.

۳- مجهز به سیستم‌های اعلام خبر نظیر چراغ‌های چشمک‌زن، آژیرها و زنگ بسیار قوی قابل تنظیم باشد.

۴- امکان اتصال این تلفن‌ها به کلیدهای تجهیزات ایمنی ممکن باشد تا ارتباط با مراکز تلفن مربوطه به آسانی برقرار گردد.

۵- با فشردن شماره‌گیر فرکانس لازم با مشخصات ویژه‌ای تولید و مستقیماً به مرکز تلفن هدایت شود در شماره‌گیرهای مکانیکی مدت زمان لازم جهت برگشت شماره‌گیر به حالت اولیه بیش از حالت دکمه‌ای است.

۶- سیستم زنگ این تلفن‌ها در محدوده‌ی فرکانس‌های ۲۵ و ۵۰ هرتز است. و سیم‌های رابط گوشی و دهنی از نوع PVC است.

۷- در مکان‌های پر سر و صدا از کپسول‌های مختلف دهنی و گوشی جهت پیش‌گیری از هرگونه اختلال در مکالمات استفاده می‌شود. این کپسول‌ها به وسیله‌ی باتری به میکروفن و آمپلی‌فایر متصل است و صدای آمپلی‌فایر نیز قابل تنظیم است. درمورد تلفن‌های مجهز به تقویت‌کننده، باید به مشخصات زیر توجه نمود.

الف - تلفن باید همواره، حتی هنگامی که باتری میکروفن و آمپلی‌فایر خالی است، آماده‌ی بهره‌برداری باشد؛

ب - برای مکالمه‌ی تلفنی در معادن گازخیز، مدارها به گونه‌ای باشد که در صورت افزایش گاز از حد مجاز، ناگزیر به قطع تجهیزات تلفنی نباشیم؛

پ - کپسول‌های دینامیکی مخصوص با دو شاخه جهت ایمنی کامل و واضح شنیدن موجود باشد؛

ت - تلفن‌ها جهت آسانی در جابه‌جایی سبک و کوچک بوده، در برابر انفجار مقاوم باشند.

انواع تلفن‌های متداول در معادن:

الف - **تلفن‌های طرح ضد انفجاری:** شرایط ویژه و خاص معادن زغال‌سنگ، محدودیت‌هایی را برای طراحی تجهیزات الکتریکی و بهره‌برداری از این دستگاه‌ها به وجود می‌آورد. دستگاه‌های خبری مانند تلفن نیز از این قاعده مستثنی نیستند.

از نظر ساختمانی این تلفن‌ها، ضد جرقه و ضد انفجار هستند.

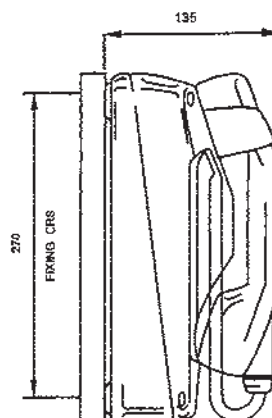
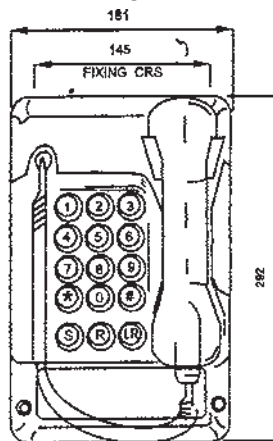
ب - **تلفن‌های نیمه خودکار:** همان‌طور که قبلاً اشاره شد، هریک از این تلفن‌ها، با مرکز تلفن ارتباط دارند و اپراتور مرکز تلفن ارتباط از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر را میسر می‌سازد. در طرح این تلفن‌ها، ارتباط مستقیم از یک نقطه‌ی عملیاتی به نقطه‌ی دیگر عملیاتی امکان‌پذیر نیست. نحوه‌ی عمل آن‌ها، به این صورت است که اگر نقطه‌ی A بخواهد با نقطه‌ی B تماس حاصل نماید، باید ابتدا گوشی را برداشته، به شستی که در بدنه‌ی تلفن کار گذاشته شده است، فشار وارد آورد بدین ترتیب امکان مکالمه‌ی فردی که در نقطه‌ی A قرار دارد با اپراتور فراهم می‌شود، سپس از اپراتور درخواست می‌کند تا نقطه‌ی B را وصل کند؛ پس از این که اپراتور این عمل را انجام داد ارتباط برقرار و مکالمه انجام می‌شود.

ج - **تلفن‌های خودکار:** همان‌طور که قبلاً اشاره شد، ارتباط بین دو نقطه به سادگی امکان‌پذیر است. در این طرح، ارتباط بین دو نقطه با گرفتن شماره‌ی مربوطه برقرار می‌شود (شکل (۷-۹)).



**د- تلفن‌های طرح قورباغه‌ای (آیفون):** این نوع تلفن‌ها سیستمی بسیار ساده دارند و کاربرد آن‌ها نیز ساده است. از این نوع تلفن‌ها در ایستگاه‌های باربری و یا در مراکز استخراج استفاده می‌کنند. یکی از محاسن این تلفن‌ها این است که برای اعلام خبر عمومی و یا مواردی دیگر، می‌توان تعداد زیادی از آن‌ها را پارالل نمود. اگر لازم باشد این نوع تلفن‌ها به مرکزی ارتباط ندارند و ارتباط بین دو نقطه، مستقیماً برقرار می‌شود.

تلفن‌های قورباغه‌ای فقط از یک گوشی و دهنی ساده تشکیل شده که زیر دهنی آن‌ها یک قسمت گردنده وجود دارد و در قسمت داخلی آن، یک آهن‌ربای دائم و یک سیم پیچ وجود دارد. با گرداندن اهرم گردان، سیم پیچی در داخل میدان آهن‌ربایی به حرکت درمی‌آید و در آن یک نیروی محرکه‌ی الکتریکی ایجاد می‌شود. این نیروی محرکه، به وسیله‌ی سیم‌های ارتباطی به دیگر تلفن‌های پارالل شده، منتقل می‌شود. و به این ترتیب تلفن‌ها «سیگنال» یا «آلارم» می‌دهند و می‌توان با شنیدن این سیگنال گوشی را برداشت و با شخص علامت‌دهنده مکالمه کرد.



شکل ۷-۹- تلفن معدنی ضد رطوبت (تا ۹۵٪ رطوبت) از نوع خودکار

انرژی لازم برای مکالمه، به وسیله‌ی انرژی ذخیره شده در خازن‌ها که هنگام گرداندن اهرم گردان تولید شده بود، به دست می‌آید و مکالمه تا هنگام دشارژ خازن‌ها، می‌تواند ادامه داشته باشد.

## وسایل اخباری

**زنگ تلفن:** یکی از وسایل اعلام خبر تلفن، زنگ تلفن است. در شکل ساختمان یک زنگ

تلفن که شامل سه قسمت مهم است، نمایش داده شده است. این سه قسمت عبارت‌اند از:

– قسمت نعل اسبی که دو سر آن سیم پیچی شده تا جریان از آن عبور نماید.

– آهن ربای دایمی که در میان قسمت نعل اسبی قرار گرفته است.

– چکش که در بخش بالایی، حامل چکش زنگ بوده، به یک آرمیچر متصل است و در اثر

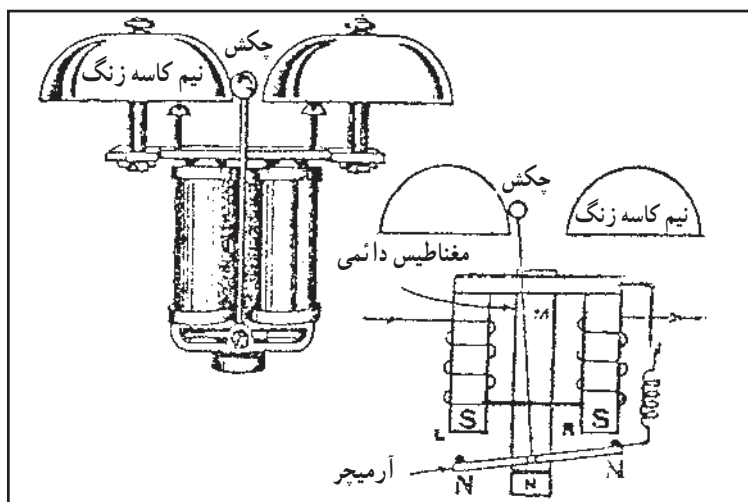
عبور جریان متناوب با فرکانس کم به وسیله‌ی یکی از قطب‌ها جذب و تولید صدا می‌نماید. این عمل تا

هنگامی که گوشی به وسیله‌ی شخصی برداشته شود، ادامه می‌یابد. برای عمل کرد زنگ تلفن، ولتاژی

بین ۶۰ تا ۹۰ ولت با فرکانس ۲۵ هرتز لازم است که به وسیله‌ی دو بوبین و یک خازن تأمین می‌شود.

طراحی خازن و سیم پیچ‌ها به گونه‌ای است که با شروع زنگ زدن، مولدهای مربوطه تقویت شده،

جریان الکتریکی کم موجب تداوم زنگ زدن تا برداشتن گوشی می‌گردد شکل (۸-۹).



شکل ۸-۹- زنگ تلفن

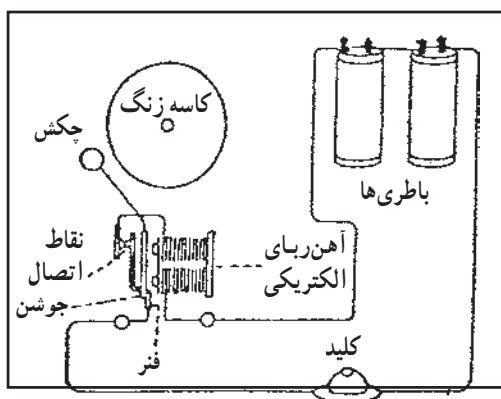
**چراغ خطر:** در معادن زیرزمینی، کارکنان معدن در مناطقی هم چون خطوط انتقال مواد و

ماشین آلات، همواره در معرض خطر هستند و جهت آگاهی کارگران معدن از به وجود آمدن خطرات،

از چراغ‌های خطر مخصوص که اکثراً مجهز به چشمک‌زن هستند، استفاده می‌گردد. در این چراغ‌ها

مدار الکتریکی کنترل کننده و رله‌ی خروجی بسیار قوی بوده، دارای دو سیستم کنتاکت است. نحوه‌ی کارکرد مدار داخلی این چراغ‌ها با ترمینال‌شان به گونه‌ای است که در هنگام خطر یا قطع شدن یا شکستن مدار کنترل، علامت خطر به وسیله‌ی چراغ اعلام می‌گردد؛ لذا چنانچه ایرادی در خود مدار نیز تولید شود، باید خطر را اعلام نماید و اگر ایراد در دستگاه نباشد، باید با باز نمودن دستگاه، علامت خطر مرتفع گردد.

**زنگ اخبار:** زنگ اخبار دارای یک آهن‌ربای الکتریکی است و این آهن‌ربا معمولاً از دو سیم پیچ تشکیل شده است که روی هسته‌ی آهنی U شکل پیچیده شده‌اند. در این آهن‌ربا قطب N و قطب S نزدیک یکدیگرند و در نتیجه نیروی ربایش زیاد است و همین‌طور یک جوشن در زنگ اخبار داریم که به یک سمت آن چکش و به سمت دیگر فنری متصل است. تیغه‌ای فنری نیز به پشت جوشن متصل شده که با دگمه‌ی روی پایه در تماس است. وقتی که بر شستی کلید فشار می‌دهیم، مدار بسته شده، جریان الکتریسیته در آن برقرار می‌شود و خاصیت مغناطیسی در آهن‌ربا به وجود



شکل ۹-۹- زنگ اخبار

می‌آید و جوشن را جذب می‌کند؛ لذا تیغه‌ی فنری از دگمه جدا شده، مدار را قطع می‌کند که موجب از بین رفتن خاصیت مغناطیسی آهن‌ربا می‌شود. با ادامه‌ی اعمال فشار بر روی شستی کلید، این عملیات ادامه می‌یابد و زنگ اخبار در اثر ضربات چکش زنگ می‌زند. در شکل (۹-۹) یک زنگ اخبار ساده و قسمت‌های مختلف آن نمایش داده شده است.

**بی‌سیم:** در سال ۱۸۹۶ مارکونی ایتالیایی موفق به ارسال علائم تلگرافی، بدون واسطه‌ی سیم گردید. در ارتباط بی‌سیم، بین فرستنده «Transmitter» و گیرنده «Receiver» ارتباطی با سیم برقرار نیست و انرژی موجی صوت به پالس‌های الکتریکی تبدیل شده، به صورت امواج الکترومغناطیسی به وسیله‌ی آنتن «Antenna» در فضا منتشر می‌شوند و با سرعت نور منتقل می‌گردند و آنتن گیرنده، این پالس‌ها را دریافت می‌کند تا به وسیله‌ی گوشی «earphone» یا بلندگو شنیده شوند. مهم‌ترین صور ارتباط بی‌سیم به دو صورت رادیو تلگراف و رادیو تلفن است. توضیحات فوق مربوط به بی‌سیم رادیو تلفن بود، که در معادن از این نوع استفاده می‌شود (شکل ۹-۱۰). انواع بی‌سیم‌های قابل حمل و نقل و مادر را نشان می‌دهد.



ب.



الف



ج



د

شکل ۱۰-۹- انواع بی سیم

الف - ب - بی سیم های دستی

ج - د - بی سیم هایی که در خودروها نصب می شوند

با توجه به گستردگی فعالیت‌های معدنی و ضرورت ایجاد هماهنگی بین کارکنان و مدیریت‌های مختلف در جهت اجرای صحیح عملیات، صرفه‌جویی در وقت، بهبود ارتباطات و افزایش ایمنی در عملیات، امروزه در معادن از وسایل مخابراتی به گونه‌ای که تاکنون تشریح شد استفاده‌ی لازم به عمل می‌آید. اما آن‌چه که حائز اهمیت است این است که در بسیاری از موارد، مدیران و کارکنان بخش‌های مختلف، در محل ثابتی حضور ندارند تا بتوان با آن محل ارتباط برقرار کرد و وظایفی از قبیل سرکشی به محوطه‌های گوناگون، هماهنگی در اجرای ایمنی عملیات آتش‌کاری در معدن، ارتباط بین نقشه‌برداران و نظایر آن باعث می‌گردد که افراد در موقعیت‌های دور از یک‌دیگر پراکنده شوند؛ لیکن ارتباط آن‌ها هم‌چنان با هم برقرار باشد. در این صورت استفاده از بی‌سیم‌های سیار، کاملاً ضرورت پیدا می‌کند این بی‌سیم‌ها که اصطلاحاً به بعضی از آن‌ها «تاکتی واکتی» نیز می‌گویند و دارای بُردهای متفاوت هستند به سهولت ارتباط بین افراد را در جهت هدایت کلی عملیات برقرار می‌سازند.

## خودآزمایی

- ۱- ضرورت وجود مخابرات در معدن چیست؟ و وسایلی را که در این رابطه به کار می‌روند، نام ببرید.
- ۲- مراکز تلفن چند نوع‌اند؟
- ۳- سیستم مرکز تلفن خودکار را توضیح دهید.
- ۴- ویژگی تلفن‌های مناسب در معادن را نام ببرید.
- ۵- تلفن‌های مورد استفاده در معادن از نظر کارکرد به چند دسته تقسیم می‌شود؟ به طور مختصر توضیح دهید.
- ۶- سیستم کار تلفن‌های طرح قورباغه‌ای چگونه است؟
- ۷- نحوه‌ی کارکرد چراغ خطر در معادن را بنویسید.
- ۸- نحوه‌ی ارتباط دو بی‌سیم با یکدیگر را شرح دهید.

## راه‌سازی



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- اهمیت راه‌سازی در معادن را بیان کند.
- ۲- چگونگی و مراحل مختلف تعیین مسیر راه در معدن را شرح دهد.
- ۳- ماشین‌آلات راه‌سازی را به اختصار شرح دهد.
- ۴- نحوه‌ی ساخت لایه‌های مختلف راه و ایجاد شانه و شیب راه را توضیح دهد.
- ۵- روسازی را توضیح دهد.
- ۶- انواع جاده‌های معدنی با ذکر ویژگی‌های عمومی مسیر آن‌ها را شرح دهد.
- ۷- انواع شکل‌های تقاطع در معادن و محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن را

بیان کند.

## راه‌سازی

### اهمیت راه‌سازی در معادن

همان‌گونه که می‌دانید معادن اغلب در نقاط دور افتاده از شهرها و در نواحی خاصی که از لحاظ شرایط زمین‌شناسی برای ایجاد کانسار مناسب بوده‌اند قرار گرفته‌اند و چه‌بسا تا قبل از پیدایش ذخیره معدنی هیچ نیازی به گذشتن از این مناطق و سکونت یافتن افراد و استقرار تأسیسات معدن وجود نداشته است؛ بنابراین با کشف کانسار باید کلیه امکانات موردنیاز به محل انتقال پیدا کند و این موضوع تنها در شرایطی امکان‌پذیر می‌گردد که برای دسترسی به منطقه و نقل و انتقال تجهیزات و کارکنان راه احداث شود. جاده‌های معدن شاه‌رگ ارتباطی آن با خارج است و مواد معدنی استخراج شده و تغلیظ شده در مراحل مختلف در درون معدن و بیرون آن باید از طریق جاده‌کشی حمل و نقل شود. اهمیت راه‌سازی در معدن تا آن‌جا زیاد است که هر مهندس و تکنسین معدن باید با اصول فنی اولیه احداث آن آشنا باشد تا بتواند نیازهای مقطعی و موردی را برطرف سازد.

### چگونگی تعیین مسیر راه معدنی

محل دقیق و تمام جزئیات مسیر راه را نمی‌توان یکباره و در یک مرحله مشخص نمود. از این‌رو مسیر راه در مراحل مختلف و با استفاده از نقشه‌ها و عکس‌های هوایی با مقیاس‌های متناسب معین می‌شود. نخست با استفاده از نقشه‌ها و اطلاعات موجود چند مسیر بسیار کلی در نظر گرفته می‌شود با مطالعه‌ی دقیق‌تر این مسیرها در طی مراحل مختلف مسیریابی، سرانجام محور راه به‌دقت در روی زمین مشخص می‌گردد.

### مراحل مختلف تعیین مسیر راه در معادن

تأثیر عوامل تعیین‌کننده‌ی مسیر راه معدنی بسیار متفاوت است. رعایت بعضی از عوامل ایجاب می‌کند که محور راه معدنی صدها متر جابجا شود ترتیب انتخاب مسیر، روش از کلی به جزئی رسیدن است. به این معنی که نخست، بین نقاط بارگیری و تخلیه مواد معدنی با توجه به نقشه‌ها و اطلاعات موجود، چند مسیر کلی کشف می‌شود، این مسیرهای کشف شده، مرحله به مرحله دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر مورد مطالعه قرار می‌گیرد تا سرانجام محور مسیر قطعی در روی زمین میخ‌کوبی می‌شود و نقشه‌های قطعی اجرایی تهیه می‌گردد و به‌همه‌ی این مطالعات مراحل مختلف تعیین مسیر

- گفته می‌شود که به طور عمومی می‌توان آن را در شش مرحله دسته‌بندی کرد :
- ۱- کشف مسیرهای کلی ممکن بین محل بارگیری و محل تخلیه مواد معدنی
  - ۲- شناسایی مسیرهای کشف شده
  - ۳- انتخاب مسیر کلی
  - ۴- برداشت مقدماتی مسیر
  - ۵- تعیین راه در روی نقشه و تهیه نقشه‌های مقدماتی
  - ۶- پیاده کردن محور راه در روی زمین و تهیه نقشه‌های قطعی اجرایی

### میخ‌کوبی مسیر

پس از تعیین و محاسبه دقیق مسیر، نقشه‌های اجرایی باید روی زمین پیاده شود این عمل را میخ‌کوبی مسیر گویند که به عهده‌ی نقشه‌بردار گذاشته می‌شود معمولاً در روی زمین علائم بتنی که میخ‌آهنی در وسط آن‌ها تعبیه شده قبلاً روی زمین تثبیت گردیده است. تعداد این میخ‌ها به‌وضع منطقه بستگی دارد در مناطق مسطح حداکثر ۵۰ متر ولی در نقاط کوهستانی به چند متر تقلیل می‌یابد. در روی هر میخ شماره و فاصله‌ی آن نوشته می‌شود.

پس از کوبیدن میخ‌ها بر روی زمین کنار آن‌ها را با توده‌ای از خاک یا سنگ برجسته می‌کنند تا از دور مشخص باشد گاهی هم با ریختن آب آهک توده‌ها را به‌صورت کپه سفیدی نشان می‌دهند.

### عملیات خاکی

بعد از عملیات میخ‌کوبی مسیر عملیات خاکی آغاز می‌شود. بطور کلی عملیات خاکی شامل کندن، بارگیری، حمل، باراندازی، تنظیم خاک و آب‌پاشی آن می‌باشد. عملیات خاکی را برحسب درجه سختی زمین به دو صورت عملیات خاکی در اراضی معمولی و عملیات خاکی در اراضی سخت یا کوه‌بری تقسیم می‌کنند.

**وسایل ابتدایی عملیات خاکی:** ابتدایی‌ترین وسایلی که در عملیات خاکی استفاده می‌شود بیل و کلنگ است ضخامت بیل ۳ میلیمتر و از جنس فولاد است و وزن آن در حدود ۹۰۰ گرم است. استفاده از بیل در زمین‌های شل و خاک نباتی امکان‌پذیر است و از کلنگ و بیل در زمین‌هایی که درجه سختی آن‌ها کمی بیشتر است، استفاده می‌شود؛ امروزه راه‌سازی با ماشین‌آلات راه‌سازی و در مواقعی با مواد منفجره انجام می‌شود.



لازم است تا هنرجویان قبل از آشنایی با هرگونه عملیات خاکی ماشین‌آلات راه‌سازی را بشناسند زیرا عملیات خاکی با ماشین‌آلات راه‌سازی انجام می‌گیرد که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

## ماشین‌آلات راه‌سازی

ماشین‌آلات راه‌سازی بدلیل وزن زیاد و مقاومت کم زمین اغلب به‌جای چرخ روی زنجیر سوار می‌باشند و غالباً مرکب از تراکتور و یک دستگاه دیگری است که با آن کار راه‌سازی انجام می‌گیرد. با این دستگاه می‌توان سطح راه را تراشید یا در روی راه عملیات گودبرداری تا هر عمقی انجام داد و یا در طرفین جاده جوی مخصوص هدایت آب ایجاد کرد یا شیب جاده را تنظیم نمود. از میان این دستگاه‌ها می‌توان از بولدوزر گریدر، لودر، و اسکرپور و غلتک‌ها نام برد از این ماشین‌آلات می‌توان هم در بخش استخراج و هم راه‌سازی معدن استفاده کرد. با این‌که هنرجویان در دیگر کتاب‌های درسی با این ماشین‌آلات آشنایی پیدا کرده‌اند، در زیر به جنبه‌ی راه‌سازی این ماشین‌آلات می‌پردازیم.

**بولدوزر:** بولدوزر عبارت از تراکتوری است که در قسمت جلوی آن تیغه‌ای دارد و برحسب نوع تیغه که افقی و ثابت بوده و یا قابل دوران و گردش باشد آن را بولدوزر یا انگلدوزر نامند.



بولدوزرها عموماً چرخ زنجیری هستند و مکانیزم حرکت تیغه معمولاً به صورت هیدرولیکی می باشد. بولدوزر در کندن زمین، هل دادن و انتقال خاک، پخش مواد خاکی روی بستر راه و بالاخره جهت پرکردن گودی ها، استفاده می شود شکل (۱-۱۰). در زمین هایی که سختی آن ها بالا است به جای استفاده از تیغه از وسیله ای چنگک مانند که معمولاً در پشت بولدوزرها وجود دارد استفاده می شود که به آن ریبِر می گویند تعداد چنگک ها می تواند یک، دو یا سه عدد باشد جهت استفاده از آن ها هرچه زمین سخت تر باشد بایستی تعداد تیغه ها کمتر باشد.

**گریدر:** گریدر عبارت از تراکتوری است که در قسمت وسط آن تیغه ای دارد، این تیغه می تواند در جهت های متنوعی قرار گیرد گریدرها معمولاً دو محور در عقب و یک محور در جلو دارند زاویه ی قرارگیری چرخ جلو برای کارهای متنوع، مختلف است شکل (۲-۱۰). بعضی از گریدرها در پشت خود مجهز به ریبِر می باشند و بعضی دیگر در جلوی خود دارای یک تیغه نیز هستند.

از گریدر برای پخش کردن مواد خاکی، تنظیم سطح راه، شیب دادن طولی و عرضی به سطح راه، ایجاد و تنظیم شیب شانه های راه، همچنین برای اجرای کارهای عمومی نظیر کانال سازی اعم از کانال با مقطع V و یا کانال دوزنقه ای شکل، مخلوط کردن مواد خاکی با دانه بندی های مختلف در روسازی راه های اصلی ورود به معدن و بالاخره برای نگهداری رویه ی جاده های شنی استفاده می کنند.



شکل ۱۰-۲- گریدر

**لودر:** لودر عبارت از تراکتوری است که در قسمت جلوی آن جامی که به‌طور هیدرولیکی قابل کنترل است، قرار دارد. لودرها در دو نوع چرخ لاستیکی و چرخ زنجیری ساخته می‌شوند. امروزه نوع چرخ لاستیکی آن به‌علت سرعت و مانور پذیری خوب شایع‌تر است شکل (۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰- لودر

به‌طور کلی لودرها در راه‌سازی قادرند چهار دسته از کارهای مختلف زیر را انجام دهند.

**الف - بارگیری ماشین آلات حمل مواد:** با لودر می‌توان مواد خاکی نظیر شن، خاک معمولی و سنگ‌های شکسته را داخل کامیون و تریلی ریخت و آن‌ها را پر کرد.

**ب - بلند کردن بار و انتقال آن:** با لودر می‌توان مصالح ساختمانی از قبیل آجر، بلوک بتنی و غیره را در مسافت‌های کوتاه جابه‌جا نمود.

**ج - خاک برداری:** استفاده از لودر در کارهای خاک برداری به‌خصوص گودبرداری سودمند است زیرا کندن و جابجا کردن خاک و انباشته و بارگیری کردن آن با لودر سریعتر از کار با ماشین آلات دیگر است.

**د - تمیز کردن قشر سطحی زمین کارگاه:** در زمین‌هایی که جنس آن زیاد سخت نباشد از لودر جهت یک‌نواخت کردن و تمیز کردن محل کار استفاده می‌کنند.

**اسکرپر:** اسکرپر تراکتوری است که در خود جامی دارد و بوسیله‌ی لبه تیزی در کف قادر به کندن و پر کردن مواد خاکی در داخل جام خود است به این ترتیب عمل بارگیری انجام می‌شود. اسکرپر قادر است موادی را که خود حمل نموده، در طول مشخصی از زمین، به تدریج تخلیه نماید

شکل (۴-۱۰).

حرکت و انتقال اسکریپر به دو صورت است یا اسکریپر تراکتور سرخود (موتوردار) است و یا توسط تراکتور کشیده می‌شود (بدون موتور). در حالت اول اسکریپر دارای دو محور است و در حالت دوم دارای یک محور است. در زمین‌های با خاک یا خرده سنگ‌های فشرده و نیمه سخت از دو اسکریپر که پشت سرهم قرار دارند، استفاده می‌شود به این صورت که اسکریپر عقبی به جلویی فشار آورده و کار کنند و حمل کردن آسان می‌شود گاهی اوقات بولدوزر پشت اسکریپر قرار می‌گیرد و این کار را انجام می‌دهد.

از اسکریپر در عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی برای حمل و تخلیه مواد خاکی و همچنین پخش آن روی بستر راه استفاده می‌شود و برای گودبرداری سطحی در زمین‌های نسبتاً نرم به‌طور مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۱۰ اسکریپر

### مواد منفجره

گاهی اوقات جاده‌ی معدنی باید از مناطقی با سنگ‌های سخت بگذرد. در این مورد استفاده از ماشین‌آلات به صرفه نیست بنابراین از مواد منفجره استفاده می‌شود البته هنجاریان در کتاب‌های درسی دیگر با حفاری، مواد منفجره و انفجار آشنایی پیدا کرده‌اند.

### نحوه‌ی ساخت لایه‌های مختلف راه

ایجاد بستر راه: بستر راه خاکی است که در روی آن روسازی باید انجام شود. در مرحله‌ی اول اجرای روسازی راه، باید تمیز کردن سطح راه، صورت گیرد که شامل بوته‌کشی، درخت‌کشی و ریشه‌کشی در طول محور راه و به عرض کف بدنه‌ی راه است. آن‌گاه باید خاک کشاورزی و یا نباتی را به عرض کف بدنه‌ی راه و به عمق ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر برداشته، از محل خارج نماییم. در مواقعی که ارتفاع خاک‌ریزی و یا لایه‌ی زیر اساس دارای ضخامت زیاد باشد و ارتفاع خاک‌ریز از ۱۲۰

سانتی متر بیش تر باشد، از برداشتن خاک نباتی صرف نظر می کنند. (خاک نباتی خاکی است که دارای مواد آلی باشد)

بعد از برداشت این خاک قسمتی از خاک زیری را شخم زده، سپس با آب مخلوط می کنند و بعد از تسطیح آن قدر غلتک می زنند تا کاملاً کوبیده و محکم شود.

**کوبیدن خاک:** کوبیدن خاک، بخش اساسی در راه سازی است. این مرحله اثر مستقیم بر روی ایمنی، کیفیت و دوام راه دارد. کوبیدن کافی و مؤثر خاک، این امکان را فراهم می آورد که ظرفیت بارگذاری و پایداری مواد خاک ریز بهبود یابد و نفوذپذیری کاهش یابد و از همه مهمتر به طور عملی از نشت جلوگیری شود. بنابراین کوبیدن باعث می شود که خاک به اندازه کافی برای بارهای دایمی و عبور و مرور پایدار شود و هزینه تعمیر و نگهداری کاهش یابد.

**مبادی کوبیدن خاک:** کوبیدن عبارت از افزایش وزن مخصوص یک ماده در اثر اعمال نیروهای خارجی است خاک از ذرات معدنی و فضاهای خالی که معمولاً از آب پر شده است تشکیل می شود، هنگام تراکم، ذرات جابجا شده و حجم فضای خالی کاهش می یابد و آب داخل ذرات درشت دانه نیز می تواند به بیرون رانده شود.

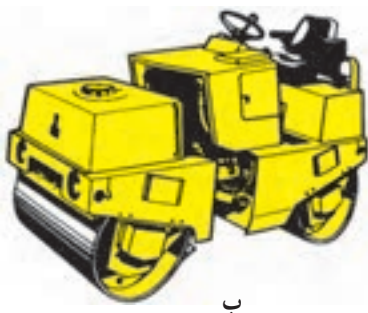
مهمترین عواملی که در نتایج کوبیدن مؤثر هستند عبارتند از :

الف - نوع ماده

ب - میزان آب (درصد رطوبت)

ج - روش کوبیدن و انرژی مورد نیاز

**روش های کوبیدن خاک:** روش های کوبیدن خاک، فشاری، فشاری لرزشی و ضربه ای هستند که در شکل (۵-۱۰) می بینیم.



ب



الف

ج

شکل ۵-۱۰ ماشین آلات متناسب با روش های کوبیدن خاک.

الف - فشاری، ب - فشاری لرزشی، ج - ضربه ای



تجهیزات کوبیدن خاک: با توجه به روش‌های مختلف کوبیدن تجهیزات متنوع و مختلفی برای کوبیدن خاک وجود دارد یکی از تجهیزات عمومی کوبیدن خاک غلتک‌ها هستند که به دو صورت ساخته می‌شوند بدین صورت که یا دارای موتور و تجهیزات کنترل سرخود هستند (دارای موتور محرک) (شکل ب ۶-۱۰) و یا به دنبال خودروی سنگینی کشیده می‌شوند و بدون موتور محرک هستند (کششی) (شکل الف ۶-۱۰).



الف



ب

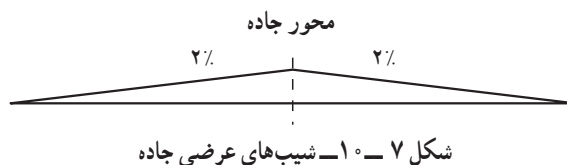
شکل ۶-۱۰- تجهیزات کوبیدن خاک

الف - کششی، ب - دارای موتور محرک

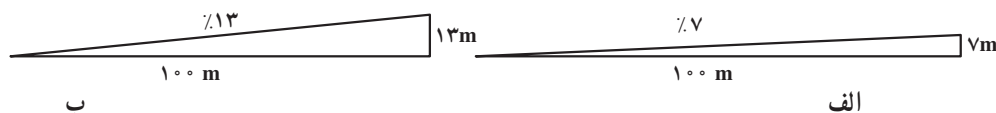
ایجاد لایه‌ی زیر اساس: برای ایجاد لایه‌ی زیر اساس بر روی بستر راه متراکم شده، خاک‌های با جنس بهتر را می‌ریزند و آن را با مقداری آب که به آن «رطوبت اپتیمم» می‌گویند (و در آزمایشگاه مکانیک خاک مقدار آن مشخص شده است). مخلوط کرده، با غلتک متراکم می‌کنند. باید توجه داشت که هرگونه مصالح خاکی را نمی‌توان در لایه‌ی زیر اساس مورد استفاده قرار داد.

ایجاد لایه‌ی اساس: در اکثر موارد، لایه‌ی اساس را از جنس مصالح خاکی می‌سازند. مصالح سنگ‌دانه‌های لایه‌ی اساس، باید مرغوب‌تر از مصالح خاکی لایه‌ی زیر اساس باشند. ایجاد شانه‌ی راه: شانه‌ی راه محلی است در امتداد راه، ماشین‌آلاتی که نیاز به توقف دارند، می‌توانند روی آن متوقف شوند و سطح تردد را خالی بگذارند تا دیگر ماشین‌آلات، بتوانند به راحتی عبور و مرور نمایند.

ایجاد شیب راه: یکی از مواردی که در ایجاد راه مناسب، بسیار مؤثر است، رعایت شیب آن در نقاط مختلف است. معمولاً سطح عرضی جاده از وسط به دو طرف حدود ۲٪ شیب دارد تا مانع از جمع شدن آب بر روی سطح جاده شود (شکل ۷-۱۰).



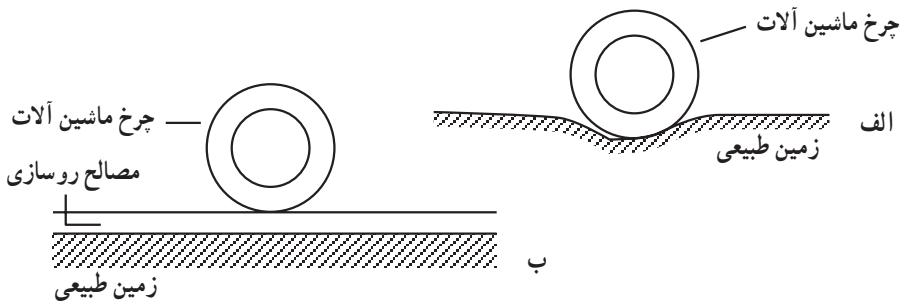
در ضمن حداکثر شیب طولی شیب جاده در جاده‌های بین شهری حدوداً ۷٪، در معادن روباز این شیب ۱۳٪ و در تونل‌های زیرزمینی (۵-۳) در هزار است (شکل ۸-۱۰).



شکل ۸-۱۰ - شیب‌های طولی  
الف - شیب جاده‌های بین شهری  
ب - شیب جاده‌های معادن روباز

## هدف از روسازی

هدف از روسازی، قرار دادن مصالحی بین سطح زمین طبیعی و لاستیک چرخ ماشین آلات است، به نحوی که مصالح بتوانند بار را پخش نموده، در اثر پخش بار، زمین طبیعی بتواند در مقابل آن دوام لازم را به دست آورد. در شکل (۹-۱۰) این موضوع نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می کنید، در شکل (الف) چرخ مستقیماً روی زمین طبیعی قرار گرفته است که در این حالت، باعث فرورفتگی خاک و سطح زمین می شود. در شکل (ب) بین چرخ و زمین مصالح مناسبی قرار داده شده است و این مصالح، وزن وارد شده ی چرخ را پخش می کنند، در نتیجه، همان زمین طبیعی که قادر به تحمل بار نبود، اکنون استحکام و مقاومت لازم را دارا خواهد بود. به دست آوردن مصالحی که برای هدف یاد شده مناسب باشند و در عین حال به آسانی به دست آیند و شرایط فنی لازم را داشته باشند بایستی همواره مورد توجه قرار گیرد.



ج

شکل ۹-۱۰- الف و ب- مصالح روسازی و هدف از آن ج- عکسی از روسازی یک جاده ی معدنی

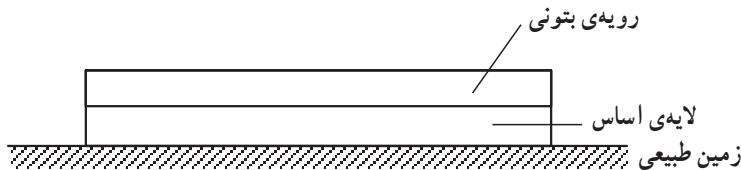


## انواع روسازی

به طور کلی دو نوع روسازی تعریف شده است: ۱- روسازی صلب، ۲- روسازی انعطاف پذیر، روسازی صلب معمولاً به روسازی‌های «بتنی» اطلاق می‌شود. در این نوع روسازی که مقاوم‌تر است، از یک لایه‌ی بتنی استفاده می‌شود که یا مستقیماً روی سطح زمین می‌ریزند یا این که روی یک لایه که قبلاً ایجاد شده و آن را به نام لایه‌ی اساس نامیدیم ریخته می‌شود، روسازی صلب دارای هزینه‌ی بیش‌تری است، اما در عوض عمر آن زیادتر است. در شکل‌های (۱۰-۱) و (۱۱-۱) نمایی از یک مقطع روسازی صلب نشان داده شده است. در معادن از این روسازی، در تعمیرگاه‌های ماشین‌آلات سنگین استخراجی و راه‌سازی استفاده می‌شود. به طوری که وزن آن‌ها را به خوبی تحمل می‌کند در زمستان، گل و لای تشکیل نمی‌شود و روغن و مواد سوختی ریخته شده، بر روی آنها اثری ندارد.



شکل ۱۰-۱ - روسازی صلب راه بدون لایه‌ی اساس



شکل ۱۱-۱ - روسازی صلب با استفاده از لایه‌ی اساس

روسازی انعطاف پذیر شامل انواع روسازی‌هایی است که روسازی‌های آسفالتی از این گروه هستند، در روسازی انعطاف پذیر، از چند لایه مصالح مختلف استفاده می‌کنند که لایه‌ی روی سطح زمین طبیعی ریخته می‌شود. شرط اصلی آن است که لایه‌های بالایی باید مرغوب‌تر از لایه‌های زیرین باشند و این شرط در امر روسازی بسیار مهم است. جاده‌های ورودی به محوطه‌های اداری، مسکونی و تأسیسات معدن همگی آسفالت هستند.

در محوطه‌های اداری، مسکونی، تأسیسات معدن و جاده‌های ورودی به این مکان‌ها، اگر که ماشین‌آلات، در جاده‌های خاکی و خشک حرکت کنند، گرد و غبار بسیاری به هوا بلند می‌شود و برای مدتی این گرد و غبار در هوا معلق می‌ماند که این امر ایجاد اشکال خواهد نمود. هنگامی که بارندگی شروع شود، ابتدا جاده‌ی خاکی وضع خوبی پیدا نموده گرد و غبار فرو می‌نشیند و حرکت ماشین‌آلات ایجاد گرد و غبار نخواهد کرد، ولی اگر بارندگی ادامه پیدا کند، رفته‌رفته، خاک جاده



الف



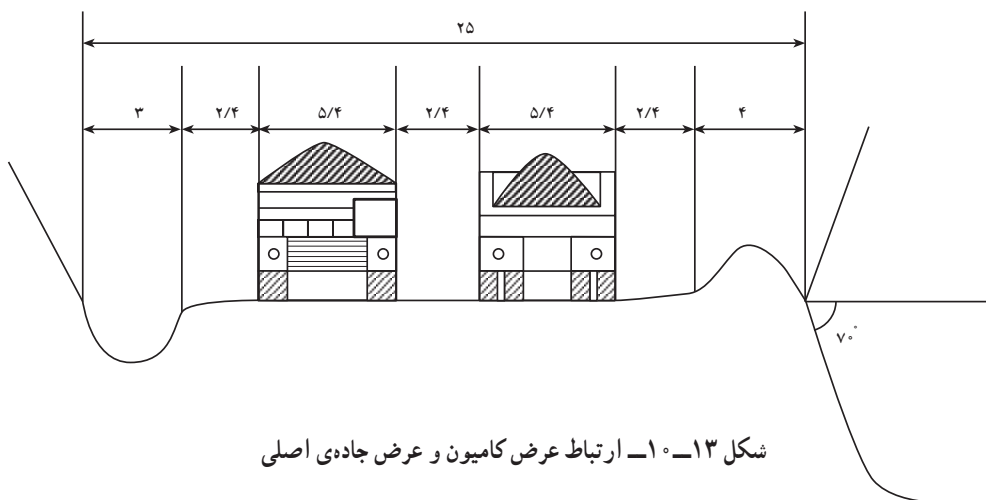
ب

شکل ۱۲-۱۰. روسازی راه در جاده‌ی ورودی به محوطه‌ی اداری، مسکونی و تأسیسات معدن

خیس و گل آلود می شود آن گاه ماشین آلات باید در گل و لای حرکت کنند که این حالت نیز مشکلات زیادی را پیش می آورد. معمولاً در معادن برای رفع گرد و غبار حتی المقدور در جاده های ورودی به محوطه های اداری، مسکونی و تأسیسات معدن که هنوز آسفالت نشده اند، آب پاشی می کنند و برای رفع گل آلودگی، مازوت پاشی می نمایند ولی این راه حل ها موقتی هستند برای رفع اشکال دائم از آسفالت استفاده می شود شکل (۱۲-۱۰). استفاده از آسفالت محاسن دیگری نیز دارد از آن جمله از بین رفتن پستی و بلندی ها و صاف بودن مسیر است که همین امر باعث می شود تا سرعت ماشین آلات زیاد شود. آسفالت مقاومت قابل توجهی در برابر رطوبت، یخبندان، بارش و حرارت دارد. البته یکی از عیوب آسفالت پرهزینه بودن آن است و دیگر اینکه اگر بنزین یا گازوئیل روی آن ریخته شود عمر آن کم می شود به همین علت در تعمیرگاه های ماشین آلات معدنی به علت وجود این مورد کف تعمیرگاه را بتنی می سازند تا در برابر مایعات سوختی مقاوم باشد.

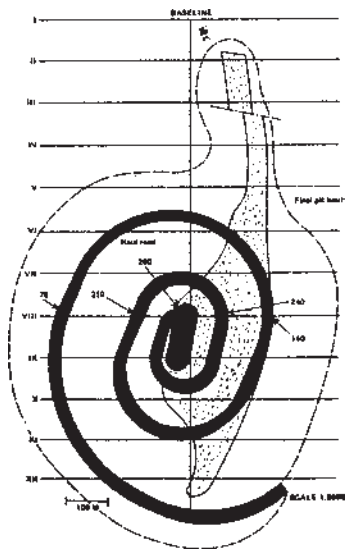
## جاده ی اصلی معدن

کلیه ی معادن روباز حداقل دارای یک جاده ی اصلی هستند و بسته به شکل ذخیره ی معدنی ممکن است دارای بیش از یک جاده باشند که تا عمق معدن و یا درمورد دیگر تا بالای ارتفاعات ادامه یابد. در ایجاد جاده ی اصلی معدن بایستی به سه پارامتر اساسی توجه کرد که عبارتند از: ۱- شیب جاده ۲- پهنای جاده ۳- محل جاده



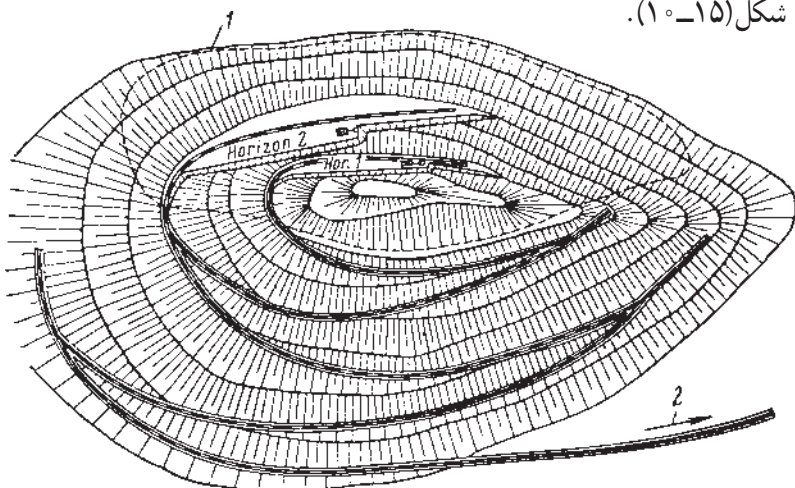
عرض جاده های اصلی معدن معمولاً با در نظر گرفتن فرورفتگی (آب راه)، عرض ۵/۴ متری کامیون و برآمدگی (خاک ریز ایمنی) ۲۵ متر می باشد شکل (۱۳-۱۰).

جاده‌های حلزونی: در معادن کم عمق و در معادن کم ارتفاع جاده‌ی معدنی مستقیم است اما با عمیق‌تر شدن معدن، جاده‌ی معدن به‌صورت حلزونی ساخته می‌شود. در این نوع جاده‌ها شیب جاده در تمام طول مسیر کم و بیش یکسان است شکل (۱۴-۱۰).



شکل ۱۴-۱۰- جاده‌ی حلزونی

جاده‌های زیگزاگی: این جاده‌ها در معادن عمیق و در معدنی که در ارتفاعات زیاد قرار دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند و جهت غلبه بر شیب معدن جاده‌ها به‌صورت زیگزاگی طراحی و ایجاد می‌شوند شکل (۱۵-۱۰).



شکل ۱۵-۱۰- جاده‌ی زیگزاگی

## ویژگی‌های عمومی مسیر جاده‌ی معدنی

مسیرهای زیادی برای احداث جاده‌ی معدنی وجود دارد عموماً مسیر جاده‌ی معدنی دارای ویژگی‌های زیر است :

۱- از نظر خاک‌ریزی و خاک‌برداری در طول مسیر کم‌هزینه‌ترین مسیر همیشه مدنظر است.

۲- از نظر زمین‌شناسی مسیر جاده نباید از زمین‌های رُسی عبور کند زیرا زمین‌های رُسی باعث نشست جاده می‌شوند.

۳- مسیر جاده‌ها باید مسیر آفتاب‌گیر باشند.

۴- مسیر جاده‌ها نباید مسیل‌گیر باشد و باید حداقل تقاطع را با مسیل‌ها داشته باشد.

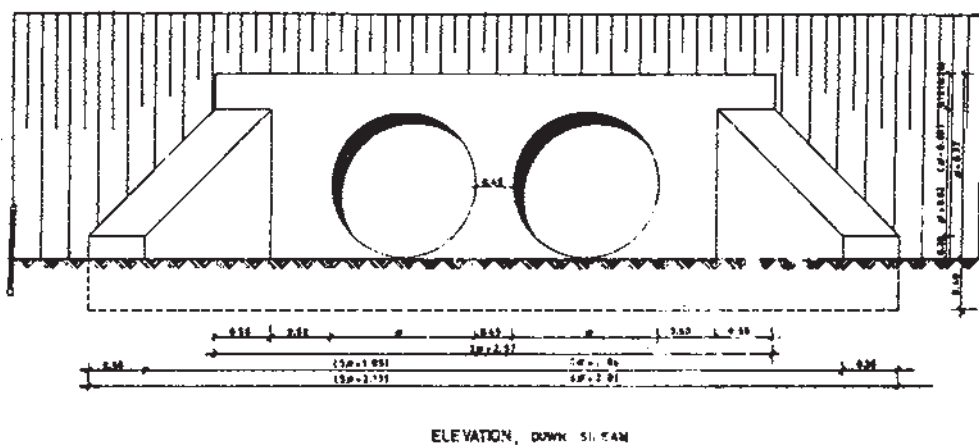
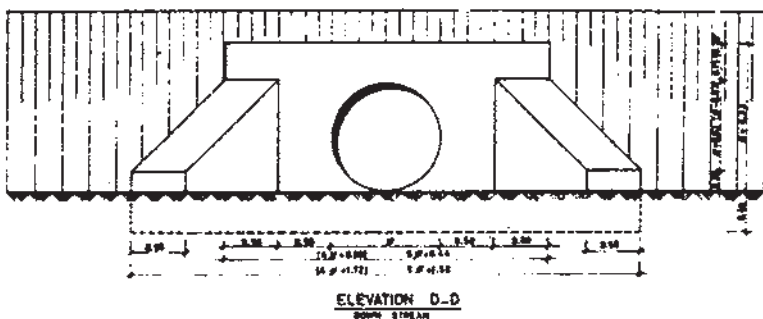
۵- هرچه طول مسیر و تعداد قوس‌ها کمتر باشد اقتصادی‌تر است.

## پل‌های ساده

لوله‌هایی که با بتن مسلح ساخته می‌شوند می‌توانند به عنوان پل‌های ساده در جاده‌های معدنی به کار روند. لوله‌هایی که قطر آن‌ها کوچک باشد با بتن غیر مسلح و اگر قطرشان بزرگ باشد با بتن مسلح ساخته می‌شوند. لوله‌های کوچک به صورت نر و مادگی توی هم می‌روند. لوله‌های بزرگ به شکل استوانه ساده‌ای هستند که آن‌ها را در امتداد هم قرار می‌دهند روی لوله‌ها یک قشر به ضخامت مناسب خاک ریخته و کاملاً می‌کوبند و بعد روی آن را برای راه‌سازی آماده می‌کنند. وجود خاک برای این است که ضربه‌هایی که از حرکت ماشین‌آلات تحمل می‌شود مستقیماً به لوله وارد نشود.

در زمین‌های سُست حتماً باید لوله را در داخل بتن یا شفته آهکی کار گذاشت تا سُستی زمین باعث به هم خوردن وضعیت لوله‌ها نسبت به هم نشود.

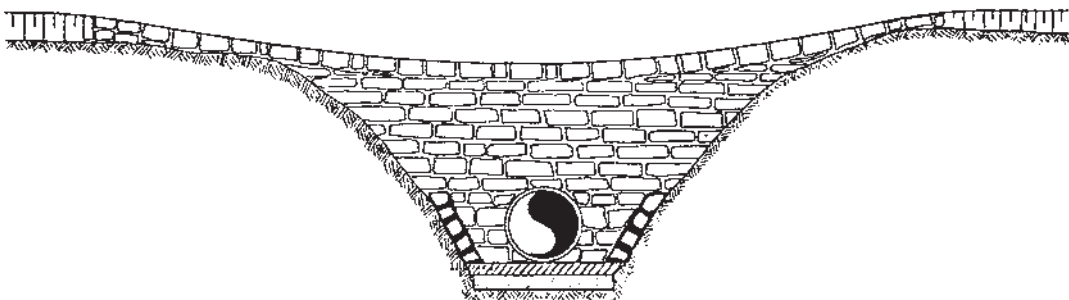
معمولاً در دو طرف لوله دیوار بتنی می‌سازند که خاکریز در پشت آن واقع است. درجایی که یک لوله برای عبور آب کافی نباشد می‌توان از دو یا چند لوله کنار هم استفاده کرد و سر تمام لوله‌ها را در داخل دیوار بتنی قرار داد شکل (۱۶-۱۰).



شکل ۱۶-۱۰- نوعی پل ساده

## آب نما

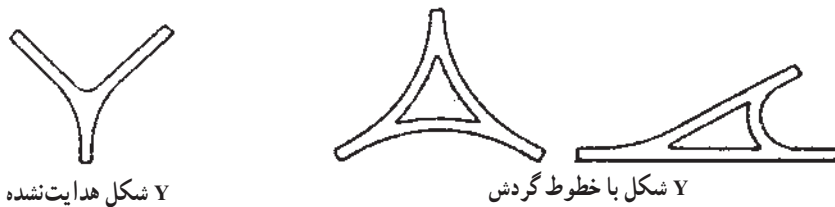
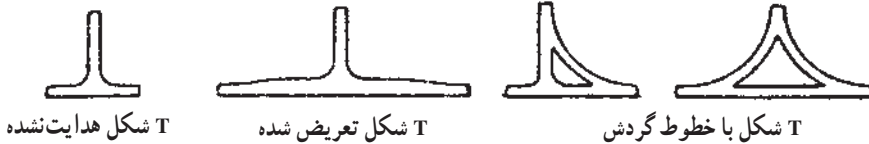
در راه‌های معدنی برای عبور آب‌های سیلابی می‌توان از آب‌نما استفاده کرد. ساختن آب‌نما در مقایسه با ساختن پل‌های کوچک بسیار اقتصادی است. در روی نیم‌رخ طولی راه آب‌نما به صورت یک قوس قائم مقعر قرار می‌گیرد و قسمتی که آب عبور می‌کند لوله کار گذاشته می‌شود البته قبل از کارگذاری لوله دو لایه را به ترتیب از پایین به بالا با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر و ۲۰ سانتی‌متر گراول و بتن ریزی می‌کنند شکل (۱۷-۱۰). اطراف لوله تا زیر سطح جاده را با ملات سنگ چین می‌کنند و یا بتون آرمه می‌کنند.



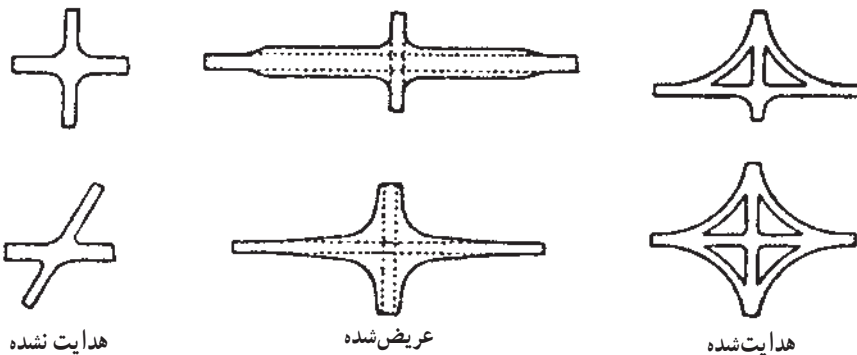
شکل ۱۷-۱۰- آب‌نما با لوله

## انواع شکل‌های تقاطع در معادن

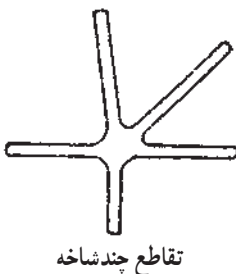
اصلاح تقاطع‌ها در جاده‌های معدنی یکی از عوامل فنی در بهبود ایمنی و عبور و مرور روان است. انواع شکل‌های تقاطع سه‌راهی، چهارراهی و چندراهی در شکل (۱۸-۱) مشاهده می‌شود.



تقاطع‌های سه‌شاخه‌ای «سه راه»



تقاطع‌های چهارشاخه‌ای «چهار راه»



## محوطه‌سازی

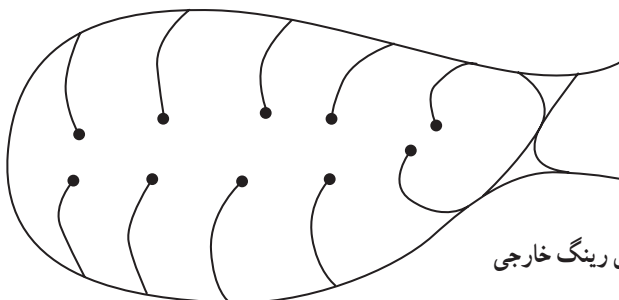
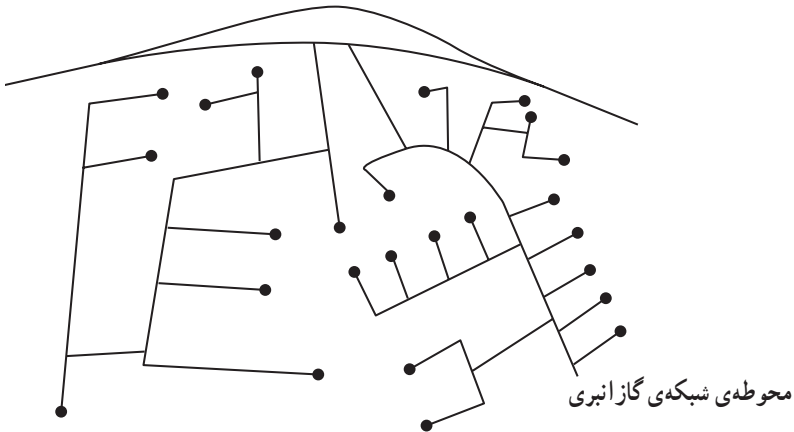
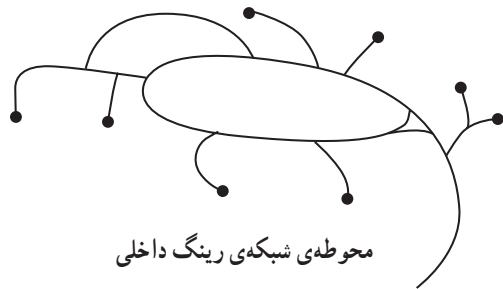
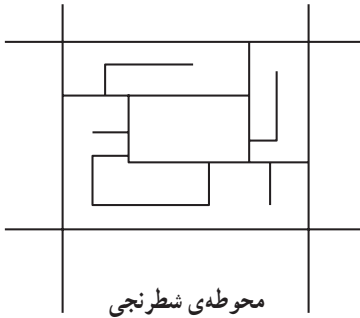
محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن در یک مجموعه‌ی معدنی به صورت‌های زیر انجام می‌شود :

الف - محوطه‌سازی نوع شطرنجی

ب - محوطه‌سازی نوع رینگ داخلی

ج - محوطه‌سازی نوع رینگ خارجی

د - محوطه‌سازی نوع گازانبری



شکل ۱۹-۱۰



## خودآزمایی

- ۱- مراحل مربوط به مطالعات تعیین مسیر راه در معدن کدام‌هاست؟
- ۲- نقشه راه چگونه روی زمین پیاده می‌شود؟
- ۳- عملیات خاکی چیست و چگونه تقسیم‌بندی می‌شود؟
- ۴- روسازی چگونه انجام می‌شود؟
- ۵- ماشین آلات راه‌سازی را نام برده یکی از آن‌ها را توضیح دهید؟
- ۶- شانه راه و شیب راه چگونه ایجاد می‌شوند؟
- ۷- کوبیدن و مبادی کوبیدن خاک را توضیح دهید؟
- ۸- ایجاد لایه‌ی زیر اساس را توضیح دهید؟
- ۹- هدف از روسازی را شرح دهید؟
- ۱۰- ارتباط عرض کامیون و جاده‌ی اصلی چگونه تعیین می‌شود؟
- ۱۱- در چه شرایطی جاده‌های حلزونی و زیگزاگی احداث می‌شوند؟
- ۱۲- محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن به چند صورت است؟