

## حفریات اکتشافی سطحی

- هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :
- ۱- نحوه تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس را بیان کند.
  - ۲- تخته سه پایه و کاربرد آن را توضیح دهد.
  - ۳- حفر و برداشت چاله، ترانسه، اوکلون و چاهک را شرح دهد.

### ۱۴-۱- آشنایی

مقصود از حفریات اکتشافی سطحی، آن دسته حفریاتی است که در سطح زمین و یا اعماق کم احداث می‌شوند و هدف آنها کسب اطلاعاتی از وضعیت سطحی ماده معدنی و سنگ‌های اطراف آن است. هزینه حفریات اکتشافی سطحی در مقایسه با سایر حفریات اکتشافی کم است و در زمان کوتاهی انجام می‌گیرد و این، از جمله امتیازات این حفریات به شمار می‌آید.

مهمترین حفریات اکتشافی سطحی، چاله‌های اکتشافی، ترانسه، چاهک و چال‌های اکتشافی هستند. از آنجا که قبل از احداث حفریات سطحی باید نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس منطقه تهیه شود لذا در ابتدا به شرح چگونگی تهیه این نقشه‌ها می‌پردازیم و سپس نحوه حفر و برداشت حفریات اکتشافی را شرح خواهیم داد. به طوری که خواهیم دید، تهیه نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس در بسیاری موارد، مستلزم حفر چاله‌های اکتشافی است.

## ۱۴-۲- تهیه نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس

اگرچه نقشه‌های زمین‌شناسی در مراحل مختلف اکتشاف تهیه می‌شوند، ولی نقشه‌های بزرگ مقیاس را با مقیاس‌های بزرگ‌تر و به منظورهای مختلف تهیه می‌کنند. نقشه زمین‌شناسی‌ای که در این مرحله تهیه می‌شود، مبنای تعبیر و تفسیر داده‌های اکتشافی است و بنابراین باید دقت لازم در تهیه آن به کار رود.

در نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس، تمام پدیده‌های زمین‌شناختی که در سطح قابل تشخیص‌اند، به ویژه جزئیات مربوط به ماده معدنی، باید شناسایی و در نقشه درج شود. در مواردی که ضخامت ماده معدنی در رخنمون کم باشد، باید جزئیات آن را به طور مجزا و با مقیاس بزرگ‌تر در نقشه نشان داد.

۱۴-۲-۱- مقیاس نقشه: انتخاب مقیاس نقشه زمین‌شناسی، به ساده یا پیچیده بودن ساختار ماده معدنی بستگی دارد. در مورد کانسارهای لایه‌ای، مثل زغال‌سنگ، معمولاً مقیاس ۱:۵۰۰۰ را به کار می‌برند، اما در مورد مواد معدنی فلزی، که تغییرات آنها زیاد است، ممکن است از مقیاس‌های بزرگ‌تر استفاده شود. بدیهی است در مواردی که نقشه زمین‌شناسی به کمک نقشه‌های توپوگرافی موجود تهیه می‌شود، مقیاس نقشه‌های توپوگرافی موجود نیز خود عاملی در انتخاب مقیاس نقشه است.

۱۴-۲-۲- نحوه تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس: بسته به دقت مورد نظر و بود یا نبود نقشه توپوگرافی و وسایل نقشه‌برداری، نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس را می‌توان به کمک نقشه‌های توپوگرافی، دوربین نقشه‌برداری و یا تخته سه‌پایه تهیه کرد که در ادامه به اختصار آنها را شرح می‌دهیم.

*الف) استفاده از نقشه‌های توپوگرافی:* در صورتی که نقشه توپوگرافی دقیق منطقه در دست باشد، می‌توان آن را به عنوان نقشه مبنا به کاربرد و پدیده‌های زمین‌شناسی را روی آن پیاده کرد و از ارتباط دادن پدیده‌های مختلف به هم، نقشه زمین‌شناسی را به دست آورد.

تهیه نقشه‌های بزرگ مقیاس با این روش، مشابه روش تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس است که قبلاً به آنها اشاره کردیم.

*ب) استفاده از وسایل نقشه‌برداری:* در بسیاری موارد، در مرحله احداث حفاریات اکتشافی سطحی، ممکن است نقشه توپوگرافی دقیقی وجود نداشته باشد. در چنین مواردی باید عوارض زمین‌شناسی را با استفاده از وسایل نقشه‌برداری برداشت کرد و پس از تعیین مختصات، آنها را بر

روی نقشه منتقل ساخت.

اولین قدم در این مورد، انتخاب و احداث تعدادی ایستگاه نقشه برداری موسوم به ایستگاه‌های مبنا است. موقعیت، ایستگاه‌های مبنا باید به گونه‌ای انتخاب شود که هر ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های ماقبل و مابعد خود دید داشته باشد و نیز با استقرار دوربین بر روی این ایستگاه‌ها، بتوان تمام پدیده‌های موجود در منطقه‌ای را که مقصود تهیه نقشه از آنجا است، برداشت کرد. در انتخاب موقعیت این ایستگاه‌ها باید به این نکته مهم توجه کرد که ایستگاه‌ها به گونه‌ای انتخاب شوند که عملیات معدنکاری احتمالی در آینده، موجب از بین رفتن آنها نشود زیرا این ایستگاه‌ها باید در تمام مدت اکتشاف و استخراج پایدار بمانند تا از آنها بتوان برای تلفیق داده‌های مختلف اعم از داده‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، زمین ساخت، آب‌شناسی و نظایر آنها استفاده کرد و نیز بتوان سیستم GIS را به کاربرد.

فاصله ایستگاه‌های مبنا به وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی و نیز دقت دوربین نقشه برداری مورد استفاده، بستگی دارد. اگر منطقه پستی و بلندی زیادی نداشته باشد و ایستگاه‌ها در فواصل طولانی نیز نسبت به هم دید داشته باشند، در آن صورت دقت دوربین، تعیین کننده فاصله ایستگاه‌ها خواهد بود. در حالت عکس، یعنی وقتی که به علت پستی و بلندی و یا وجود درختان بلند، نقاط به فواصل طولانی نسبت به هم دید نداشته باشند، فواصل ایستگاه‌ها کمتر انتخاب می‌شود ولو آن که دوربین در فواصل بیشتر نیز دقت کافی داشته باشد.

پس از انتخاب موقعیت ایستگاه‌ها، به اصطلاح باید آنها را احداث کرد. بدین منظور در محل ایستگاه گودالی حفر کرده و پس از قرار دادن یک میلگرد که در مقطع آن علامت  $\times$  درج شده باشد، گودال را با بتن پر می‌کنند. این امر باعث می‌شود که در طول سال‌های آینده، موقعیت ایستگاه ثابت بماند و از آن بتوان برای عملیات مختلف اکتشاف و استخراج استفاده کرد. در کنار ایستگاه احداث شده، شماره آن با رنگ ثابت نوشته می‌شود و برای شناسایی سریع محل ایستگاه، در کنار آن سنگ‌چین یا پرچمی نصب می‌کنند.

پس از احداث ایستگاه‌ها، باید مختصات آنها را به دقت تعیین کرد. اگر در محدوده منطقه مورد مطالعه نقاط نقشه برداری کشوری (NCC) وجود داشته باشد، با انجام پیمایش از آن منطقه تا نزدیکترین ایستگاه، مختصات آن ایستگاه و در پی آن مختصات سایر ایستگاه‌ها از طریق پیمایش‌های بعدی (و یا به روش مثلث بندی) به دقت تعیین می‌شود.

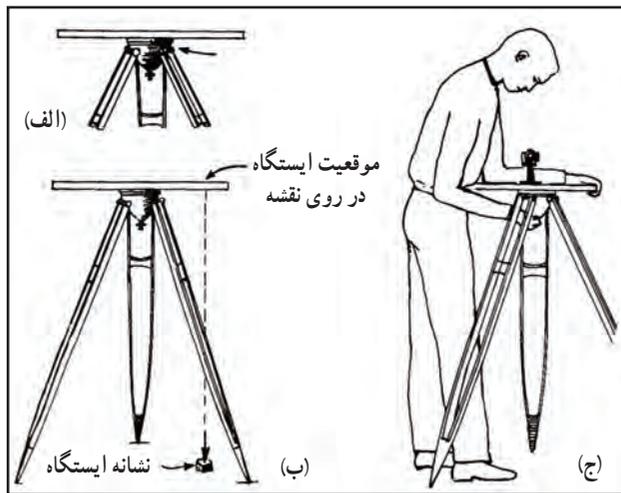
اگر در نزدیکی منطقه نقطه نقشه برداری کشوری وجود نداشته باشد، باید برای ایستگاه مادر، مختصات محلی در نظر گرفت. بدین منظور می‌توان با قراول روی به ستاره قطبی، امتداد

شمال جغرافیایی محل را به دست آورد و با فرض اعدادی به عنوان مختصات  $x$ ،  $y$  و  $z$  آن ایستگاه معمولاً برای هریک از مختصات سه گانه عدد  $1000$  در نظر گرفته می شود، مختصات سایر ایستگاه های مبنا تعیین می شود.

به هر حال، پس از مشخص شدن مختصات ایستگاه ها، با استقرار دوربین در هریک از آنها، مختصات تمام پدیده های زمین شناسی از قبیل مرز واحدهای سنگی، گسل ها، شکستگی های مهم و نظایر آنها محاسبه و بر روی نقشه پیاده می شود و بدین ترتیب، با تکمیل برداشت ها، نقشه زمین شناسی بزرگ مقیاس نیز تکمیل می شود.

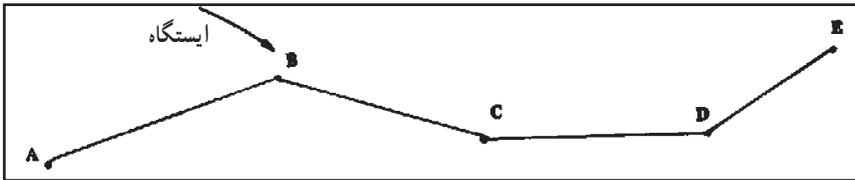
ج) استفاده از تخته سه پایه<sup>۱</sup>: در بعضی موارد، می توان به کمک تخته سه پایه، نقشه زمین شناسی بزرگ مقیاس را تهیه کرد. اگرچه این روش قدیمی و سنتی است اما در مواردی که امکانات دیگر در دسترس نباشد، می توان از آن استفاده کرد. بدیهی است در این مورد نیز ابتدا باید ایستگاه های مبنای مورد نیاز را به شرحی که گفتیم احداث و مختصات آنها را محاسبه کرد.

تخته سه پایه از یک تخته صاف و محکم تشکیل شده است که در زیر آن یک صفحه برنجی قرار دارد و تخته به وسیله آن به سه پایه وصل می شود. در شروع کار، تخته سه پایه را در یک ایستگاه مبنا مستقر می کنند یعنی آن را طوری قرار می دهند که شاقول زیر آن، که در موقعیت ایستگاه تنظیم شده است، درست در بالای میلگرد ایستگاه قرار گیرد و آنگاه دستگاه را تراز می کنند (شکل ۱۴-۱).



شکل ۱۴-۱- استقرار تخته سه پایه در ایستگاه [۳۲]

از آنجا که ایستگاه‌های مبنا در روی کاغذی که روی تخته سه‌پایه نصب شده، مشخص است لذا به آسانی می‌توان به اصطلاح دستگاه را توجیه کرد. برای تشریح مسئله فرض می‌کنیم که مطابق شکل ۱۴-۲، دستگاه در ایستگاه B مستقر شده باشد. پس از تراز دستگاه، لبه خط‌کش آلیداد را بر خط BA منطبق می‌کنند و آنگاه تخته را آن‌قدر می‌چرخانند تا میری که در ایستگاه A قرار گرفته است در دوربین دیده شود. اگر تخته سه‌پایه را در این حالت ثابت کنیم و لبه خط‌کش آلیداد را بر امتداد BC منطبق سازیم، میری که در ایستگاه C قرار گرفته است در داخل دوربین دیده خواهد شد. در این حالت دستگاه توجیه شده و آماده کار است.



شکل ۱۴-۲- چگونگی توجیه کردن دستگاه

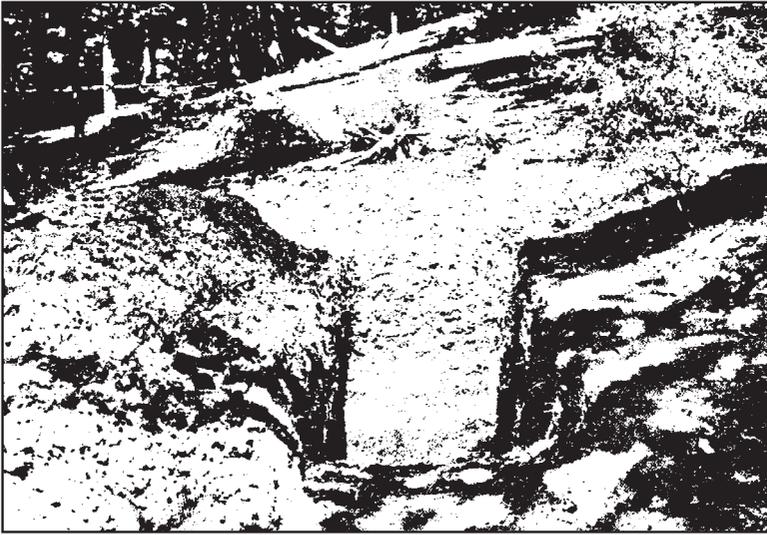
برای برداشت نقاط مختلف موجود در اطراف ایستگاه B، ابتدا میر را در نقطه مورد نظر مستقر کرده و آنگاه از درون دوربین آلیداد به سوی آن قراول روی می‌کنند. هنگامی که میر در دوربین دیده شود، با لبه خط‌کش آلیداد خط کم‌رنگی رسم می‌کنند. حال فاصله نقطه مورد نظر تا ایستگاه را به وسیله دوربین و با قرائت میر اندازه می‌گیرند و آن را به فاصله افقی تبدیل می‌کنند و سپس در روی کاغذ، در امتداد خط یاد شده، فاصله را با توجه به مقیاس نقشه جدا می‌کنند و بدین ترتیب موقعیت نقطه مورد نظر را در روی نقشه به دست می‌آورند.

نقاطی که در روی نقشه مشخص می‌شوند ممکن است مرز دولایه یا دو بخش و یا هر پدیده دیگر زمین‌شناسی نظیر نقطه‌ای از یک گسل باشد. پس از اینکه به تعداد کافی نقطه به دست آمد، با وصل کردن آنها به هم، نقشه زمین‌شناسی منطقه به دست می‌آید.

### ۱۴-۳- چاله‌های اکتشافی

در بسیاری موارد، مرز دقیق ماده معدنی با سنگ‌های اطراف به خوبی مشخص نیست و ماده معدنی در سطح به وسیله قشری از خاک پوشیده شده است و رؤیت مستقیم آن امکان ندارد. در چنین مواردی، باید با حفر چاله‌های اکتشافی، از روی ماده معدنی خاکبرداری کرد و آن را مشخص ساخت.

چاله‌های اکتشافی گودال‌های کوچکی هستند که آنها را در امتداد گسترش مورد انتظار ماده معدنی حفر می‌کنند. طول آنها برابر ضخامت ماده معدنی و عمق آنها معمولاً حدود یک متر است. این چاله‌ها را به وسیله بیل و کلنگ حفر می‌کنند (شکل ۱۴-۳).



شکل ۱۴-۳- چاله اکتشافی در یک منطقه زغالی

فاصله چاله‌های اکتشافی از هم، به پیچیدگی منطقه و نحوه بیرون زدگی ماده معدنی بستگی دارد. اگر تغییرات ماده معدنی زیاد و منطقه پیچیده باشد، فواصل آنها را خیلی نزدیک به هم در نظر می‌گیرند و حتی در بعضی موارد فاصله آنها تنها ۲۵ متر است، اما اگر تغییرات شدید نباشد، می‌توان فاصله‌ها را زیادتر و مثلاً تا حد ۲۵۰ متر نیز در نظر گرفت.

در مورد کانسارهای زغال‌سنگ، پس از این که با حفر چاله‌های متعدد در امتداد لایه‌های مختلف زغال، وضعیت آن مشخص شد، موقعیت چاله‌ها در روی نقشه پیاده می‌شود و از وصل آنها به هم، در واقع نقشه زمین‌شناسی لایه‌های زغال به دست می‌آید.

#### ۱۴-۴- ترانشه<sup>۱</sup>

در حالت کلی ماده معدنی در سطح زمین رخنمون مشخصی ندارد و اغلب با قشری از خاک و

<sup>۱</sup> - trench

واریزه پوشیده شده است. هر چقدر ماده معدنی نرم تر و در برابر هوازدگی مقاومت کمتری داشته باشد، ضخامت خاک روی آن بیشتر است. مثلاً در حالی که رخنمون مواد معدنی مقاوم مثل کانسنگ‌های فلزی در سطح زمین به خوبی مشخص است، مواد معدنی نرم مثل زغال‌سنگ، معمولاً با قشری از خاک پوشیده شده‌اند که ضخامت این قشر خاک ممکن است به چند متر برسد. برای اینکه وضعیت ماده معدنی در سطح زمین مشخص شود، در جهت عمود بر گسترش ماده معدنی گودالی حفر می‌کنند که به نام ترانشه معروف است (شکل ۱۴-۴).



(الف)



(ب)

شکل ۴-۱۴ الف) نمایی از ترانشه‌های حفر شده در جهت عمود بر امتداد گسترش ماده معدنی  
ب) نمایی از داخل یکی از ترانشه‌های حفر شده [۳۳]

طول ترانشه تابع گسترش عرضی ماده معدنی است. مثلاً اگر در ناحیه‌ای یک زون زغالی مرکب از ۱۵ لایه مختلف وجود داشته و مجموع ضخامت لایه‌های زغالی به همراه سنگ‌های بین آنها ۶۰ متر باشد، در این صورت طول ترانشه‌ای که باید برای مشخص کردن این لایه‌ها حفر شود نیز در حدود ۶۰ متر خواهد بود.

عرض ترانشه باید به اندازه‌ای باشد که کارگر به آسانی بتواند در داخل آن به حفاری ادامه دهد، معمولاً عرض ۸۰ سانتیمتر تا یک متر برای این کار کافی است.

عمق ترانشه در نقاط مختلف آن متفاوت و تابع ضخامت خاکی است که روی ماده معدنی را پوشانده است. مثلاً در مورد لایه‌های مقاوم، که به خوبی در سطح زمین مشخص‌اند، حفر لازم نیست در صورتی که در قسمت‌هایی که مواد نرم قرار دارند، عمق آنها به ۵ متر هم می‌رسد.

تفاوت ترانشه و چاله اکتشافی در آن است که چاله اکتشافی به عمق کم و برای تعقیب یک لایه خاص حفر می‌شود، در صورتی که ترانشه تمام گسترش عرضی ماده معدنی را در برمی‌گیرد و عمق آن نیز بیشتر است به طوری که پس از حفر، می‌توان مشخصات ماده معدنی را به خوبی مشاهده و اندازه‌گیری کرد.

**۱۴-۴-۱- انتخاب محل ترانشه:** در ابتدای کار که اطلاع دقیقی از وضعیت ماده معدنی در منطقه موجود نیست، ترانشه‌ها به طور یکنواخت در سرتاسر منطقه توزیع می‌شوند یعنی بر روی هر نیمرخ اکتشافی از شبکه اکتشافی اولیه، یک ترانشه در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب فواصل اولیه ترانشه‌ها از هم زیاد و به طور متوسط ۵۰۰ متر است. پس از حفر ترانشه‌های مرحله اول و به دست آمدن اطلاعاتی در مورد وضعیت ماده معدنی، ترانشه‌های مراحل دوم و سوم در بین ترانشه‌های اولیه حفر می‌شوند. فواصل ترانشه‌های اخیر بستگی به مشخصات ماده معدنی در قسمت‌های مختلف منطقه دارد. مثلاً اگر مشخصات ماده معدنی ثابت باشد، ممکن است فواصل ترانشه‌ها در حد ۲۵۰ متر بماند در صورتی که اگر به علت وجود پدیده‌هایی نظیر گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها، منطقه ساختار پیچیده‌ای داشته باشد، ممکن است فواصل آنها به ۵۰ متر نیز برسد.

**۱۴-۴-۲- پیاده کردن ترانشه در زمین:** ترانشه باید به گونه‌ای حفر شود که تمام ضخامت ماده معدنی را در برگیرد. اگر ماده معدنی کمابیش در سطح زمین رخنمون داشته باشد، به آسانی می‌توان موقعیت ترانشه را در زمین مشخص کرد. در چنین مواقعی، ریسمان بلندی را در امتداد عمود بر گسترش مواد معدنی روی زمین قرار می‌دهند و روی آن را پودر گچ یا آهک می‌ریزند. همچنین خط دیگری نیز به فاصله ۸۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و به موازات آن روی زمین رسم می‌کنند. خطوط یاد شده



کمی بیش از آخرین رخنمون ماده معدنی نیز ادامه می‌یابد و بنابراین کارگران به آسانی می‌توانند از روی این خطوط، ترانشه را حفر کنند.

اگر ماده معدنی در سطح زمین رخنمون واضحی نداشته باشد، موقعیت ترانشه را باید به کمک لایه راهنما مشخص ساخت.

در بعضی موارد ممکن است به علت پاره‌ای مشکلات، ترانشه در همه جا امتداد ثابتی نداشته باشد. مثلاً ممکن است قسمتی از آن در مسیر مستقیم، زیر مسیل یا ناحیه‌ای که ضخامت خاک زیاد است واقع شود و یا اینکه به علت وجود گسل‌ها، امتداد ماده معدنی در گسترش عرضی خود ثابت نباشد. در چنین مواردی، امتداد قسمت‌های مختلف ترانشه متفاوت است و در هر قسمت، باید حتی‌المقدور بر امتداد گسترش ماده معدنی عمود باشد و نیز از قسمت‌هایی که ضخامت خاک یا آبرفت زیاد است، عبور نکند.

اگر منطقه بادخیز باشد، برای جلوگیری از پاک شدن خط ترانشه، به جای ریختن پودر آهک و گچ، امتداد آن را در زمین به کمک میخ‌های چوبی میخ‌کوبی می‌کنند.

۱۴-۴-۳- حفر ترانشه: معمولاً حفر ترانشه با ابزار دستی و به وسیله کارگر انجام می‌گیرد. علت این امر آن است که معمولاً هنگامی که ترانشه‌ها حفر می‌شود، هنوز جاده‌ای احداث نشده است و بنابراین حمل و نقل کمپرسور و استفاده از چکش‌های مکانیکی مقدور نیست. معمولاً طول ترانشه به قطعات ۱۰ متری تقسیم و حفر هر قطعه به عهده دو نفر کارگر گذاشته می‌شود. دو کارگر یاد شده، به نوبت عمل حفر و خاکبرداری را انجام می‌دهند. بدیهی است این روش ابتدایی است و باعث صرف هزینه و وقت زیادی می‌شود اما در نقاط دورافتاده، تقریباً روش منحصر به فرد است.

اگر در حوالی ترانشه جاده وجود داشته باشد، می‌توان حفر را به کمک چکش مکانیکی انجام داد. در چنین مواردی می‌توان با استفاده از یک کمپرسور، هوای فشرده لازم برای تغذیه چکش را تأمین کرد.

امروزه چکش‌های مکانیکی‌ای ساخته شده است که کمپرسور و موتور بنزینی کوچکی به آن متصل است. وزن دستگاه همراه با کمپرسور از ۲۶ کیلوگرم تجاوز نمی‌کند و بنابراین وسیله بسیار مناسبی برای حفر ترانشه در نقاط دور افتاده است (شکل ۱۴-۵).

اگر زمین اطراف ترانشه کمابیش مسطح باشد، می‌توان برای حفر ترانشه، از ماشین‌های کج‌بیل<sup>۱</sup>، استفاده کرد. این ماشین‌ها، بیل مخصوصی دارند که به کمک آن می‌توان از زمین خاک برداری کرد و

معمولاً از آنها برای حفر گودال به منظور عملیات لوله‌گذاری استفاده می‌شود. در شکل ۱۴-۶ نوعی از این ماشین‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۶- نوعی ماشین ترانشه‌زنی

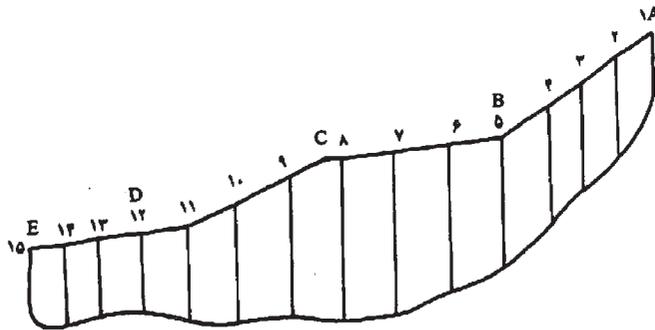


شکل ۱۴-۵- نحوه حفر ترانشه به کمک چکش مکانیکی سیار



۱۴-۴-۴ برداشت ترانشه : برای برداشت ترانشه، ابتدا باید مقطع آن را رسم کرد. برای این کار، ابتدا یک متر نواری فلزی یا پارچه‌ای را در امتداد طول ترانشه پهن می‌کنند. با توجه به آنکه شیب سطح زمین ممکن است در طول ترانشه متفاوت باشد، لذا طول آن را به چند قطعه که در آنها شیب سطح زمین مساوی باشد تقسیم می‌کنند و شیب هر قسمت را به وسیله کمپاس اندازه می‌گیرند.

بدین ترتیب، با این اطلاعات می‌توان نیمرخ سطح زمین را در امتداد ترانشه رسم کرد. مثلاً در شکل ۷-۱۴، شیب سطح زمین در قطعه‌های AB، BC، CD و DE ترانشه اندازه‌گیری و مقطع آن رسم شده است. حال با توجه به تغییرات عمق ترانشه در طول آن که خود تابع نوع مواد معدنی و ضخامت خاک روی آنهاست، به وسیله یک متر فلزی کوچک، عمق ترانشه را در نقاط مختلف (مثلاً نقاط ۱ تا ۱۵ در شکل ۷-۱۴) اندازه می‌گیرند. اکنون با انتخاب مقیاس مناسب (معمولاً مقیاس ۱:۱۰۰) می‌توان به کمک این اطلاعات، سطح مقطع دیواره ترانشه را مطابق شکل روی کاغذ میلیمتری رسم کرد.

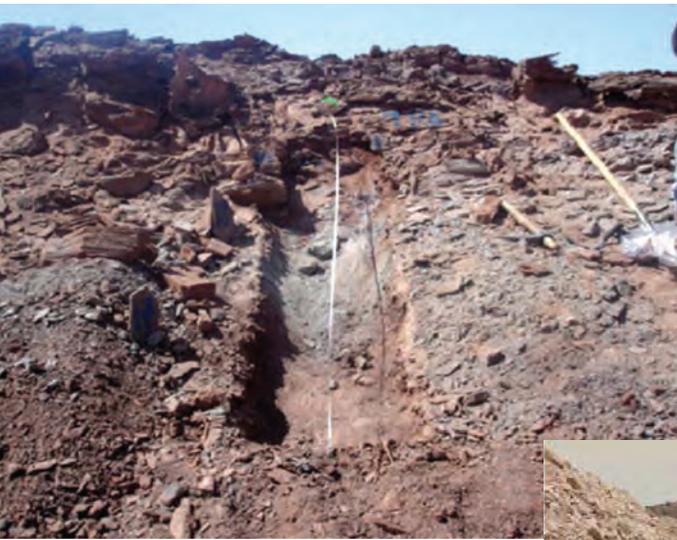


شکل ۷-۱۴- رسم مقطع ترانشه

برداشت ترانشه باید بلافاصله پس از خاتمه حفر انجام گیرد زیرا مدتی که از حفر ترانشه گذشت، دیواره‌های آن ریزش می‌کند و دیگر مشاهده مستقیم مواد معدنی در کف ترانشه ممکن نخواهد شد.

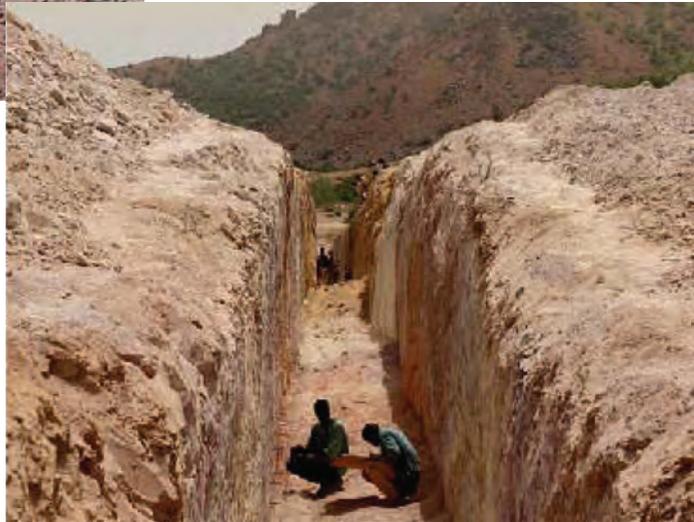
برای برداشت ترانشه، ابتدا سطح مقطع ترانشه را به ترتیبی که گفته شد، روی کاغذ میلیمتری رسم می‌کنند. برای این که رسم ترانشه به آسانی انجام گیرد، بهتر است کاغذ میلیمتری را روی یک قطعه تخته صاف و یا لوح‌های آلومینیومی که به همین منظور تهیه شده است، نصب کرد. برای پیاده کردن ترانشه بر روی نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس، باید مختصات ابتدا و انتهای آن در دست باشد. بدین منظور باید این مختصات به شیوه نقشه‌برداری محاسبه شود و در صورتی که در زمان برداشت مختصات دقیق در دست نباشد، می‌توان مختصات تقریبی را با استفاده از GPS به دست آورد. در مواردی که ترانشه به صورت خط شکسته باشد، باید مختصات نقاط شکستگی تعیین شود.

پس از رسم مقطع، در حالی که متر چند ده‌متری روی زمین و در بالای ترانشه پهن است، از



شکل ۱۴-۸ نحوه برداشت ترانشه [۳۳]

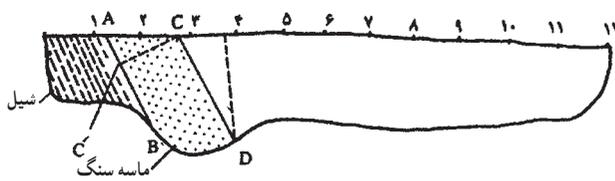
یک سر ترانشه برداشت را شروع می‌کنند (شکل ۱۴-۸). مقیاس برداشت معمولاً ۱:۱۰۰ است و اگر این عمل به خوبی انجام گیرد، در واقع تمام اطلاعات حاصل از ترانشه در آن ثبت می‌شود (شکل ۱۴-۹).



شکل ۱۴-۹ ثبت اطلاعات ترانشه [۳۳]

در مواردی که مواد معدنی و سنگ‌های اطراف آن لایه‌ای شکل‌اند، می‌توان با اندازه‌گیری شیب لایه‌ها در داخل ترانشه، آنها را رسم کرد و در صورتی که شیب لایه یکسان نباشد، باید آنها را به روش ترسیمی به نقشه درآورد. یکی از روش‌های برداشت ترانشه آن است که محل برخورد لایه به سطح زمین را در روی متر قرائت می‌کنند و موقعیت کف آن را نیز با انداختن یک سنگ‌ریزه از محاذات آن در روی متر، مشخص می‌سازند و بدین ترتیب با وصل دو نقطه بالا و پائین لایه، وضعیت آن در ترانشه رسم می‌شود.

مثلاً در شکل ۱۴-۱۰، سطح کمر پائین لایه ماسه‌سنگ در بالای ترانشه ۱/۲ متر (نقطه A) و موقعیت آن در کف ترانشه (نقطه B) ۲ متر است بنابراین با این دو نقطه، سطح کمر پائین لایه



شکل ۱۴-۱۰ برداشت لایه‌ها با تعیین دو نقطه بالا و

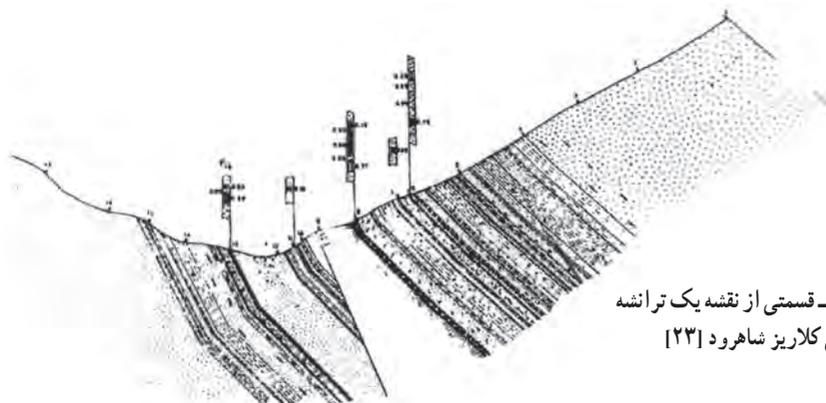
پائین آنها در ترانسه [۲۳]

به آسانی رسم می‌شود. همچنین موقعیت سطح کمر بالای لایه به کمک دو نقطه C (با فاصله ۲/۷) و D (با فاصله ۳/۹) به دست می‌آید.

پس از این که موقعیت تمام واحدهای ماده معدنی و سنگ‌های اطراف آن‌ها رسم شد، هر واحد با شماره‌ای مشخص شده و خصوصیات فیزیکی، کانی‌شناسی، فسیل‌شناسی و سنگ‌شناسی آن در دفترچه ویژه‌ای ثبت می‌شود. بهتر است برای ثبت مشخصات واحدهای مختلف ترانسه از جدول‌هایی که از قبل آماده شده است استفاده شود. با توجه به آنکه اهمیت ماده معدنی بیش از سنگ‌های اطراف آن است، امکان دارد که با توجه به مقیاس، نتوان جزئیات مربوط به آن‌را در روی نقشه پیاده کرد. بنابراین نقشه قسمتی از ترانسه را که حاوی ماده معدنی است، با مقیاس بزرگ‌تر در بالای آن رسم می‌کنند. به‌عنوان مثال در شکل ۱۴-۱۱ که نقشه یک ترانسه حفر شده در زون زغالی را نشان می‌دهد، مشخصات لایه‌های زغال با مقیاس بزرگ‌تر رسم شده است.

جدول ۱۴-۱ نحوه ثبت مشخصات واحدهای مختلف در ترانسه [۲۳].

شماره واحد	فاصله در سطح زمین - متر از - تا	ضخامت متر	مشخصات
۱	۰ - ۱/۲۰	۱/۱۰	شیل، دانهریز دارای آثار گیاهی، رنگ خاکستری تیره دارای رگچه‌هایی از زغال
۲	۱/۲۰ - ۲/۳۰	۱	ماسه‌سنگ، دانهریز، رنگ خاکستری روشن، ابعاد دانه‌ها مساوی، عمدتاً کوارتز و فلدسپات



شکل ۱۴-۱۱ قسمتی از نقشه یک ترانسه در منطقه زغالی کلاریز شاهرود [۲۳]

برای اینکه بعدها بتوان از اطلاعات مندرج در نقشه ترانسه استفاده کرد، نقشه ترانسه، نظیر هر نقشه دیگر، باید شناسنامه‌ای داشته باشد که معمولاً در گوشه پایین سمت راست آن قرار دارد. در این شناسنامه اطلاعاتی از قبیل منطقه‌ای که ترانسه در آن حفر شده است، شماره ترانسه، مشخصات فرد یا افراد برداشت کننده و ترسیم کننده نقشه ترانسه همراه با مقیاس و تاریخ تهیه آن درج می‌شود.

## ۱۴-۵- اوکلون<sup>۱</sup>

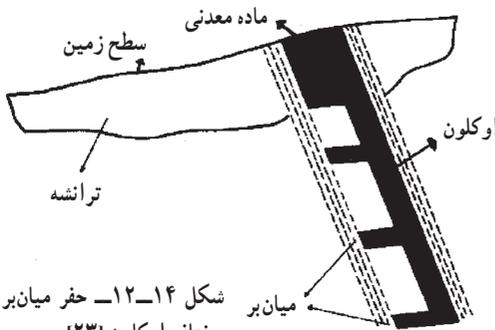
اگرچه با حفر ترانسه خاک‌های روی ماده معدنی برکنار شده و ساختار آن تا حدودی مشخص می‌شود، اما معمولاً مشخصات ماده معدنی در اعماق مختلف تغییر می‌کند و خصوصیات ثبت شده در ترانسه را نمی‌توان برای تمام گسترش ماده معدنی تعمیم داد. از سوی دیگر، کیفیت ماده معدنی نیز در قسمت‌های سطحی تا حدود زیادی با مشخصات واقعی آن متفاوت است. بنابراین برای بررسی تغییرات کمی و کیفی ماده معدنی، باید به نحوی بتوان آن را در عمق شناسایی کرد.

ساده‌ترین و ارزان‌ترین خویه اکتشافی که به کمک آن می‌توان ماده معدنی را در عمق شناسایی کرد، اوکلون است و آن در واقع خویه است که داخل ماده معدنی حفر می‌شود و به کمک آن می‌توان ماده معدنی را به طور مستقیم مشاهده کرد و از آن نمونه گرفت.

**۱۴-۵-۱- انتخاب محل اوکلون:** انتخاب تعداد اوکلون‌های لازم در هر ناحیه بستگی به امکانات حفر، سختی یا سستی ماده معدنی و نیز تغییر مشخصات ماده معدنی دارد. در مورد مواد معدنی نرم، مثل زغال‌سنگ، تقریباً در تمام ترانسه‌ها و در داخل لایه‌های قابل توجه، اوکلون حفر می‌شود، در صورتی که اگر ماده معدنی سخت باشد، از هر چند ترانسه فقط در داخل یکی اوکلون حفر می‌شود. اگر ماده معدنی خیلی سخت باشد، به جای حفر ترانسه مستقیماً اوکلون (و یا چاهک) حفر می‌شود.

انتخاب ابعاد سطح مقطع اوکلون تابع ضخامت ماده معدنی است. اگر ضخامت ماده معدنی زیاد نباشد، اوکلون در سرتاسر ضخامت آن حفر می‌شود و در صورتی که ضخامت زیاد باشد، می‌توان اوکلون را با ابعاد  $1 \times 1$  متر حفر کرد و در اعماق مختلف، با حفر میان‌برهایی به ماده معدنی دست یافت. مثلاً در شکل ۱۴-۱۲، اوکلون در قسمت کمربالای ماده معدنی حفر شده و در اعماق مختلف، میان‌برهایی احداث شده است.

<sup>۱</sup>- Incline



شکل ۱۴-۱۲- حفر میان بر در اعماق مختلف اوکلون [۲۳]

امتداد اوکلون نیز تابع شیب ماده معدنی است و معمولاً اوکلون به گونه‌ای حفر می‌شود که سقف و کف آن به ترتیب سقف و کف لایه باشد. اگر شیب لایه خیلی کم باشد، از آنجا که امکان ریزش سقف اوکلون مورب وجود دارد لذا آن را با شیب

زیادتر حفر می‌کنند و از عماق مختلف با حفر میان برهایی به ماده معدنی دسترسی می‌یابند.

۱۴-۵-۲- حفر اوکلون: حفر اوکلون معمولاً به کمک کلنگ دستی انجام می‌شود. اما در صورتی که امکان استفاده از چکش مکانیکی موجود باشد، راندمان حفاری تا حد قابل توجهی بالا خواهد رفت.

بارگیری از داخل اوکلون به وسیله چرخ چاه انجام می‌شود.

بدیهی است کارگران باید به هنگام حفر اوکلون، مسایل ایمنی را رعایت کنند و از آن جمله حتماً کلاه ایمنی برسر داشته باشند. در مواردی که ضمن حفر ماده معدنی گازهای سمی یا قابل انفجار متصاعد شود (مثلاً لایه‌های زغالی که حاوی گاز زغال و مونواکسیدکربن‌اند)، تهویه اوکلون نیز باید مراعات شود.

یکی از مشکلات حفر اوکلون، جمع شدن آب زیرزمینی در داخل آن است. پس از اینکه عمق اوکلون از سطح ایستایی منطقه پایین‌تر رفت، آب در کف آن جمع می‌شود. آبکشی از داخل اوکلون معمولاً به کمک دلوهای لاستیکی و چرخ چاه انجام می‌گیرد. بدین ترتیب هر روز در شروع کار، ابتدا مدتی برای آبکشی صرف می‌شود و این امر از راندمان کار حفاری می‌کاهد.

در بعضی موارد میزان آب موجود در اوکلون به حدی است که دیگر به کمک دلو نمی‌توان آنها را خارج کرد. در چنین مواردی، اجباراً باید آنها را به کمک تلمبه‌های کوچک دستی یا مکانیکی خارج کرد. از آنجا که اوکلونها در نقاط دور افتاده‌ای قرار دارند، امکان استفاده از تلمبه‌های برقی نیست و تنها می‌توان از تلمبه‌هایی که موتور بنزینی یا دیزلی دارند، استفاده کرد.

در مواقعی که هوای فشرده در دسترس باشد، با استفاده از تلمبه‌هایی که با این انرژی کار می‌کنند، آبکشی بسیار آسان می‌شود.

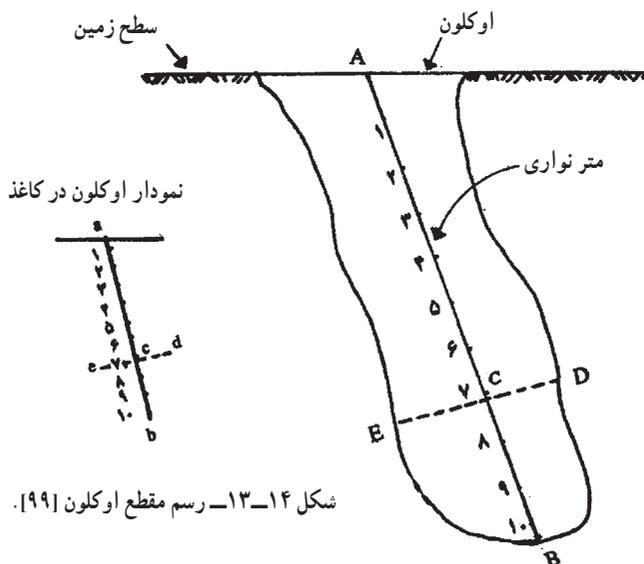
در مواقعی که جنس سنگهای طرفین ماده معدنی محکم و مقاوم باشد، اوکلون بدون نصب وسیله نگهداری حفر می‌شود اما اگر سقف یا دیواره‌های آن ریزشی باشد، باید همزمان با ادامه عملیات حفاری،

در آن چوب بست‌هایی نصب کرد. بدیهی است برداشت اوکلون باید قبل از نصب این چوب بست‌ها انجام گیرد.

### مطالعه آزاد

۱۴-۵-۳- برداشت اوکلون: همان‌گونه که در مبحث ترانسه گفته شد، برای حفظ اطلاعات ناشی از اوکلون باید آن‌را برداشت کرد و اطلاعات حاصل از آن‌را به نقشه درآورد.

برای تهیه نقشه اوکلون، ابتدا مقطع آن‌را با مقیاس مناسب (معمولاً مقیاس  $1:10$ ) بر روی کاغذ میلی‌متری رسم می‌کنند. برای این کار یک متر فلزی یا پارچه‌ای را از سطح زمین تا کف اوکلون می‌کشند (شکل ۱۴-۱۳). حال شیب این متر نواری را به کمک کمپاس اندازه می‌گیرند و در روی نقشه نیز خطی با همان شیب و به طول آن باتوجه به مقیاس رسم می‌کنند. به عنوان مثال اگر فاصله  $AB$  در زمین  $10$  متر و شیب خط  $AB$   $6^\circ$  درجه باشد، در روی نقشه نیز خط  $ab$  به طول  $10$  سانتی‌متر و با همان شیب رسم می‌شود. حال در اعماق مختلف  $1$ ،  $2$ ،  $3$  و  $10$  متری به کمک یک متر فلزی کوچک، فاصله عمودی سقف و کف اوکلون تا این خط اندازه‌گیری و در روی نقشه با همان مقیاس رسم می‌شود. مثلاً فواصل  $CD$  و  $CE$  که از عمق  $7$  متری (شکل ۱۴-۱۳)



شکل ۱۴-۱۳- رسم مقطع اوکلون [۱۹۹].



اندازه‌گیری شده است با همان مقیاس در نقطه C از شکل رسم می‌شود. بدین ترتیب پس از اینکه به تعداد کافی نقطه به دست آمد. شکل مقطع اوکلون کامل می‌شود. پس از رسم مقطع اوکلون، در عمق‌های منظم، ضخامت واحدهای مختلف ماده معدنی اندازه‌گیری و به همان ترتیبی که گفته شد، در نقشه درج می‌شود تا بدین ترتیب برداشت کامل شود.

## ۱۴-۶- چاهک‌های اکتشافی<sup>۱</sup>

در مواردی که کانسار در سطح زمین رخنمون نداشته باشد و ضخامت مواد پوشاننده آن چندان زیاد نباشد، برای اکتشاف آن می‌توان از شبکه چاهک‌های اکتشافی کمک گرفت. در واقع تفاوت عمده چاهک‌ها و گمانه عمق آنها است که در مورد گمانه بیشتر است. البته روش حفر این دو حفربه اکتشافی نیز تفاوت دارد. بسته به سیستم حفر چاهک، عمق آنها متفاوت است. عمق چاهک‌هایی که با دست حفر می‌شود، به ندرت از ۳۰ متر تجاوز می‌کند اما به کمک دستگاه‌های ویژه، می‌توان چاهک‌های عمیق‌تری نیز حفر کرد.

۱۴-۶-۱- شبکه چاهک‌های اکتشافی: همانند حفريات اکتشافی دیگر، موقعیت چاهک‌ها نیز براساس یک شبکه منظم تعیین می‌شود. در مورد کانسارهای کمابیش افقی، معمولاً شبکه‌های مربعی به کار می‌رود. در مورد کانسارهای شیب‌دار نیز چاهک‌ها در امتداد نیمرخ‌های اکتشافی که در جهت عمود بر گسترش کانسار توجیه شده‌اند، متمرکز می‌شود و بسته به وضعیت، بر روی هر نیمرخ ممکن است یک یا چند چاهک حفر شود.

۱۴-۶-۲- نحوه حفر چاهک: بسته به امکانات و نوع زمین، چاهک به روش‌های مختلفی حفر می‌شود که در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم:

*الف) حفر با وسایل دستی:* در مناطق دورافتاده و در شروع عملیات اکتشافی، معمولاً چاهک‌ها نیز همانند اوکلون و تراشه، با وسایل دستی حفر می‌شوند. وسایل دستی مرکب از کلنگ و بیل دسته کوتاه است و خاک‌های حفر شده را به وسیله دلو یا چرخ چاه، بیرون می‌آورند. مقطع چاهک‌های دستی معمولاً دایره و قطر آنها حدود یک متر است و در مواردی که خاک‌های روی کانسار چندان محکم نباشد، چاهک‌های تا عمق ۳۰ متر را نیز می‌توان با این روش حفر کرد.

<sup>۱</sup> - test pit



شکل ۱۴-۱۴- نوعی ماشین حفر چاهک

همانند حفر اوکلون‌ها، در این مورد نیز، باید مسایل ایمنی را رعایت کرد و کارگران را واداشت که حتماً کلاه ایمنی برسد داشته باشند. برای بالا و پائین رفتن کارگران و مسئول برداشت و نمونه‌برداری از چاهک، باید به فواصل نیم‌متر به نیم‌متر، در دیواره چاهک جای‌با حفر کرد. بدیهی است در مواردی که خاک سست و مرطوب باشد، با نصب چوب‌بست باید از ریزش دیواره جلوگیری کرد.

ب) حفر چاهک به کمک ماشین‌های مخصوص:  
این دستگاه‌ها در واقع همان ماشین‌هایی هستند که برای حفر پی تیرهای برق و ستون‌ها به کار می‌روند و اصول کار آن همانند دستگاه‌های حفر گمانه است که در فصل گمانه‌ها تشریح خواهد شد. در شکل ۱۴-۱۴ نمونه‌ای از این ماشین‌ها نشان داده شده است.

## خودآزمایی

- ۱- نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس را به چه روش‌هایی تهیه می‌کنند.
- ۲- تخته سه پایه در چه مواردی به کار می‌رود.
- ۳- چاله‌های اکتشافی را در چه مواردی حفر می‌کنند.
- ۴- طول، عرض و عمق ترانشه را چگونه تعیین می‌کنند.
- ۵- اوکلون را شرح دهید.
- ۶- روش‌های حفر چاهک‌های اکتشافی را شرح دهید.

## گمانه‌های اکتشافی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱- حفر گمانه‌های اکتشافی و کاربرد آنها را شرح دهد.

۲- شبکه‌های گمانه‌های اکتشافی را توضیح دهد.

۳- نحوه تعیین مشخصات گمانه‌ها را بیان کند.

۴- مراحل حفر گمانه را توضیح دهد.

۵- گل حفاری و وظایف آن را بیان کند.

۶- انواع سرمته و مغزه‌گیر را شرح دهد.

### ۱۵-۱- آشنایی

گمانه<sup>۱</sup> سوراخ عمیقی است که در سنگ‌ها احداث می‌شود و به کمک آن نمونه‌های استوانه‌ای شکلی از ماده معدنی و سنگ‌های اطراف آن موسوم به مغزه<sup>۲</sup> در اعماق مختلف به دست می‌آید. هدف اصلی از حفر گمانه، کسب اطلاعات از ماده معدنی در اعماق مختلف است و بنابراین اصولاً حفاری همراه با نمونه‌برداری است. در بعضی موارد که به عللی، مثلاً خرد بودن سنگ‌ها و مواد معدنی، نمونه‌برداری مستقیم امکان نداشته باشد، نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه‌های ویژه‌ای انجام می‌شود. از سوی دیگر، علاوه بر دستیابی به نمونه‌های مستقیم ماده معدنی و سنگ‌ها، با استفاده از روش‌های چاه‌پیمایی نیز می‌توان سنگ‌ها و مواد داخل گمانه را شناسایی کرد.

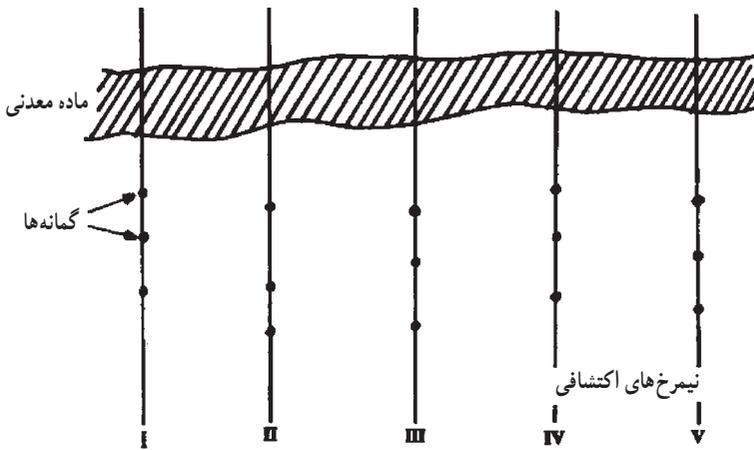
۱- bore hole

۲- core

## ۱۵-۲- شبکه گمانه‌های اکتشافی

معمولاً گمانه‌های اکتشافی پس از خاتمه حفریات اکتشافی سطحی حفر می‌شوند. البته در بعضی موارد ممکن است در مرحله بی‌جوئی نیز چند گمانه‌ای در نقاط مختلف منطقه حفر شود ولی حفر گمانه بر اساس یک شبکه منظم، معمولاً پس از مرحله یاد شده انجام می‌شود. برای کسب اطلاعاتی از کانسار در اعماق، حفر گمانه‌های اکتشافی یکی از متداول‌ترین روش‌های اکتشاف است که موقعیت این گمانه‌ها بر اساس یک شبکه منظم اکتشافی در نظر گرفته می‌شود. بسته به مشخصات کانسار، شبکه حفر گمانه‌ها به یکی از روش‌هایی که در ادامه خواهد آمد، طراحی می‌شود.

۱۵-۲-۱- کانسارهای با ساختار لایه‌ای: در مواردی که کانسار مرکب از یک یا چند لایه یا رگه معدنی باشد و یا در حالتی که ماده معدنی در یک زون مشخص متمرکز بوده و ساختار ورقه‌ای داشته باشد، شبکه گمانه‌های اکتشافی مرکب از تعدادی نیمرخ اکتشافی<sup>۱</sup> است که در امتداد عمود بر گسترش عمومی ماده معدنی، توجیه شده‌اند (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱- نیمرخ‌های اکتشافی [۲۳]

فاصله نیمرخ‌های اکتشافی در چندین مرحله تغییر می‌کند. در ابتدای کار، که اطلاعات چندانی از ماده معدنی در عمق در دست نیست، فاصله نیمرخ‌های اکتشافی مساوی است و فاصله آنها از ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ متر در تغییر است. پس از حفر اولین گمانه‌ها و کسب اطلاعات از اعماق ماده معدنی، در بین

۱- نیمرخ اکتشافی خطی است که در امتداد عمود بر گسترش ماده معدنی در نظر می‌گیرند و حفریات اکتشافی را حتی المقدور بر روی آن پیاده می‌کنند.

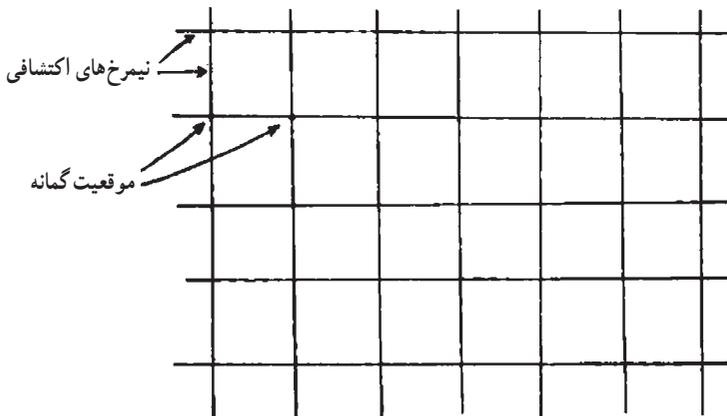
نیمرخ‌های اولیه، نیمرخ‌های جدیدی در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است فواصل نیمرخ‌های اخیر در همه جا یکسان نیست بلکه در قسمت‌هایی که تغییرات ماده معدنی زیادتر است، فاصله آنها را کمتر در نظر می‌گیرند.

۱۵-۲-۲- کانسارهای با ساختار توده‌ای: در مورد کانسارهای توده‌ای، که شیب و امتداد مشخصی ندارند و نیز در مورد کانسارهای افقی، شبکه گمانه‌های اکتشافی مرکب از دو دسته خطوط عمود بر هم است که محل تلاقی آنها، موقعیت گمانه‌های اکتشافی است (شکل ۱۵-۲).

### ۱۵-۳- تعیین مشخصات گمانه‌ها

۱۵-۳-۱- تعیین موقعیت دهانه گمانه: اگر ماده معدنی به حالت توده‌ای یا لایه‌های افقی باشد، موقعیت گمانه‌ها در واقع محل برخورد دو دسته نیمرخ‌های اکتشافی است و بنابراین با تعیین موقعیت نیمرخ‌ها، موقعیت آنها نیز مشخص می‌شود.

در مورد کانسارهای لایه‌ای شیب‌دار، باید موقعیت گمانه‌ها بر روی نیمرخ‌های اکتشافی را به گونه‌ای تعیین کرد که در عمق مورد نظر، لایه را قطع کنند. معمولاً اولین گمانه‌هایی که در هر نیمرخ اکتشافی حفر می‌شود، گمانه‌های کم عمق‌اند (کمتر از ۳۰۰ متر). پس از حفر این گمانه‌ها با توجه به اطلاعاتی که از وضعیت و شیب ماده معدنی در اعماق به دست می‌آید، می‌توان موقعیت گمانه‌های عمیق‌تر را مشخص کرد. بدیهی است پس از انتخاب عمق مورد نظر، با توجه به پستی و بلندی سطح زمین و شیب ماده معدنی، می‌توان فاصله آن را تا رخنمون ماده معدنی به گونه‌ای انتخاب کرد که در عمق مورد نظر، ماده معدنی را قطع کند.



شکل ۱۵-۲- موقعیت گمانه‌ها در مورد کانسارهای توده‌ای یا افقی [۲۳]

### ۱۵-۳-۲- قطر گمانه: از نظر حفاری، هر چقدر قطر گمانه کم تر باشد، حفر آن آسان تر

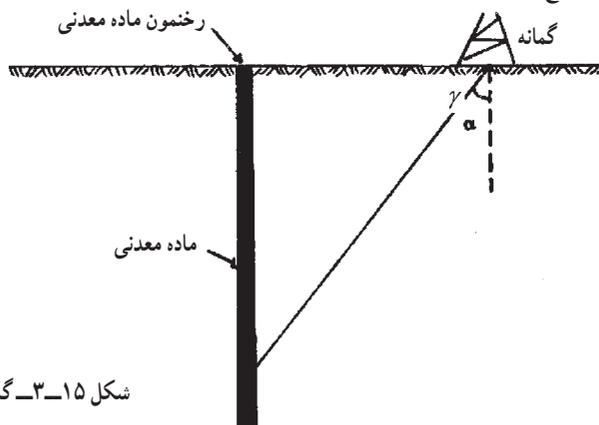
است اما از نظر کسب اطلاعات در مورد مشخصات ماده معدنی و سنگ های اطراف آن، گمانه های با قطر بیشتر و در نتیجه مغزه های قطورتر، اطلاعات بهتری را به دست می دهند. بنابراین باید حد بهینه ای را برای قطر گمانه در نظر گرفت. از سوی دیگر، همزمان با حفاری، در قسمت هایی از گمانه که احتمال ریزش وجود دارد، لوله جداری نصب می شود و ادامه حفاری باید از درون این لوله انجام گیرد. بنابراین قطر گمانه باید به اندازه ای باشد که پس از نصب لوله های جداری نیز، عمل حفاری امکان پذیر باشد. همچنین قطر آن باید آنقدر باشد که به آسانی بتوان دستگاه های «چاه پیمایی» را به داخل گمانه فرستاد و آن را برداشت کرد.

معمولاً قطر گمانه در ابتدای کار زیادتر است و با عمیق شدن گمانه، حفاری با قطرهای کم تر انجام می شود. بدیهی است قطر گمانه، تابع قطر سرته حفاری است.

### ۱۵-۳-۳- شیب گمانه: گمانه ها معمولاً به حالت قائم طراحی می شوند زیرا حفر گمانه های

مایل مشکل است و سبب گیر کردن لوله های حفاری می شود. در بعضی موارد، اجباراً باید گمانه را به حالت مایل حفر کرد. مثلاً در مورد لایه های قائم یا پرشیب، این امر اجتناب ناپذیر است (شکل ۱۵-۳).

در مورد دستگاه های حفاری سیار، که تمام دستگاه و از آن جمله دکل، روی کامیونی سوار شده است، دکل تا چند درجه قابل انحراف است و در مورد دستگاه های حفاری عمیق، با قرار دادن زائده های مخصوص در یک طرف دکل، آن را منحرف می سازند. با معلوم بودن شیب ماده معدنی و سطح زمین، می توان زاویه انحراف  $\gamma$  (شکل ۱۵-۳) را به گونه ای تعیین کرد که گمانه در عمق مورد نظر، ماده معدنی را قطع کند.



شکل ۱۵-۳- گمانه مایل [۲۳]

## ۱۵-۴- آماده کردن سکوی حفر گمانه

بعد از اینکه مشخصات کلی گمانه در روی نقشه تعیین شد، موقعیت گمانه در روی زمین پیاده می‌شود. مقصود از پیاده کردن گمانه آن است که موقعیت دهانه آن را در روی زمین مشخص سازیم و این کار توسط نقشه بردار انجام می‌گیرد.

از آنجا که برای نصب وسایل و لوازم حفر گمانه محل مسطحی مورد نیاز است و در نقاط کوهستانی معمولاً زمین نامسطح است، لذا ابتدا باید در اطراف منطقه مورد نظر، زمین را مسطح کرد. بسته به نرمی یا سختی سنگ‌های محل، تسطیح زمین به کمک لودر<sup>۱</sup> یا بولدوزر انجام می‌گیرد. وسعت زمین مورد نیاز بستگی به عمق گمانه دارد و معمولاً محوطه‌ای به وسعت حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ مترمربع برای این منظور کافی است.

## ۱۵-۵- حفر گمانه

پس از آماده شدن سکوی حفر گمانه، عملیات حفاری آغاز می‌شود. اگرچه هدف اصلی از حفر گمانه به دست آوردن نمونه‌های استوانه‌ای شکل از سنگ‌ها موسوم به مغزه است اما اساس کار حفر گمانه و چاه‌های نفت و آب، یکسان است.

۱۵-۵-۱- قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری: مهم‌ترین اجزای دستگاه حفاری به شرح

زیر است:

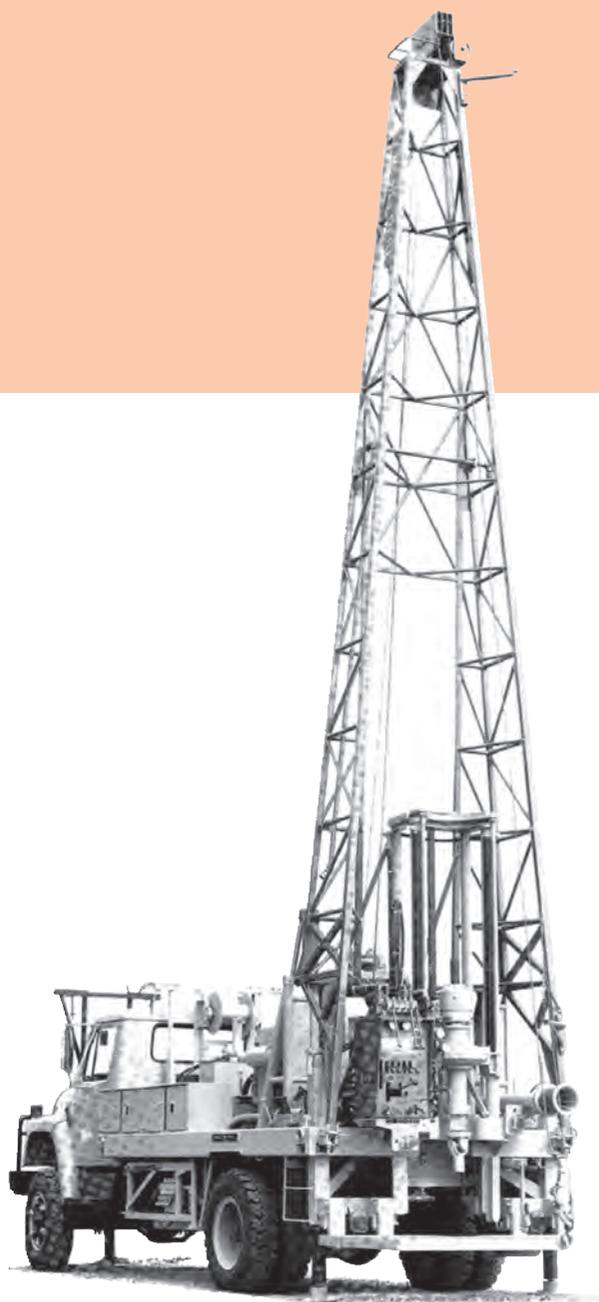
*الف) دکل<sup>۲</sup>:* دکل ساختمان برج مانندی است که به شکل هرم ناقص با قاعده مربع یا مثلث است و از اتصال قطعات لوله یا نبشی مخصوص ساخته می‌شود. ارتفاع دکل تابع حداکثر عمق دستگاه حفاری است.

در دستگاه‌های حفاری سیار، دکل نیز همانند سایر ابزار و لوازم حفاری، بر روی کامیونی نصب شده است (شکل ۱۵-۴). در صورتی که در مورد دستگاه‌های حفاری عمیق، دکل ساختمان مجزایی است که بسته به وضعیت سطح زمین، از نقاط دیگر حمل و یا اینکه در نقطه مورد نظر برپا می‌شود.

*ب) موتور:* موتور انرژی لازم را برای دوران دستگاه حفاری، حرکت تلمبه گل و سایر حرکات تأمین می‌کند. در دستگاه‌های حفاری سیار و بعضی از دستگاه‌های ثابت، موتور از نوع دیزل است اما در دستگاه‌های حفاری عمیق، انرژی لازم به وسیله الکترو موتور تأمین می‌شود و بنابراین دستگاه دارای مولد برقی است که تغذیه الکترو موتورها را به عهده دارد.

۱- loader

۲- derrick



شکل ۱۵-۴- دستگاه حفاری سیار [۲۳]



ج) جرثقیل<sup>۱</sup>: جرثقیل برای بالا و پایین کردن لوله‌ها در داخل گمانه به کار می‌رود و به صورت

یک استوانه فلزی لبه‌دار است که به دور آن کابل فلزی پیچیده شده است.

۱-۵-۲- رشته ابزار حفر<sup>۲</sup>: هدف اصلی از دستگاه حفاری، چرخش سرمته و حفر

نمونه‌هایی از سنگ است. همان‌گونه که دیدیم، چرخش موتور جعبه دنده، سرانجام به چرخش لوله کارگر منتهی می‌شود. حرکت لوله کارگر سبب چرخش لوله‌ها و در نتیجه چرخش سرمته، که در انتهای لوله‌ها قرار دارد، می‌شود. در بالای لوله کارگر، ته مته یا دهانه تزریق گل قرار دارد که از طریق آن گل حفاری به داخل ستون لوله‌ها تزریق می‌شود. مجموعه ته مته، لوله کارگر، لوله‌ها، مغزه‌گیر و سرمته را رشته ابزار حفر می‌گویند. از جمله مهم‌ترین اجزای رشته ابزار حفر، مغزه‌گیر و سرمته است که در ادامه تشریح شده‌اند.

الف) مغزه‌گیر<sup>۳</sup>: مغزه‌گیر، استوانه فلزی توخالی است که نمونه در داخل آن قرار می‌گیرد.

مغزه‌گیر به انتهای ستون لوله‌ها وصل می‌شود و به انتهای آن نیز سرمته وصل است.

مغزه‌گیر ممکن است یک یا دو جداری باشد. انواع یک جداری برای نمونه‌گیری از سنگ‌های

سخت نظیر ماسه‌سنگ، آهک و شیل به کار می‌رود، در صورتی که انواع دو جداری را برای نمونه‌گیری مواد نرم، مثل زغال‌سنگ، به کار می‌برند.

مغزه‌گیر یک جداری، استوانه ساده‌ای است که از دو طرف رزوه شده و طول آن بین ۱/۵ تا ۶

متر در تغییر است.

برای اینکه مغزه از محل سنگ اصلی کنده شود و نیز به هنگام بالا کشیدن رشته ابزار حفر،

مغزه از داخل مغزه‌گیر به پایین نیفتد تمهیدات مختلفی را به کار می‌برند. در قدیم، پس از خاتمه حفاری

و قبل از بالا کشیدن لوله‌ها، مقداری خرده چدن از طریق دهانه تزریق وارد گل می‌کردند. این خرده

چدن‌ها، همراه با گل، سرتاسر ستون لوله‌ها را طی می‌کرد و در آخرین مرحله، در فضای باریک بین

جدار خارجی مغزه و جدار داخلی مغزه‌گیر، گیر می‌کرد و بدین ترتیب، اصطکاک ناشی از وجود این

خرده چدن‌ها، برای کنده شدن مغزه از سنگ و جلوگیری از سقوط مغزه کافی بود.

مغزه‌گیرهای جدید، در قسمت پایین فنری دارند که فقط از یک جهت اجازه ورود مغزه را

می‌دهد و خروج آن، قبل از باز کردن این فنر ممکن نیست و به هنگام بالا کشیدن مغزه‌گیر، مغزه را

به طور محکم می‌گیرد و ضمن کنده شدن مغزه از سنگ، مغزه نیز از داخل مغزه‌گیر به پایین نمی‌افتد.

مغزه‌گیرهای دو جداری از دو لوله متحد‌المرکز به گونه‌ای ساخته شده‌اند که لوله داخلی می‌تواند

۱- hoist

۲- drilling strings

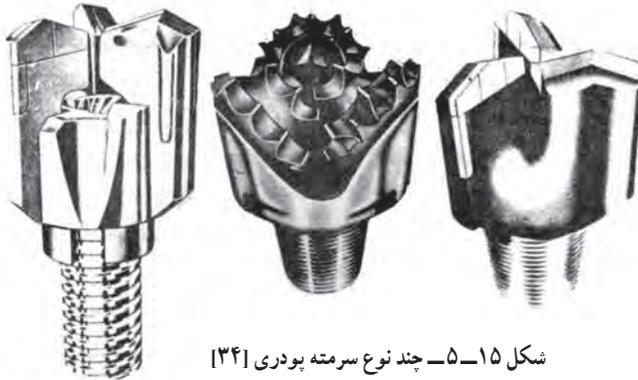
۳- core barrel

به آسانی و مستقل از لوله خارجی دوران کند. در اثر حفر مواد نرم، مغزه وارد استوانه داخلی می‌شود و چون این دو لوله به وسیله بلبرینگ به یکدیگر ارتباط دارند، لذا تنها لوله خارجی می‌چرخد و بنابراین لوله داخلی ثابت می‌ماند و نمونه داخل آن خرد نمی‌شود.

ب) سرمته<sup>۱</sup>: سرمته آخرین قسمت رشته ابزار حفر است و در واقع هدف از وجود تمام تأسیسات و لوازم حفاری، چرخیدن آن و حفر سنگ‌هاست.

در اینجا باید اشاره کنیم که تفاوت کار دستگاه‌های حفر چاه و گمانه، تنها در نوع سرمته‌ها و نیز وجود مغزه‌گیر است.

در دستگاه حفاری چاه‌های نفت و آب، مغزه‌گیر وجود ندارد زیرا هدف، حفر خود چاه و نه نمونه‌گیری از آن است. در این دستگاه‌ها، سرمته از نوعی است که به آسانی بتواند سنگ‌ها را خرد کند و به صورت پودر در بیاورد. به همین خاطر این نوع سرمته‌ها را سرمته‌های پودری می‌گویند (شکل ۱۵-۵). سرمته‌های مغزه‌گیری به شکل استوانه‌های کوچکی است که به انتهای مغزه‌گیر پیچ می‌شود.



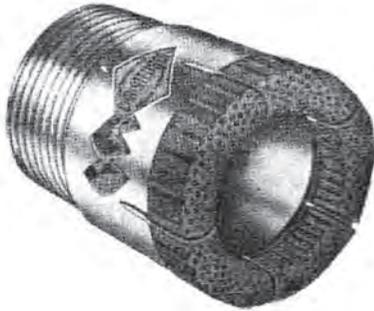
شکل ۱۵-۵- چند نوع سرمته پودری [۳۴]



شکل ۱۵-۶- سرمته نمونه‌گیری [۳۵].

این سرمته‌ها، دندانه‌هایی دارند که جنس دانه‌های آن از آلیاژهای سخت نظیر کاربید تنگستن است (شکل ۱۵-۶).

۱- bit



شکل ۱۵-۷- سرمته نمونه گیر الماسی

برای حفر گمانه در سنگ‌های سخت، از سرمته‌های ویژه‌ای موسوم به سرمته‌های الماسی استفاده می‌شود. این سرمته‌ها نیز به شکل استوانه‌هایی هستند که در نوک آنها قطعاتی از الماس صنعتی کار گذاشته شده است و بنابراین نفوذ آنها در سنگ‌های سخت نیز به آسانی انجام می‌شود (شکل ۱۵-۷).

## ۱۵-۶- گل حفاری<sup>۱</sup>

در اثر چرخش سرمته، سنگ‌ها خرد می‌شوند و به صورت تکه‌های ریز درمی‌آیند که این قطعات خرد شده را باید از گمانه خارج کرد زیرا در غیر این صورت، چرخش سرمته، عمدتاً سبب خرد شدن این ذرات خواهد شد. از سوی دیگر، اصطکاک سرمته با سنگ‌ها سبب داغ شدن آن می‌شود و اگر به وسیله‌ای خنک نشود، می‌سوزد. برای انجام این دو هدف، یعنی بیرون آوردن مواد خرد شده از گمانه و خنک شدن سرمته، از محلول حفاری استفاده می‌کنند و به اصطلاح گمانه را شستشو<sup>۲</sup> می‌دهند و بدین منظور از هوا، آب و یا گل استفاده می‌کنند. آنچه در حفر گمانه متداول است گل حفاری است که در اینجا به شرح آن می‌پردازیم:

**الف) وظایف گل حفاری:** وظایف اصلی گل حفاری به شرح زیر است [۳۶]:

- بیرون آوردن ذرات کنده شده از داخل گمانه.
  - خنک کردن سرمته.
  - معلق نگهداشتن ذرات حفر شده و جلوگیری از سقوط آنها به هنگام توقف جریان گل.
  - اندود کردن جدار داخلی گمانه و جلوگیری از ریزش طبقات سست.
  - جلوگیری از زنگ زدن ابزار حفاری با تشکیل دادن قشر نازکی از گل بر روی آنها.
- ب) مواد اولیه گل حفاری:** مهم‌ترین مواد اولیه تهیه گل حفاری بتونیت<sup>۳</sup>، آب، باریت و بعضی افزودنی‌های دیگر است که بسته به مورد، به گل اضافه می‌شود.

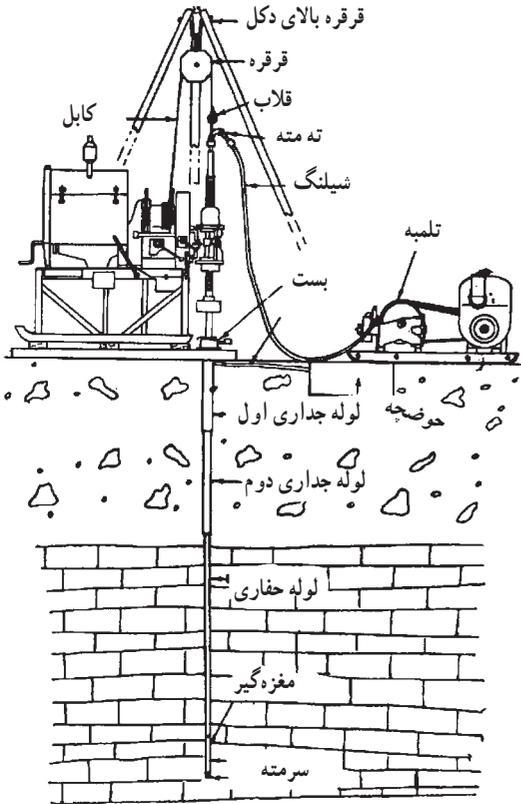
۱- mud

۲- flushing

۳- bentonite

## ۱۵-۷- چگونگی حفر گمانه

پس از نصب دکل و سایر لوازم و آماده شدن برای شروع حفاری، ابتدا به وسیله مته پودری، سوراخ کوتاهی<sup>۱</sup> در جلو دستگاه و قبل از گمانه اصلی حفر و آنگاه در محل اصلی گمانه، حفاری را آغاز می‌کنند. معمولاً طبقات سطح زمین نرم و هواخورده است و بنابراین نمی‌توان از این قسمت‌ها مغزه تهیه کرد و به علت ریزشی بودن، دیواره گمانه پایداری ندارد و به همین خاطر، قسمت‌های بالای گمانه را با سرمته‌های بزرگتر و بنابراین با قطر بیشتر حفاری می‌کنند. این قسمت‌ها به وسیله مته پودری که مستقیماً به لوله کارگر متصل است، حفر می‌شود. پس از حفر قسمت‌های سست و ریزشی، در داخل این قسمت، لوله‌های فلزی موسوم به لوله جداری نصب می‌کنند. ممکن است پس از حفر قسمت‌های بالای گمانه و نصب لوله جداری اول، مجدداً به قسمت ریزشی برخورد شود. در این حالت باید لوله جداری جدیدی، که در داخل لوله قبلی و با عمق بیشتر قرار می‌گیرد، نصب شود (شکل ۱۵-۸).



شکل ۱۵-۸- نصب لوله جداری در داخل گمانه [۱۳۸].

پس از قسمت سست و ریزشی، مغزه‌گیری آغاز می‌شود. برای این کار، سرمته مناسب به انتهای مغزه‌گیر وصل و مغزه‌گیر نیز به انتهای لوله کارگر متصل می‌شود. پس از این که به اندازه طول لوله کارگر (یا طول مغزه‌گیر) حفاری شد،

۱- در حفاری جاه‌های نفت، این جاه کوتاه را سوراخ موش می‌گویند.

لوله کارگر را از انتهای لوله‌ها باز کرده و لوله‌ای به آن پیچ می‌کنند و لوله کارگر به انتهای این لوله پیچ می‌شود و حفاری ادامه می‌یابد تا به اندازه طول مغزه‌گیر حفاری شود. پس از پرشدن مغزه‌گیر، لوله‌ها را بالا می‌کشند و پس از تخلیه مغزه‌ها از داخل مغزه‌گیر، مجدداً حفاری را ادامه می‌دهند. در سیستم حفاری موسوم به سیم بکسلی<sup>۱</sup>، پس از پرشدن مغزه‌گیر، آن را به وسیله کابلی که در داخل لوله‌ها قرار دارد، از طریق فضای داخل لوله‌ها بالا می‌کشند و پس از تخلیه مغزه‌ها، مجدداً آنرا به همین ترتیب به کف گمانه می‌فرستند و حفاری را ادامه می‌دهند.

## ۱۵-۸- برداشت گمانه

هدف اصلی از حفر گمانه به دست آوردن مغزه است و به کمک این مغزه‌ها می‌توان ساختار داخلی زمین را در منطقه مورد اکتشاف تعیین کرد. قبلاً گفتیم که پس از پرشدن مغزه‌گیر، آن را بالا می‌کشند و مغزه‌های داخل آن را به دقت تخلیه می‌کنند. برای آنکه بعداً بتوان این مغزه را برداشت و مشخصات آنها را ثبت کرد، مغزه‌ها را به ترتیب عمق در جعبه‌های چوبی مخصوص قرار می‌دهند (شکل ۱۵-۹).

برای اینکه مشخص شود هر مغزه مربوط به چه عمقی است، عمق ابتدا و انتهای هر قطعه مغزه و طول آن را مشخص و بر روی قطعه مقوای کوچکی یادداشت می‌کنند و آن را در داخل جعبه و در کنار مغزه قرار می‌دهند. در مواردی که بخواهند مغزه را برای مدت طولانی نگهداری کنند و مشخصات آن



شکل ۱۵-۹- جعبه‌های چوبی برای نگهداری مغزه‌ها [۲۳]

در این مدت محفوظ بماند، آن را در پارافین مذاب فرو می‌کنند و دور آنرا با کاغذ ضد آب می‌پوشانند. پس از قرار دادن مغزه‌ها در جعبه‌های چوبی، باید آنها را برداشت کرد. طرز کار به این ترتیب است که مغزه را به دقت بررسی می‌کنند و تمام خصوصیات ظاهری آنها از قبیل نوع سنگ، اندازه دانه‌ها، رنگ، شکستگی‌ها، کانی‌ها و احیاناً فسیل‌های موجود در آنها را در دفترچه ویژه‌ای ثبت می‌کنند. از جمله مشخصات مهم مغزه‌ها، شیب ظاهری لایه‌هاست که می‌توان آن را به کمک نقاله اندازه گرفت زیرا آثار لایه‌بندی معمولاً به خوبی در روی مغزه مشخص است.

برای ثبت مشخصات مغزه‌ها، جداول ویژه‌ای وجود دارد که نمونه‌ای از آنها در مورد یک کانسار زغال در جدول ۱۵-۱ درج شده است.

جدول ۱۵-۱- نمونه‌ای از جدول ثبت مشخصات مغزه‌ها در یک کانسار زغال

مشخصات	شیب ظاهری لایه‌ها در مغزه	طول مغزه (متر)	مترای حفاری (متر)	تاعمق (متر)	از عمق (متر)
ماسه‌سنگ، دانه‌درشت، خاکستری روشن، دارای دانه‌های کوارتز، ابعاد دانه‌ها مساوی	۵۳	۱/۴۰	۱/۵	۱۲۳/۵	۱۲۲
شیل، دانه‌ریز، سیاه‌رنگ، دارای ذرات پیریت، دارای آثار گیاهی	۵۲	۰/۷	۰/۷	۱۲۴/۲۰	۱۲۳/۵
زغال‌سنگ، دارای خاکستر زیاد، حاوی ذرات پیریت	—	۰/۵۰	۰/۸	۱۲۵	۱۲۴/۲۰

### خودآزمایی

- ۱- هدف از حفر گمانه‌های اکتشافی چیست.
- ۲- شبکه گمانه‌های اکتشافی در مورد کانسارهای لایه‌ای و توده‌ای را شرح دهید.
- ۳- در چه مواردی از گمانه‌های مایل استفاده می‌شود.
- ۴- قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری را نام ببرید.
- ۵- وظایف اصلی گل حفاری را شرح دهید.
- ۶- در چه مواردی از مغزه‌گیرهای دو جداری استفاده می‌شود.