فصل ۱۴

حفریات اکتشافی سطحی

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

۱۴ــ۱ــ 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، ترانشه، 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.

۱۴ــ۲ــ 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.

۱۴ــ۲ــ۱ــ 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، امّا 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.

۱۴ــ ۲ــ۲ــ 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 حفریات 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 نقشه‌برداری 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 نقشه‌برداری 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 علّت پستی و بلندی و یا وجود درختان بلند، نقاط به‌فواصل طولانی نسبت به هم دید نداشته باشند، فواصل ایستگاه‌ها کمتر انتخاب می‌شود ولو آن‌که 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 × 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 نقشه‌برداری 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 مثلث‌بندی) به دقت تعیین می‌شود.

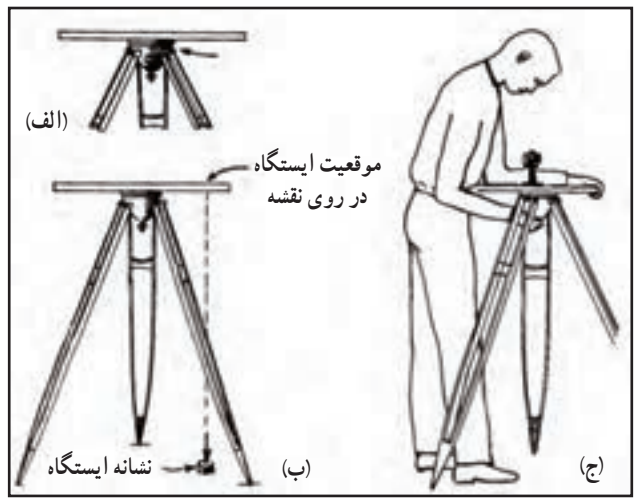
اگر در نزدیکی منطقه نقطه نقشه‌برداری کشوری وجود نداشته باشد،باید برای ایستگاه مادر، مختصات محلی درنظر گرفت.بدین منظور می‌توان با قراول روی به ستاره قطبی،امتداد

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 سه‌گانه عدد ۱۰۰۰ درنظر گرفته می‌شود)، مختصات سایر ایستگاه‌های مبنا تعیین می‌شود.

به هرحال، پس از مشخص شدن مختصات ایستگاه‌ها، با استقرار دوربین در هریک از آنها، مختصات تمام پدیده‌های زمین‌شناسی از قبیل مرز واحدهای سنگی، گسل‌ها، شکستگی‌های مهم و نظایر آنها محاسبه و بر روی نقشه پیاده می‌شود و بدین‌ترتیب، با تکمیل برداشت‌ها، نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس نیز تکمیل می‌شود.

ج) استفاده از تخته سه‌پایه[1]: در بعضی موارد، می‌توان به کمک تخته سه‌پایه، نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس را تهیه کرد. اگرچه این روش قدیمی و سنتی است امّا در مواردی که امکانات دیگر در دسترس نباشد، می‌توان از آن استفاده کرد. بدیهی است در این مورد نیز ابتدا باید ایستگاه‌های مبنای مورد نیاز را به شرحی که گفتیم احداث و مختصات آنها را محاسبه کرد.

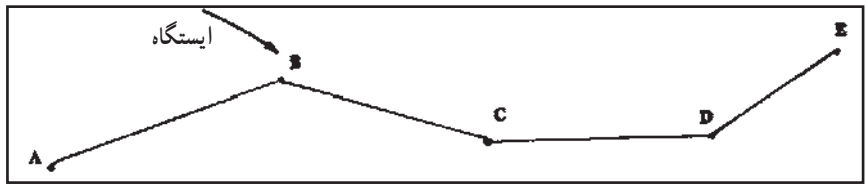
تخته سه‌پایه از یک تخته صاف و محکم تشکیل شده است که در زیر آن یک صفحه برنجی قرار دارد و تخته به وسیله آن به سه‌پایه وصل می‌شود. در شروع کار، تخته سه‌پایه را در یک ایستگاه مبنا مستقر می‌کنند یعنی آن را طوری قرار می‌دهند که شاقول زیر آن، که در موقعیت ایستگاه تنظیم شده است، درست در بالای میلگرد ایستگاه قرار گیرد و آنگاه دستگاه را تراز می‌کنند (شکل ۱۴ــ۱).



شکل ۱۴ــ۱ــ استقرار تخته سه‌پایه در ایستگاه [۳۲]

۱ــ plane table

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 ۱۴ــ۲، 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 ۱۴ــ۲ــ 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 به‌وسیله 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 بدین‌ترتیب موقعیت نقطه مورد نظر را در روی نقشه به دست می‌آورند.

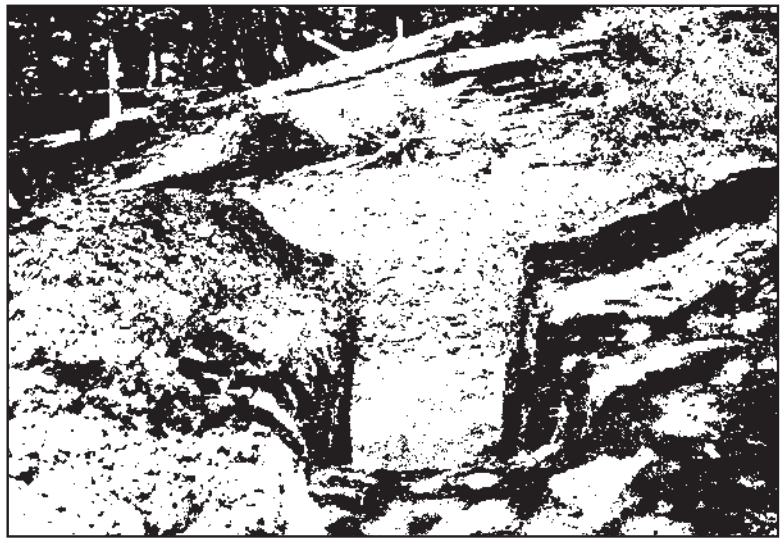
نقاطی که در روی نقشه مشخص می‌شوند ممکن است مرز دولایه یا دو بخش و یا هر پدیده دیگر زمین‌شناسی نظیر نقطه‌ای از یک گسل باشد.

پس از اینکه به تعداد کافی نقطه به دست آمد، با وصل کردن آنها به هم، نقشه زمین‌شناسی منطقه به‌دست می‌آید.

۱۴ــ۳ــ 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 آن‌را 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 ۱۴ــ۳).



شکل ۱۴ــ۳ــ 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 ۲۵متر است، امّا 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.

۱۴ــ۴ــ ترانشه[۱]

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

۱ــ trenche

واریزه پوشیده شده است. هر چقدر ماده معدنی نرم‌تر 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 درسطح زمین به خوبی مشخص است، مواد معدنی نرم مثل زغال‌سنگ، معمولاً با قشری از خاک پوشیده شده‌اند که ضخامت این قشرخاک 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 ۱۴ــ۴).

(الف)

(ب)

شکل ۱۴ــ۴ 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 چالهٔ 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 دربرمی‌گیرد و عمق آن نیز بیشتر است به طوری که پس از حفر، می‌توان مشخصات ماده معدنی را به خوبی مشاهده و اندازه‌گیری کرد.

۱۴ــ۴ــ۱ــ 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. بدین‌ترتیب 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 ۲۵۰متر بماند در صورتی که اگر به علّت وجود پدیده‌هایی نظیر گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها، منطقه ساختار پیچیده‌ای داشته باشد، ممکن است فواصل آنها به ۵۰ متر نیز برسد.

۱۴ــ۴ــ۲ــ 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 علّت پاره‌ای مشکلات، ترانشه در همه‌جا 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 علّت 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.

۱۴ــ۴ــ۳ــ حفر ترانشه : معمولاً حفر ترانشه با ابزار دستی و به وسیله کارگر انجام می‌گیرد. علّت این امر آن است که معمولاً هنگامی که ترانشه‌ها حفر می‌شود، هنوز جاده‌ای احداث نشده است و بنابراین حمل‌ونقل 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 امّا 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 ۲۶کیلوگرم تجاوز نمی‌کند و بنابراین وسیله بسیار مناسبی برای حفر ترانشه در نقاط دور افتاده است (شکل۱۴ــ۵).

اگر زمین اطراف ترانشه کمابیش مسطح باشد، می‌توان برای حفر ترانشه، از ماشین‌های کج‌بیل[۱]، استفاده کرد. این ماشین‌ها، بیل مخصوصی دارند که به کمک آن می‌توان از زمین خاک‌برداری کرد و

۱ــ back ho

معمولاً از آنها برای حفر گودال به منظور عملیات لوله‌گذاری استفاده می‌شود. در شکل ۱۴ــ۶ نوعی از این ماشین‌ها نشان داده شده است.

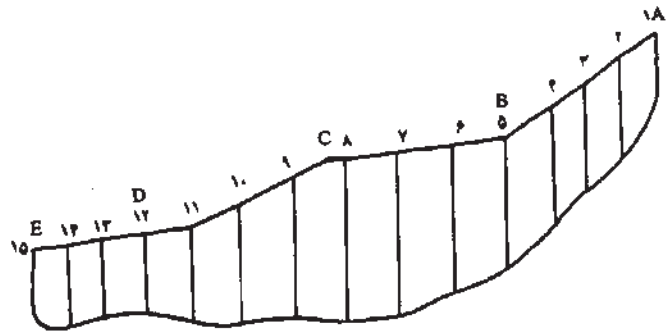
شکل ۱۴ــ۵ــ نحوه حفر ترانشه به کمک چکش مکانیکی سیار

شکل ۱۴ــ۶ــ نوعی ماشین ترانشه‌زنی

مطالعه آزاد

۱۴ــ۴ــ۴ــ 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.

بدین‌ترتیب، با این اطلاعات می‌توان نیمرخ سطح زمین را در امتداد ترانشه رسم کرد. مثلاً در شکل ۱۴ــ۷، 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 ۱۴ــ۷) اندازه می‌گیرند. اکنون با انتخاب مقیاس مناسب (معمولاً مقیاس ۱۰۰ :۱) می‌توان به کمک این اطلاعات، سطح مقطع دیواره ترانشه را مطابق شکل روی کاغذ میلیمتری رسم کرد.



شکل ۱۴ــ۷ــ رسم مقطع ترانشه

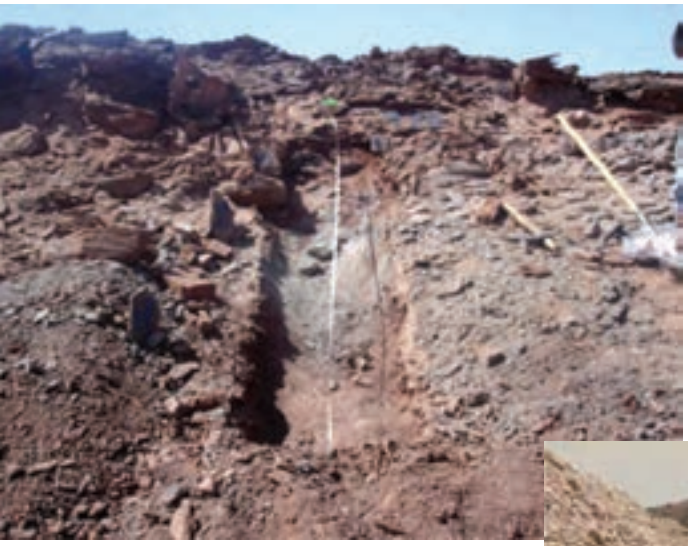
برداشت ترانشه باید بلافاصله پس از خاتمه حفر انجام گیرد زیرا مدتی که از حفر ترانشه گذشت، دیواره‌های آن ریزش می‌کند و دیگر مشاهده مستقیم مواد معدنی در کف ترانشه ممکن نخواهد شد.

برای برداشت ترانشه، ابتدا سطح مقطع ترانشه را به‌ترتیبی 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 به‌دست آورد. در مواردی که ترانشه به‌صورت 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

یک سر ترانشه برداشت را شروع می‌کنند (شکل ۱۴ــ۸). مقیاس برداشت معمولاً ۱۰۰ :۱ است و اگر این عمل به خوبی انجام گیرد، در واقع تمام اطلاعات حاصل از ترانشه در آن ثبت می‌شود (شکل ۱۴ــ۹).



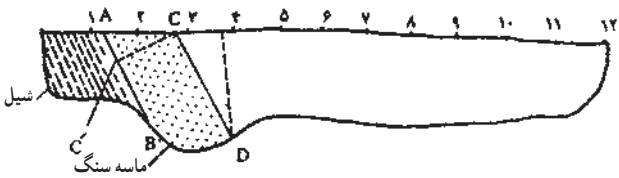
شکل ۱۴ــ۸ــ نحوه برداشت ترانشه [۳۳]

شکل ۱۴ــ۹ــ ثبت اطلاعات ترانشه [۳۳]

در مواردی که مواد معدنی و سنگ‌های اطراف آن لایه‌ای شکل‌اَند، 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 ۱۴ــ۱۰، 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

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.

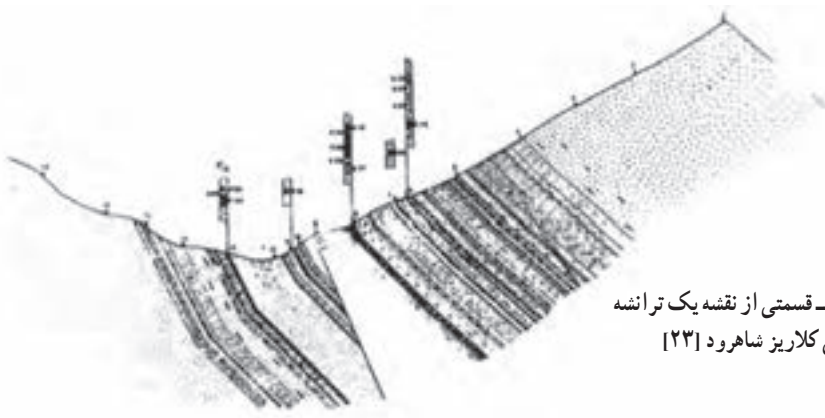


شکل ۱۴ــ۱۰ــ برداشت لایه‌ها با تعیین دو نقطه بالا و پائین آنها در ترانشه [۲۳]

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 ترانشه 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 ترانشه را که حاوی ماده معدنی است، با مقیاس بزرگ‌تر در بالای آن رسم می‌کنند. به‌عنوان مثال در شکل ۱۴ــ۱۱ که نقشه یک ترانشه حفر شده در زون زغالی را نشان می‌دهد، مشخصات لایه‌های زغال با مقیاس بزرگ‌تر رسم شده است.

جدول ۱۴ــ۱ــ نحوه ثبت مشخصات واحدهای مختلف در ترانشه [۲۳].

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



شکل ۱۴ــ۱۱ــ قسمتی از نقشه یک ترانشه در منطقه زغالی کلاریز شاهرود [۲۳]

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

۱۴ــ۵ــ اوکلون[۱]

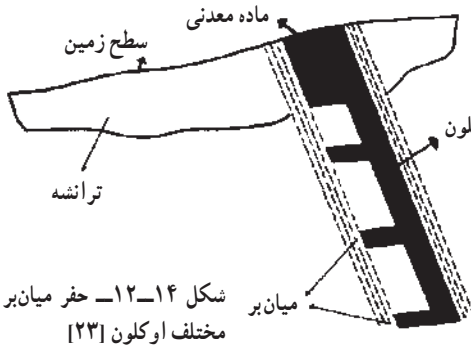
اگرچه با حفر ترانشه خاک‌های روی ماده معدنی برکنار شده و ساختار آن تا حدودی مشخص می‌شود، امّا معمولاً مشخصات ماده معدنی در اعماق مختلف تغییر می‌کند و خصوصیات ثبت شده در ترانشه را نمی‌توان برای تمام گسترش ماده معدنی تعمیم داد. از سوی دیگر، کیفیت ماده معدنی نیز در قسمت‌های سطحی تا حدود زیادی با مشخصات واقعی 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 شناسائی 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.

۱۴ــ۵ــ۱ــ 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 ترانشه‌ها و در داخل لایه‌های قابل توجه، اوکلون حفر می‌شود، در صورتی که اگر ماده معدنی سخت باشد، از هرچند ترانشه فقط در داخل‌یکی اوکلون حفرمی‌شود. اگر ماده معدنی خیلی سخت باشد، به جای حفر ترانشه 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 ۱×۱ متر حفر کرد و در اعماق مختلف، با حفر میان‌برهایی به ماده معدنی دست یافت. مثلاً در شکل ۱۴ــ۱۲، اوکلون در قسمت کمربالای ماده معدنی حفر شده و در اعماق مختلف، میان‌برهایی احداث شده است.

۱ــ Incline



شکل ۱۴ــ۱۲ــ حفر میان‌بر 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 آن‌را با شیب زیادتر حفر می‌کنند و از عماق مختلف با حفر میان‌برهایی به ماده معدنی دسترسی می‌یابند.

۱۴ــ۵ــ۲ــ حفر اوکلون : حفر اوکلون معمولاً به کمک کلنگ دستی انجام می‌شود. امّا در صورتی که امکان استفاده از چکش مکانیکی موجود باشد، راندمان حفاری تا حد قابل‌توجهی 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 برسرداشته 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 ایستابی 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 آبها را خارج کرد. در چنین مواردی، اجباراً باید آبها 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.

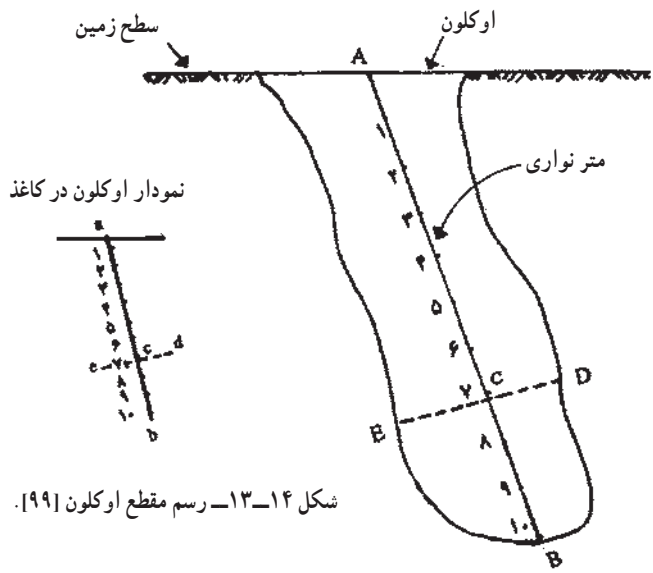
در مواقعی که جنس سنگهای طرفین ماده معدنی محکم و مقاوم باشد، اوکلون بدون نصب وسیله نگهداری حفر می‌شود امّا اگر سقف یا دیواره‌های آن ریزشی باشد، باید همزمان با ادامه عملیات حفاری،

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

مطالعه آزاد

۱۴ــ۵ــ۳ــ برداشت اوکلون : همان‌گونه که در مبحث ترانشه 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 آن را با مقیاس مناسب (معمولاً مقیاس ۱۰۰ : ۱) بر روی کاغذ میلی‌متری رسم می‌کنند. برای این کار یک‌متر فلزی یا پارچه‌ای را از سطح زمین تا کف اوکلون می‌کشند (شکل ۱۴ــ۱۳). 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 ۱۰متر و شیب خط AB ۶۰ درجه باشد، در روی نقشه نیز خط ab به طول ۱۰ سانتی‌متر و با همان شیب رسم می‌شود. حال در اعماق مختلف ۱، ۲، ۳ و . . . و ۱۰ 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 ۷متری (شکل ۱۴ــ۱۳)



شکل ۱۴ــ۱۳ــ رسم مقطع اوکلون [۹۹].

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.

۱۴ــ۶ــ چاهک‌های اکتشافی[۱]

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 حفریه 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 امّا به کمک دستگاه‌های ویژه، می‌توان چاهک‌های عمیق‌تری نیز حفر کرد.

۱۴ــ۶ــ۱ــ شبکه چاهک‌های اکتشافی: همانند حفریات 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.

۱۴ــ۶ــ۲ــ 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 ترانشه، 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 یک‌متر است و در مواردی که خاک‌های روی کانسار چندان محکم نباشد، چاهک‌های تا عمق ۳۰متر را نیز می‌توان با این روش حفر کرد.

۱ــ test pit

همانند حفر اوکلون‌ها، در این مورد نیز، باید مسایل ایمنی را رعایت کرد و کارگران را واداشت که حتماً کلاه ایمنی برسرداشته باشند. برای بالا و پائین رفتن کارگران و مسئول برداشت و نمونه‌برداری از چاهک، باید به فواصل نیم‌متر به نیم‌متر، در دیواره چاهک جای‌پا 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 به‌کار می‌روند و اصول کار آن همانند دستگاه‌های حفر گمانه است که در فصل گمانه‌ها تشریح خواهد شد. در شکل ۱۴ــ۱۴ نمونه‌ای از این ماشین‌ها نشان داده شده است.

شکل ۱۴ــ۱۴ــ نوعی ماشین حفر چاهک

خودآزمایی

۱ـ نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس را به چه روش‌هایی تهیه می‌کنند.

۲ـ تخته سه پایه در چه مواردی به کار می‌رود.

۳ـ چاله‌های اکتشافی را در چه مواردی حفر می‌کنند.

۴ـ طول، عرض و عمق ترانشه را چگونه تعیین می‌کنند.

۵ـ اوکلون را شرح دهید.

۶ـ روش‌های حفر چاهک‌های اکتشافی را شرح دهید.

فصل ۱۵

گمانه‌های اکتشافی

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

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

۲ـ شبکه‌های گمانه‌های اکتشافی را توضیح دهد.

۳ـ نحوهٔ تعیین مشخصات گمانه‌ها را بیان کند.

۴ـ مراحل حفر گمانه را توضیح دهد.

۵ـ گل حفاری و وظایف آن را بیان کند.

۶ـ انواع سرمته و مغزه‌گیر را شرح دهد.

۱۵ــ۱ــ آشنایی

گمانه[۱] 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[۲] 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.

۱ــ bore hole ۲ــ core

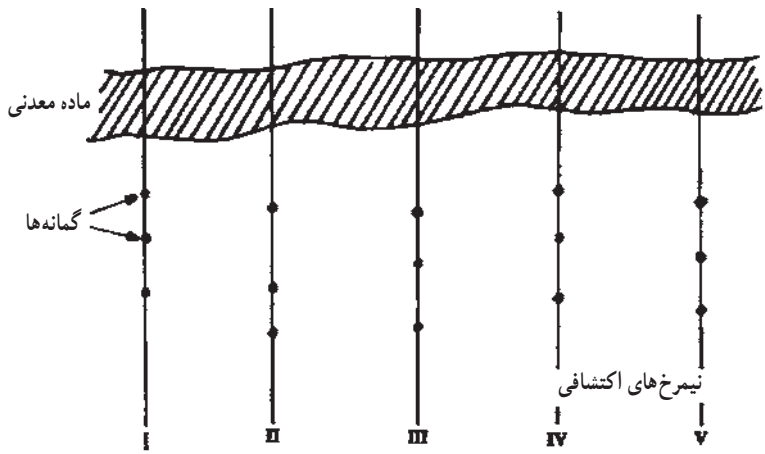
۱۵ــ۲ــ شبکه گمانه‌های اکتشافی

معمولاً گمانه‌های اکتشافی پس از خاتمه حفریات اکتشافی سطحی حفر می‌شوند. البته در بعضی موارد ممکن است در مرحله پی‌جوئی نیز چند گمانه‌ای در نقاط مختلف منطقه حفر شود ولی حفر گمانه براساس 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 براساس یک شبکه منظم اکتشافی درنظر گرفته می‌شود.

بسته به مشخصات کانسار، شبکه حفر گمانه‌ها به یکی از روش‌هایی که در ادامه خواهد آمد، طراحی می‌شود.

۱۵ــ۲ــ۱ــ 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[1] است که در امتداد عمود بر گسترش عمومی ماده معدنی، توجیه شده‌اند (شکل ۱۵ــ۱).



شکل ۱۵ــ۱ــ نیمرخ‌های اکتشافی [۲۳]

فاصله نیمرخ‌های اکتشافی در چندین مرحله تغییر می‌کند. در ابتدای کار، که اطلاعات چندانی از ماده معدنی درعمق 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

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

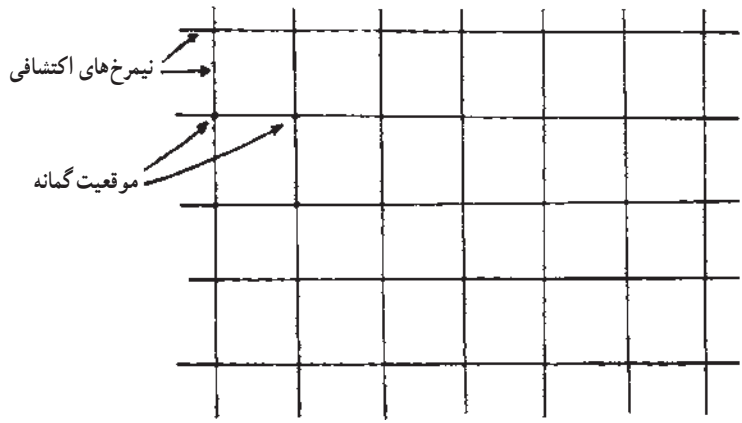
نیمرخ‌های اولیه، نیمرخ‌های جدیدی در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است فواصل نیمرخ‌های اخیر در همه جا یکسان نیست بلکه در قسمت‌هایی که تغییرات ماده معدنی زیادتر است، فاصله آنها را کمتر در نظر می‌گیرند.

۱۵ــ۲ــ۲ــ 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 ۱۵ــ۲).

۱۵ــ۳ــ تعیین مشخصات گمانه‌ها

۱۵ــ۳ــ۱ــ 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 به‌گونه‌ای تعیین کرد که در عمق مورد نظر، لایه را قطع کنند. معمولاً اولین گمانه‌هایی که در هر نیمرخ اکتشافی حفر می‌شود، گمانه‌های کم‌عمق‌اند (کمتر از ۳۰۰ متر). پس از حفر این گمانه‌ها با توجه به اطلاعاتی که از وضعیت و شیب ماده معدنی در اعماق به‌دست 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 به‌گونه‌ای انتخاب کرد که در عمق مورد نظر، ماده معدنی را قطع کند.



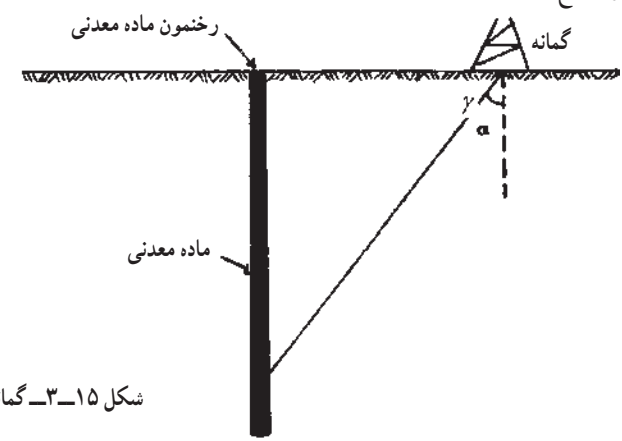
شکل ۱۵ــ۲ــ موقعیت گمانه‌ها در مورد کانسارهای توده‌ای یا افقی [۲۳]

۱۵ــ۳ــ۲ــ قطر گمانه : از نظر حفاری، هر چقدر قطر گمانه کم‌تر باشد، حفر آن آسان‌تر است امّا از نظر کسب اطلاعات در مورد مشخصات ماده معدنی و سنگ‌های اطراف آن، گمانه‌های با قطر بیشتر و در نتیجه مغزه‌های قطورتر، اطلاعات بهتری را به دست می‌دهند. بنابراین باید حد بهینه‌ای را برای قطر گمانه درنظر گرفت. از سوی دیگر، همزمان با حفاری، در قسمت‌هایی از گمانه که احتمال ریزش وجود دارد، لوله جداری نصب می‌شود و ادامه حفاری باید از درون این لوله انجام گیرد. بنابراین قطر گمانه باید به اندازه‌ای باشد که پس از نصب لوله‌های جداری نیز، عمل حفاری امکان‌پذیر باشد. همچنین قطر آن باید آنقدر باشد که به آسانی بتوان دستگاه‌های «چاه‌پیمایی» 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 کم‌تر انجام می‌شود. بدیهی است قطر گمانه، تابع قطر سرمته حفاری است.

۱۵ــ۳ــ۳ــ شیب گمانه : گمانه‌ها معمولاً به حالت قائم طراحی می‌شوند زیرا حفر گمانه‌های مایل مشکل است و سبب گیرکردن لوله‌های حفاری می‌شود. در بعضی موارد، اجباراً باید گمانه را به حالت مایل حفر کرد. مثلاً در مورد لایه‌های قائم یا پرشیب، این امر اجتناب‌ناپذیر است (شکل ۱۵ــ۳).

در مورد دستگاه‌های 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 دستگاه‌های حفاری عمیق، با قرار دادن زائده‌های مخصوص در یک طرف دکل، آن را منحرف می‌سازند. با معلوم بودن شیب ماده معدنی و سطح زمین، می‌توان زاویه انحرافY (شکل ۱۵ــ۳) را به گونه‌ای تعیین کرد که گمانه در عمق مورد نظر، ماده معدنی را قطع کند.



شکل ۱۵ــ۳ــ گمانه مایل [۲۳]

۱۵ــ۴ــ 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 نقشه‌بردار 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[۱] 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.

۱۵ــ۵ــ 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 امّا اساس کار حفر گمانه و چاههای نفت و آب، یکسان است.

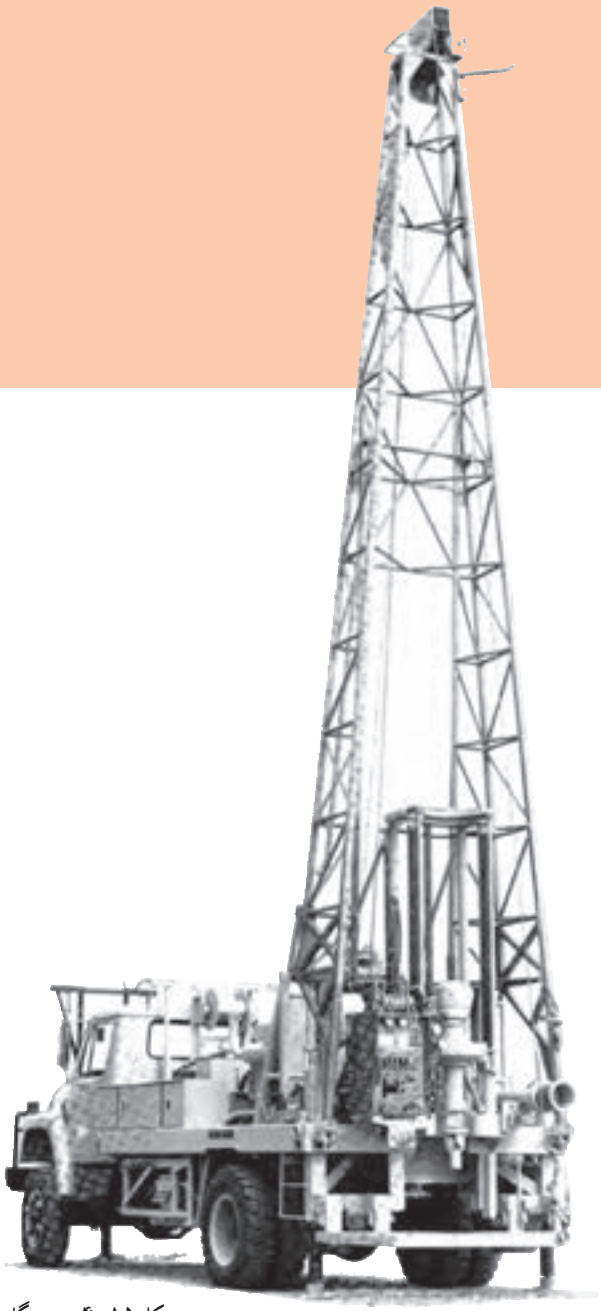
۱۵ــ۵ــ۱ــ قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری : مهم‌ترین اجزای دستگاه حفاری به شرح زیر است :

الف) دکل[۲] : 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 ۱۵ــ۴). 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 امّا در دستگاه‌های حفاری عمیق، انرژی لازم به‌وسیله الکترو موتور تأمین می‌شود و بنابراین دستگاه دارای مولد برقی است که تغذیه الکتروموتورها را به عهده دارد.

۱ــ loader ۲ــ derrick



شکل ۱۵ــ۴ــ دستگاه حفاری سیار [۲۳]

ج) جرثقیل[1] : جرثقیل برای بالا و پایین کردن لوله‌ها در داخل گمانه به کار می‌رود و به‌صورت یک استوانه فلزی لبه‌دار است که به دور آن کابل فلزی پیچیده شده است.

۱۵ــ۵ــ۲ــ رشته ابزار حفر[2] : 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[3] : 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 دوجداری را برای نمونه‌گیری مواد نرم، مثل زغال‌سنگ، به‌کار می‌برند.

مغزه‌گیر یک جداری، استوانه ساده‌ای است که از دو طرف رزوه شده و طول آن بین ۱/۵ تا ۶ متر درتغییر 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 به‌کار 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 به‌طور محکم می‌گیرد و ضمن کنده شدن مغزه از سنگ، مغزه نیز از داخل مغزه‌گیر به پایین نمی‌افتد.

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

۱ــ hoist ۲ــ drilling strings ۳ــ core barrel

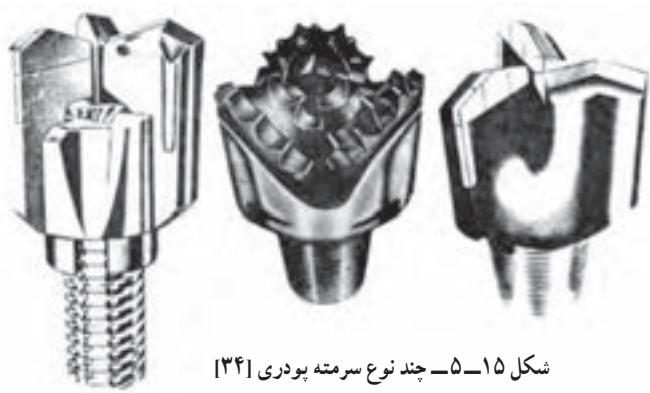
به آسانی و مستقل از لوله خارجی دوران کند. در اثر حفر مواد نرم، مغزه وارد استوانه داخلی می‌شود و چون این دو لوله به وسیله بلبرینگ به یکدیگر ارتباط دارند، لذا تنها لوله خارجی می‌چرخد و بنابراین لوله داخلی ثابت می‌ماند و نمونه داخل آن خرد نمی‌شود.

ب) سرمته[1]: 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 دربیاورد. به همین خاطر این نوع سرمته‌ها را سرمته‌های پودری می‌گویند (شکل ۱۵ــ۵).

سرمته‌های مغزه‌گیری به شکل استوانه‌های کوچکی است که به انتهای مغزه‌گیر پیچ می‌شود.



شکل ۱۵ــ۵ــ چند نوع سرمته پودری [۳۴]

شکل ۱۵ــ۶ــ سرمته نمونه‌گیری [۳۵].

این سرمته‌ها، دندانه‌هایی دارند که جنس دانه‌های آن ازآلیاژهای سخت نظیر کاربید تنگستن است (شکل ۱۵ــ۶).

۱ــ bit

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 ۱۵ــ۷).

شکل ۱۵ــ۷ــ سرمته نمونه‌گیر الماسی

۱۵ــ۶ــ گل حفاری[1]

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[2] 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] :

ــ بیرون آوردن ذرات کنده شده از داخل گمانه.

ــ خنک کردن سرمته.

ــ معلق نگهداشتن ذرات حفر شده و جلوگیری از سقوط آنها به هنگام توقف جریان گل.

ــ اندود کردن جدار داخلی گمانه و جلوگیری از ریزش طبقات سست.

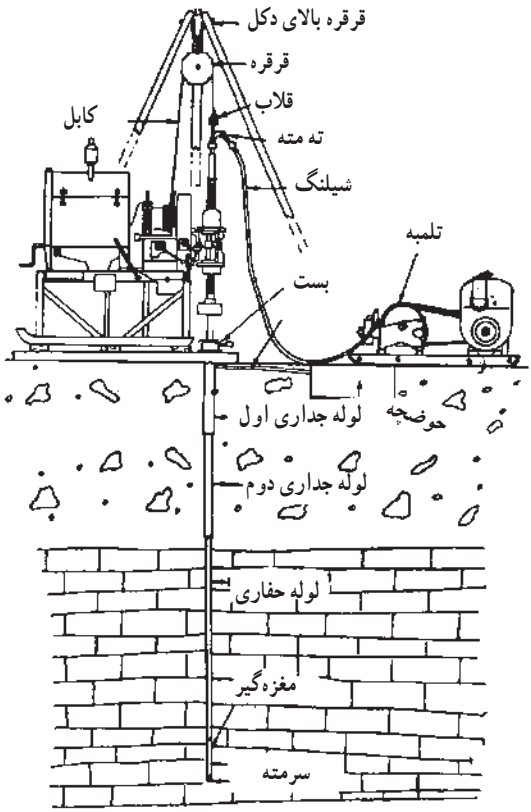
ــ جلوگیری از زنگ زدن ابزار حفاری با تشکیل دادن قشر نازکی از گل بر روی آنها.

ب) مواد اولیه گل حفاری : مهم‌ترین مواد اولیه تهیه گل حفاری بنتونیت[3]، آب، باریت و بعضی افزودنی‌های دیگر است که بسته به مورد، به گل اضافه می‌شود.

۱ــ mud ۲ــ flushing ۳ــ bentonite

۱۵ــ۷ــ چگونگی حفر گمانه

پس از نصب دکل و سایر لوازم و آماده شدن برای شروع حفاری، ابتدا به وسیله مته پودری، سوراخ کوتاهی[1] 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 علّت 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 ۱۵ــ۸).



شکل ۱۵ــ۸ــ 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،

۱ــ در حفاری چاه‌های نفت، این چاه 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[1]، پس از پرشدن مغزه‌گیر، آن‌را 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.

۱۵ــ۸ــ 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 پر شدن 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 ۱۵ــ۹).

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 ۱۵ــ۹ــ جعبه‌های چوبی برای نگهداری مغزه‌ها [۲۳]

۱ــ wireline

در این مدت محفوظ بماند، آن را در پارافین مذاب فرو می‌کنند و دور آنرا با کاغذ ضد آب می‌پیچند.

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 به‌خوبی در روی مغزه مشخص است.

برای ثبت مشخصات مغزه‌ها، جداول ویژه‌ای وجود دارد که نمونه‌ای از آنها در مورد یک کانسار زغال در جدول ۱۵ــ۱ درج شده است.

جدول ۱۵ــ۱ــ نمونه‌ای از جدول ثبت مشخصات مغزه‌ها در یک کانسار زغال

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

خودآزمایی

۱ـ هدف از حفر گمانه‌های اکتشافی چیست.

۲ـ شبکه گمانه‌های اکتشافی در مورد کانسارهای لایه‌ای و توده‌ای را شرح دهید.

۳ـ در چه مواردی از گمانه‌های مایل استفاده می‌شود.

۴ـ قسمت‌های مختلف دستگاه حفاری را نام ببرید.

۵ـ وظایف اصلی گل حفاری را شرح دهید.

۶ـ در چه مواردی از مغزه‌گیرهای دو جداری استفاده می‌شود.