

### حفر چاه

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- محل حفر چاه را در معدن تشخیص دهد.
- ۲- با شکل و روش حفر چاه آشنا شود.
- ۳- حفر چاه به وسیله ماشین‌های مخصوص را شناسایی کند.
- ۴- با خاکبرداری چاه آشنا شود.
- ۵- با نگهداری چاه آشنا شود.

#### ۱-۱- آشنایی

چاه، کار معدنی قائم یا مایلی است که از سطح زمین به طرف پایین حفر می‌شود. هدف اصلی از حفر چاه، دسترسی به ماده معدنی و در حقیقت گشایش معدن است و در عین حال از آن برای حمل و نقل افراد، مواد زاید، عبور هوا و سایر لوازم نیز استفاده می‌کنند. اصولاً هر معدن حداقل باید از دو راه مختلف به سطح زمین ارتباط داشته باشد، بنابراین در معادن معمولاً دو چاه، مجاور یا با فاصله از هم حفر می‌شود. هوای تازه از درون یکی از این چاه‌ها وارد معدن شده و پس از عبور از تمام قسمت‌های معدن، از چاه دیگر خارج می‌شود.

#### ۱-۲- انتخاب محل چاه

انتخاب محل چاه نیز از جمله مسایل مهم معدنکاری است و باید با توجه به تمام مسایل و مشخصات معدن انجام گیرد. چاه باید در محلی احداث شود که بتوان تمام ماده معدنی را بدون هزینه زیاد از درون آن به بیرون حمل کرد. اگر چاه در مرکز کانسار حفر شود، حمل و نقل زیرزمینی با هزینه کمتری انجام می‌گیرد ولی در عوض، باید مقداری از ماده معدنی را به عنوان حریم چاه بر جای گذاشت.

در اطراف چاه باید فضای کافی برای تأسیسات آن در نظر گرفته شود، به طوری که زمین‌های اطراف آن گران نباشد و خرید آنها هزینه زیادی را نداشته باشد. به علاوه، چاه باید در جایی انتخاب شود که طول حمل و نقل بیرون معدن نیز زیاد نباشد.

### ۳-۱۱- انتخاب شکل مقطع چاه

شکل‌های مستطیل و دایره معمولی‌ترین شکل‌های مقطع چاه‌ها هستند. علاوه بر این، شکل‌های مربع، دوزنقه، بیضی و هشت‌ضلعی نیز در بعضی چاه‌ها مورد استفاده واقع شده است.

### ۴-۱۱- انتخاب ابعاد مقطع

مهم‌ترین عاملی که در تعیین ابعاد مقطع چاه مؤثر است، میزان استخراج و باربری در چاه، تعداد افرادی که در روز از چاه رفت و آمد می‌کنند و میزان هوای لازم جهت تهویه معدن است. ابعاد مقطع چاه باید به نحوی انتخاب شود که جای کافی برای عبور آسانسورهای داخل آن و نیز نصب لوله هوای فشرده، کابل‌های برق، لوله‌های آب و سایر لوازم مورد نیاز داشته باشد. بعد از اینکه مقطع معدن از نظر عبور آسانسور و نصب وسایل مورد بررسی قرار گرفت، آن را از نظر عبور هوا نیز کنترل می‌کنند. برای این کار، حجم هوای لازم تهویه معدن را محاسبه و با توجه به سرعت مجاز هوا، سطح مقطع حداقل را محاسبه می‌کنند. در صورتی که مقطع چاه از این نظر نیز کافی باشد، ابعاد آن از هر جهت مناسب خواهد بود.

اندازه استاندارد مقاطع مستطیل  $4 \times 1$  تا  $4/5 \times 1/5$  متر و قطر چاه‌های با مقطع دایره ۳ تا ۸ متر است.

بزرگ‌ترین چاه‌های معدنی ایران که تاکنون حفر شده است دو چاه معدن زغال‌سنگ باب‌نیزو واقع در حوضه زغال کرمان است که قطر یکی از آنها ۵ و دیگری ۶ متر است.

### ۵-۱۱- عملیات مقدماتی حفر چاه

بعد از اینکه محل چاه تعیین و شکل و ابعاد آن نیز مشخص شد، باید با استفاده از تحقیقات زمین‌شناسی مهندسی، نوع و مشخصات سنگ‌های ناحیه را تعیین و نیز سطح و میزان حرکت و شوری آب‌های زیرزمینی ناحیه را نیز مشخص کرد.

---

۱- وزن مجموع املاح موجود در واحد حجم آب را شوری آن می‌گویند و معمولاً آن را برحسب گرم در لیتر بیان می‌کنند.

برای آگاهی از مشخصات سنگ‌های ناحیه اطراف چاه، ابتدا تعدادی گمانه آزمایشی در اطراف چاه حفر و نمونه‌های به‌دست آمده را آزمایش می‌کنند. همچنین به‌وسیله ترانسه‌های تحقیقاتی، نوع خاک و مقاومت آن را مشخص می‌سازند.

برای حفر چاه نیز احداث تأسیساتی که در مبحث حفر تونل‌ها گفته شد، ضروری است و بدین ترتیب آب، برق، هوای فشرده و سایر تأسیسات لازم را از قبل باید تهیه کرد.

بعد از آماده شدن تأسیسات یاد شده، دکل چاه در بالای آن نصب می‌شود. شکل دکل چاه معمولاً هرم ناقص با قاعده مربع است و ارتفاع آن باید برای حمل و نقل تمام لوازم و وسایل کافی باشد. دکل دارای دو بازوی حامل است که باعث افزایش پایداری آن می‌شود. در بالای دکل تعدادی قرقره وجود دارد که کابل از بالای آنها عبور می‌کند و به دور استوانه جرثقیل پیچیده می‌شود. انتهای دیگر کابل دارای قلبی است که دلو باربری و سایر لوازم را به آن متصل می‌کنند و باعث بالا و پایین رفتن آن می‌شوند.

در شکل ۱-۱۱ دکل‌های معدن زغال‌سنگ هجدک واقع در حوضه زغال‌سنگ کرمان نشان داده شده است.



از آن جا که نصب دکل های اصلی معدن مدت ها به طول می انجامد، در مواردی که وقت کافی نداشته باشند، قسمت های بالایی چاه را به کمک جرثقیل های سیار حفر می کنند. در بعضی موارد نیز ابتدا یک دکل موقت در بالای چاه نصب و عملیات حفاری را آغاز می کنند و پس از اینکه حفر چاه به اتمام رسید، دکل های اصلی را در بالای آن نصب می کنند.

## ۶-۱۱- روش های حفر چاه

انتخاب روش حفر چاه تابع مشخصات زمین شناسی محل، مشخصات سنگ های ناحیه و وضعیت آب های زیرزمینی است.

در مواردی که سنگ های ناحیه نسبتاً مقاوم و میزان آب های زیرزمینی در حدی باشد که به وسیله تلمبه بتوان آب های چاه را به بیرون هدایت کرد، روش های معمولی حفر چاه را به کار می برند ولی برای حفر چاه در زمین های سست و آبدار، باید از روش های مخصوصی استفاده کرد.

بطور کلی عملیات مهم حفر چاه را می توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

الف - عملیات اصلی که شامل حفر، بارگیری و نگهداری دیواره چاه است.

ب - عملیات فرعی که کارهایی از قبیل باربری در داخل چاه، آبکشی، تهویه و روشنایی داخل چاه را دربر می گیرد.

ج - عملیات خدماتی که شامل تأمین نیروی برق و هوای فشرده، احداث انبارها و تعمیرگاه ها و وسائل اداری است.

در زیر روش های مختلف حفر چاه را به اختصار بررسی می کنیم.

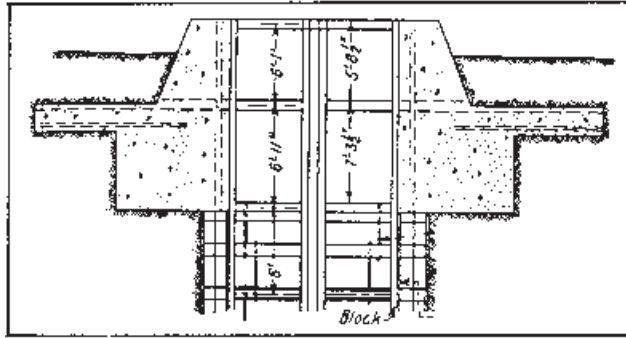
## ۷-۱۱- حفر چاه در زمین های معمولی

۱-۷-۱۱- آشنایی: به طوری که گفتیم، مقصود از زمین های معمولی آنهایی است که نسبتاً مقاوم اند و میزان آب آنها چندان زیاد نیست به طوری که می توان به وسیله تلمبه و بدون مخارج زیاد آن را به بیرون هدایت کرد.

قبل از شروع عملیات اصلی حفر چاه، ابتدا باید دهانه آن را حفر و ساختمان آن را تکمیل کرد که اینک به شرح آن می پردازیم:

۲-۷-۱۱- حفر و ساختمان دهانه چاه: دهانه چاه از سطح زمین تا پی سنگ های محکم ناحیه گسترش دارد. از آنجا که معمولاً جنس زمین اطراف دهانه سست است و نیز این قسمت از چاه، باید وزن دکل و سایر تأسیسات اطراف را نیز تحمل کند، لذا دیواره مقاوم آن را ضخیم تر از سایر

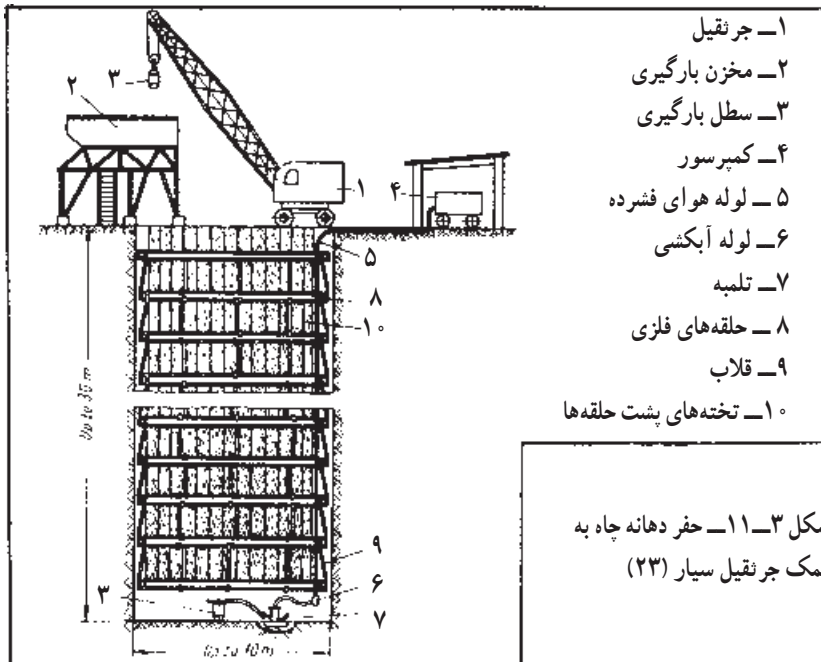
قسمت‌ها در نظر می‌گیرند (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱- ساختمان دهانه چاه (۱)

در شروع کار، شکل دقیق چاه را روی یک شابلون فلزی رسم و به‌وسیله آن شکل چاه را در زمین پیاده کرده و هرچند وقت یکبار آن را کنترل می‌کنند.

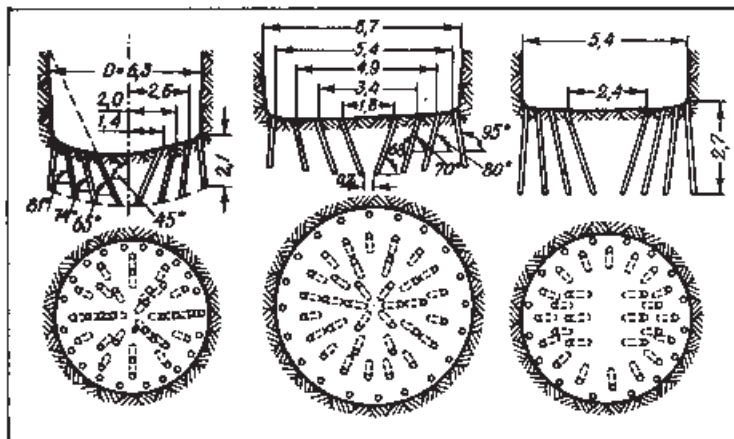
دهانه چاه را می‌توان با استفاده از یک جرثقیل سیار حفر کرد. برای این کار، جرثقیل را در حوالی دهانه چاه قرار می‌دهند و زمین را به کمک چکش هوا فشرده یا به‌وسیله مواد منفجره حفر می‌کنند. مواد کنده شده را به‌وسیله سطل (۳) و به کمک جرثقیل از چاه بیرون می‌آورند و آن را در مخزن (۲) خالی می‌کنند مواد زاید این مخزن به‌وسیله کامیون به خارج محوطه معدن حمل می‌شود. در مواردی که آب زیاد نباشد، آب‌های جمع شده را به‌وسیله سطل و در صورتی که زیاد باشد، به‌وسیله تلمبه (۶) به بیرون هدایت می‌کنند در ابتدا دیوار چاه را به کمک حلقه‌های فلزی (۸) که به وسیله قلاب



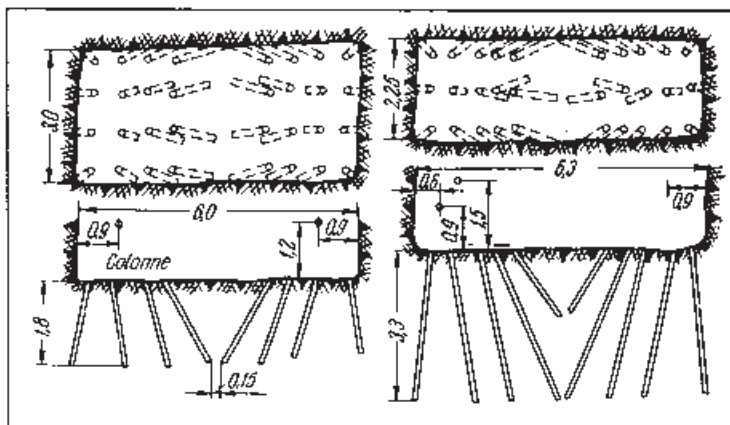
(۹) به یکدیگر متصل اند، نگهداری می کنند و در مرحله بعد، به وسیله بتن و بتن مسلح فاصله بین این حلقه ها و دیواره چاه را پر می کنند.

در قسمت دهانه چاه، چندین راهرو فرعی چاه را به سطح زمین ارتباط می دهد. یکی از این راهروها به محل تولید هوای گرم ارتباط دارد و در زمستان هوای گرم را از درون آن به داخل چاه می فرستند. راهرو دیگر، چاه را به مرکز تهویه متصل می سازد و بالاخره راهروهای دیگری نیز برای حمل و نقل لوازم و افراد، احداث می شود محل تلاقی این راهروها با قسمت دهانه چاه باید به وسیله بتن مسلح پوشش شود.

۳-۷-۱۱- حفاری: تعداد و موقعیت چالها در هر مورد به ابعاد و سایر مشخصات مقطع چاه بستگی دارد. در شکل ۴-۱۱ چند نقشه انفجاری برای حفر چاههای با مقطع دایره و در شکل ۵-۱۱ نقشه انفجار چاههای مستطیل شکل نشان داده شده است.



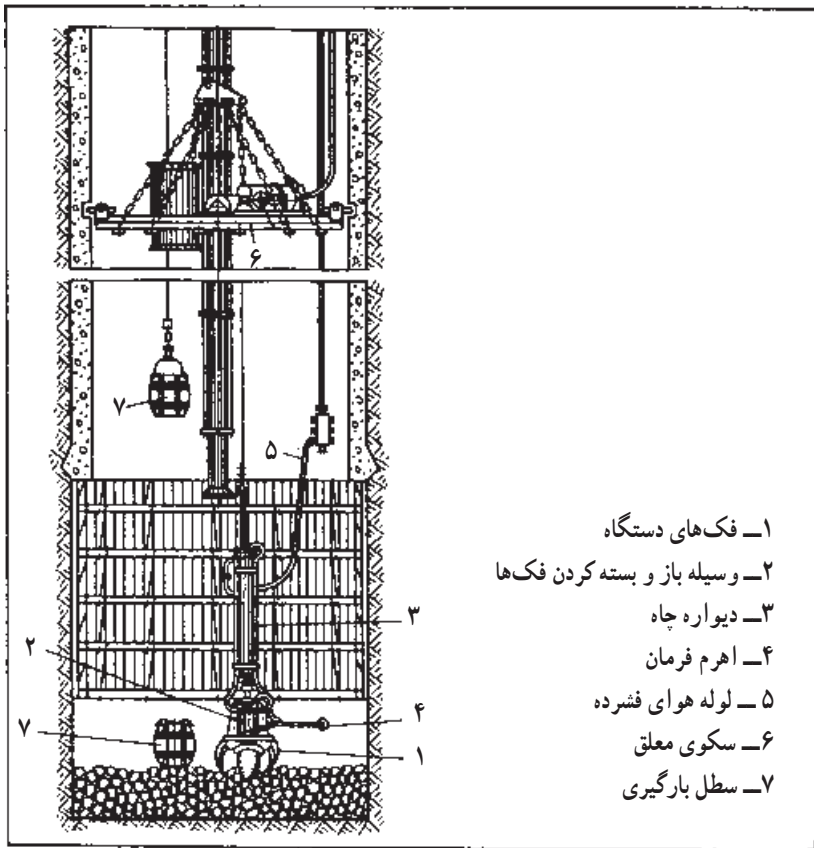
شکل ۴-۱۱- نقشه انفجار چاههای با مقطع دایره (۳)



شکل ۵-۱۱- نقشه انفجار چاههای با مقطع مستطیل (۳)

از آن جا که چال‌ها به طرف پایین حفر می‌شوند، لذا برای حفر آنها می‌توان از انواع مختلف چالزن‌ها استفاده کرد. باید توجه داشت که آتشکاری با فنیله اطمینان در داخل چاه ممنوع است و آتشکاری را حتماً باید به روش الکتریکی انجام داد.

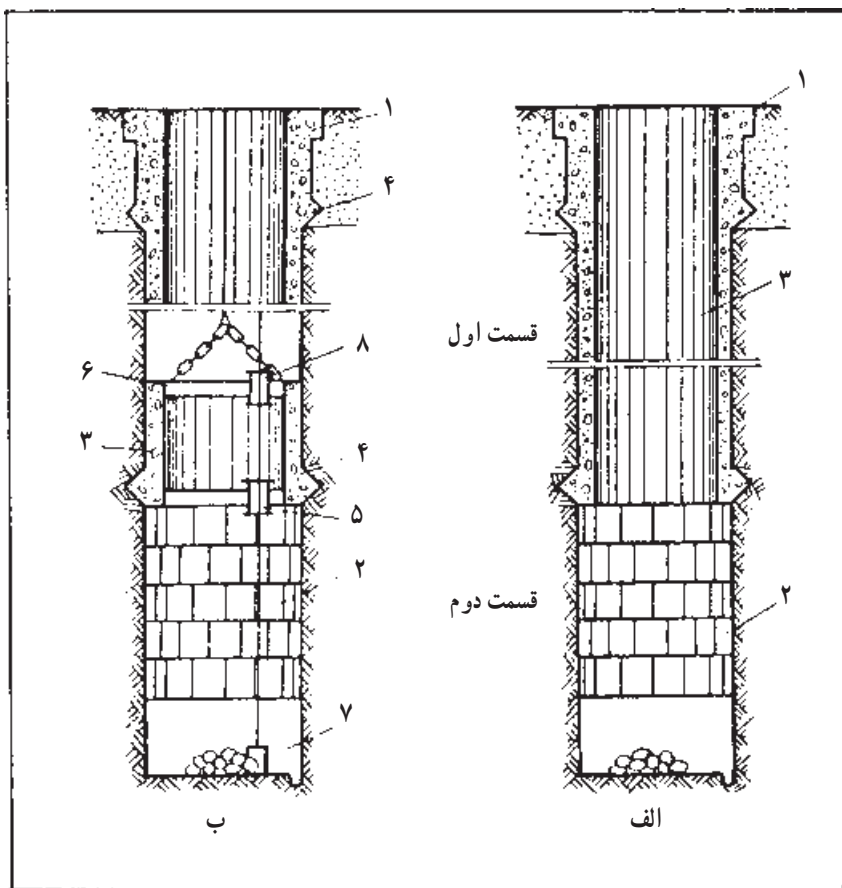
۴-۷-۱۱- خاکبرداری: روش بارگیری و باربری در داخل چاه را نیز در مبحث باربری بررسی خواهیم کرد و در این جا به ذکر این مطلب اکتفا می‌کنیم که اصولاً مواد حفر شده در داخل چاه را به وسیله بارکننده‌های چنگالی در داخل سطل‌های بزرگ بارگیری و به وسیله جرثقیل آن‌را به بیرون چاه حمل می‌کنند.



شکل ۶-۱۱- خاکبرداری از داخل چاه به وسیله بارکننده‌های مخصوص (۲۳)

۵-۷-۱۱- نگهداری دیواره چاه: نگهداری چاه را نیز در مبحث نگهداری بررسی خواهیم کرد. برای رعایت اصول ایمنی، ابتدا یک پوشش موقت در داخل چاه نصب کرده و در مرحله بعد، پوشش دائمی را در داخل آن نصب می‌کنند. پوشش موقت از تعدادی حلقه فلزی تشکیل

می‌شود که به وسیله قلاب‌هایی به هم متصل‌اند و قبلاً در شرح شکل شرحی از آنها به میان آمد. نصب وسایل نگهداری اصلی در داخل چاه به دو روش مختلف متوالی و موازی انجام می‌گیرد (شکل ۷-۱۱).



شکل ۷-۱۱- نصب وسایل نگهداری در چاه (۲۳)

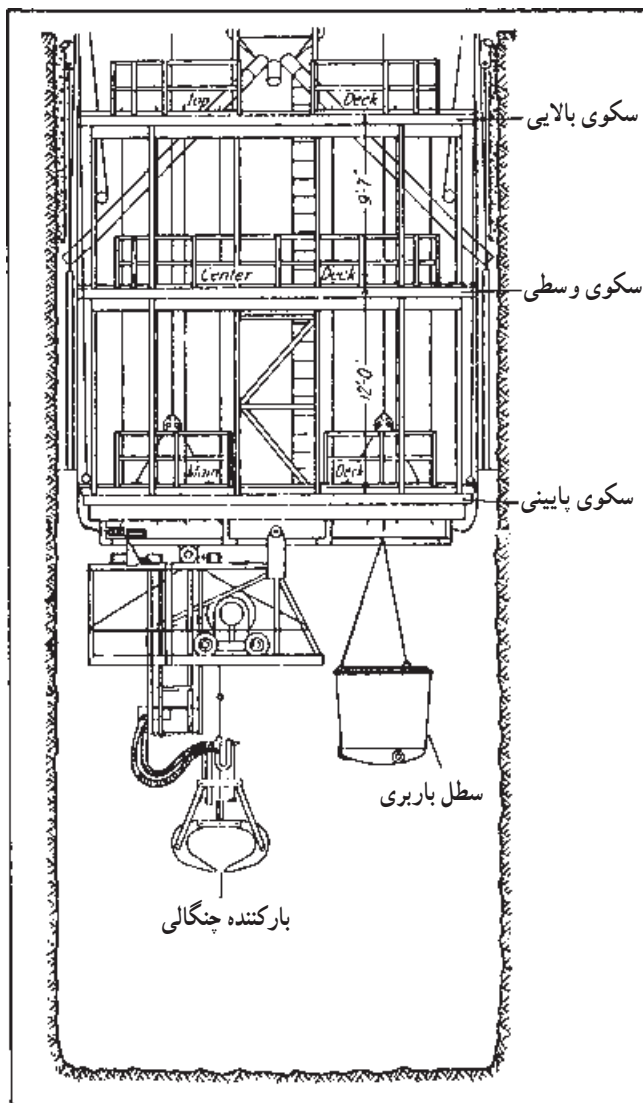
در طریقه متوالی (شکل ۷-۱۱- الف) ابتدا دهانه چاه (۱) حفر و بتن می‌شود، سپس ضمن حفر هر قسمت، ابتدا دیواره موقت (۲) را در آن نصب کرده و بعد از آن، پوشش دائمی (۳) را نصب می‌کنند و بدین ترتیب کلیه عملیات حفر چاه به‌طور متوالی انجام می‌گیرد.

در روش موازی یا مرحله به مرحله (شکل ۷-۱۱- ب)، عملیات حفر، نصب پوشش موقت و احداث پوشش دائم در مراحل جداگانه انجام می‌گیرد بدین معنی که بعد از اینکه مقداری از چاه حفر و حلقه‌های فلزی نگهداری در آن نصب شد، عملیات حفر را متوقف کرده و قسمت حفر شده را از



پایین به بالا دیوارسازی می‌کنند و بعد از اینکه دیوارسازی این قسمت تمام شد، مجدداً قسمت دیگری از چاه را حفر می‌کنند.

برای انجام کلیه عملیات مربوط به حفر چاه، در داخل آن یک سکوی معلق نصب می‌کنند که معمولاً دارای سه طبقه است و از هر طبقه آن برای منظور خاصی استفاده می‌شود (شکل ۸-۱۱). مثلاً طبقه پایین آن برای بارگیری و خاکبرداری و طبقه وسط آن بیشتر برای بتن‌ریزی دیواره چاه مورد استفاده واقع می‌شود. سکو به وسیله چند رشته کابل به جرثقیل مخصوصی ارتباط دارد و در مواقع ضروری، مثلاً به هنگام آتشکاری، می‌توان آن را از کف چاه دور کرد.



شکل ۸-۱۱- سکوی معلق حفر چاه (۱)

## ۸-۱۱- حفر چاه به وسیله ماشین‌های مخصوص

برای حفر چاه گرد در سنگ‌های با سختی متوسط، ماشین‌های مخصوصی وجود دارد که تمام عملیات حفر را به طور خودکار انجام می‌دهد (شکل ۹-۱۱). به وسیله این دستگاه می‌توان چاه‌هایی به قطر تا ۸ متر حفر کرد. دستگاه در انتها دارای دو دیسک برنده است که تیغه‌هایی در آن نصب شده است. دیسک‌ها حول محور خود و نیز حول محور کلی دستگاه قابل گردش‌اند و بدین ترتیب باعث حفر سنگ‌ها می‌شوند. سنگ‌های حفر شده به وسیله بارکننده مخصوصی به داخل بالابرنده قائم انتقال می‌یابد و از آنجا به داخل یک منبع بارگیری ریخته می‌شود و از درون آن به وسیله آسانسور به سطح زمین برده می‌شود. در قسمت‌های حفر شده چاه، حلقه‌های فلزی بطور خودکار نصب شده و در مرحله بعد، پوشش دائمی چاه احداث می‌شود.

دستگاه دارای یک اتاقک است که کارکنان به وسیله آن بالا و پایین می‌روند و از آن برای حمل وسایل نیز استفاده می‌کنند.

## ۹-۱۱- حفر چاه در زمین‌های سست و آبدار

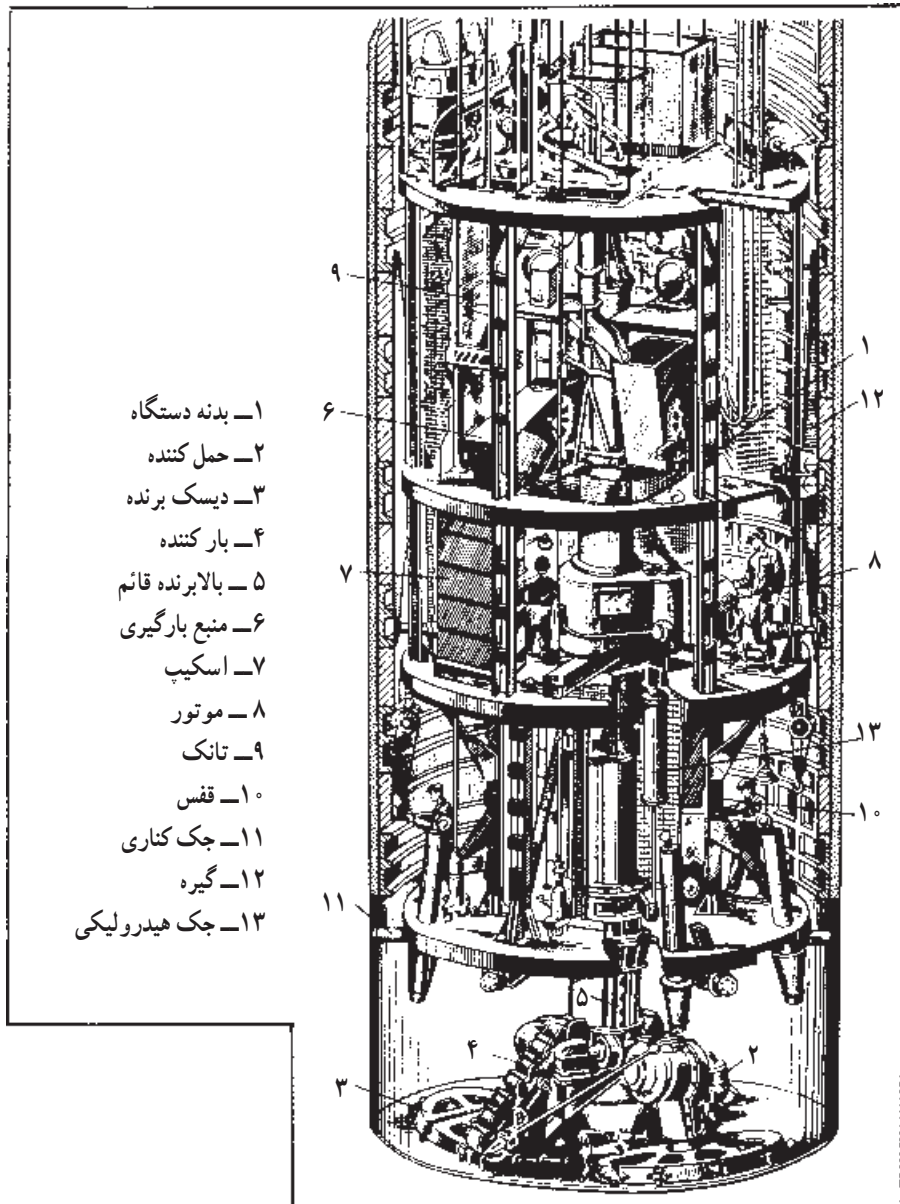
در مواردی که زمین سست و مقدار آب ورودی به داخل چاه زیاد باشد، نمی‌توان از روشی که قبلاً گفته شد، استفاده کرد. در چنین مواردی، روش‌های ویژه‌ای به کار می‌برند که در زیر به اختصار آنها را شرح می‌دهیم:

۱-۹-۱۱- **طریقه استفاده از هوای فشرده:** در این روش، با نصب یک سرپوش فلزی در چند متری کف چاه، یک اتاقک غیرقابل نفوذ درست کرده و در آن هوای فشرده وارد می‌کنند. هوای فشرده مانع عبور آب به داخل چاه است و بنابراین می‌توان عملیات حفر چاه را در نبود آب انجام داد. باید توجه داشت که کارکردن در هوای فشرده خالی از اشکال نیست و میزان آن نیز محدود به ۳ اتمسفر است. بدین ترتیب مادامی که فشار آب ورودی کمتر از ۳ اتمسفر باشد، می‌توان از این روش استفاده کرد.

کم کردن یا زیاد کردن فشار هوا باید به آهستگی و طی زمان طولانی انجام گیرد زیرا در غیر این صورت، خطرناک است و ممکن است باعث مرگ افراد شود.

۲-۹-۱۱- **طریقه یخ‌بندان:** در این روش، تعدادی گمانه در اطراف چاه حفر می‌کنند و با عبور دادن محلول‌های سردکننده از داخل آنها، باعث یخ زدن آب موجود در زمین‌های اطراف می‌شوند. پس از اینکه تمام زمین اطراف چاه منجمد شد، چاه را حفر نموده و پس از خاتمه عملیات حفر، یخ‌ها را ذوب می‌کنند.

۳-۹-۱۱- طریقه تزریق سیمان: در این روش، نیز تعدادی گمانه در اطراف چاه حفر و به داخل آنها دوغاب سیمان تزریق می‌کنند. سیمان در خلل و فرج و شکاف سنگ‌ها نفوذ می‌کند و باعث بسته شدن این شکاف‌ها می‌شود و در حقیقت یک پوشش نفوذناپذیر در اطراف چاه به وجود می‌آورد. بعد از خاتمه عملیات، می‌توان چاه را، مطابق آنچه در مورد زمین‌های معمولی گفته شد، حفر کرد.



- ۱- بدنه دستگاه
- ۲- حمل کننده
- ۳- دیسک برنده
- ۴- بار کننده
- ۵- بالابرنده قائم
- ۶- منبع بارگیری
- ۷- اسکوپ
- ۸- موتور
- ۹- تانک
- ۱۰- قفس
- ۱۱- جک کناری
- ۱۲- گیره
- ۱۳- جک هیدرولیکی

شکل ۹-۱۱- ماشین حفر چاه (۲)

## خودآزمایی

- ۱- محل مناسب حفر چاه در معدن چگونه تعیین می‌شود؟
- ۲- شکل مقاطع چاه و مزایای هر کدام را شرح دهید.
- ۳- چگونه ابعاد مقطع چاه را تعیین می‌کنند؟
- ۴- روش حفر چاه را به اختصار شرح دهید.
- ۵- عملیات مقدماتی حفر چاه را توضیح دهید.
- ۶- حفر چاه به وسیله ماشین‌های مخصوص را توضیح دهید.
- ۷- حفر چاه در زمین‌های معمولی را توضیح دهید.
- ۸- تفاوت حفر چاه در زمین‌های آبدار با زمین‌های معمولی در چیست؟
- ۹- حفاری چاه چگونه صورت می‌گیرد؟
- ۱۰- خاکبرداری چاه به چه صورت می‌باشد؟
- ۱۱- نگهداری چاه را توضیح دهید.
- ۱۲- عملیات مقدماتی حفر چاه را توضیح دهید.