

دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب

نشریه شماره ۱۸۱

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۷۷

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۷/۰۰/۸۴

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها
دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین
معیارها؛ وزارت نیرو، [طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور].- تهران: سازمان برنامه و
بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۷.
۱۲۷ ص: مصور.- (سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره
۱۸۱) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۷/۰۰/۸۴)

ISBN 964-425-118-0

مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۵۰۸۵-۵۶۸۶/۱۰۲ مورخ ۱۳۷۷/۹/۱۸

۱. چاهها. ۲. آبهای زیرزمینی - حفاری و استخراج. الف. ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه
استانداردهای مهندسی آب کشور. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی
و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۱۸۱ س ۳۶۸/ TA

ISBN 964-425-118-0

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۱۱۸-۰

دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۷

قیمت: ۸۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



شماره: ۱۰۲/۵۶۸۶-۵۴/۵۰۸۵	به: تمامی دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور
تاریخ: ۱۳۷۷/۹/۱۸	
موضوع: دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی این دستورالعمل از گروه <input type="text" value="دوم"/> مذکور در ماده هفت آیین‌نامه در <input type="text" value="یک"/> صفحه صادر می‌گردد. تاریخ مندرج در ماده ۸ آیین‌نامه در مورد این دستورالعمل <input type="text" value="۱۳۷۷/۱۲/۱"/> می‌باشد. به پیوست نشریه شماره ۱۸۱ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب" ابلاغ می‌گردد. دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور می‌توانند مفاد نشریه مذکور و دستورالعمل‌های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار دهند.</p>	
<p>محمد علی نجفی معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده طرحها را مورد تأکید جدی قرار داده است. با توجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحبانظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان آقایان دکتر امیر تائبی هرنندی معاون پژوهشی دانشکده عمران دکتر رحیم ذوالانوار استادیار دانشکده مهندسی عمران دکتر جهانگیر عابدی کویایی استادیار دانشکده کشاورزی دکتر فرهاد موسوی دانشیار دانشکده کشاورزی برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحبانظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی و

تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۷

ترکیب اعضای کمیته

اعضای شاخه حفاری گروه بررسیهای اکتشافی کمیته هیدروژئولوژی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که در تهیه متن استاندارد حاضر شرکت داشته‌اند عبارتند از :

کارشناس زمین‌شناسی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	خانم فیروزه امامی
کارشناس آبیاری و آبادانی	کارشناس آزاد	خانم زهرا ایزدپناه
کارشناس زمین‌شناسی	کارشناس آزاد	آقای پرویز بیرقی
کارشناس زمین‌شناسی و حفاری	سازمان تحقیقات منابع آب	آقای محمد علی ثنایی
کارشناس زمین‌شناسی و حفاری	کارشناس آزاد	آقای محمدحسین رشیدی
کارشناس معدن	کارشناس آزاد	آقای علی اکبر عطارزاده
کارشناس زمین‌شناسی	سازمان آب منطقه‌ای تهران	آقای پرویز قوامی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	-۱ طبقه‌بندی چاههای آب
۳	۱-۱ تقسیم‌بندی چاهها از نظر روش حفاری
۴	۲-۱ تقسیم‌بندی چاهها از نظر عمق
۴	۳-۱ تقسیم‌بندی چاهها با توجه به انگیزه حفر آنها
۶	۴-۱ تقسیم‌بندی چاهها از نظر سایر ویژگیها
۶	۵-۱ نامگذاری چاهها
۸	-۲ روشهای حفاری چاههای آب
۸	۱-۲ حفاری دستی
۱۲	۲-۲ حفاری ماشینی
۳۲	۳-۲ حفاری به روش دستی - ماشینی
۳۸	-۳ مرحله‌های حفاری
۳۸	۱-۳ هدف
۴۴	۲-۳ مشخص کردن منطقه عملیات
۴۷	۳-۳ تعیین روش حفاری
۵۱	۴-۳ برآوردها و برنامه عملیات
۵۵	۵-۳ انتخاب نقطه حفاری
۵۸	-۴ دستگاه نظارت
۶۰	۱-۴ تحویل نقطه حفاری
۶۲	۲-۴ احداث جاده دسترسی و تسطیح محل حفاری
۶۴	۳-۴ استقرار دستگاه حفاری
۷۱	۴-۴ شروع عملیات حفاری
۷۶	۵-۴ نمونه‌برداری از آب و خاک

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸۱	۶-۴ پایان حفاری گمانه
۸۴	۷-۴ عملیات چاه پیمایی
۸۷	۸-۴ برقوزنی و تراش گمانه
۸۹	۹-۴ جداسازی و بستن آبخوانها
۹۲	۱۰-۴ مشخصات فنی لوله جدار چاه
۱۰۵	۱۱-۴ نصب لوله جدار
۱۰۹	۱۲-۴ ایجاد فیلتر شنی و تعیین مشخصات شن صافی
۱۱۳	۱۳-۴ توسعه و شستشوی چاه
۱۱۹	۱۴-۴ مهار لوله جدار و ساخت بلوک سیمانی
۱۲۰	۱۵-۴ برگ مشخصات فنی و نیمرخ زمین شناسی
۱۲۶	۱۶-۴ پایان عملیات و تحویل موقت چاه

با نگرشی به نقشه فلات ایران این واقعیت مشهود می‌شود که این فلات از لحاظ تعداد رودخانه‌های دائمی، منطقه‌ای فقیر است و بسیاری از رودخانه‌های آن در حقیقت رودخانه‌های فصلی و یا مسیلهایی اند که چند ماه یا چند روز در سال دارای جریان آب هستند. قسمت اعظم جریان آب این گونه رودخانه‌ها و مسیلهها به طرق مختلف هدر می‌روند و تنها مقدار اندکی از آن در زمین نفوذ می‌کند و مخازن آب زیرزمینی را که در سازندهای زمین‌شناسی متفاوتی تشکیل شده‌اند، تغذیه می‌کند. ایرانیان از دیرباز به دلیل زندگی در چنین شرایط اقلیمی به اهمیت استفاده از این منابع حیاتی زیرزمینی پی برده و از چند هزار سال پیش تاکنون با حفر قنات و چاه نه تنها برای ادامه زندگی خود، بلکه با ابداع راههای مناسب بهره‌برداری از مخازن آب زیرزمینی به ملل دیگر نیز خدمات بزرگی کرده‌اند. سفرنامه‌ها و خاطرات مستشرقان و سیاحان در ادوار تاریخ حاوی شرح حکایاتی درباره این ابداعات بزرگ ایرانیان است و شاید کمتر کتابی در زمینه هیدرولوژی و هیدروژئولوژی در جهان نگاشته شده است که در مقدمه آن ذکری از شاهکار تکنیک حفاری و ساختمان جالب و در عین حال تحسین‌انگیز قنات نرفته باشد.

مدارک موجود نمایانگر این واقعیت است که ایرانیان از دیرباز به اصول علم آبشناسی و فنون حفاری و بهره‌برداری از مخازن آب زیرزمینی آشنایی کامل داشته‌اند. کشاورزی بدون آبیاری مصنوعی در سراسر فلات پهناور ایران حتی در مناطقی که میزان نزولات جوی سالانه آن در مقایسه با سایر قسمت‌ها زیادتر بوده مقدور نیست. از این رو با اطمینان کامل می‌توان گفت که پایه‌های تمدن ایران باستان همیشه بر اصول تأمین آب و آبیاری مصنوعی استوار بوده است. بقایا و بازمانده سدها، بندسارها، کانالهای آبیاری و سایر ساختمانهای آبی از زمانهای دور مجموعه‌ای دیدنی را در پیش‌روی علاقه‌مندان قرار می‌دهد که در آن میان قنات و چاههای قدیمی از لحاظ عظمت تلاش انسانها مقام والایی را داراست. این مجموعه نشان می‌دهد که کشاورز ایرانی تا قبل از نیم قرن اخیر که هیولای صنعت، دنیای امروزی را تسخیر کند با صبر و حوصله زیاد تکنیکهای ظریف حفاری و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی را در اختیار خود داشت.

با هجوم صنعت و ورود دستگاههای حفاری بزرگ و کوچک ساخت کارخانه‌های مختلف کشورهای صنعتی و به‌کارگیری آنها در حفر چاه به یکباره نظام بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی دگرگون شد. زیانهای وارد شده در سالهای نخستین هجوم دستگاههای حفاری ماشینی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی لزوم بررسی، تعیین امکانات، برنامه‌ریزی و کنترل بهره‌برداری از آبخوانها را ایجاب کرد. از این رو از حدود سی سال قبل گروههای مطالعات منابع آب زیرزمینی در نقاط مختلف کشور مستقر و مطالعه اصولی منابع آب آبرفتها آغاز شد. متعاقب آن در سالهای اوائل دهه ۱۳۵۰ به مخازن آب در سازندهای سخت خصوصاً منابع کارستی توجه شد و در این راستا به حفر چاههای اکتشافی در آهکهای زاگرس جنوبی (استانهای فارس و هرمزگان) و برحسب نیاز در سایر نواحی کشور اقدام شد.

اساسی‌ترین مسئله در بررسی مخازن آب زیرزمینی و شناخت امکانات بالقوه آنها، شناسایی شکل هندسی و مشخصات فیزیکی و هیدرودینامیکی این منابع است. حفر چاههای اکتشافی به منظور حصول به این مهم بیشترین دقتترین اطلاعات را فراهم می‌آورد. البته کمکهای فراوان بررسیهای ژئوفیزیکی به این امر و کاهش مقدار حفاریهای اکتشافی مورد نیاز را نباید از نظر دور داشت؛ ولی برای تعبیر و تفسیر صحیحتر نتایج بررسیهای ژئوفیزیکی و هیدروژئولوژیکی، حفر چاههای اکتشافی در محدوده طرحهای مطالعاتی ضروری است. همچنین حفر چاههای مشاهده‌ای و پیزومترهای مجاور چاه برای بررسی تغییرات سطح آب مخزن بر اثر عواملی مانند: تغذیه، تخلیه و محاسبه ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان مورد نیاز است. از طرف دیگر هر ساله هزاران چاه بهره‌برداری در نقاط مختلف کشور حفر می‌شود. متأسفانه با وجود سپری شدن دهها سال از شروع مطالعات و به‌کارگیری روشهای جدید بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی تاکنون دستورالعمل یکنواخت و هماهنگی که از پراکندگی و چندگونگی کارها جلوگیری به عمل آورد تدوین نشده و به‌کارگیری دستگاهها و روشهای حفاری متفاوت برای مقاصد مختلف؛ یعنی: حفر چاههای اکتشافی، مشاهده‌ای، پیزومتر، بهره‌برداری و ... طبقه‌بندی نشده است، چه بسا با به‌کارگیری دستگاه یا روش حفاری نامناسب نه تنها هدف اصلی مطالعات تأمین نمی‌شود، بلکه گاه موجب هدررفتن سرمایه و یا مخدوش شدن مطالعه نیز می‌شود و یا به دلیل عدم استفاده صحیح از لوله و اسکرین در ساختمان چاه و یا انتخاب تجهیزات نامناسب موجب اتلاف انرژی و عمر مفید چاه نیز می‌شود.

با وجود گذشت سالها از مطالعات منابع آب هنوز نامگذاری و تعریف جامعی که گویای خصوصیات واقعی چاهها باشد، ارائه نشده است؛ به‌طوری که پس از حفر صدها هزار حلقه چاه در این سرزمین هنوز تعریف مشخصی برای چاه عمیق، نیمه‌عمیق، کم عمق و مرز بین آنها وجود ندارد. نامگذاریها در آمارهای جمع‌آوری شده عموماً منبث از سلیقه شخصی بوده است.

از این رو تهیه و تدوین آیین‌نامه‌ای برای طبقه‌بندی چاهها و همچنین دستورالعملی به منظور نامگذاری، انتخاب روش حفاری، انتخاب دستگاه مناسب، انجام دادن حفاری، نظارت بر حفاری و تکمیل ساختمان انواع چاه در سراسر کشور با سازندهای مختلف زمین‌شناسی ضروری به نظر می‌رسید. این نیاز در دستور کار گروه استاندارد حفاری چاههای آب کمیته شماره ۱۲ طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قرار گرفت. نتیجه فعالیت، مباحثه و نشستهای متعدد این گروه در پیش روی دست‌اندرکاران و کارشناسان محترم است. انشاءالله به یاری ایزد متعال و همت و کمک کارشناسان مطالعات منابع آب زیرزمینی کشور توفیق هماهنگی و یکنواخت کردن یا در حقیقت استاندارد کردن انواع چاههای آب و دستورالعمل نامگذاری، حفاری و تکمیل آنها به‌دست آید و این امر مهم سامان گیرد. انشاء...

۱- طبقه‌بندی چاههای آب

چاه آب حفره‌ای استوانه‌ای شکل و معمولاً قائم است که در زمین حفر می‌کنند تا در منطقه اشباع آبهای زیرزمینی، آب از منافذ سنگها و رسوبات به درون آن تراوش کند، به طوری که این آب قابل استخراج با وسایلی مثل: پمپ، تلمبه‌های دستی و دلو باشد یا آنکه آب بتواند خود به خود به سطح زمین راه یابد و جاری شود.

در طبقه‌بندی چاهها حتی‌الامکان باید سعی شود که نامگذاری به‌طور جامع انجام پذیرد به طوری که نام چاه معرف خصوصیات عمده و گویای کلیه مشخصات آن از قبیل: روش حفر، عمق، اهداف حفاری و غیره باشد. از این رو با توجه به ویژگیهای عمده می‌توان انواع مختلف چاهها را به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱-۱- تقسیم‌بندی چاهها از نظر روش حفاری

از نظر روش حفاری کلیه چاهها را می‌توان در دو گروه زیر قرار داد:

۱-۱-۱ چاه دستی^۱

چاه دستی به کلیه چاههایی اطلاق می‌شود که با ابزار دستی از قبیل: کلنگ و بیلچه و یا کمپرسورهای هوا حفر شود و تخلیه مواد به کمک چرخ و قرقره وینچ صورت گیرد. قطر این چاهها عموماً بیش از ۷۰ سانتیمتر است و معمولاً فاقد لوله جدارند. آبکشی از این چاهها به وسیله دلو با چرخ چاه، انواع تلمبه‌های دستی، تلمبه‌های موتوری کوچک و در بعضی موارد با استفاده از حیوانات مانند: شتر، گاو و اسب صورت می‌گیرد. عمق این چاهها بستگی به عمق سطح آب زیرزمینی منطقه داشته و حداکثر تا چند متر بیشتر زیر سطح آب ادامه ندارد.

۱-۱-۲ چاه ماشینی^۲

این دسته شامل چاههایی می‌شود که با دستگاههای حفاری موتوری و با استفاده از روشهای مختلف حفر و در آنها انواع لوله‌ها جدا نصب شده باشد. قطر و عمق این چاهها متفاوت است و آبکشی از آنها عموماً به وسیله انواع پمپهای توربینی و الکتروپمپ انجام می‌شود.

1- Hand - dug well

2- Machine - drilled well

۲-۱ تقسیم‌بندی چاهها از نظر عمق

عمق چاهها بستگی به عوامل مختلفی مانند: سطح ایستابی منطقه، منظور از حفاری، میزان آب مورد نیاز، مشخصات سفره و غیره دارد. به این جهت عمق چاههای مختلف بسیار متفاوت است و می‌توان آنها را براساس عمق، بدون در نظر گرفتن روش حفاری، به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱-۲-۱ چاه کم عمق^۱ یا نیمه عمق

چاه کم عمق یا نیمه عمیق، چاهی است که تنها حدود چند متر در آبخوان حفر می‌شود و معمولاً آب آن از بخشهای فوقانی آبخوانهای آزاد تأمین می‌شود. این چاهها غالباً با دست یا به کمک وسایل ساده حفر می‌شوند.

۲-۲-۱ چاه عمیق^۲

چاه عمیق، چاهی است که آب آن از بخشهای نسبتاً عمیق یا عمیق آبخوان تأمین می‌شود. بنابراین چاه عمیق تا ژرفایی بیش از چندین متر در بخش اشباع حفر شده و ممکن است یک یا چند آبخوان آزاد و تحت فشار را قطع نماید. این چاهها عموماً با دستگاههای حفاری ماشینی حفر می‌شوند و دارای لوله جدارند.

۳-۱ تقسیم‌بندی چاهها با توجه به انگیزه حفر آنها

چاهها برای منظوره‌های مختلفی حفر می‌شوند. ولیکن براساس انگیزه حفر آنها نیز تقسیم می‌شوند و در یکی از گروههای زیر قرار می‌گیرند:

۱-۳-۱ چاه بهره‌برداری^۳

منظور اصلی از حفر این قبیل چاهها، بهره‌برداری از آب زیرزمینی است. این بهره‌برداری برای مقاصد مختلف مانند: مصارف خانگی، شرب، صنعت، کشاورزی، فضای سبز و غیره است. این گونه چاهها بهره‌برداری نامیده می‌شود. بنابراین به چاههای دستی خانگی به دلیل برداشت مقدار اندک آب از آنها چاه بهره‌برداری اتلاق نخواهد شد.

1- Shallow well

2- Deep well

3- Exploration of production well

۲-۳-۱ چاه اکتشافی^۱

این چاهها برای شناسایی و کسب اطلاعات از خصوصیات زمین‌شناسی منطقه از نظر توان آبی و مشخصات هیدرودینامیکی آبخوانها و همچنین عمق و جنس کف و تعیین کمی و کیفی آبخوان حفر می‌شوند.

۳-۳-۱ چاه مشاهده‌ای^۲

این چاهها برای اندازه‌گیری مستمر تغییرات عمق سطح ایستابی و تکمیل شبکه چاههای مشاهده‌ای منطقه حفر می‌شوند.

۴-۳-۱ گمانه شناسایی^۳

در مواردی که از خصوصیات زمین‌شناسی منطقه شناخت کاملی در دست نیست، حفاری چاههای آب به صورت گمانه شناسایی انجام می‌شود. در صورتی که نتایج حفاری گمانه نشان دهد که در محل مورد نظر منبع آب زیرزمینی مناسبی وجود ندارد و یا منبع موجود از نظر کمی و کیفی قابل بهره‌برداری نیست، در آن لوله جدار نصب نشده و مجدداً پر می‌شود و یا در بعضی موارد در آن لوله‌های با قطر کم (عموماً حدود دو اینچ) نصب می‌شود و به عنوان چاه مشاهده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۳-۱ پیزومترهای مجاور چاه^۴

در بیشتر مواقع به منظور تعیین ضرایب هیدرودینامیکی منابع آب زیرزمینی، به وجود یک یا چند حلقه چاه پیزومتر در مجاورت چاههای بهره‌برداری یا اکتشافی نیاز است، در صورتی که چنین چاههایی وجود نداشته باشد لازم است حفر شوند. از این گونه چاهها فقط به منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح ایستابی بر اثر برداشت از چاههای مجاور برای تعیین شعاع تأثیر و تعیین خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان استفاده می‌شود. عموماً این چاهها با قطر کم حفاری و با لوله‌های جدار قطر کوچک تجهیز می‌گردند.

1- Exploration well

2- Observation well

3- Borehole

4- Piezometer

۴-۱ تقسیم‌بندی چاهها از نظر سایر ویژگیها

علاوه بر سه ویژگی عمده یاد شده، برحسب مورد و شرایط خاص هیدروژئولوژی آبخوان و اقدامهایی که برای افزایش آبدهی به عمل می‌آید، چاهها را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱-۴-۱ چاه گالریدار^۱

در بعضی موارد به منظور افزایش آبدهی چاه، کوره یا گالریهای جانبی از کف و کنار دیواره چاه در اعماق مختلف حفر می‌شود. تعداد و طول گالریهای جانبی در چاههای مختلف برحسب میزان افزایش آبدهی متفاوت است. این گالریها یا با دست و یا به وسیله ماشین حفر می‌شوند.

۲-۴-۱ چاه تحت فشار^۲

در بعضی موارد، چاه لایه تحت فشاری را قطع می‌کند و در نتیجه سطح آب چاه در سطحی بالاتر از سطح ایستابی منطقه و یا سطح برخورد به آب قرار می‌گیرد. به این دسته، چاههای تحت فشار اتلاق می‌شود.

۳-۴-۱ چاه خود جریان (آرتزین)^۳

در پاره‌ای از مناطق به دلیل شرایط طبیعی و هیدروژئولوژی خاص، بعضی از چاهها پس از برخورد به لایه آبهای تحت فشار دارای جریان آب خروجی خود به خودند. این گونه چاهها را چاههای خود جریان یا آرتزین می‌نامند.

۵-۱ نامگذاری چاهها^۴

همان طور که ملاحظه شد کلیه چاهها از نظر روش حفاری، عمق، انگیزه حفر و سایر ویژگیها به دسته‌های مختلفی تقسیم شدند. از این تقسیم‌بندیها برای نامگذاری چاهها استفاده خواهد شد. به این ترتیب چاههایی را که واجد ویژگی واحدند در یک گروه قرار می‌دهیم و با این توصیف چاهها از نظر عمق و روش حفاری به دسته‌های زیر تقسیم و نامگذاری می‌کنیم:

- چاه دستی کم عمق^۵

1- Well with gallery

2- Confined well

3- Artesian well

4- Wells' nomenclature

5- Shallow hand dug well

- چاه دستی عمیق^۱
- چاه ماشینی کم عمق^۲
- چاه ماشینی عمیق^۳

چاههای واقع در گروههای اصلی مذکور برحسب آنکه به چه منظور حفر شده و سایر ویژگیهای آنها چه باشد به گروههای فرعی تقسیم می‌شود و نهایتاً با جمع کلیه خصوصیات در یک جمله، نامگذاری جامعی از چاه به دست می‌دهد. که معرف کلیه مشخصات و خصوصیات آن باشد. برای مثال «چاه ماشینی اکتشافی عمیق خود جریان^۴» به چاههایی اطلاق می‌شود که به منظور اکتشاف با دستگاه حفاری موتوردار و تا ژرفایی بیش از چندین متر در بخش اشباع حفر می‌شود و خود جریان (آرتزین) است و یا اینکه «چاه ماشینی بهره‌برداری کم عمق گالریدار^۵» به چاه بهره‌برداری اشاره می‌کند که تنها حدود چند متر در آبخوان و به وسیله ابزار ماشینی حفر شده است (اصطلاحاً چاه فلمن^۶) و «چاه دستی عمیق مشاهده‌ای^۷» معرف چاهی است که تا ژرفایی بیش از چندین متر در بخش اشباع به منظور اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی و با دست حفر شده است و به این ترتیب با استفاده از تعاریف ارائه شده کلیه چاهها را می‌توان طبقه‌بندی کرد و به هرکدام عنوانی را اطلاق کرد که معرف کلیه خصوصیات آن چاه باشد.

1- Deep dug well

2- Drilled shallow well

3- Drilled deep well

4- Deep drilled exploration artesian well

5- Gallery well shallow drilled exploration

6- Fehلمان

7- Deep dug observation well

۲- روشهای حفاری چاههای آب

حفاری چاههای آب با وسایل و ابزار گوناگونی انجام می‌پذیرد که بشر از زمانهای قدیم با آنها آشنایی داشته و با گذشت زمان برای تکامل و پیشرفت این ابزار همت گماشته و قدرت و سرعت حفاری را افزایش داده است. روشهای متداول حفر چاههای آب علی‌رغم گوناگونی دستگاهها و وسایل حفاری، در یکی از سه گروه زیر قرار می‌گیرند (نمودار شماره ۱):

- حفاری دستی
- حفاری ماشینی
- حفاری دستی - ماشینی

۱-۲ حفاری دستی

کلیه چاههایی که نیروی کار آن انسان است در این گروه قرار می‌گیرند، هر چند که در عمل برای حفر و انتقال مواد از وسایل ماشینی و پیشرفته مانند: چکشهای بادی، پمپ آب و قرقره وینچ استفاده می‌شود. ویژگی عمده این گونه چاهها قطر بیش از ۷۰ سانتیمتر آنهاست که گاه تا حدود ۳ متر هم می‌رسد.

۱-۱-۲ روش حفاری چاههای دستی

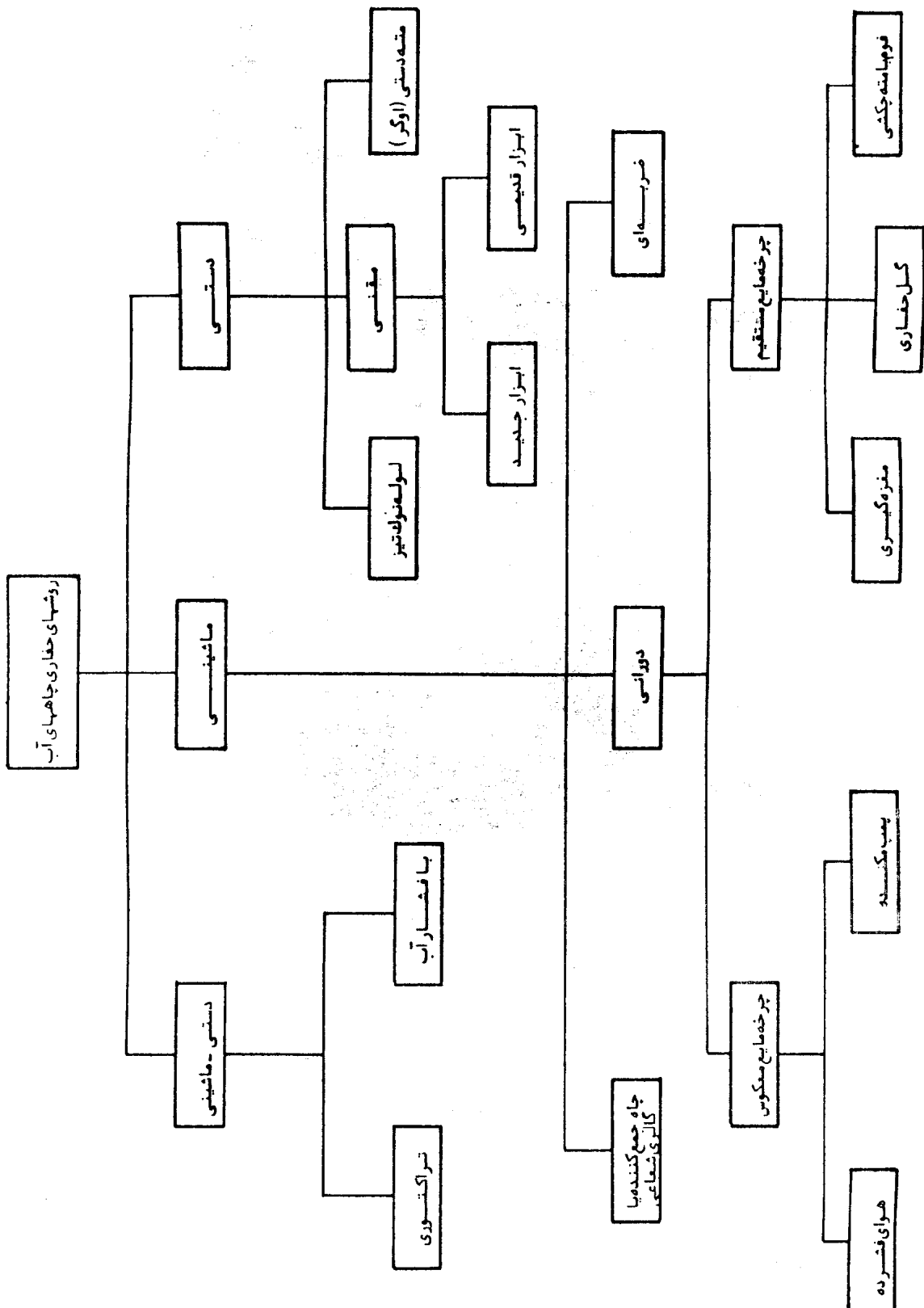
قدیمیترین روش حفر چاه که از زمانهای دور در نقاط مختلف جهان خصوصاً نوع پیشرفته آن در ایران متداول بوده روش حفاری دستی است. در این روش مقنی به کمک ابزارهایی که در زیر نام برده می‌شود عمل حفر و انتقال مواد کنده شده را انجام می‌دهد (شکل شماره ۱). در زمان حاضر از ماشین‌آلات و ابزار پیشرفته صنعتی نیز به این منظور استفاده می‌کنند. از این نظر ابزارهای حفر و انتقال را می‌توان به دو دسته زیر تقسیم کرد:

الف - ابزارهای ابتدایی: وسایل حفر و انتقال در این دسته شامل: کلنگ، بیلچه، قلم، چکش، چرخ چاه، قرقره، طناب، دلو، سپرهای محافظ و بالاخره دم برای دمیدن هوا به قعر چاه است. استفاده از مواد محترقه و منفجره برای حفاری در تشکیلات سخت نیز از قدیم متداول بوده است.

ب - ابزارهای پیشرفته: در سالهای اخیر برای سرعت بخشیدن و در عین حال تسهیل در امر حفاری و انتقال مواد کنده شده، ابزارها و ماشین‌آلات پیشرفته در خدمات حفاری دستی درآمده که اهم آنها عبارت است از:

- سه پایه یا چهار پایه مجهز به بالا بر (وینچ با کابل)
- دلوهای بزرگ یا بشکه‌های مخصوص
- مته‌های چکشی و کمپرسور
- پمپهای مختلف گلکش برای تخلیه آب و ایجاد افت سطح آب برای ادامه حفاری

نمودار ۱ - روش های حفاری چاه های آب





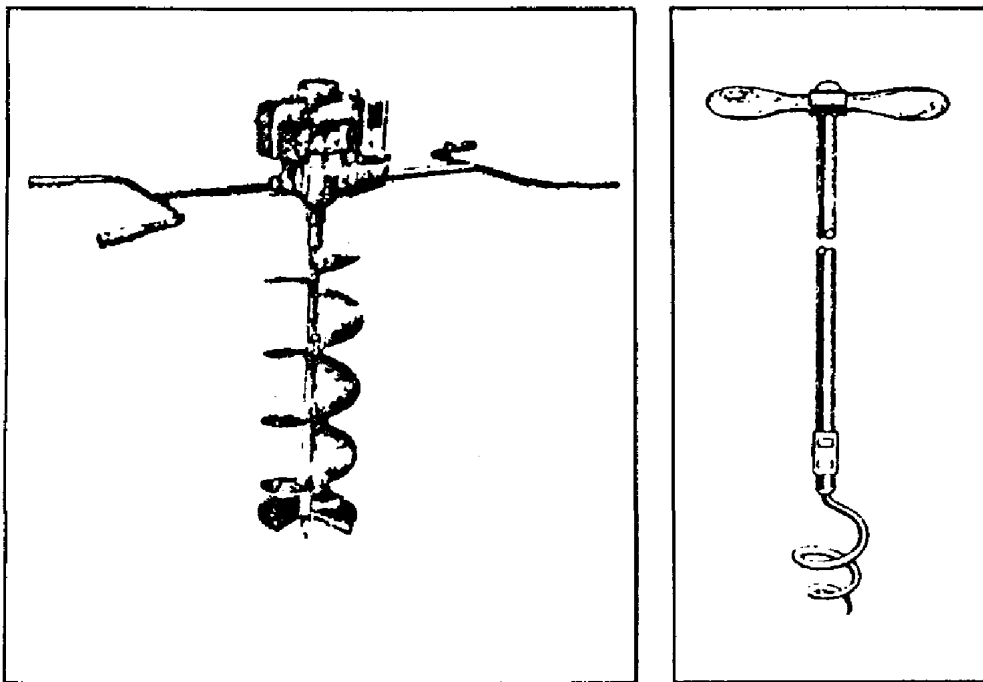
شکل ۱- حفاری دستی به وسیله مقنی با استفاده از ابزارهای ابتدایی

در مناطقی که دیواره چاهها از استحکام لازم برخوردارند، چاهها بدون پوشش داخلی رها می شوند؛ ولیکن در مناطقی که دیواره داخلی چاه فاقد ایستایی لازم بوده و اصطلاحاً «شولاتی» باشد به منظور حفاظت دیواره و جلوگیری از ریزش جدار و رعایت اصول ایمنی با نصب کولهای سیمانی و یا سفالی، سنگ چین، آجر چین و یا چوب محافظت می شود.

دیواره چاههای دهانه گشاد در صورت نیاز در حین حفاری به کمک قطعات بتونی و با استفاده از قالبهای مخصوص، درجا بتونریزی و محافظت می شود.

در مناطقی که بافت لایه‌های زمین از مواد ریزدانه رس و لای تشکیل شده باشد از مته‌های مخصوص حلزونی و یا مارپیچی شکل برای حفاری گمانه‌هایی با قطر و عمق کم استفاده می‌شود. مته‌های دستی در شکلها و اندازه‌های گوناگون است که در تمام آنها انتهای میله یا راد^۲ به تیغه‌های برشی ختم می‌شود. نوک مته و تیغه‌های آن با پیچش دسته مته در زمین فرو می‌رود و خاکهای کنده شده در فضای خالی حلزونی و یا مارپیچی دو میله جمع می‌شوند (شکل شماره ۲). با رانده شدن طول میله به داخل زمین وقتی جدار بیرونی مته از خاک نرم پر شد، مته از زمین بیرون کشیده شده و از خاک خالی می‌شود و عملیات حفاری در گمانه ایجاد شده به همین صورت ادامه می‌یابد.

قطر این گونه چاهکها از ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر (۲ تا ۱۲ اینچ) و حداکثر عمق آن حدود ۱۵ متر (۵۰ فوت) است. در مراحل پیشرفته این روش، به منظور کارایی بیشتر موتورهای کوچک قابل حمل را به انتهای مته وصل کرده و از نیروی آن برای دوران مته و انجام دادن حفاری استفاده می‌کنند که آن را حفاری با مته دستی موتوردار^۳ می‌نامند (شکل شماره ۳). استفاده از این روش حفاری بیشتر در مطالعات خاکشناسی و ژئوتکنیک^۴ متداول است.



شکل ۳ - مته دستی موتوردار

شکل ۲ - مته دستی

1- Hand operated auger

2- Rod

3- Auger powerhead

4- Geotechnique

۳-۱-۲ حفاری با لوله نوک تیز - (چاه فروری^۱)

در این طریقه حفاری، لوله فولادی سختی را که در انتها به مخروط نوک تیز^۲ متصل است با کمک ضربه پتک به داخل زمین نفوذ می‌دهند و با ادامه حفاری و افزودن لوله‌های ۳ متری عمل راندن لوله به داخل آبخوان را تا حدود ۸-۱۰ متر زیر سطح آب زیرزمینی ادامه می‌دهند. قطر گمانه در این روش حداقل $1\frac{1}{4}$ اینچ و حداکثر تا ۴ اینچ است. نصب لوله در چاه‌های تا قطر ۲ اینچ به آسانی توسط دست انجام می‌شود، ولیکن برای قطرهای بیشتر، لوله‌گذاری با دست چندان آسان نیست و به‌کارگیری سه پایه یا جرثقیلهای دستی را ایجاب می‌کند. شکل شماره ۴ نمایش شماتیک حفاری با لوله نوک تیز را نشان می‌دهد.

بهره‌برداری از این چاه‌ها در قطرهای کم توسط تلمبه‌های دستی صورت می‌گیرد (شکل شماره ۵) و در قطرهای بیشتر با موتور و تلمبه، خصوصاً نوع گریز از مرکز^۳ انجام می‌پذیرد. به‌دلیل سادگی و تقریباً آسانی به‌کارگیری این روش و ارزان و بهداشتی بودن آن نسبت به چاه‌های دستی در مناطقی که شرایط طبیعی منطقه مناسب باشد، برای تأمین کوتاه مدت آب در محل‌هایی نظیر: اردوگاه‌ها، کمپها و کارگاه‌ها از این روش می‌توان استفاده کرد.

شایان ذکر است که در ابتدای حفاری ممکن است با استفاده از مته دستی^۴ و یا مته دستی موتوردار تا حد کارایی آنها مبادرت به حفر چاه کرد و با لوله‌گذاری در این حفره و راندن لوله نوک تیز حفاری را ادامه داد.

۲-۲ حفاری ماشینی

همان‌طور که ذکر شد اساس و اصول حفاری عبارت از خردکردن و کندن زمین و سپس خارج کردن مواد خرد شده از اعماق چاه، که این اعمال به روش‌های مختلف انجام می‌پذیرد. به منظور سرعت بخشیدن به این کار و نفوذ به ژرفای بیشتر زمین، دستگاه‌های حفاری موتوری ابداع شده و به وسیله آنها چاه‌هایی حفر می‌شود که اصطلاح «چاه ماشینی»^۵ به آنها اطلاق شده است. در حفاری ماشینی روش‌های مختلفی متداول است و در هر روش نیز دستگاه‌هایی با ابعاد و قدرتهای متفاوت به‌کار برده می‌شود که با وجود تنوع بسیار در انواع ماشینها، از نظر مکانیسم و نحوه عمل حفر و انتقال مواد به‌طور کلی از دو روش زیر خارج نیست:

- روش حفاری ضربه‌ای^۶

- روش حفاری دورانی^۷

1- Driving drilling

2- Driving point

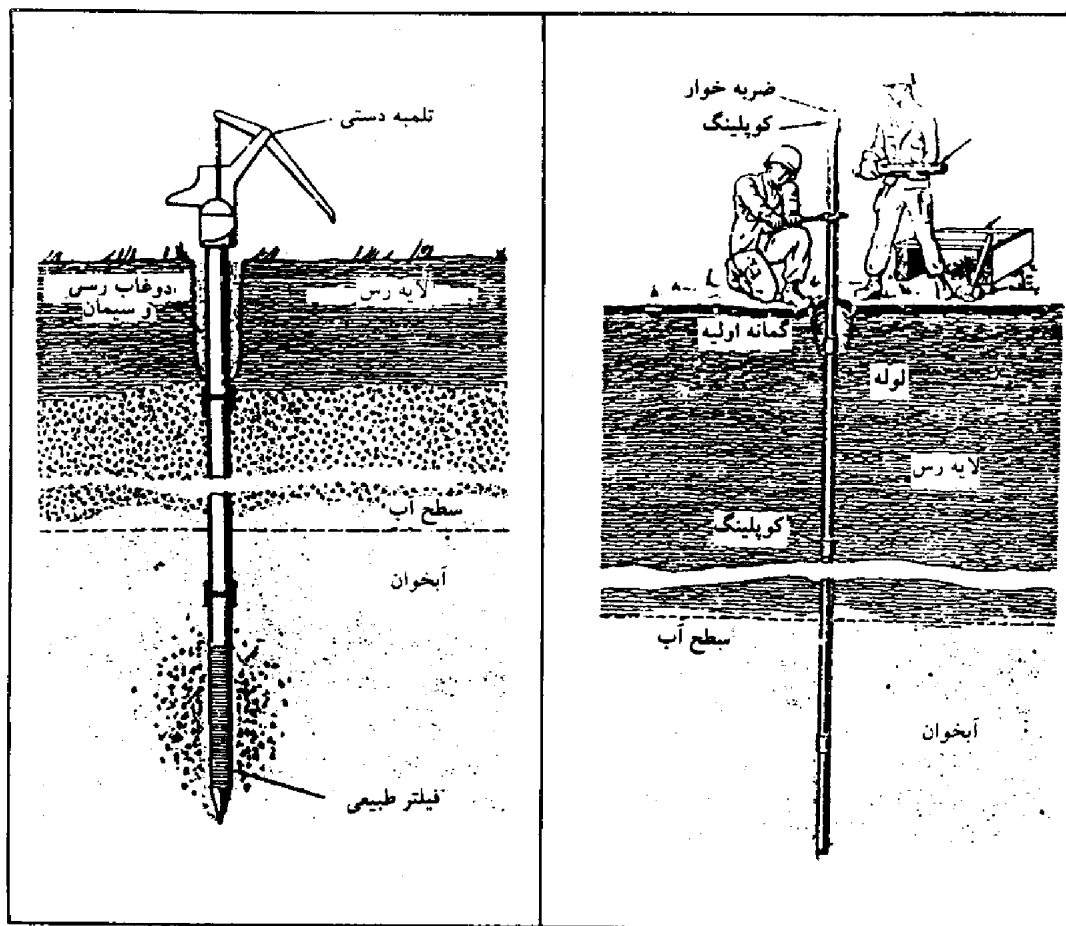
3- Centrifugal pump

4- Auger

5- Drilled well

6- Percussion drilling method

7- Rotary drilling method



شکل ۵- بهره‌برداری از چاه با تلمبه دستی

شکل ۴- حفاری با لوله نوک تیز

انتخاب و کاربرد هر روش بستگی به عوامل متعدد از قبیل: اهداف حفاری، نوع سازندهای زمین‌شناسی، عمق و قطر چاه، مشخصات لایه‌های آبدار، هزینه، زمان و ... داشته و به تناسب، هرکدام از این روشها نیز دارای مزایا و معایبی است که به‌جای خود از آن سخن خواهد رفت. گفتنی است که انتخاب روش حفاری مناسب در هر محل بستگی به عوامل پیش گفته و همچنین دسترسی به دستگاهها و امکانات آن محل دارد.

۱-۲-۲ روش حفاری ضربه‌ای

عمل خردکردن و کندن زمین در این روش توسط مته سنگینی که به کمک موتور به‌طور مرتب بالا و پایین می‌رود صورت می‌گیرد. مجموعه ابزاری که برای این عمل به‌کار می‌روند، ابزار خردکننده^۱ نامیده می‌شوند که با استفاده از نیروی ماشین بالا آمده و سپس رها می‌شود و سازندکف چاه در اثر ضربه‌های پی در پی حاصل سقوط مته خرد و نرم

1- String

می‌شود. بر اثر حرکت مته در جهات مختلف اجزای خرد شده سازند با آب موجود در لایه یا قبل از برخورد به سطح ایستابی با آبی که به‌طور مصنوعی و با وسایل متفاوت به داخل چاه ریخته می‌شود، مخلوط می‌شود و کل آبی را می‌سازد که در زمانهای مناسب به کمک گلکش از چاه تخلیه می‌شود.

- اجزای ماشینهای حفاری ضربه‌ای

ماشینهای حفاری ضربه‌ای اصولاً از دو قسمت اصلی تشکیل شده‌اند:

الف - تجهیزات ثابت: دستگاه ایجاد انرژی و نیروی محرکه، دکل حفاری و اجزای آن که معمولاً بر روی کامیون و یا شاسی قابل حمل (یدک‌کش) نصب و در هنگام انتقال قابل جمع شدن هستند، تجهیزات ثابت دستگاه را تشکیل می‌دهند. اجزای متشکله این قسمت عبارت است از:

- دکل حفاری^۱
- بازوی حفاری^۲ یا خرک که موجب حرکت لنگری (ابزار خردکننده) می‌شود.
- قرقره کابل مته^۳
- قرقره کابل گلکش^۴
- قرقره کابل لوله‌گذاری^۵
- موتور دستگاه و دستگاههای انتقال نیرو^۶
- ب - تجهیزات متحرک: شامل ابزار خردکننده و گلکش^۷ است، ابزار خرد کننده از پایین به بالا از قطعات زیر تشکیل می‌شود:

- مته^۸: مته در انتهای ابزار خردکننده قرار دارد و ضربه‌ها از طریق آن به زمین وارد می‌شود که در شکل‌های مختلف (تیغه‌ای، چهار پر و گوشه‌دار) ساخته می‌شود. در نوع متداول و معمولی آن تیغه مته به صورت یک خط باریک و نوک تیز است که با حرکت در جهات مختلف و چرخش به دور خود عمل حفر چاه را به صورت مدور انجام می‌دهد. طول و وزن مته‌ها بر حسب قدرت دستگاه حفاری متفاوت است؛ به طوری که مته‌های با قطر کم (۶ و ۸ اینچ) حدود ۲۵۰ کیلوگرم و مته‌های با قطر زیاد (۱۶ یا ۱۸ اینچ) حدود ۸۰۰ کیلوگرم وزن دارند و طول آنها به تناسب از ۰/۹ متر (۳ فوت) تا ۳ متر (۱۰ فوت) متغیر است.
- میله سنگین‌کننده (استم)^۹: این میله فولادی و توپر است و به بالای مته متصل می‌شود. عمل آن سنگین‌کردن

1- Derrick

2- Spudding arm

3- Bull reel

4- Bailing reel

5- Casing reel

6- Engine and transmision power unit

7- Bailler

8- Bit

9- Drill stem

مته و در نتیجه مؤثر کردن ضربات آن است، ضمناً این قطعه طول ابزار خردکننده را افزایش می‌دهد و از انحراف چاه خصوصاً در سازندهای سخت جلوگیری می‌کند. وزن میله سنگین‌کننده بر حسب قطر متفاوت و معمولاً بین ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم متغیر است.

- جازز^۱: جازز در بالای میله سنگین‌کننده قرار می‌گیرد و از اتصال دو میله "U" شکل بسته که به‌طور کشویی در هم تداخل شده، تشکیل شده است. عمل آن با ایجاد ضربه به طرف بالا و خارج کردن مته از گودال ایجاد شده توسط آن است و همچنین از انعکاس ضربه وارده به زمین، به ابزارها و کابل نیز جلوگیری می‌کند.

- گیره کابل^۲: در انتهای ترین قسمت ابزار خردکننده گیره کابل قرار دارد که از سوراخ انتهایی آن به نام هرزگرد^۳ کابل وارد محفظه‌ای مجوف شده و به قطعه‌ای فولادی به نام ماندرل^۴ متصل می‌شود. به لحاظ آزاد بودن ماندرل در محفظه، و بزرگتر بودن از سوراخ هرزگرد با هر حرکت بالا و پایین رفتن ابزار خردکننده و تماس مته به زمین، جهت آن تغییر می‌کند و در نتیجه مداومت حرکت مذکور، مته حرکت دورانی می‌یابد و در زوایای مختلف عمل حفر را انجام می‌دهد. این چهار قطعه (مته، میله سنگین‌کننده، جازز و هرزگرد) به وسیله اتصالات پیچنده مخروطی به یکدیگر متصل می‌شوند.

- کابل^۵: کابل حفاری، انتقال‌دهنده نیروی محرکه موتور از طریق خرک به ابزار خردکننده است. جنس آن از فولاد و به لحاظ انعطاف‌پذیری، مغزه آن از کنف است و بر حسب بافت آن به چپگرد و به راستگرد نامگذاری می‌شود.

- گلکش: تخلیه مواد کنده شده، توسط گلکش صورت می‌گیرد. این وسیله بر حسب کارایی آن به شکلها و انواع مختلف ساخته می‌شود. نوع متداول و معمولی آن عبارت از لوله‌ای است به قطرهای و اندازه‌های متفاوت که در انتها به دریچه‌ای نیزه‌ای^۶ ختم می‌شود. ساختمان آن به نحوی است که هنگام برخورد به کف چاه دریچه باز و به محض بالآمدن بسته می‌شود. معمولاً پس از حفر هریک تا یک و نیم متر، عمل خارج کردن از چاه صورت می‌پذیرد.

در زمین ماسه‌ای که مقدار رس در سازند بسیار کم باشد، عمل تخلیه چاه به وسیله گلکش پیستونی صورت می‌گیرد. شکل شماره ۶ دستگاه حفاری ضربه‌ای قرار داده شده بر روی یدک‌کش و شکل شماره ۷ قطعات ابزار خردکننده (میله سنگین‌کننده، جازز و مته) و سایر تجهیزات جنبی دستگاه حفاری ضربه‌ای را نمایش می‌دهد.

1- Jars

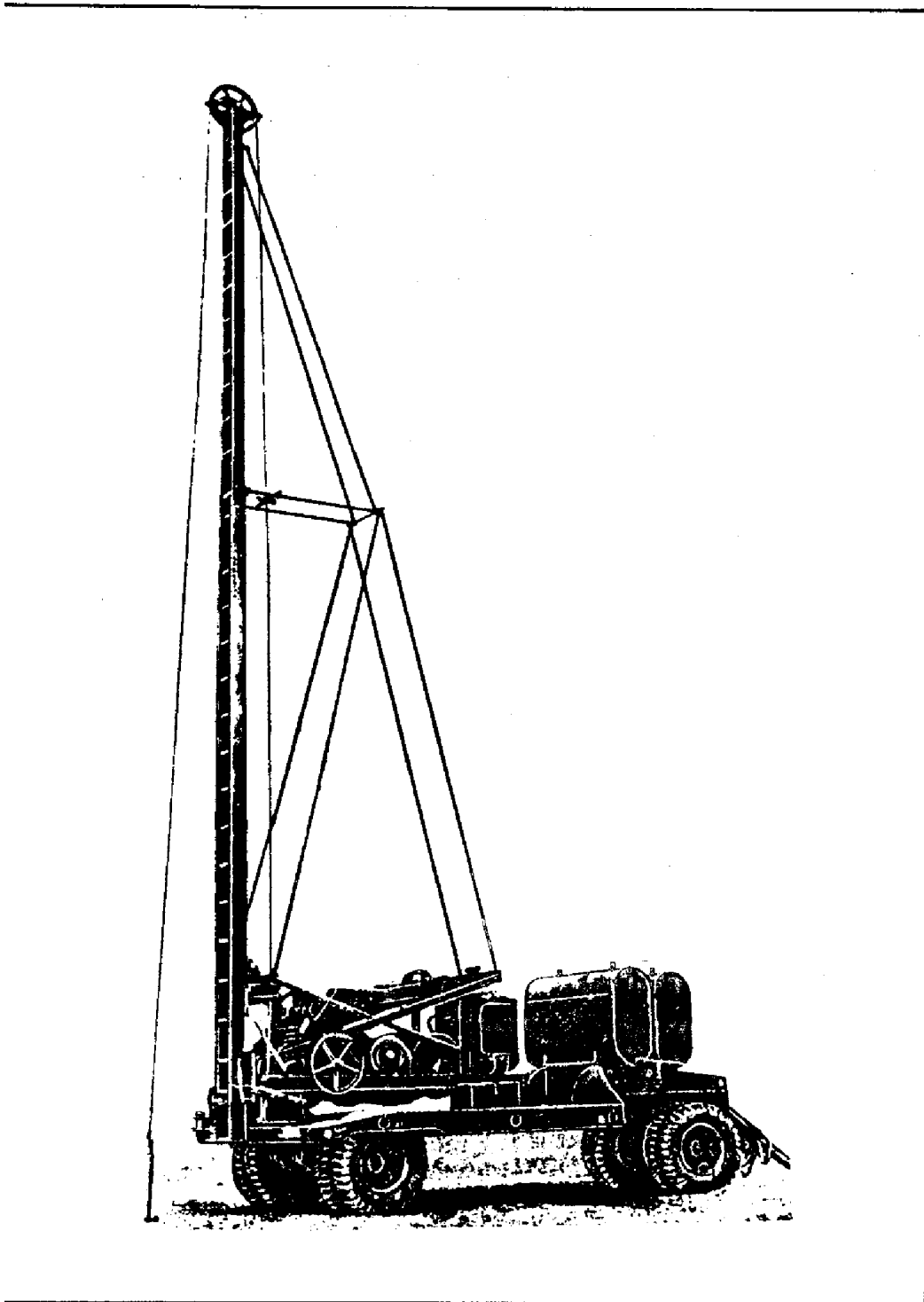
2- Rope socket

3- Swivel

4- Mandrel

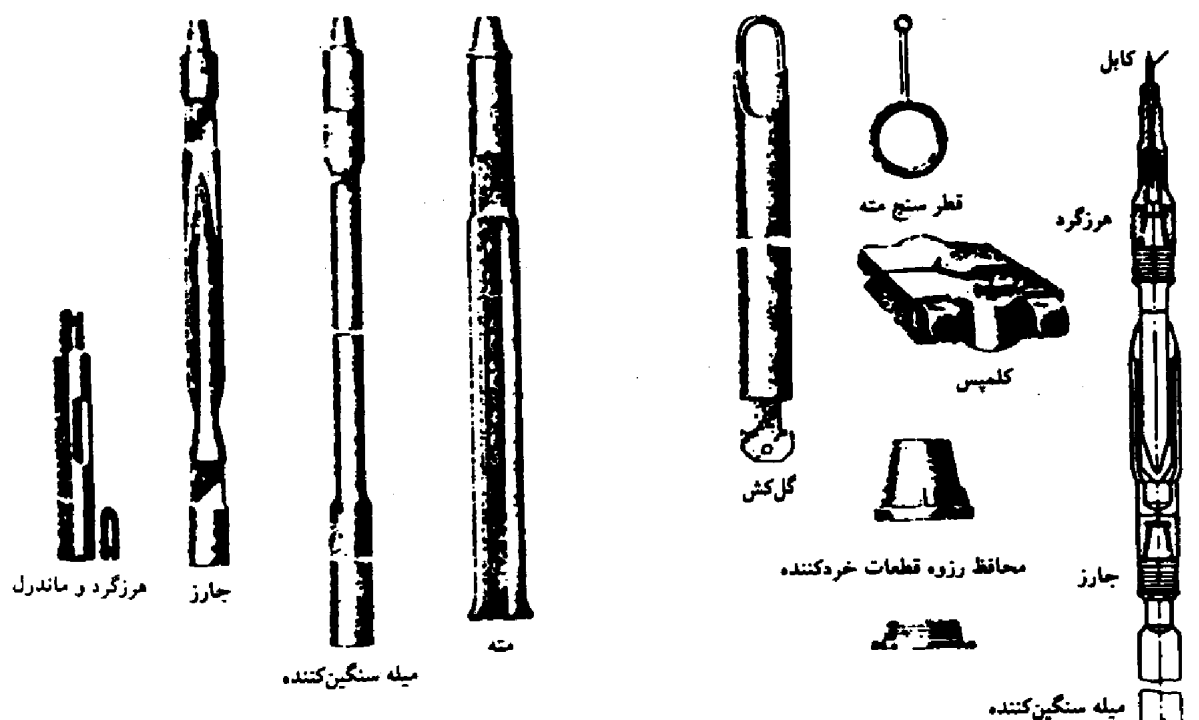
5- Cable

6- Dart valve

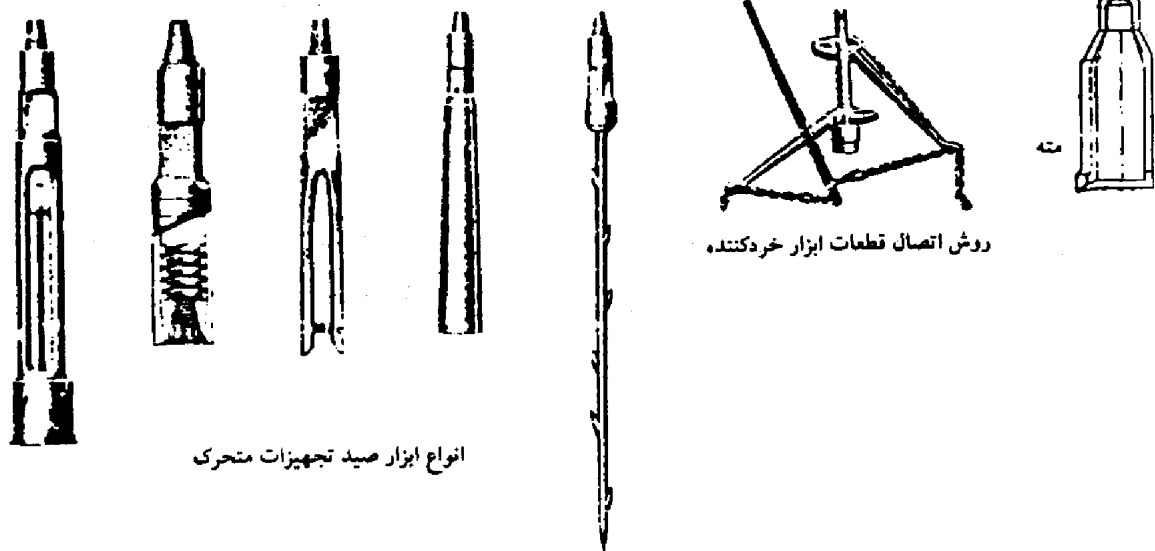


شکل ۶- دستگاه حفاری ضربه‌ای قرار گرفته بر روی یدککش

ابزار حفاری



ابزار صید



شکل ۷ - قطعات ابزار خرد کننده و ابزار صید

در صورتی که در حین حفاری به عللی تجهیزات متحرک به عمق چاه رها شوند، برای خارج کردن آنها از وسیله‌ای به نام ابزار صید^۱ استفاده می‌شود که انواع آن برای خارج ساختن قسمت‌های مختلف تجهیزات متحرک در شکل شماره ۷ نشان داده شده است.

۲-۲-۲ روش حفاری دورانی

در حفاری به روش دورانی عمل خردکردن و حفر زمین توسط چرخش مته به دور خود صورت می‌گیرد و همزمان با آن مواد کنده شده با گردش جریان مایع حفاری^۲ تخلیه می‌شود. در این روش نیروی محرکه موتور توسط دستگاه‌های انتقال نیرو و لوله‌های فولادی مخصوص به نام سوزن حفاری^۳ که به یکدیگر پیچ می‌شوند به سرمته منتقل می‌شود. مایع حفاری به کمک پمپهای تعبیه شده از طریق لوله لاستیکی^۴ برحسب جریان (مستقیم یا معکوس) به داخل و یا خارج سوزن حفاری هدایت می‌شود و ضمن خنک نمودن سرمته و جلوگیری از ریزش دیواره چاه عمل انتقال مواد را انجام می‌دهد. مایع خروجی از چاه به حوضچه گل هدایت می‌شود که در آنجا مواد حمل شده ته‌نشین و مایع حفاری عاری از مواد برای استفاده مجدد به حوضچه دیگر وارد می‌شود. سپس توسط پمپ دوباره به داخل چاه جریان یافته و به این ترتیب چرخه بسته جریان مایع حفاری^۵ تا خاتمه حفاری ادامه می‌یابد. شکل شماره ۸ دستگاه حفاری دورانی با گردش مستقیم گل را نمایش می‌دهد.

دستگاه‌های حفاری دورانی بر حسب نوع و مسیر جریان مایع حفاری و همچنین نحوه انتقال نیروی محرکه موتور به سوزنهای حفاری دارای انواع مختلفی هستند، ولیکن با وجود این تنوع به لحاظ جهت چرخش مایع، روشهای حفاری دورانی در دو سیستم اصلی زیر قرار می‌گیرند:

- حفاری دورانی با گردش مستقیم^۶
- حفاری دورانی با گردش معکوس^۷

در حفاری با گردش مستقیم مایع حفاری توسط پمپ از داخل سوزنهای حفاری به انتهای چاه رانده می‌شود و از فضای بین دیواره چاه و سوزن حفاری بالا می‌آید. در حفاری با گردش معکوس عکس این عمل انجام می‌شود.

1- fishing

2- Drill fluid

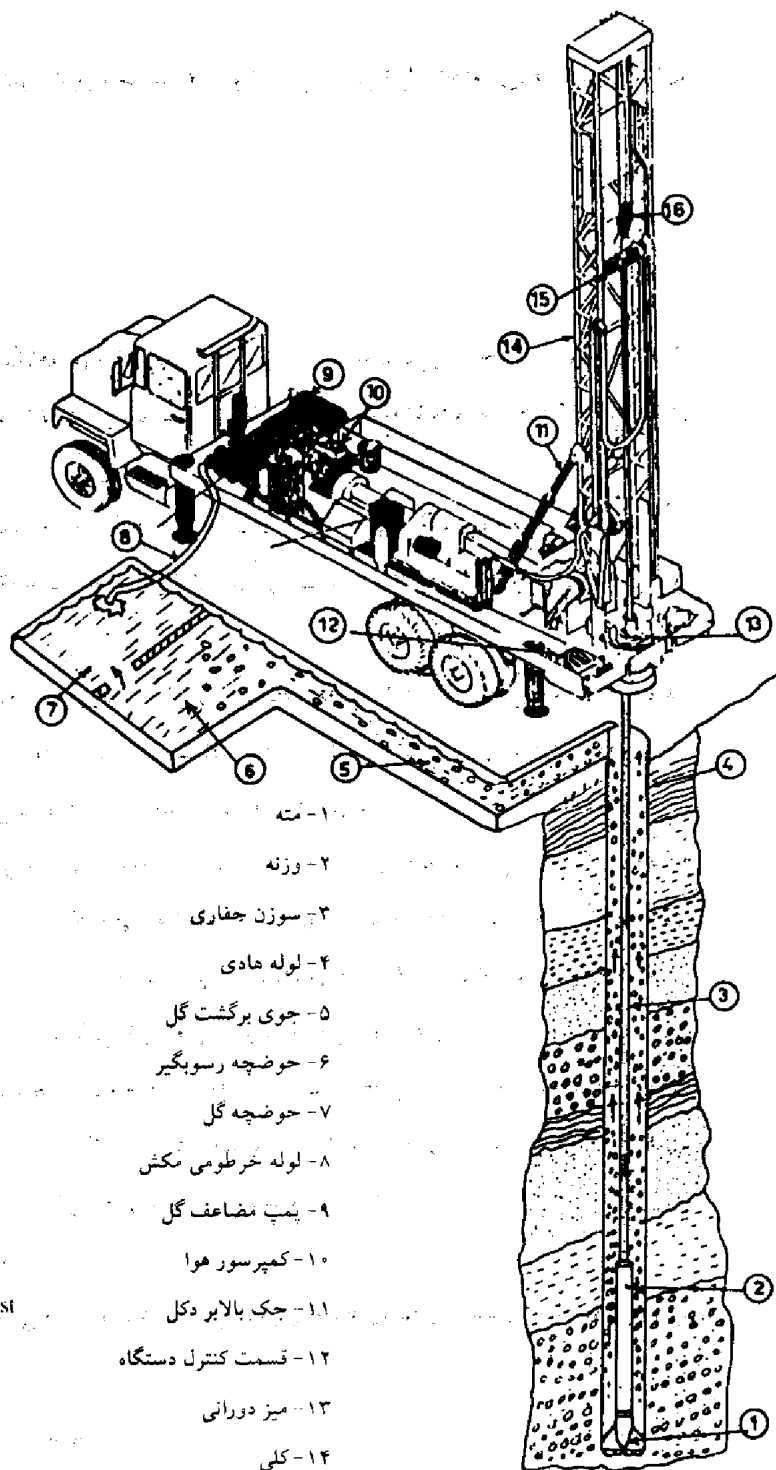
3- Drill pipe

4- Flexible Hose

5- Mudcirculation

6- Rotary drilling with direct circulation

7- Rotary drilling with reverse circulation



- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. Bit | ۱- مته |
| 2. Drill collar | ۲- وزنه |
| 3. Drill pipe | ۳- سوزن حفاری |
| 4. Surface pipe (casing) | ۴- لوله هادی |
| 5. Return ditch | ۵- جوی برگشت گل |
| 6. Settling pond | ۶- حوضچه رسوبگیر |
| 7. Mud pit | ۷- حوضچه گل |
| 8. Suction hose | ۸- لوله خراطومی مکش |
| 9. Dublex mud pump | ۹- پمپ مضاعف گل |
| 10. Air compressor | ۱۰- کمپرسور هوا |
| 11. Hydraulic cylinder to raise mast | ۱۱- جک بالابر دکل |
| 12. Control station | ۱۲- قسمت کنترل دستگاه |
| 13. Rotary table | ۱۳- میز دورانی |
| 14. Kelly | ۱۴- کلی |
| 15. Water swivel | ۱۵- هرزگرد آب |
| 16. Travelling blocks | ۱۶- قلاب بالابر |

شکل ۸- دستگاه حفاری دورانی با گردش مستقیم مایع

۱-۲-۲-۲ اجزای ماشینهای حفاری دورانی

در هر دو سیستم فوق، با توجه به محل استقرار ابزار و ماشین آلات و اعمالی که این ابزار انجام می دهند، می توان آنها را به دو قسمت عمده زیر تقسیم کرد:

- قسمت تجهیزات ثابت

- قسمت تجهیزات متحرک

الف - تجهیزات ثابت: آن قسمت از دستگاههای ماشین حفاری دورانی که عمدتاً نیروی محرکه را تولید و انتقال می دهند و معمولاً بر روی کامیون و یا تریلر نصب شده اند، تجهیزات ثابت را تشکیل می دهند که اهم اجزای آن به قرار زیر است:

- دکل حفاری^۱: ستون بلندی است که در دستگاههایی که میز دورانی^۲ دارند، نگهدارنده هرزگرد^۳ و کلی^۴ و سوزنهای حفاری است و در دستگاههای مجهز به بالاگردان^۵ وسیله مذکور از طریق زنجیری در داخل دکل بالا و پایین می رود.

- موتور^۶: قدرت و نوع موتور بستگی به بزرگی و کارایی دستگاه حفاری دارد. در بعضی موارد از موتور کامیونی که دستگاه روی آن استقرار یافته است نیز استفاده می شود، ولیکن دستگاههای حفاری بزرگ عمدتاً دارای موتور جداگانه است و حتی در مواردی از چند موتور استفاده می شود.

- میز دورانی: در این روش چرخش میله و سوزن حفاری توسط میز دورانی صورت می گیرد به این نحو که نیروی محرکه موتور توسط یک سیستم مکانیکی که شامل چند محور و چرخ دنده است به میز دورانی منتقل می شود. در دستگاههای پیشرفته به جای میز دورانی از وسیله دیگری به نام بالاگردان استفاده می شود، نیروی لازم برای بالاگردان از موتورهای هیدرولیکی تأمین می رود و در داخل دکل حفاری بالا و پایین می رود.

- پمپ^۷: برای به گردش درآوردن و ایجاد چرخه جریان گل^۸ در سیستم حفاری دورانی از پمپهای مخصوص یا کمپرسور و یا تواماً استفاده می شود و یک یا هر دو آنها بر روی کامیون یا تریلر نصب می شوند. چون مکانیسم و عمل پمپ در دو سیستم دورانی معکوس و مستقیم متفاوت است، لذا بر حسب نوع دستگاه از یکی از انواع پمپهای زیر استفاده می شود:

- پمپ گل^۹: در روش حفاری دورانی مستقیم گردش مایع حفاری توسط پمپهای پیستونی صورت می گیرد و

1- Derrick

2- Rotary table

3- Swivel

4- Kelly

5- Top drive powerhead

6- Engine - Power unit

7- Pump

8- Mud circulation

9- Mud pump

ابعاد و اندازه آنها بستگی به قدرت و بزرگی دستگاه حفاری دارد و برای ثابت نگاه داشتن فشار گل از پمپهای مضاعف^۱ استفاده می شود.

- پمپ مکنده^۲: گردش مایع حفاری در روش دورانی معکوس به وسیله پمپهایی که عمل مکنندگی را انجام می دهند صورت می گیرد، به این معنی که مواد کنده شده به وسیله گردش آب یا گل حفاری در داخل سوزن حفاری به بالا مکیده و به حوضچه گل منتقل می شوند. برای ازدیاد ارتفاع مکش از سیستم هوای فشرده^۳ استفاده می شود. این سیستم عبارت است از یک مجموعه سوزنهای دو جداره و یک دستگاه کمپرسور کوچک که ارتفاع مکش را افزایش می دهد.

- کمپرسور^۴: در حفاریهای دورانی با مته چکشی^۵ در جوار و یا به جای پمپ از کمپرسورهای بزرگ که به موتورهای بسیار قوی (معمولاً حدود ۵۰۰ اسب بخار) مجهزند و برای گردش فوم (ماده کفزا)^۶ و ایجاد ضربات مته به کار می روند استفاده می شود.

- تجهیزات متحرک یا ابزار خرد کننده از پایین به بالا شامل قطعات زیرند:

- مته: مته به وزنه^۷ که خود به آخرین سوزن حفاری متصل است بسته می شود و با چرخش آن توسط میز حفاری و سوزن حفاری عمل کندن مواد را انجام می دهد. انواع و اقسام مته ها وجود دارد که به کارگیری هر کدام از آنها بستگی به اهداف حفاری و خصوصیات سازند دارد. در حفاریهای چاه آب از انواع مته های معمولی^۸ که بر حسب تعداد پره ها و بالها که نامهای مختلفی دارند استفاده می شود و در حفاری سنگ، مته های سنگ شکن^۹ و مته های چکشی^{۱۰} به کار می رود. شکل شماره ۹ انواع مته های معمولی و سنگ شکن را نشان می دهد. برای به دست آوردن مغزه^{۱۱} و نمونه دست نخورده از تشکیلات زمین شناسی از مته های الماس^{۱۲} و استوانه نمونه گیر^{۱۳} که بر حسب تعداد جداره یک یا دو جداره^{۱۴} نامیده می شوند استفاده می کنند.

جنس و انواع مته ها بسیار گوناگون و به کارگیری آنها مستلزم آشنایی با هدف حفاری است.

- وزنه: بلافاصله پس از مته، لوله های فولادی سنگین توخالی به نام وزنه بسته می شوند که طول آنها بین ۳ تا ۷ متر است. این لوله ها برای تأمین فشار لازم بر روی مته تعبیه شده است و در عین حال در حرکت یکنواخت و مستقیم حفاری چاه نقش بسزایی دارند و بر حسب مورد و لزوم از یک یا چند بند آنها استفاده می شود.

1- Duplex mud pump

2- Suction pump

3- Air lift

4- Compressor

5- Down the hole hammer = D.T.H.

6- Foam

7- Drill collar

8- Regular bits

9- Rock bits

10- D.T.H.

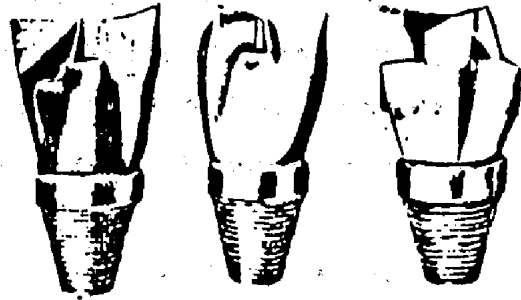
11- Core

12- Diamond bits

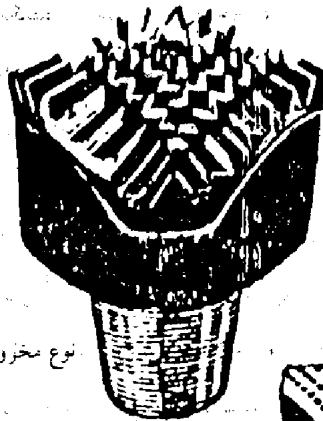
13- Core barrel

14- Single or double - tube core barrel

الف : انواع مته‌های دورانی با قطر کم



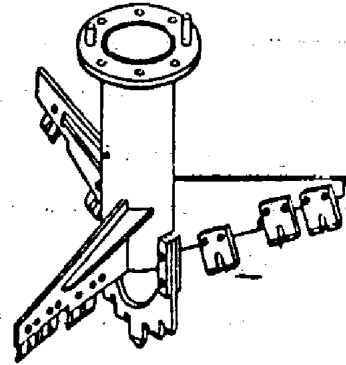
ب : مته‌های دورانی معمولی و سنگه شکن



نوع مخروطی



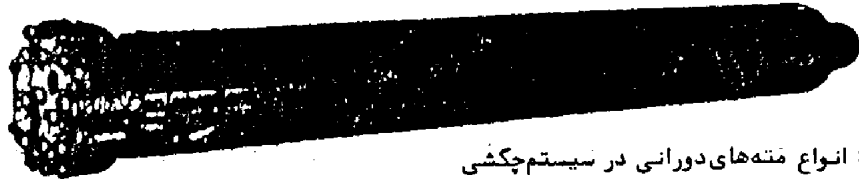
ج : مته با قطر زیاد در حفاری دورانی با گردش معکوس



نوع غلتکی



د : انواع مته‌های دورانی در سیستم چکشی



شکل ۹- انواع مته‌های حفاری دورانی در روش‌های مستقیم، معکوس و چکشی

- سوزن حفاری^۱: سوزنهای حفاری لوله‌های فولادی به ابعاد و اندازه‌های مختلف هستند که با اتصالات مخروطی به یکدیگر پیچ شده و چرخش میز حفاری را به مته منتقل می‌کنند. گردش مایع حفاری از پمپ به سرمته از طریق سوزن حفاری انجام می‌شود.
- کلی^۲: کلی وسیله‌ای است که در بالاترین قسمت سوزنهای حفاری تعبیه شده و در داخل میز دورانی قرار گرفته و چرخش آن سوزنهای حفاری را به چرخش وا می‌دارد. دستگاههای حفاری دورانی که به سیستم بالاگردان مجهزند فاقد کلی هستند.
- هرزگرد: قسمت انتهایی فوقانی کلی به وسیله‌ای به نام هرزگرد متصل است. این وسیله از دو قسمت تشکیل شده، قسمت درونی که دوار است و حرکت را به کلی منتقل می‌نماید و قسمت خارجی که ثابت است و با قلابی به وسیله کابل به دکل ارتباط دارد و همزمان با پیشرفت حفاری به پایین و بالا حرکت می‌کند. به انتهای هرزگرد لوله لاستیکی گل حفاری^۳ متصل است که از طریق آن مایع حفاری به داخل سوزنهای حفاری هدایت می‌شود.
- ج مایع حفاری^۴: مایع حفاری انواع مختلفی دارد که ساده‌ترین آن آب است که در سازندهای مناسب از آن استفاده می‌شود، خصوصاً در تشکیلات رسی. از انواع دیگر آن گل حفاری^۵ و فوم را می‌توان نام برد. گل حفاری از مخلوط بنتونیت^۶ و در بعضی موارد باریت^۷ با آب به دست می‌آید و فوم از مخلوط آب و کفهای ایجاد شده از مواد پاک‌کننده مانند مایع ظرفشویی^۸ حاصل می‌شود. غلظت^۹ مایع حفاری بر حسب نوع تشکیلات زمین‌شناسی تغییر می‌کند که با کم و اضافه کردن آب، غلظت لازم تأمین می‌شود. اینگونه شرایط در مواردی ایجاد می‌شود که حفاری در لایه‌های خشک با نفوذپذیری زیاد و یا بالعکس در لایه‌های آبدار با نفوذپذیری زیاد اتفاق می‌افتد. مایع حفاری علاوه بر خارج کردن مواد کنده شده از چاه، مته را خنک می‌کند، اصطکاک بین سوزن حفاری و دیواره را کاهش می‌دهد، از ریزش دیواره چاه ممانعت و با ایجاد پوشش در جداره چاه از فرار مایع حفاری جلوگیری می‌کند.

۲-۲-۲-۲ سیستمهای حفاری دورانی

- سیستم گردش مستقیم^{۱۰}

متداولترین سیستم حفاری دورانی سیستم گردش مستقیم است که نه تنها در حفاری چاههای آب، بلکه در مطالعات ژئوتکنیک و حفاری چاههای نفت نیز عموماً از این سیستم استفاده می‌شود.

1- Drill pipe or drill rod

2- Kelly (Grief stem)

3- Mud - mixing hose

4- Drilling fluid

5- Mud

6- Bentonite

7- Baritine

8- Detergent

9- Viscosity

10- Direct circulation

در این روش پمپ پیستونی از یک طرف به وسیله لوله‌ای خرطومی^۱ از حوضچه‌ای که نزدیک ماشین حفاری تعبیه شده است گل حفاری را می‌مکد و با فشار از طریق لوله لاستیکی از راه هرزگرد وارد سوزنهای حفاری می‌کند. گل از سوراخهای انتهایی مته خارج می‌شود و سپس از فضای بین دیواره چاه و سوزن حفاری بالا می‌آید و همراه خود قطعات کنده شده را نیز از چاه خارج می‌کند.

از امتیازات این روش سرعت در حفاری، نداشتن محدودیت نسبی در قطر و عمق، جلوگیری از ریزش چاه در حین حفاری، مهار سفره‌های تحت فشار و بستن سفره‌های شور، امکان لوله‌گذاری از پیش طراحی شده براساس نتایج کاروتاژ الکتریک و نمونه‌های خاک و انجام دادن شن‌ریزی دور لوله جدار^۲ است. از معایب آن عمق سطح برخورد به آب در جریان حفاری دقیقاً مشخص نمی‌شود، برداشت نمونه آب مقدور نیست، نمونه‌های خاک دقت کافی ندارند و آزمایش آبدهی چاه قبل از لوله‌گذاری و اتمام چاه میسر نمی‌شود. ضمناً به علت نفوذ گل حفاری در خلل و فرج لایه‌های آبدار و عدم دقت در شستشوی کامل لایه‌های آبدار ضعیف، خصوصاً در مناطقی که عمق سطح آب زیاد باشد، ممکن است آبدهی چاه از مقدار واقعی کمتر شود.

- سیستم گردش معکوس^۳

تفاوت این روش با سیستم گردش مستقیم تنها در جهت مسیر گردش مایع حفاری است. به این معنی که در این سیستم، مایع حفاری (گل یا آب) از طریق حوضچه‌ای که نزدیک چاه تعبیه شده است به وسیله یک کانال از بین جدار و سوزن حفاری وارد چاه می‌شود و از طریق سوراخهای مته وارد سوزنهای حفاری می‌شود و تا نزدیکی سطح زمین بالا می‌آید.

برای خارج کردن گل حفاری از داخل سوزن که مواد کنده شده در آن نیز معلق است از پمپهای مکنده^۴ استفاده می‌شود و یا توسط سوزنهای دو جداره و هوای فشرده از طریق لوله خرطومی^۵ تخلیه می‌شود.

ارتفاع کشش پمپهای مکنده برای ستون آب حدود ۴ یا ۵ متر است که در صورت استفاده از گل حفاری این ارتفاع مکش کمتر خواهد شد، ولی با استفاده از سیستم هوای فشرده این محدودیت از بین می‌رود. استفاده از سیستم حفاری دورانی معکوس در ایران کمتر متداول بوده و امتیاز عمده آن حفر چاههای دهانه گشاد تا قطر ۴۸ اینچ است.

1- Suction hose

2- Cravel Pack

3- Reverse circulation

4- Suction pump

5- Discharge hose

- سیستم حفاری دورانی با مته چکشی و گردش فوم^۱

در این روش به جای استفاده از مته‌های معمولی برای سرعت بخشیدن به حفاری در سازندهای سخت از مته‌های مخصوص چکشی (D.T.H.) استفاده می‌شود. این مته‌ها علاوه بر عمل چرخشی که به وسیله نیروی بالاگردان^۲ و انتقال از طریق سوزنهای حفاری صورت می‌گیرد، نوسانات عمودی (چکشی) نیز دارند. نیروی این حرکت به وسیله هوای فشرده‌ای که از داخل سوزنها به مته می‌رسد تأمین می‌شود.

در این سیستم به جای گردش گل، از گردش کف برای خارج کردن مواد کنده شده و خنک کردن مته استفاده می‌شود. فوم در مخزن مخصوصی^۳ که بر روی دستگاه و یا در کنار آن قرار دارد، از ترکیب آب و مواد پاک‌کننده تهیه می‌شود و با کمک پمپ کوچکی، از طریق هرزگرد با هوای فشرده مخلوط شده و از داخل سوزنها به مته منتقل می‌شود. در حالی که چکش مته با فشار هوا به کار می‌افتد، هوا و فوم از سوراخهای مته خارج می‌شوند و در راه برگشت از چاه، مواد کنده شده را همراه خود از چاه خارج می‌کنند.

این روش برای حفاری در سازندهای سخت مناسب است؛ زیرا سرعت حفاری در قطرهای کم (۶ و ۸ اینچ) بسیار زیاد است. به علاوه وضعیت چاه از لحاظ کمی و کیفی و سطح برخورد به آب در مرحله اکتشافی تا حدودی مشخص می‌شود. قابل ذکر است که با این روش در طبقات خشک سازندهای سخت می‌توان بدون استفاده از جریان فوم و فقط با هوای فشرده به وسیله مته زهکشی حفاری را ادامه داد. اصطلاحاً این روش را حفاری خشک^۴ نیز می‌نامند (شکل شماره ۱۰).

- سیستم حفاری مغزه‌گیری^۵

این روش معمولاً در کارهای ژئوتکنیک و معدنی و در بعضی موارد در حفاریهای اکتشافی عمیق منابع آب در سازندهای سخت به کار می‌رود.

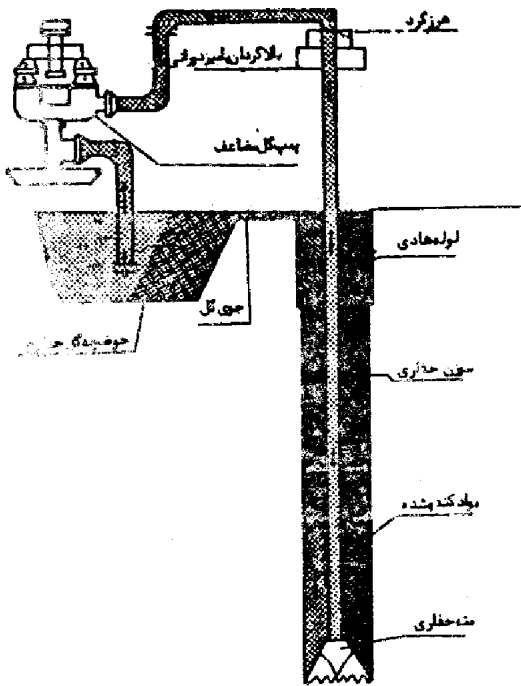
1- Down - the - hole with air and foam drilling method

2- Power head

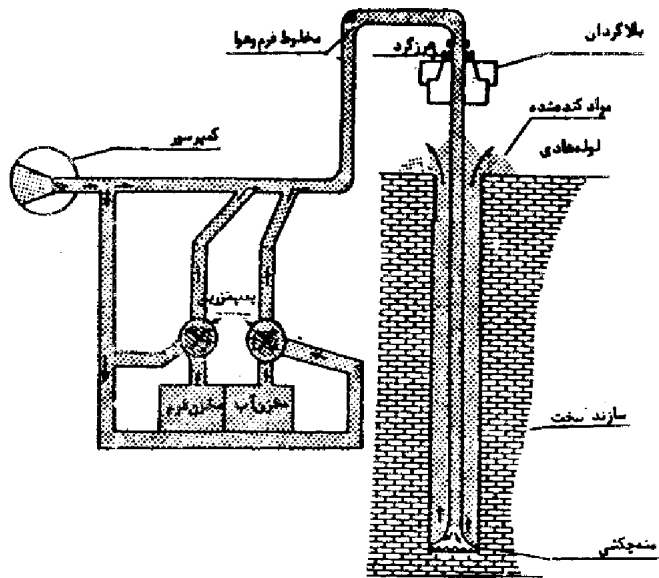
3- Pit

4- Dry drilling

5- Core drilling

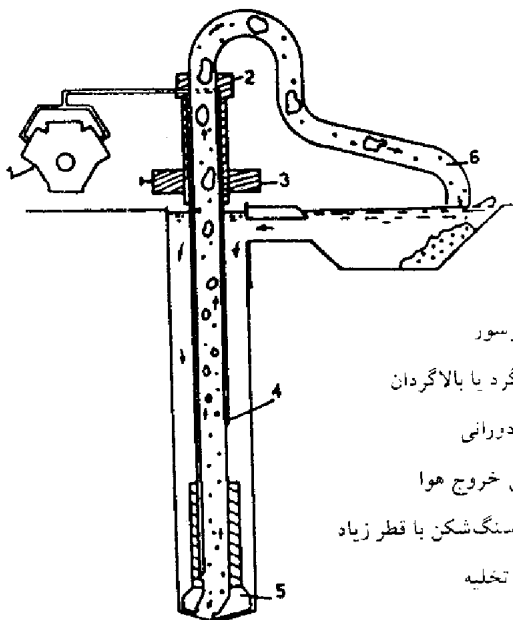


(ب) شمای چرخه جریان مایع حفاری در روش مستقیم



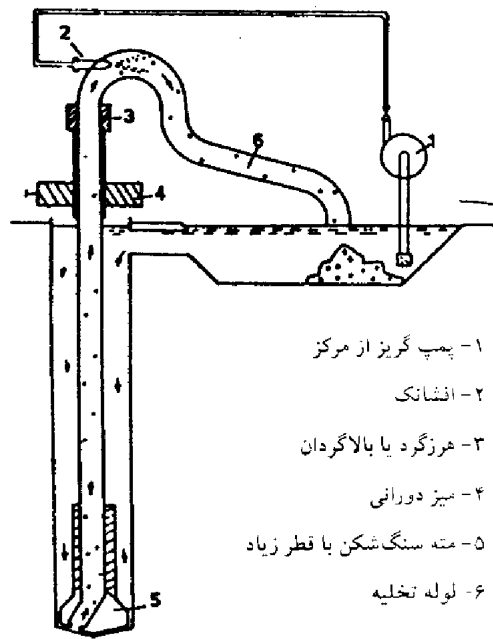
(الف) شمای چرخه مایع فوم و هوای فشرده

در حفاری دورانی با مته چکشی



(د) شمای چرخه جریان مایع حفاری در روش

معکوس با استفاده از هوای فشرده



(ج) شمای چرخه جریان مایع حفاری در

روش معکوس با استفاده از پمپ

شکل ۱۰- شمای چرخه مایع حفاری در روش مستقیم حفاری با گل و فوم و روش معکوس با استفاده از

پمپ و هوای فشرده

در این روش نمونه‌های سنگ و خاک به صورت استوانه از گمانه خارج می‌شود که به آنها مغزه می‌گویند. حفاری به روش مغزه‌گیری تقریباً مانند حفاری دورانی با گردش گل مستقیم عمل می‌کند با این تفاوت که دستگاه سبکتر و تجهیزات مربوط به حفاری کوچکترند. مته حفاری در این حالت به صورت حلقوی و بیشتر از جنس مته الماس^۱ است. استوانه توخالی در بالای مته قرار دارد که به آن استوانه مغزه‌گیر می‌گویند و معمولاً سه نوع یک جداره^۲، دو جداره^۳ و سیستم وایرلاین^۴ انواع متداول آن است. در همگی این روشها آب برای خنک‌کردن سر مته و بالا آوردن خرده‌های سنگ با فشار از داخل سوزنهای حفاری به درون گمانه تزریق می‌شود. طول مغزه‌گیرها از ۱/۵ تا ۹ متر متفاوت است.

در استوانه مغزه‌گیر یک جداره چون آب به‌طور مستقیم از داخل سوزن حرکت و از روی نمونه عبور می‌کند، بنابراین در مواردی موجب شسته شدن مغزه می‌شود که اصطلاحاً می‌گویند مغزه لاغر شده است، ولی با استفاده از مغزه‌گیر دو جداره آب از جدار خارجی به سر مته می‌رسد و مغزه دست نخورده داخل مغزه‌گیر قرار می‌گیرد (شکل شماره ۱۱).

۳-۲-۲ طبقه‌بندی دستگاههای حفاری برحسب قدرت و کارایی

دستگاههای حفاری چاههای آب با شرایط خاص و در شکلها و اندازه‌های متفاوت ساخته می‌شود که قدرت و کارایی آنها بستگی به قدرت موتور، ابعاد و وزن مجموعه تجهیزات تشکیل دهنده دستگاه و ابزار مربوط به آن دارد. در ماشینهای حفاری مشابه، توان کاری با مجموع وزن دستگاه و سایر تجهیزات نسبت مستقیم دارد.

۱-۳-۲-۲ طبقه‌بندی دستگاههای حفاری ضربه‌ای

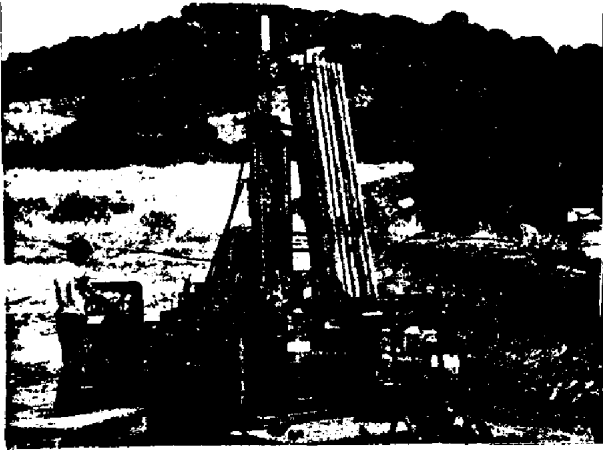
مجموعه تجهیزات و ابزاری که ماشینهای حفاری ضربه‌ای را تشکیل می‌دهند، اعم از قسمتهای ثابت و متحرک از لحاظ شکل و نحوه عمل یکنواخت و کار آنها مشابه است و تنها تفاوت آنها در ابعاد دستگاه و قدرت نیروی محرکه آنهاست. برای طبقه‌بندی دستگاههای حفاری ضربه‌ای و تعیین قدرت تقریبی آنها از نظر کار، جدول شماره ۱ براساس قدرت موتور و سایر مشخصات قسمتهای اصلی دستگاه شامل: دکل، کابل و ابزار خردکننده تنظیم شده است ارائه می‌شود.

1- Carbide

2- Single tube

3- Double tube

4- Wire line



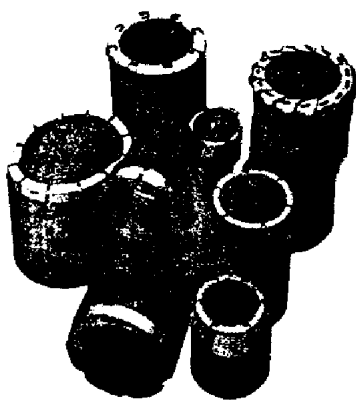
دستگاه حفاری مغزه گیری



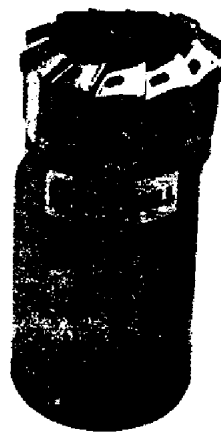
انواع متدهای مغزه گیری معمولی و الماسی



نمونه یک مغزه که از لوله مغزه گیر خارج شده است.



متده الماسی



متده برای طبقات نرم

شکل ۱۱- دستگاه حفاری مغزه گیری و متعلقات آن

جدول ۱- تعیین قدرت تقریبی و کارایی دستگاههای حفاری ضربه‌ای

قدرت حفاری		مشخصات ابزار خردکننده			مشخصات کامل مته و گلکش				مشخصات دکل حفاری		قدرت موتور با دور ۱۵۰۰ در دقیقه بر حسب اسب بخار	مشخصات ابزارهای ثابت و متحرک	طبقه‌بندی دستگاهها
		طول	وزن	طول	مته گلکش				قدرت	ارتفاع			
حداکثر قطر	به	به	به	قطر	طول	قطر	طول	بر حسب	به متر	تن			
اینچ	میلیمتر	سانتیمتر	کیلوگرم	میلیمتر	متر	میلیمتر	متر						
۱۰ - ۱۴	۲۵۰	۵۰-۶۰	۳۰۰-۴۵۰	۷ - ۹	۱۰	۲۵۰	۱۶ - ۱۹	۲۵۰	۱۰ - ۱۲	۹ - ۱۱	۲۰ - ۳۰		سبک
۱۲ - ۲۰	۳۰۰	۷۰ - ۱۰۰	۷۰۰-۹۰۰	۹ - ۱۱	۱۲	۳۵۰	۱۸ - ۲۲	۳۵۰	۱۵ - ۲۰	۱۱/۵-۱۳	۵۰ - ۶۰		متوسط
۱۴ - ۲۶	۳۵۰	۹۰ - ۱۲۰	بیش از ۱۰۰۰	بیش از ۱۲	۱۴	۵۵۰	۲۲ - ۲۵	۵۵۰	بیش از ۲۰	بیش از ۱۳	۱۰۰ - ۱۵۰		سنگین

۲-۳-۲-۲ طبقه‌بندی دستگاه‌های حفاری دورانی

توان و کارایی دستگاه‌های حفاری دورانی نیز به قدرت موتور، ارتفاع و مقاومت دکل خصوصاً ظرفیت و فشار پمپ مایع حفاری یا کمپرسورها و همچنین طول سوزنهای حفاری بستگی دارد و برای دستگاه‌های حفاری مشابه نسبت مستقیم با مجموع وزن ماشین حفاری و ابزارهای ثابت و متحرک آن دارد. پمپ مایع حفاری و یا کمپرسور مهمترین شاخص تعیین قدرت حفاری و کارایی دستگاه‌های حفاری دورانی به شمار می‌رود که انواع و مشخصات کلی آنان به قرار زیر است:

- پمپ گل نوع پیستونی^۱: همان طور که ذکر شد متداولترین نوع پمپ گل در ماشینهای حفاری دورانی که با سیستم گردش گل مستقیم کار می‌کند، نوع پیستونی است که با دو ویژگی ظرفیت جابه جایی^۲ و فشار^۳ مشخص می‌شود. ظرفیت جابه جایی با واحد گالن در دقیقه^۴ یا لیتر در دقیقه^۵ و فشار بر حسب P.S.I^۶ و یا کیلوگرم بر سانتیمتر مربع^۷ مشخص می‌شود. اندازه و قدرت این دو عامل خود به طول بازوی رفت و برگشت^۸ و قطر داخلی پیستون^۹ بستگی دارند که معمولاً اندازه آنها بر حسب اینچ نمایانده می‌شود. بنابراین ظرفیت پمپها با ارائه اعدادی که معرف اندازه عوامل فوق است، توصیف می‌شود. مثلاً پمپهای کوچک یا ظرفیت کم با اندازه 3×5 و پمپهای بزرگ یا ظرفیت زیاد به اندازه 7.5×10 نمایانده می‌شوند که رقم اول مربوط به طول بازو و عدد بعدی معرف قطر داخلی پیستون است.
- کمپرسور^{۱۰}: در راندمان و قدرت کمپرسورها دو عامل فشار و ظرفیت نقش عمده دارد. واحد فشار پوند بر اینچ مربع^{۱۱} و یا کیلوگرم بر سانتیمتر مربع^{۱۲} و ظرفیت بر حسب فوت مکعب بر دقیقه^{۱۳} و یا متر مکعب بر دقیقه^{۱۴} بیان می‌شود.
- در دستگاه‌های حفاری دورانی با مته چکشی سبک از کمپرسورهای کوچک با فشار و ظرفیت کم (P.S.I ۱۵۰ و C.F.M ۵۰۰) و در دستگاه‌های حفاری سنگین از کمپرسورهای بزرگ با فشار و ظرفیت بیشتر (P.S.I ۳۵۰ و C.F.M ۱۲۰۰) استفاده می‌شود. در بعضی موارد به سبب کافی نبودن فشار و ظرفیت کمپرسورهای موجود در دستگاه، از کمپرسورهای جنبی یا کمکی^{۱۵} استفاده می‌شود.
- بعضی از دستگاه‌های حفاری بزرگ به هر دو وسیله پمپ و کمپرسور مجهزند که بر حسب لزوم از هر یک استفاده می‌شود.

1- Double acting pistone type pump	2- Displacement
3- Pressure	4- Gal/min
5- Lit/min	6- Pounds per square inch
7- Kg/cm ²	8- Stroke
9- Inner size diameter	10- Compressor
11- P.S.I	12- kg/cm ²
13- C.F.M	14- m ³ /min
15- Portable compressor	

در مورد قدرت و اندازه دستگاههای حفاری دورانی، اغلب شرکت‌های سازنده بر حسب حداکثر عمق و با حداقل قطری که به طور اسمی دستگاه قادر به حفر است، نامگذاری ماشینها را انجام می‌دهند و با واحدها و سیستم اندازه‌گیری متداول آن کشور (فوت یا متر) قدرت و اندازه دستگاه حفاری را بیان می‌کنند. با توجه به توضیح فوق در سیستمهای انگلیسی و آمریکایی کارایی و اندازه دستگاههای حفاری دورانی چاههای آب در مدلهایی از ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ نامگذاری شده‌اند که می‌توان آنها را در سه گروه زیر جای داد:

الف - گروه دستگاههای حفاری سبک در مدلهای ۵۰۰ تا ۱۰۰۰

ب - گروه دستگاههای حفاری متوسط در مدلهای ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰

ج - گروه دستگاههای حفاری سنگین در مدلهای ۲۰۰۰ به بالا

۴-۲-۲ حفاری چاههای دهانه گشاد با گالری شعاعی - چاه مخزنی^۱

این گونه چاهها با وسایل مکانیزه پیشرفته معمولاً به قطر حدود ۳ تا ۶ متر و با گالریهای شعاعی در آبرفت‌های کم ضخامت ولیکن غنی و پرذخیره، با قابلیت آبدی بسیار زیاد از قبیل: کناره رودخانه‌های دائمی، آبرفت‌های دانه درشت با تغذیه و قابلیت نفوذ بالا حفر می‌شوند و در ایران به نام چاههای فلمن معروف شده‌اند. هدف از حفر این گونه چاهها معمولاً آبکشی زیاد (بیش از ۲۵۰ لیتر بر ثانیه) از آبخوان دارای آبدی بالقوه زیاد است. در ایران چون این شرایط در همه جا فراهم نیست، به همین دلیل استفاده از این روش حفر چاه چندان متداول نیست.

روش حفر چاههای دهانه گشاد شعاعی به این قرار است که پس از مطالعات لازم از قبیل: بررسیهای ژئوفیزیک، حفر چندین گمانه و چاه اکتشافی برای شناخت سنگ کف و ضخامت لایه اشباع، دانه‌بندی و نفوذپذیری (هدایت هیدرولیکی) و نهایتاً تعیین قدرت آبدی آبخوان، عمق نهایی چاه و موقعیت حفر گالریهای شعاعی که معمولاً در یک یا دو ردیف، بر حسب نیاز آبی و شرایط آبخوان حفر خواهد شد، مشخص می‌شود و همچنین طول هر یک از گالریها و زاویه بین آنها نیز پیش‌بینی می‌شود. عملیات حفاری به وسیله بیل مکانیکی مخصوص در محل تعیین شده شروع می‌شود و پس از مقداری خاکبرداری برای احداث دیواره چاه، با استفاده از قالبهای فلزی به قطر حدود ۳ متر و ضخامت ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر عملیات بتونریزی با آرماتور انجام می‌شود. پس از اتمام یک مرحله بتونریزی و توقف کافی برای استحکام بتون، عملیات حفاری به وسیله بیل مکانیکی ادامه می‌یابد؛ تا تمامی طول یک قالب بتون در داخل چاه پایین رود. متعاقباً عملیات بتونریزی مرحله دوم شروع می‌شود و پس از خاتمه آن خاکبرداری ادامه می‌یابد. این عملیات تا عمق نهایی چاه ادامه می‌یابد و پس از آنکه کف چاه نیز بتونریزی شد، برای حفر گالریها آماده می‌شود. شایان ذکر است که در مرحله بتونریزی جدار چاه، با پیش‌بینی عمق، محل و زاویه گالریها، بوشن‌های فلزی با قطر مناسب در داخل بتون نصب می‌شوند و دهانه آنها به وسیله درپوش پیچی مسدود می‌شود.

برای حفر گالری درپچه‌ها باز می‌شوند و با استفاده از ماشینهای پرس بسیار قوی، مته و لوله‌های فولادی ضخیم در جهت مشخصی که قبلاً تعبیه شده و فشرده شده است، پیش می‌روند. با اضافه کردن لوله‌های بعدی این پیشروی تا انتهای گالری که بر حسب آبدهی طول آن متفاوت است، ادامه می‌یابد. سپس با نصب انواع اسکرین‌هایی که درصد شبکه آنها بسیار زیاد است در داخل گالری حفر شده، لوله‌های فلزی خارج می‌شوند و درپوش آنها بسته می‌شود.

حفر گالریهای بعدی به تعداد پیش‌بینی شده، به همین صورت ادامه می‌یابد تا چاه تکمیل شود. در خاتمه عملیات حفاری برای تعیین آبدهی چاه، درپوش همه گالریهای افقی باز می‌شود و با نصب چند دستگاه پمپ با آبدهی نسبتاً زیاد و به کار انداختن همزمان پمپها دبی چاه مشخص می‌شود. آبدهی این گونه چاهها در بعضی موارد به بیش از یک متر مکعب در ثانیه می‌رسد (شکل شماره ۱۲).

۳-۲ حفاری به روش دستی - ماشینی

در این روش نیروی کار انسان را وسایل و ابزار مکانیزه همراهی می‌کنند. به این معنی که ادوات حفاری ماشینی از قبیل مته و لوله و پمپ در خدمت نیروی کار انسان قرار می‌گیرد و به مدد یکدیگر حفر چاه انجام می‌شود. به کارگیری انواع این روش معمولاً در سازندهای نرم و سست که ضمناً سطح آب زیرزمینی هم در آنها بالاست امکان‌پذیر است و اصولاً، این قبیل چاهها در ایران متداول نیست، به جز نواحی محدودی که شرایط زمین‌شناسی برای حفر آنها فراهم است. بیان خلاصه چند روش معمول در زیر بیشتر به دلیل آشنایی با آنهاست.

۱-۳-۲ حفاری با فشار آب^۱

در این روش حفاری، به کمک پمپهای ایجاد فشار و تنگ کردن دهانه خروجی آب، جریان آب پر فشار را به داخل حفرة زمین هدایت می‌کنند. فشار ناشی از جریان سریع و تند آب موجب لق و شل شدن سازند آبرفتی و دانه‌های تشکیل دهنده آن می‌شود و دانه‌ها همراه با رسوبات ریزدانه، با جریان آب بالا می‌آیند و از دهانه چاه خارج می‌شوند و به حوضچه رسوبگیر انتقال می‌یابند. بر حسب انواع وسایل و امکانات به کار رفته، تکنیکهای مختلفی در این روش حفاری وجود دارد که می‌توان از نظر اصول عملی به‌طور کلی آنها را در سه گروه زیر جای داد:

- حفاری با فشار آب همراه با ضربات مته^۲

- حفاری با فشار آب و شستشو در داخل لوله^۳

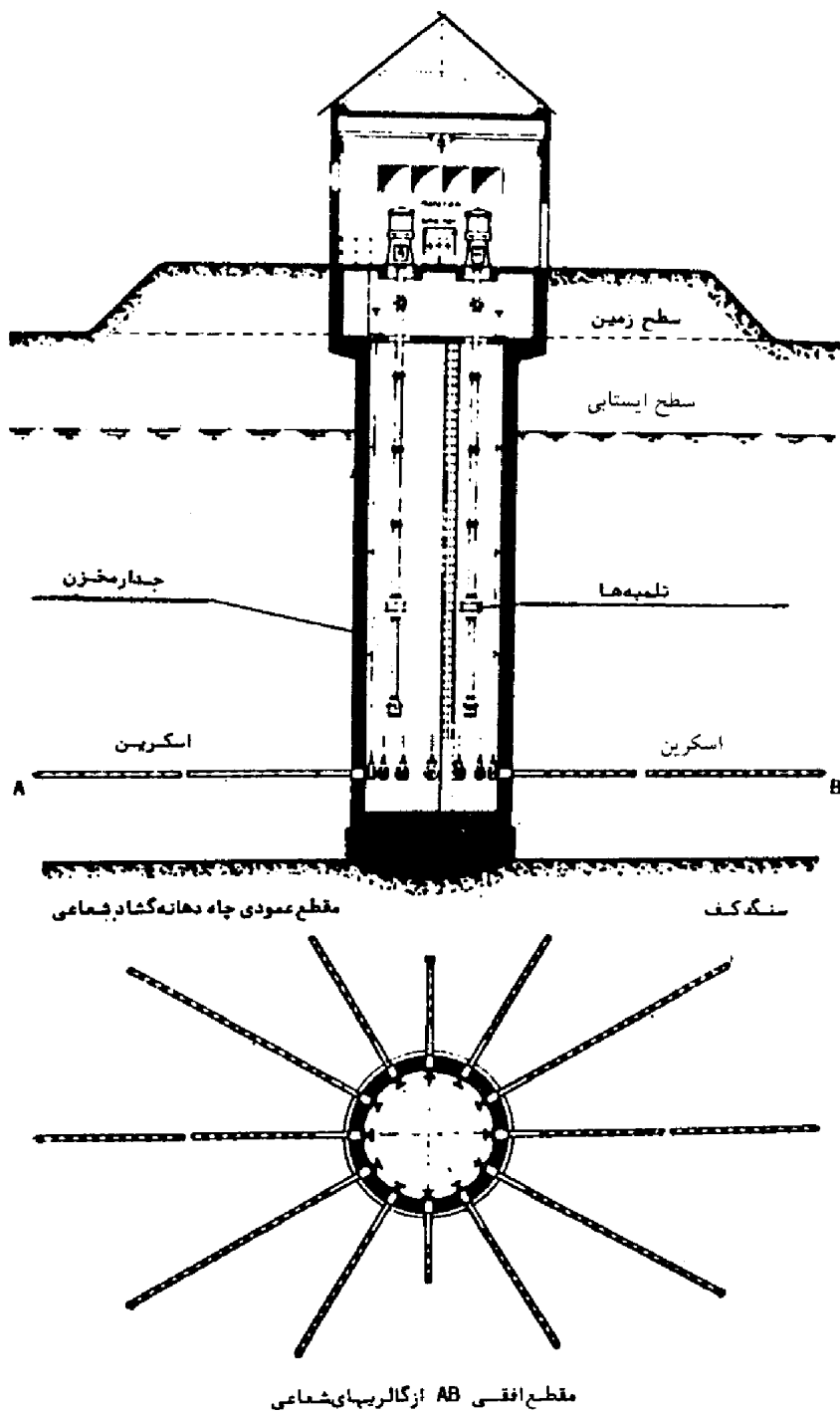
- حفاری با فشار آب همراه با به کارگیری لوله نوک تیز^۴

1- Jet drilling method

2- Jetting with drill bits

3- Washing in casing

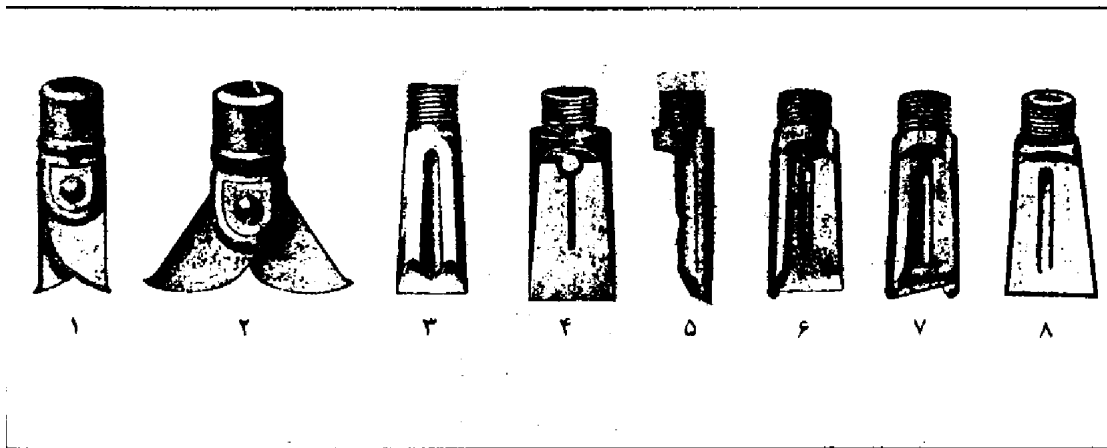
4- Self jetting well points



شکل ۱۲- مقاطع عمودی و افقی چاه دهانه گشاد با گالریهای شعاعی

وسایل و ابزاری که در این روش حفاری به کار می‌رود به شرح زیر است:

- بالابر^۱: سوزنهای حفاری و لوله جدار به بالابر آویزان است و در مواردی به سه پایه و قرقره متصل است. در مواقع استفاده از مته، به انتهای طناب متصل به سوزن حفاری و مته، وزنه‌ای وصل می‌شود که با نوسانات آن به وسیله دست موجب وارد آمدن ضربه به انتهای چاه همراه با فشار آب می‌شود.
- مته: بر حسب نوع سازند و سختی آن انواع متفاوت مته به کار می‌رود. شکل شماره ۱۳ انواع مته‌های حفاری با فشار آب را نمایش می‌دهد.



- | | |
|-------------------------------|---------------|
| ۱- مته برقوزدن (در حالت بسته) | ۵- مته بغل بر |
| ۲- مته برقوزدن (در حالت باز) | ۶- مته T شکل |
| ۳- مته جت مستقیم | ۷- مته Z شکل |
| ۴- مته مستقیم | ۸- مته افست |

شکل ۱۳- انواع مته‌های حفاری با فشار آب

- پمپ: عمل پمپ در اینجا ایجاد فشار آب و انتقال آن از طریق لوله فشار قوی به نوک مته است. ظرفیت و قدرت پمپ بستگی به نوع سازند دارد. معمولاً ظرفیت پمپ برای حفاری با روش فشار آب در آبرفت‌های مخلوط شن و ماسه و رس، حدود ۵۰ تا ۱۰۰ گالن در دقیقه (حدود ۳/۸ تا ۷/۶ لیتر در ثانیه) و فشار ۵۰ پی - اس - آی^۲ (حدود ۳/۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) است. در رسوبات ماسه‌ای تأثیر مقدار جریان آب بیشتر از فشار آن می‌شود، بدین معنی که حدود ۴۰ پی - اس - آی (حدود ۲/۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) فشار در نوک افشانک

1- Hoist

2- 50 P.S.I

مته^۱ کافی برای کندن و انتقال مواد است. در صورتی که در لایه‌های رسی مقدار جریان آب نقش چندانی ندارد و لازم است با ایجاد فشار تا حدود ۲۰۰ پی - اس - آی (حدود ۱۳/۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) در نوک افشانک مته، عمل حفر انجام شود.

- هرزگرد: هرزگرد قادر است وزن ستون سوزنهای حفاری را تحمل کند و فشار آب ایجاد شده در پمپ را به انتهای مته منتقل کند.

- مایع حفاری^۲: معمولاً آب خالص به عنوان مایع حفاری به کار برده می‌شود، ولیکن بر حسب مورد و برای حفاظت دیواره چاه و یا آسان کردن انتقال مواد کنده شده غلظت مایع حفاری را به وسیله رس و بنتونیت افزایش می‌دهند. عمل مایع حفاری و مکانیزم آن شبیه روش حفاری دورانی است. شکل شماره ۱۴ حفاری به روش فشار آب را نشان می‌دهد.

روش حفاری با فشار آب در رسوبات ماسه‌ای بیش از سایر سازندها کارایی دارد و در سازندهای سخت و رسوبات دانه درشت شنی و تخته سنگی چندان کارایی ندارد؛ همچنین در رسوبات رسی به کارگیری این روش با مشکلاتی همراه است و پمپهای بسیار قوی برای ایجاد فشار زیاد مورد نیاز خواهد بود.

۲-۳-۲ حفاری به روش تراکتوری

در سواحل دریای مازندران به علت دانه‌ریز بودن رسوبات آبرفتی و فراهم بودن شرایط خاص زمین‌شناسی، حفر چاه با روشی که اصطلاح حفاری تراکتوری به آن اطلاق می‌شود، متداول است و با این روش گاه تا ۱۸۰ متر چاه به قطر ۱۰ تا ۱۲ اینچ حفاری و لوله‌گذاری شده است. تجهیزات مورد استفاده در این روش حفر عبارت است از:

- تراکتور معمولی

- سه پایه به ارتفاع ۹-۱۲ متر که در بالا مجهز به قرقره عبور کابل است.

- کابل حفاری به طول ۲۰۰ - ۱۵۰ متر

- گلکش به طور ۵ تا ۶ متر

- میله آهنی توپر و نوک تیز به نام سنگشکن

- گیره چکش خوار^۳ به منظور وارد آوردن ضربه به سر لوله

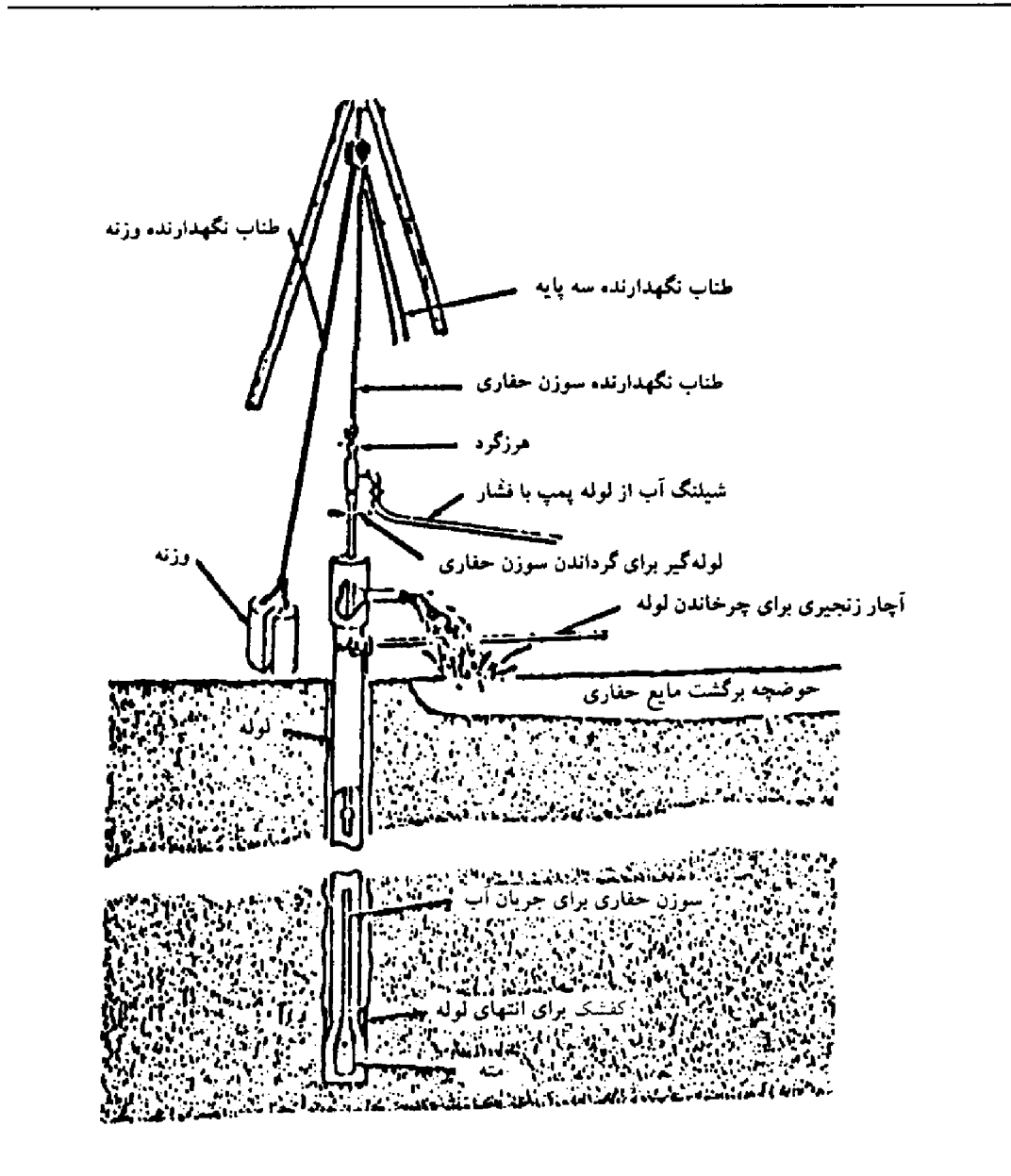
- لوله‌گیر دسته‌دار^۴ به قطر ۱۰-۱۲ اینچ

1- Nozzle

2- Jetting fluid

3- Drive clamps

4- Pipe clamps



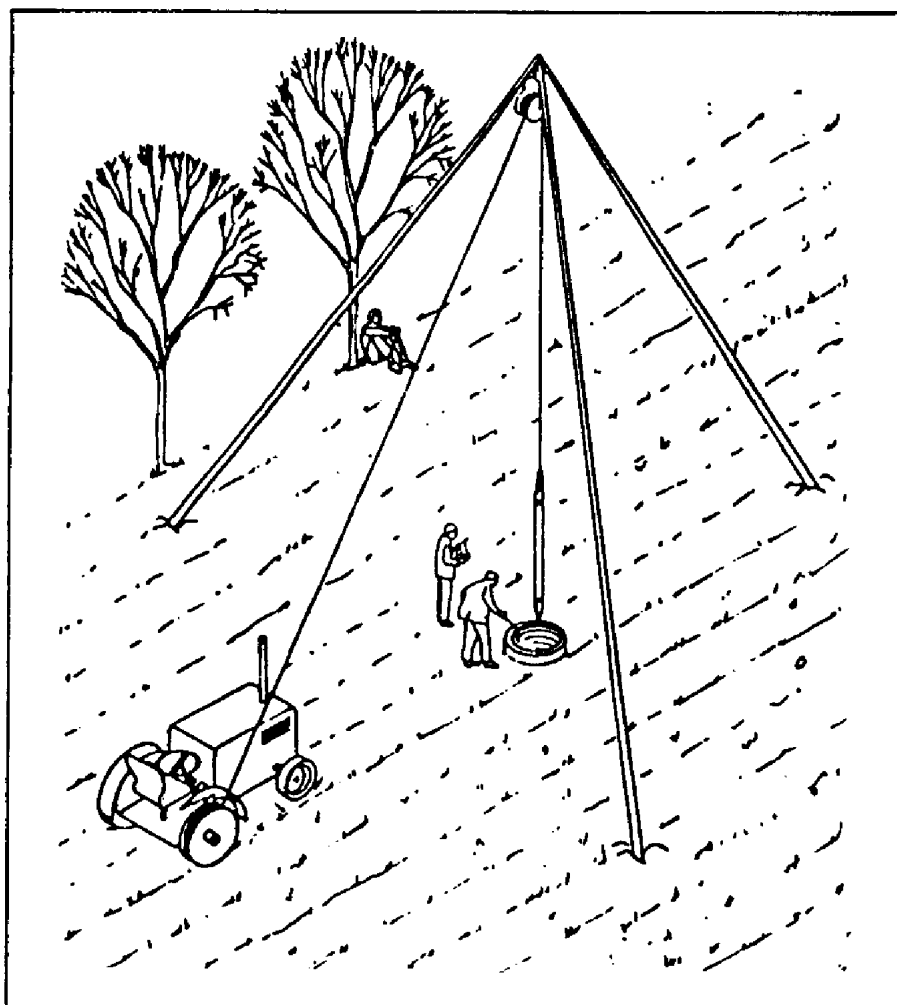
شکل ۱۴- حفاری به روش فشار آب

- روش حفر

پس از استقرار سه پایه در نقطه تعیین شده و حفر چاهک تا عمق یک متر، در فاصله‌ای متناسب با ارتفاع سه پایه، تراکتوری را که از رینگ آن به عنوان قرقره کابل استفاده می‌کنند، متوقف می‌کنند و با استفاده از نیروی محرکه موتور تراکتور، گلکش مخصوصی را که به کابل متصل و از قرقره آویزان است تا بالاترین نقطه سه پایه کشیده و سپس با رهاکردن آن سقوط آزاد گلکش را باعث می‌شوند. در هر بار سقوط و نفوذ گلکش در زمین مقداری حفاری انجام

می‌شود و به همین ترتیب عملیات حفاری ادامه می‌یابد. در مواردی که زمین شولاتی و چاه ریزشی باشد، با نصب لوله جدار در داخل آن حفاری ادامه می‌یابد (شکل شماره ۱۵). برای نصب لوله جدار در داخل چاه با استفاده از گیره چکش‌خوار و به همان شیوه حفاری به لوله ضربه وارد آورده و موجب راندن لوله به داخل چاه می‌شود. در مواردی که پایین رفتن لوله به دلیل تماس و اصطکاک با جدار چاه، به دشواری صورت گیرد و اصطلاحاً لوله ترمز شده باشد، وسیله‌ای به نام لوله‌گیر دسته‌دار استفاده می‌شود. به این منظور به کمک نیروی کارگران و یا نیروی موتور تراکتور ستون لوله را به گردش در آورده می‌شود و لوله‌گذاری پس از رفع ترمز حفاری ادامه می‌یابد. در صورتی که در حین حفاری به لایه سخت و یا تخته سنگ برخورد شود، با استفاده از میله سنگشکن، لایه سخت شکسته و شکافته می‌شود و پس از تخلیه آنها به وسیله گلکش حفاری ادامه پیدا می‌کند.

در مواردی به جای نیروی محرکه موتور تراکتور، با کمک نیروی کارکارگران عملیات حفر و لوله‌گذاری با روش فوق انجام می‌شود. این نوع حفاری را در اصطلاح محلی روش جالونگاه می‌نامند. با این روش می‌توان تا حدود ۵۰ متر چاه حفر و لوله‌گذاری کرد.



شکل ۱۵- حفاری به روش تراکتوری

۳- مرحله‌های حفاری

از ابتدای اتخاذ تصمیم برای حفر هرگونه چاه آب تا خاتمه عملیات تکمیلی آن یک دوره برنامه‌ریزی و فعالیتهایی ضروری است که خلاصه آن در نمودار جریان مرحله‌های عملیات حفاری^۱ (نمودار شماره ۲) آمده است. فصل سوم این نمودار معرف مراحل مقدماتی قبل از انتقال دستگاه و شروع حفاری به شرح زیر است:

- هدف

- مشخص کردن منطقه عملیات

- تعیین روش حفر

- برآورد و برنامه

- انتخاب نقطه حفاری

فصل چهارم، بیانگر نظارت بر مراحل مختلف حفاری است که جزئیات آن در همان فصل بیان شده است. توالی فعالیتها و ارتباط آنها با یکدیگر از ابتدا تا انتها در نمودار تعیین و مشخص شده است و ملاحظه می‌شود که انجام دادن هر فعالیتی بدون تمهید مقدمات مرحله قبل میسر نیست و تکمیل و یا توقف عملیات حفاری یک چاه آب مستلزم عبور از مرحله مشخصی است که بدون آن عملیات حفاری را نمی‌توان خاتمه یافته تلقی کرد.

۳-۱ هدف

قبل از شروع هرگونه عملیات اجرایی برای حفر چاههای آب لازم است از پیش هدفهای موردنظر تعیین شوند و براساس آنها مقدمات کار متناسب با آن هدفها فراهم و تأمین شود و برنامه‌ریزیهای لازم برای رسیدن به هدفهای تعیین شده به عمل آید، تا در حد امکان چاهی بدون نقایص متداول حفر و تکمیل شود. به‌طورکلی حفاری چاههای آب در قالب یکی از هدفهای زیر صورت انجام می‌شود:

- حفاریهای مطالعاتی

- حفاریهای بهره‌برداری

۳-۱-۱ حفاریهای مطالعاتی

حفاریهای مطالعاتی با توجه به هدفهای و نتایجی که از آنها انتظار می‌رود به صورتهای زیر انجام می‌شوند:

- حفاریهای اکتشافی

- حفاریهای پیزومتری و مشاهده‌ای

- حفاریهای پیزومتر شعاع تأثیر

- حفاریهای اکتشافی - بهره‌برداری

نمودار ۲- جریان مرحله‌های عملیات حفر چاه آب
FLOW CHART OF WATER WELL WORKS

فصل سوم

تعیین هدف

AIM OF DRILLING

مشخص کردن منطقه عملیات

SELECTION OF WELL SITE

تعیین روش حفاری

DETERMINATION OF DRILLING
METHOD

برآوردها و برنامه عملیات

ESTIMATES & SCHEDULE

انتخاب نقطه حفاری

SELECTION OF WELL POINT

فصل چهارم

دستگاه نظارت

SUPERVISION BODY

تحويل نقطه حفاری

WELL POINT TAKE OVER

احداث جاده دسترسی و تسطیح نقطه حفاری

ACCESS ROAD AND POINT LEVELING

ادامه نمودار ۲- جریان مرحله‌های عملیات حفر چاه آب



ادامه نمودار ۲- جریان مرحله‌های عملیات حفر چاه آب

ایجاد فیلتر شنی و تعیین مشخصات شن صافی
GRAVEL PACKING & ITS SPECIFICATIONS

توسعه و شستشوی چاه
MUD WASHING AND DEVELOPMENT

مهار لوله جدار و ساخت بلوک سیمانی
TO HALTER CASING AND CONCRETE
BLOCK

برگ مشخصات فنی و نیمرخ زمین شناسی
FINAL DRILLING REPORT AND
GEOLOGICAL LOG

پایان عملیات و تحویل موقت چاه
END OF DRILLING AND PROVISIONAL
TAKING OVER

۳-۱-۱ حفاریهای اکتشافی

هدف از حفر این گونه چاهها جمع آوری و دستیابی به داده‌ها و اطلاعاتی است که اهم آن به شرح زیرند:

- تعیین ژرفای برخورد به سطح آب زیرزمینی
- تعیین ژرفا و جنس سنگ کف آبخوان
- تعیین ضخامت و عمق لایه‌های آبدار (اشباع)
- بررسی کیفی آبخوان در ژرفای مختلف
- بررسی سفره‌ها و تفکیک کیفی و کمی و رفتار آنها
- تعیین و محاسبه ضرایب هیدرودینامیک لایه‌های آبدار
- تعیین قدرت آبدهی و ظرفیت مجاز بهره‌برداری از آبخوان
- کنترل، مقایسه و ارزشیابی داده‌های ژئوفیزیکی و بررسیهای زمین‌شناسی انجام شده

۳-۱-۲ حفاریهای پیژومتری و مشاهده‌ای

هدف از حفر چاههای پیژومتری و مشاهده‌ای، علاوه بر کسب اطلاعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی، به منظور اندازه‌گیری ادواری سطح آب زیرزمینی و ثبت نوسانات آن در محدوده آبخوان و رسم آب نمود^۱ و بررسی رفتار آبخوان است.

با حفر چاههای پیژومتر می‌توان اطلاعات و نتایج زیر را به دست آورد:

- ترسیم خطوط تراز آب زیرزمینی و تعیین جهت جریان آب
- ترسیم منحنیهای هم عمق سطح آب زیرزمینی
- محاسبه و تعیین شیب هیدرولیکی آبخوان
- تعیین جبهه‌های ورودی و خروجی آب زیرزمینی
- بررسی کیفی آب زیرزمینی
- رسم آب نمود واحد^۲ آبخوان

۳-۱-۱-۳ حفاریهای پیژومتر شعاع تأثیر

این‌گونه چاهها به منظور اندازه‌گیری تأثیر پمپاژ چاه مجاور و برای به‌دست آوردن ضرایب هیدرودینامیک آبخوان حفر می‌شوند. پس از انجام‌دادن آزمایشها و گرفتن نتایج لازم با نصب درپوش مسدود می‌شوند و در مواقع ضروری مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-۱-۱-۴ حفاریهای اکتشافی - بهره‌برداری

در مواردی به لحاظ ضرورت تسریع در امر اجرای طرحهای توسعه و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و لزوم انجام‌دادن برنامه‌های اکتشافی و کسب اطلاعات هیدروژئولوژیکی منطقه و صرفه‌جویی در هزینه‌ها مبادرت به حفر چاههای اکتشافی - بهره‌برداری می‌شود.

به این منظور در مناطقی که دستیابی به هردو هدف مدنظر است، در ابتدا چاه اکتشافی با مشخصات و اختصاصات مربوط به خود حفر می‌شود و پس از جمع‌آوری اطلاعات و کسب نتایج موردنظر در صورتی که آبدهی چاه مناسب تشخیص داده شود، به صورت چاه بهره‌برداری تجهیز می‌شود و برای هدف تعیین شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۱-۲ حفاریهای بهره‌برداری

اغلب چاههایی که حفر می‌شوند جنبه بهره‌برداری دارند و به منظور تأمین آب موردنیاز بخشهای کشاورزی، صنعت، و یا شرب حفر و تجهیز می‌شوند که هدف نهایی آنها با توجه به شرایط محل و ظرفیت آبخوان، استحصال حجم معینی آب با کیفیت مناسب است.

۳-۱-۲-۱ چاههای کشاورزی

این‌گونه چاهها به منظور تأمین آب کشاورزی، براساس مساحت زیرکشت و یا مجوزهای قانونی حفر می‌شوند.

۳-۱-۲-۲ چاههای صنعتی

چاههای آبی که به منظور تأمین نیازهای صنعت حفر می‌شوند، برحسب نوع مصرف هر صنعت که از سوی کارشناسان مربوط تعیین می‌شود، حفر می‌شوند. خصوصیات کیفی آب استحصالی لازم است مناسب بانوع مصرف آن صنعت باشد.

۳-۲-۱-۳ چاههای تأمین آب مشروب

هدف از حفر چاههای تأمین آب شرب شهرها که بسیار با اهمیت و متداول است، تأمین آب مورد مصرف اهالی شهرها و روستاها براساس نیاز و به دور از تمام آلودگیهای شیمیایی و ارگانیکی در حد استانداردهای جهانی قابل قبول است.

۴-۲-۱-۳ گمانه شناسایی - بهره برداری

قسمت اعظم منابع آب زیرزمینی کشور طی اجرای طرحهای مطالعاتی متعدد مورد شناسایی قرار گرفته و خصوصیات آنها تا حدود زیادی برای کارشناسان مشخص شده است. با این وجود آبخوانهای بسیاری هستند که شناسایی کاملی از آنها به عمل نیامده است و هر مورد حفاری می تواند به منزله گمانه ای در جهت شناسایی خصوصیات آبخوان باشد.

از این نظر به لحاظ صرفه جویی در هزینه و کسب اطلاعات از وضعیت آبدهی، برای متقاضیان حفر چاه در چنین مناطقی، ابتدا اجازه حفاری با قطر کم به نام "گمانه شناسایی" صادر می شود تا در صورت تأیید، امکان تأمین آب مورد نیاز گمانه به چاه بهره برداری تبدیل شود.

۲-۳ مشخص کردن منطقه عملیات

۱-۲-۳ تعریف

منطقه حفاری یا منطقه عملیات به محدوده ای با مرزهای مشخص اتلاق می شود که در داخل آن در قالب طرحهای مطالعات منابع آب زیرزمینی و یا بهره برداری مبادرت به حفر چاه شود. در مطالعات منابع آب زیرزمینی، و یا بهره برداری از منابع آب در چارچوب طرحهای از پیش تعیین شده در دشتهای آبرفتی، منطقه عملیات معمولاً مساحت محدوده آبخوان و یا حوضه آبریز را در بر می گیرد؛ در حالی که در مطالعات و بهره برداری از سازندهای سخت ممکن است منطقه حفاری محدود و منحصر به چندصد متر مربع باشد و یا اینکه مواردی مناطق وسیعی را در بر گیرد. در صورت حفر چاه بهره برداری به صورت مجرد منطقه عملیات مساحت زیر آبخور چاه مذکور خواهد بود. به طور کلی با توجه به هدف حفاری منطقه حفاری به دو بخش عمده تقسیم می شود:

- منطقه حفاری چاههای مطالعاتی

- منطقه حفاری چاههای بهره برداری

۲-۲-۳ منطقه حفاری چاههای مطالعاتی

مناطق حفاریهای مطالعاتی پس از بررسیها و برداشتهای اولیه زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، مطالعات هیدروژئولوژی و تعبیر و تفسیر نتایج حاصل از بررسیها تعیین می‌شوند که بر حسب آنکه این مناطق در دشتهای آبرفتی و یا سازندهای سخت باشند، ضوابط متفاوتی بر آنها حاکم است.

۱-۲-۲-۳ منطقه حفاریهای مطالعاتی در آبرفت

منطقه حفاری چاههای مطالعاتی در دشت آبرفتی معمولاً تمام سطح آبخوان را شامل می‌شود که به مدد اطلاعات به دست آمده اولیه، حوضه آبریز و حدود مخزن آب زیرزمینی و محدوده آبخوان منطقه‌ای و آبخوان محلی^۱ و آبخوانهای معلق^۲ تفکیک و مجزا و حدود منطقه حفاری مشخص می‌شود. بنابراین وسعت و گسترش منطقه عملیات چاههای مطالعاتی در دشتهای آبرفتی بستگی به ابعاد دشت و توسعه آبخوان دارد. تراکم و پراکندگی چاههای مطالعاتی نیز به دقت عملیات و اعتبارات پیش‌بینی شده ارتباط دارد و الزاماً در مواردی برای تعیین حدود آبخوان گمانه‌هایی خارج از مرزهای آبخوان حفر می‌شوند که در این حالت وسعت منطقه حفاری از محدوده آبخوان تجاوز می‌کند.

۲-۲-۲-۳ منطقه حفاری مطالعاتی در سازندهای سخت

در مطالعات منابع آب در سازندهای سخت، منطقه حفاری بستگی به میزان رخنمون سازند مورد نظر دارد که گاهی وسعت آن کمتر از یک کیلومتر مربع است؛ ولیکن اغلب مساحت تحت پوشش به چند صد کیلومتر مربع بالغ می‌شود و ممکن است چندین حوضه آبریز را شامل شود. از آنجاکه معمولاً رخنمون سازندهای سخت در مناطق کوهستانی و ارتفاعات صعب‌العبور قرار دارد، لذا دستیابی به نقاط مورد نظر برای استقرار دستگاه حفاری عامل مهم محدودکننده منطقه حفاری محسوب می‌شود؛ از این رو منطقه حفاری منحصر به حاشیه ارتفاعات و درون دره‌هایی می‌شود که احداث جاده و دسترسی به آنها امکان‌پذیر باشد و با وجود آنکه سازند مورد نظر رخنمون وسیعی دارد؛ لیکن به علت محدودیتهای پیش‌گفته منطقه حفاری محدود به مساحت کوچکی می‌شود و چاهها در فواصل نزدیکی حفر خواهند شد.

1- Local

2- Perched

۳-۲-۳ منطقه حفاری چاههای بهره‌برداری

برخلاف حفاری چاههای مطالعاتی، منطقه حفاری چاههای بهره‌برداری تابع شرایط یکسان زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی خاص نیست؛ بلکه با توجه به ظرفیت مجاز آبکشی از آبخوان و براساس محاسبات بیلان آبی منطقه و پتانسیل توسعه و بهره‌برداری، طرحهای عمرانی تدوین و براساس برنامه از پیش تعیین شده، مبادرت به حفر چاه در منطقه مشخص می‌شود. این مناطق برحسب ابعاد و گسترش طرح به دو بخش قابل تقسیم است:

- ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای کوچک

- ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای بزرگ

۳-۲-۳-۱ ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای کوچک

حفاری چاههای بهره‌برداری که در قالب طرحهای کوچک کشاورزی، صنعتی و یا آب مشروب مراکز کم‌جمعیت روستاها که غالباً نیاز آبی آنها به وسیله یک حلقه چاه تأمین می‌شود، ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای کوچک را شامل می‌شود. گستره ناحیه حفاری معمولاً محدود به محل و هدفهای مربوط به آن است که با توجه به شرایط هیدروژئولوژی محل با حفر یک حلقه چاه در یک نقطه مناسب در محدوده موردنظر آب موردنیاز تأمین می‌شود. با توجه به نتایج مطالعات و شناخت آبخوان معمولاً مشخصات فنی و عمق چاه از پیش تعیین شده و قبلاً با صدور پروانه میزان بهره‌برداری از چاه اعلام و رعایت آن را الزامی می‌کنند. اغلب در مناطق ناشناخته نقطه‌ای را برای حفر گمانه شناسایی - بهره‌برداری در محدوده موردنظر انتخاب می‌کنند و سپس براساس نتایج حاصل از گمانه تصمیم می‌گیرند.

۳-۲-۳-۲ ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای بزرگ

معمولاً طراحان طرحهای توسعه خصوصاً در بخشهای کشاورزی، صنعتی و یا آب مشروب مراکز جمعیتی با توجه به اطلاعاتی که از مطالعه هیدروژئولوژی منطقه به دست آمده است، تعیین کننده اصلی ناحیه حفاری بهره‌برداری طرحهای بزرگ هستند.

در مواردی ممکن است بخش عمده‌ای از منابع آب زیرزمینی یک آبخوان برای نیل به این منظور در نظر گرفته شود و جاهایی با مشخصات از قبل تعیین شده و با توجه به نقاط مصرف و در نظر داشتن حریم کافی از منابع آب مجاور تعیین و در محدوده موردنظر حفر شود.

تأمین آب مورد نیاز طرح‌های بزرگ کشاورزی و صنعتی مانند: نیروگاه‌های برق، صنایع سنگین به علت محدودیت کمی و کیفی منابع آب ممکن است در محدوده اجرای طرح مقدور نباشد و تمام و یا قسمتی از نیاز آبی آن خارج از محدوده طرح تأمین شود. در این صورت دامنه وسعت ناحیه حفاری چاه‌های بهره‌برداری با توجه به پتانسیل منابع آب زیرزمینی نواحی مجاور به آن نواحی نیز کشیده و ناحیه حفاری وسعت بیشتری را شامل می‌شود و چاه‌های تأمین آب طرح در این محدوده که مساحت آن نیز مشخص خواهد بود، حفر و تجهیز می‌شوند. ناحیه حفاری چاه‌های آب مشروب شهرها معمولاً باید دارای شرایط ویژه‌ای باشد. آب آشامیدنی تأمین شده از منابع آب زیرزمینی باید از لحاظ کیفی براساس جداول طبقه‌بندی آب مشروب در ردیف‌های قابل قبول قرار گیرد و عاری از هرگونه آلودگی بیولوژیکی، عوامل صنعتی و کشاورزی باشد، به این منظور ناحیه حفاری چاه‌های آب مشروب باید تا حد امکان خارج از محدوده شهرها در ابتدای مخروط افکنه‌ها، در دامنه ارتفاعات و یا در سازندهای سخت انتخاب شود و از توسعه شهرها در این مناطق و احداث کارخانه‌هایی که ممکن است فاضلاب آنها منابع آب زیرزمینی را آلوده سازد، جلوگیری شود. همچنین در مصرف کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی مجاور مناطق حفاری چاه‌های آب مشروب دقت کافی مبذول شود تا موجبات آلودگی منابع آب زیرزمینی فراهم نشود.

۳-۳ تعیین روش حفاری

انتخاب روش حفاری چاه‌های آب به عوامل چندی بستگی دارد که مهمترین آنها به شرح زیر است:

- نوع سازند زمین‌شناسی (درجه سختی و وضعیت دانه‌بندی سازند)
- امکانات تأمین ماشین‌آلات حفاری در منطقه
- هدف از حفاری
- چگونگی دستیابی به محل و شرایط نقطه حفاری
- قدرت و کارایی دستگاه نسبت به مشخصات فنی پیش‌بینی شده
- اعتبارات تخصیص داده شده

۱-۳-۳ نوع سازند زمین‌شناسی

یکی از عوامل مهم انتخاب روش حفاری، درجه سختی و دانه‌بندی سازند مورد حفاری است که ممکن است آبرفت (دانه‌ریز یا دانه درشت) معمولی و یا ریزشی و یا سازند سخت باشد که براین اساس به شرح زیر تقسیم می‌شود:

۱-۱-۳-۳ آبرفتهای معمولی و غیرشولاتی

مناسبترین روش برای حفر چاه‌های آب در آبرفتهای پایدار (دانه‌ریز یا دانه درشت) که شولاتی و ریزشی نباشد روش حفاری ضربه‌ای است که در دشتهای آبرفتی که ضخامت رسوبات آنها کمتر از ۲۰۰ متر است، دستگاه‌های

- سبک و متوسط مناسب خواهد بود و همچنین در ابتدای مخروط افکنه‌ها که رسوبات دانه درشت باشد، همین روش کاربرد دارد. حفر چاه آب به روش ضربه‌ای دارای امتیازاتی به شرح زیر است:
- امکان بررسی آبخوان به لحاظ کمی و کیفی در حین حفاری میسر است.
 - امکان تأمین دستگاه حفاری ضربه‌ای در اکثر مناطق به راحتی مقدور است.
 - هزینه آن نسبت به سایر روشهای حفاری کمتر است.
 - حمل و استقرار دستگاه به نقطه حفاری آسانتر است.
 - برداشت نمونه‌های آب و خاک نسبتاً دقیق، میسر است.
 - عمق سطح برخورد به آب و تغییرات بعدی آن در حین حفاری قابل اندازه‌گیری است.
 - تغییرات کیفی آب با پیشرفت عملیات حفاری قابل کنترل است.
 - آزمایش آبدهی در هنگام حفاری (در مرحله گمانه‌زنی و قبل از نصب لوله جدار) مقدور است.

۳-۱-۳-۲ آبرفتهای دانه ریز و شولاتی

- در رسوبات آبرفتی دانه‌ریز و شولاتی که احتمال وجود لایه‌های تحت فشار و آرتزین در آنها می‌رود یا ممکن است در مرحله بهره برداری ماسه دهی داشته باشد و همچنین در مواردی که مهار و یا تفکیک آبخوانهای با کیفیتهای مختلف موردنظر باشد، روش حفاری دورانی با گردش گل توصیه می‌شود.
- امتیازات به کارگیری این روش به شرح زیر است:
- سرعت پیشرفت حفاری نسبتاً زیاد است.
 - محدودیت نسبی عمق و قطر نسبت به سایر روشهای حفاری کمتر است.
 - ستون گل حفاری از ریزش لایه‌های شولاتی جلوگیری می‌نماید.
 - ستون گل، فشار لایه تحت فشار را خنثی می‌کند و مانع جریان آب در هنگام حفاری می‌شود.
 - تفکیک آبخوانها در اعماق مختلف و همچنین بستن لایه‌های شور مقدور است.
 - با بررسی نمونه‌های خاک و کسب نتایج حاصل از چاه پیمایی در مرحله گمانه شناسایی در صورتی که چاه آبدهی قابل توجهی نداشته باشد، از صرف هزینه بیشتر جلوگیری خواهد شد.
 - برنامه لوله‌گذاری چاه براساس نتایج حاصل از چاه پیمایی و بررسی نمونه‌های خاک از قبل قابل پیش‌بینی است.
 - امکان شن ریزی اطراف لوله جدار برای ایجاد صافی شنی به راحتی مقدور است.
- در مواردی که ضخامت رسوبات آبرفتی زیاد باشد و حفر گمانه با قطر کم و عمق زیاد موردنظر باشد، روش حفاری با گردش گل مستقیم مناسبتر خواهد بود. ولی در آبرفتهای کم ضخامت و یا بسیار دانه ریز و دارای قابلیت نفوذ کم در صورتی که حفر چاههایی با قطر زیاد موردنظر باشد، بهتر است از حفاری دورانی با گردش گل معکوس استفاده شود. با این روش، حفر چاههایی تا قطر ۵۰ اینچ امکان‌پذیر خواهد بود. و با افزایش سطح ورود آب در ناحیه اشباع، موجب ازدیاد نسبی آبدهی چاه خواهد شد.

۳-۱-۳-۳ آبرفتهای دامنه‌ای و بستر مسیلهای کوهستانی

در مناطق کوهستانی و در داخل دره‌ها و یا بستر مسیلهای فصلی که رسوبات آنها دانه درشت و معمولاً با ضخامت محدودی است، مناسبترین روش برای حفر چاههای آب روش حفاری به وسیله مقنی است که با حفر چاههای دستی و کوره‌های جانبی (گالری) می‌توان آب موردنیاز در حد قدرت آبدهی آبخوان را تأمین کرد. بدیهی است هر قدر طول گالریها بیشتر باشد به همان نسبت در افزایش آبدهی چاه موثر خواهد بود. عموماً راستای کوره‌ها در جهت عمود بر خطوط جریان آب زیرزمینی حفر می‌شود. استفاده از ابزارهای جدید در این روش در افزایش سرعت حفاری بسیار موثر است.

۳-۱-۳-۴ آبرفتهای دانه درشت در مجاورت رودخانه‌های دائمی

در مجاورت رودخانه‌های دائمی که بستر شنی و یا قلوه سنگی دارند و ضمناً قابلیت نفوذ و ضخامت لایه اشباع در آنها نسبتاً زیاد است و برای حفر چاههای بهره‌برداری با آبدهی زیاد (بیش از ۲۰۰ لیتر در ثانیه) حفاری چاههای دهانه‌گشاد مخزنی با گالریهای شعاعی (فلمن) مناسب خواهد بود، ولی چون این روش حفاری معمولاً هزینه زیادی در بردارد، لازم است پس مطالعات دقیق هیدروژئولوژی و همه جانبه به کار گرفته شود.

۳-۱-۳-۵ سازندهای سخت

برای حفاری در سازندهای سخت به خصوص در مرحله اکتشاف مناسبترین روش، استفاده از دستگاههای دورانی با مته چکشی و گردش هوای فشرده و فوم است. در این روش علاوه بر سرعت زیاد حفاری در مرحله گمانه پس از برخورد به سطح آب به کمک هوای فشرده در حین حفاری از آبخوان آبکشی به عمل می‌آید. در این صورت وضعیت آبدهی، از لحاظ کمی و کیفی تا حدودی مشخص می‌شود.

برای حفر چاههای بهره‌برداری در سازند سخت علاوه بر روش فوق به کارگیری دستگاه حفاری ضربه‌ای سنگین نیز مناسب است. توصیه می‌شود در صورت در دسترس نبودن دستگاه حفاری (D.T.H) از دستگاه حفاری ضربه‌ای سنگین استفاده شود.

در حفاری سازند سخت به خصوص در سنگهای کربناته استفاده از روش دورانی با گردش گل مجاز نیست، زیرا گل حفاری موجب انسداد شکافها و مجاری ورود آب به چاه می‌شود و ممکن است سازندهایی را که به طور قطع دارای منابع آبی هستند فاقد آب نشان دهد و یا اینکه آبدهی چاه را از مقدار واقعی آن کمتر نشان دهد. در مواردی که اجباراً

از دستگاههای دورانی با گردش گل استفاده می‌شود، بهتر است به جای گل از آب و یا آب و فوم با استفاده از پمپ پیستونی و یا کمپرسورهای قوی برای خارج کردن مواد کهنه شده از چاه استفاده کرد.

در مواردی که حفر گمانه اکتشافی خصوصاً در اعماق زیاد و دستیابی به نمونه‌های دست‌نخورده در سازندهای سخت موردنظر باشد، به کارگیری حفاری دورانی با روش مغزه‌گیری توصیه می‌شود. در این روش با در اختیار داشتن تمام ستون سازند سخت به صورت مغزه می‌توان به لیتولوژی، سن، نفوذپذیری و یا سایر مشخصات سنگ پی برد. به علاوه عمق سطح برخورد به آب و تغییرات بعدی آن قابل کنترل است و تغییرات کیفی آبخوان نیز قابل بررسی خواهد بود و با انجام دادن چاه پیمایی عمق شکستگیها، درز و شکافها و مغاره‌ها و تا حدودی پتانسیل آبی آبخوان مشخص می‌شود. چنین گمانه‌ای قابل بهره‌برداری نخواهد بود، ولیکن می‌تواند به عنوان چاه پیزومتر مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۳-۳ امکانات تأمین ماشین‌آلات حفاری در منطقه

تهیه و تأمین ماشین‌آلات حفاری مناسب در یک منطقه یکی دیگر از عوامل انتخاب روش حفاری محسوب می‌شود، زیرا در بعضی مناطق به علت عدم وجود دستگاه واجد شرایط برای حفاری موردنظر، کارفرما یا مجریان طرحها اجباراً از دستگاههای دیگری استفاده می‌کنند که کاملاً مناسب مشخصات مورد پیش‌بینی نیست. در این صورت لازم است با بررسیهای همه جانبه و دقت زیاد و با توجه به امکانات موجود منطقه نسبت به انتخاب روش مناسب اقدام نمود. به هر حال توصیه می‌شود، در مورد استفاده از دستگاههای حفاری نامناسب که به کارگیری آن موجب عدم امکان دسترسی به نتایج مطلوب و تخریب سفره‌ها می‌شود اجتناب شود.

۳-۳-۳ هدف از حفاری در انتخاب روش

انتخاب روش حفاری به هدفهای موردنظر نیز بستگی دارد. در مورد چاههای بهره‌برداری با توجه به شناخت قبل از آبخوان و مشخص بودن طبقات آبد، عمق و قطر چاه از قبل پیش‌بینی می‌شود و با توجه به روشهای متداول حفاری در منطقه و سایر خصوصیات موردنظر دستگاه حفاری مناسب انتخاب می‌شود و سپس عملیات حفر طبق برنامه و با نظارت لازم صورت خواهد گرفت.

۴-۳-۳ چگونگی دستیابی به محل و شرایط نقطه حفاری

یکی دیگر از عواملی که در انتخاب روش حفاری باید مدنظر قرار گیرد، شرایط نقطه حفاری و چگونگی دستیابی به محل است. حمل و انتقال دستگاههای حفاری بزرگ با تجهیزات سنگین در جاده‌های صعب‌العبور و کوهستانی

بسیار دشوار و مستلزم صرف هزینه هنگفت خواهد شد. از این رو باید با توجه به شرایط طبیعی محل و مشخصات فنی کار، روش و دستگاهی انتخاب شود که در حد امکان ضمن کسب نتایج مورد نظر انتقال آن به محل نیز امکان پذیر و سهل باشد. برای حفاری چاههای آب در سطح شهرها و کنار گذرگاهها یا میدانها با وجود آنکه روش دورانی با گردش گل مناسبتر است؛ لیکن به لحاظ نحوه عمل این روش و نیاز به فضای وسیع عملاً استفاده از این روش بسیار دشوار و غیرممکن و روش حفاری ضربه‌ای اجتناب ناپذیر است.

۳-۵- قدرت و کارایی دستگاه نسبت به مشخصات فنی چاه

قدرت و کارایی دستگاه یکی دیگر از عوامل عمده انتخاب روش حفاری است، زیرا بدون در نظر گرفتن این عامل ممکن است اجرای عملیات حفاری و دستیابی به نتایج پیش‌بینی شده به علت عدم کارایی دستگاه با اشکال مواجه شود. برای انتخاب قدرت و کارایی دستگاههای حفاری مناسب به جدول شماره ۱ در فصل دوم مراجعه شود.

۳-۶- اعتبارات تخصیص داده شده

اعتبارات تخصیص داده شده برای اجرای هر طرح حفاری عامل تعیین کننده دیگری است که براساس آن روش حفاری مشخص می‌شود؛ زیرا انواع حفاریهای دورانی با نصب اسکرینهای پیش‌ساخته مستلزم صرف هزینه سنگینتری نسبت به حفاریهای ضربه‌ای با استفاده از لوله‌های مشبک است که در این صورت حتماً به کارگیری روش متناسب با بودجه را الزامی می‌کند. جادارد در انتخاب روش متناسب با اعتبار تا حد امکان جنبه‌های فنی و دسترسی به هدفهای از پیش تعیین شده مدنظر قرار گیرد.

انتخاب روشهای حفاری چاههای آب، محاسن و معایب هر روش با توجه به شرایط چاه و نوع سازند به صورت خلاصه در جدول شماره ۲ ارائه می‌شود.

۳-۴- برآوردها و برنامه عملیات

به منظور برآورد عملیات حفاری برای هر برنامه اعم از طرحهای بزرگ و مطالعاتی و یا یک حلقه چاه بهره‌برداری پیش‌بینی موارد زیر ضروری خواهد بود:

- تعیین حجم کل عملیات و مقدار حفاری
- تهیه مشخصات فنی چاهها اعم از بهره‌برداری و مطالعاتی
- تعیین تعداد و مشخصات دستگاههای حفاری مورد نیاز متناسب با حجم کار پیش‌بینی شده
- برآورد نیروی انسانی متناسب با مشخصات فنی کار و حجم عملیات

جدول ۲- مقایسه روشهای حفاری چاههای آب، محاسن و معایب هریک از آنها با توجه به شرایط چاه و نوع سازند

شماره ردیف	خصوصیات کار و هدفهای موردنظر	ضربه‌ای			دورانی با گردش گل مستقیم			دورانی با گردش گل معکوس		دورانی یا مته چکشی و گردش	مغزه‌گیری	
		سیک	متوسط	سنگین	کوچک	متوسط	سنگین	پمپ‌مکنده	هوای فشرده			فوم
۱	شرایط دستگاه برای حفاری در رسوبات آبرفتی	در عمق و قطر کم خوب است	در عمق و قطر متوسط خوب است	در عمق و قطر نسبتاً زیاد خوب است	مناسب	در عمق و قطر متوسط مناسب است	در عمق و قطر زیاد مناسب است	در قطر زیاد و عمق کم کم خوب است	در قطر زیاد و عمق متوسط خوب است	نامناسب	معمول نیست	
۲	شرایط دستگاه برای حفاری در سازند سخت	نامناسب	نامناسب	خوب	توصیه نمی‌شود	توصیه نمی‌شود	توصیه نمی‌شود	نامناسب	نامناسب	خوب	برای اکتشاف مناسب است	
۳	چگونگی دستیابی به نمونه‌های خاک	خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	بسیار خوب	
۴	تعیین عمق برخورد آب و کنترل تغییرات آن	مقدور است	مقدور است	مقدور است	مشکل است	مشکل است	مشکل است	بسیختی	بسیختی	مقدور است	خوب	
۵	دستیابی به نمونه آب و بررسی تغییرات کیفی هنگام حفاری	مقدور است	مقدور است	مقدور است	مقدور نیست	مقدور نیست	مقدور نیست	امکان ندارد	امکان ندارد	مقدور است	تا حدودی	
۶	امکان آزمایش آبدی هنگام حفاری	تا حدودی	تا حدودی	تا حدودی	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد	معمول نیست	
۷	امکان حفاری تا عمق موردنظر	حداکثر ۱۵۰ m	حداکثر ۲۵۰ m	حداکثر ۴۰۰ m	حداکثر ۱۵۰ m	حداکثر ۳۰۰ m	حداکثر ۱۰۰۰ m	محدود	نسبتاً محدود	حداکثر ۳۰۰ m	دارد	
۸	محدودیت قطر حفاری در مرحله گمانه	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	
۹	حداکثر قطر حفاری	اینچ ۱۴	اینچ ۱۸	اینچ ۲۲	اینچ ۱۸	اینچ ۲۲	اینچ ۲۴	اینچ ۴۰	اینچ ۵۰	اینچ ۱۷/۳۰	اینچ ۴	
۱۰	سرعت پیشرفت عملیات حفاری	متوسط	متوسط	کند	خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	خوب	توسط	
۱۱	احتمال گم‌شدن مایع حفاری یا هوا	مصرف ندارد	مصرف ندارد	مصرف ندارد	وجود دارد	وجود دارد	وجود دارد	وجود دارد	کمتر	احتمال دارد	احتمال دارد	
۱۲	شرایط حفاری در زمینهای شولاتی و ریزشی	مناسب نیست	مناسب نیست	مناسب نیست	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	نامناسب	نامناسب	
۱۳	احتمال انحراف چاه	وجود دارد	وجود دارد	وجود دارد	تا حدودی	کمتر	کمتر	کمتر	کمتر	کمتر	وجود دارد	
۱۴	ضرورت انجام دادن چاه پیمایی	معمول نیست	معمول نیست	معمول نیست	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	در بعضی از روشها لازم است	
۱۵	مقایسه هزینه حفاری در روشهای مختلف	نسبتاً کم	نسبتاً کم	نسبتاً کم	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	
۱۶	مصرف گل و عدم شستشوی خوب در کاهش آبدی موثر است.	مصرف ندارد	مصرف ندارد	مصرف ندارد	احتمال دارد	احتمال دارد	احتمال دارد	احتمال دارد	کمتر	مصرف ندارد	مصرف ندارد	
۱۷	امکان بستن سفره‌های شور	به راحتی مقدور نیست	به راحتی مقدور نیست	به راحتی مقدور نیست	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	متداول نیست	

- پیش‌بینی زمان اجرای عملیات با در نظر گرفتن شرایط جوی، تدارکات مورد نیاز و تهیه برنامه زمانبندی
- دریافت نقاط حفاری چاه یا چاهها ضمن تهیه نقشه موقعیت آنها و راههای دستیابی به محل‌های مورد نظر
- تجزیه و تفکیک مقادیر حفاری بر حسب نیاز و مشخصات فنی مورد پیش‌بینی
- تعیین و برآورد هزینه عملیات با در نظر گرفتن حجم کار، تعداد چاهها، مشخصات فنی کار، واحد بهای عملیات (باتوجه به فهرست قیمت‌های پایه مصوب سازمان برنامه و بودجه) و پراکندگی محل حفاریها
- پیش‌بینی برنامه نظارت بر عملیات

۱-۴-۳ تعیین حجم کل عملیات و متره حفاری

برای انجام دادن هرگونه حفاری تعیین حجم کلی کار شامل میزان حفاری مورد نظر ضروری است. این حجم ممکن است فقط برای حفر یک حلقه چاه به صورت بهره‌برداری و یا شامل انجام دادن هر دوره عملیات و حفر چندین حلقه چاه بهره‌برداری و مطالعاتی باشد.

۲-۴-۳ تهیه مشخصات فنی چاهها

تعیین مشخصات فنی چاهها اعم از بهره‌برداری و مطالعاتی همراه با اسناد قرارداد تهیه می‌شود. در مشخصات فنی نحوه و روش انجام دادن هر یک از کارها، قطر و عمق حفاریها، مشخصات لوله‌های مورد مصرف، ابعاد شبکه‌ها، ایجاد صافی شنی و مشخصات و ابعاد مهار چاه تعیین می‌شود.

۳-۴-۳ تعیین تعداد و مشخصات دستگاههای حفاری

مشخصات و تعداد دستگاههای حفاری بر حسب نوع و حجم کار مورد نیاز تعیین و برآورد می‌شود. مشخصات و کارایی دستگاهها باید متناسب با مشخصات فنی چاه (عمق و قطر و نوع و روش حفاری) و طبق ضوابط مندرج در فصل دوم دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب تعیین شود. تعداد دستگاههای آماده به کار باید طوری انتخاب شود که عملیات در زمان مورد نظر تا حد امکان بدون تاخیر انجام گیرد.

۴-۴-۳ برآورد نیروی انسانی

بدیهی است تأمین نیروی انسانی کارآمد متناسب با دستگاههای حفاری در حال کار از عوامل موثر انجام دادن عملیات در زمان تعیین شده و اجرای صحیح مشخصات فنی خواهد بود. نیروی انسانی در چارچوب نیاز دستگاهها از نظر تخصص فنی و کارایی افراد تعیین و تأمین می‌شود.

۵-۴-۳ پیش‌بینی زمان اجرای عملیات

در هر قرارداد تعیین زمان انجام دادن عملیات که باید با توجه به حجم و فصل مناسب کار صورت گیرد، ضروری خواهد بود. مدت انجام دادن کار به زمانی اتلاق می‌شود که از تاریخ تحویل کارگاه آغاز و تا تحویل موقت کار طول خواهد کشید. در تعیین برنامه زمانبندی عملیات لازم است شرایط دستیابی به منطقه و نقطه حفاری و فصل مناسب کار با توجه به عوامل قهریه پیش‌بینی نشده و همچنین مشکلات احتمالی ضمن کار در نظر گرفته شود.

۶-۴-۳ دریافت نقاط حفاری چاهها

نقطه یا نقاط تعیین شده برای حفر چاهها برحسب نوع چاه مطالعاتی یا بهره‌برداری از طرف کارشناسان ذیصلاح و مربوط تعیین و ارائه می‌شود که ضوابط آن در مبحث مربوط به انتخاب نقطه حفاری تعیین شده است.

۷-۴-۳ تجزیه و تفکیک مقادیر کار

در برآورد فنی عملیات باید مقادیر کار تجزیه و به تفکیک مشخص شده باشد و برای هر یک از اجزای کار مقادیر آن در ستون مربوط معلوم شود. بدیهی است این مقادیر احتمال دارد با رعایت ضوابط تعیین شده کم و یا زیاد شود. همچنین در جدول برآوردها به صورت تخمین ارائه می‌شوند. در هر حال در تجزیه و تفکیک مقادیر باید سعی شود که مجموع کارهای پیش‌بینی شده با حجم کل کار در حد امکان برابر باشد.

۸-۴-۳ تعیین و برآورد هزینه‌ها

براساس مشخصات فنی و برآورد مقادیر، باید برای برآورد هزینه کار نیز اقدام شود. تعیین و برآورد هزینه عملیات می‌تواند براساس توافق طرفین در کارهای خصوصی باشد و یا تاحدامکان در چارچوب فهرست قیمت‌های پایه مصوب سازمان برنامه و بودجه در طرح‌های عمرانی و مطالعاتی صورت گیرد. در برآورد هزینه باید تمام جوانب امر از نظر بعد مسافت منطقه از مرکز، فاصله چاهها از یکدیگر، سختی شرایط کار، فصل و مسائل جوی، امکانات و تأمین نیروی انسانی، ضرایب منطقه‌ای و غیره در نظر گرفته شود.

۹-۴-۳ پیش‌بینی برنامه نظارت

تعیین برنامه و نحوه نظارت یا دستگاه نظارت باید در قرارداد پیش‌بینی و گنجانیده شود. در این مورد به فصل چهارم دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب مراجعه شود.

۵-۳ انتخاب نقطه حفاری

نقطه حفاری در محدوده منطقه حفاری به محلی اتلاق می‌شود که چاه موردنظر منفرداً در آن نقطه حفر می‌شود. در ضوابط انتخاب نقطه حفاری ضمن ملحوظ داشتن شرایط هیدروژئولوژیکی مناسب، باید شرایط ویژه‌ای را بر حسب سازند مورد حفاری، نوع چاه و هدفهای موردنظر و امکان دستیابی به محل و سایر عوامل در نظر داشت که در زیر به آنها اشاره می‌شود:

۱-۵-۳ انتخاب نقطه حفاری چاههای مطالعاتی

چاههای مطالعاتی شامل چاههای مورد حفر در سازند آبرفتی و سازند سخت اعم از: اکتشافی، مشاهده‌ای، پیرومتر مجاور چاه پمپاژ و گمانه شناسایی است که ضوابط انتخاب هر نقطه به شرح زیر بیان می‌شود:

۱-۱-۵-۳ ضوابط انتخاب نقطه حفاری چاههای اکتشافی در سازند آبرفتی

برای کسب اطلاعات مفید و موثر از حفاریهای مطالعاتی در منطقه عملیات، رعایت اصول زیر در تعیین نقطه حفاری اکتشافی در سازند آبرفتی توصیه می‌شود:

- نقطه حفاری تا حد امکان معرف خصوصیات وسیعی از آبخوان باشد.
- شرایط حاکم در نقطه در فاصله کوتاه تغییر ننماید.
- از مناطق مشکوک بین دو آبخوان و همچنین نزدیک به پدیده‌های زمین‌شناسی نظیر: گسل، رورانگی و تغییر رخساره احتراز شود (مگر آنکه هدف مطالعه این گونه پدیده‌ها باشد).
- حریم چاهها و قنوات مجاور در نظر گرفته شود و در صورت امکان از اطلاعات آنها استفاده شود.
- در مناطق ارتباط آب زیرزمینی با رودخانه، کانال و یا دریاچه اجتناب شود.
- از نزدیکی به مرز دو نوع آبخوان و مجاورت تپه‌ها و سازندهای غیرقابل نفوذ دوری شود.
- امکان دستیابی به نقطه آسان باشد و حتی المقدور نیاز به جاده سازی نباشد.
- نقطه قابل تسطیح برای استقرار دستگاه باشد.
- در حریم موانعی از قبیل: خطوط انتقال آب، برق، گاز و نفت و همچنین حریم جاده‌ها نباشد.
- محوطه کافی برای احداث حوضچه‌های گل، تخلیه مواد و لوله‌های جدار فراهم باشد.
- راه خروجی برای تخلیه آب در مرحله آزمایش پمپاژ وجود داشته باشد.
- تراکم و یا پراکندگی نقاط مورد انتخاب به صورتی باشد که با حداقل هزینه حداکثر نتایج حاصل شوند.
- در صورت ضرورت، امکان بهره‌برداری برای تأمین آب مراکز موردنظر موجود باشد.

۳-۵-۱-۲ ضوابط انتخاب نقطه حفاری چاههای اکتشافی در سازندهای سخت

انتخاب نقطه حفاری چاههای اکتشافی در سازندهای سخت به لحاظ طبیعت خاص این گونه سازندها از حساسیت بیشتری برخوردار است و مستلزم رعایت ضوابط دقیقتری می باشد. در انتخاب نقطه، خصوصیات زمین شناسی، لیتولوژی زمین ساخت منطقه و ردیابی درز و شکافها دقیقاً باید مطالعه و بررسی شده و علاوه بر آن ضوابط زیر را نیز در نظر داشت:

- در سازندهای کربناته در رخنمون سازند از وجود غارها و تخلخل ثانوی و درز و شکاف اطمینان حاصل شود.
- نقطه حفاری بر روی همان سازند مورد نظر انتخاب شود و با توجه به شیب و امتداد لایه ها، در محلی انتخاب نقطه به عمل آید که حداکثر ضخامت لایه را شامل شود.
- نقطه حفاری حتی المقدور بر روی رخنمون سازند مورد نظر تعیین شود و از انتخاب نقطه بر روی واریزه و رسوبات دامنه ای احتراز شود.
- نقطه تعیین شده دقیقاً علامتگذاری و به طور برجسته مشخص شود تا هیچ گونه جابه جایی بعدی صورت نپذیرد.
- ارتفاع نسبی نقطه حفاری نسبت به مجموعه سازند دقیقاً تعیین شود.
- حتی المقدور نقطه حفاری در پایینترین نقطه سازند انتخاب شود تا عمق برخورد به آب و نتایج اکتشاف زودتر حاصل شود.
- نقطه حفاری نزدیک گسل، شکستگی و پدیده های زمین ساختی تعیین شود.
- امکان احداث جاده دسترسی به محل به آسانی فراهم باشد. اصولاً در سازندهای سخت جاده یکی از عوامل موثر محدودیت در انتخاب نقطه حفاری است که باید با بررسی دقیق به نحوی نقطه انتخاب شود که ضمن دریافت بیشترین اطلاعات از حفاری، تا حد امکان هزینه کمتری برای احداث جاده تخصیص داده شود.

۳-۵-۱-۳ ضوابط انتخاب نقطه حفاری چاههای مشاهده ای

چاههای مشاهده ای برای اندازه گیری مستمر و ماهانه نوسانات سطح آب زیرزمینی در محدوده یک آبخوان حفر می شوند که محل و مشخصات آنها با توجه به مطالعات هیدروژئولوژیکی آبخوان از طرف کارشناسان بررسیهای منابع آب زیرزمینی تعیین و ابلاغ می شود. تعداد و فواصل و مشخصات فنی و محل این گونه چاهها با توجه به شبکه پیزومتریک آبخوان و در نظر گرفتن وسعت منطقه، دقت مطالعات و اعتبارات پیش بینی شده از سوی کارشناسان پیش گفته مشخص می شود و براساس آن حفاری انجام می شود.

۳-۵-۱-۴ ضوابط انتخاب نقطه پیزومتر مجاور چاه آبکشی (پیزومتر شعاع تأثیر)

چاههایی که با قطر کم در مجاورت چاه در حال پمپاژ به فواصل مناسب حفر می‌شوند، پیزومتر شعاع تأثیر نامیده می‌شوند که با پمپاژ چاه مورد نظر، میزان افت سطح آب در هریک از آنها در فواصل مختلف زمانی اندازه‌گیری می‌شود. تعداد پیزومترهای مجاور چاه پمپاژ بستگی به نوع آبخوان، دقت مطالعات و اعتبارات پیش‌بینی شده دارد. تعداد و فواصل و مشخصات فنی این پیزومترها را کارشناسان هیدروژئولوژی تعیین می‌کنند و در اختیار واحد حفاری قرار می‌گیرد تا براساس آن مبادرت به حفر چاه شود.

۳-۵-۲ ضوابط انتخاب نقطه حفاری چاههای بهره‌برداری

چاههای بهره‌برداری یا در قالب طرحهای عمرانی و برای توسعه امور زراعی یا صنعتی و تأمین آب مشروب شهرها حفر می‌شوند و یا به درخواست بخش خصوصی و از طریق حفر یک یا چند حلقه چاه صورت می‌گیرند.

۳-۵-۲-۱ ضوابط نقطه حفاری چاههای بهره‌برداری طرحهای عمرانی

در طرحهای توسعه از طریق منابع آب زیرزمینی پس از بررسی جامع و همه‌جانبه ظرفیت آبدهی آبخوان و تعیین بده بالقوه آن و با ملحوظ داشتن ضرایب هیدرودینامیکی خصوصاً ظرفیت برداشت مجاز^۱ و با هماهنگی با برنامه‌های عمرانی منطقه و با توجه به برآورد نیازها از سوی طراحان و برنامه‌ریزان در محلهای از پیش تعیین شده مبادرت به حفر چاه می‌شود. ضوابط انتخاب نقطه حفاری، تعداد، مشخصات فنی و ساختمان چاهها قبلاً در طراحی هر چاه منظور شده و با راهنمایی هیدروژئولوژیستها از سوی طراحان مشخص می‌شود و نقاط انتخابی برای حفر چاه در اختیار واحد حفاری قرار می‌گیرد.

۳-۵-۲-۲ ضوابط نقطه حفاری چاههای بهره‌برداری بخش خصوصی

نقطه حفاری برای بخش خصوصی در چارچوب مقررات و ضوابط خاص و طبق قانون توزیع عادلانه آب و آیین‌نامه‌های مربوط از طریق امور حفاظت منابع آب سازمانهای آب منطقه‌ای و از سوی کارشناسان ذیصلاح انتخاب می‌شود که با درج کروکی محل و نقطه حفاری در پروانه صادره حاوی مشخصات فنی در اختیار متقاضی قرار می‌گیرد. متقاضی با مراجعه به شرکتهای حفاری مجاز برای حفر چاه در نقطه تعیین شده اقدام می‌کند. نظارت و کنترل اجرای مشخصات فنی پیش‌بینی شده به عهده امور حفاظت منابع آب شرکتهای آب منطقه‌ای مربوط است.

1- Safe yield

حسن اجرای عملیات حفاری هر چاه از ابتدای شروع تا خاتمه ساختمان آن، نظارت شخص یا اشخاص و یا سازمانهای مسئول واجد شرایطی را ایجاد می‌کند که اصطلاحاً آن را «دستگاه نظارت» نام گذارده‌اند. اشخاص و یا سازمانهایی که می‌توانند مسئولیت نظارت را عهده‌دار باشند و به عنوان «دستگاه نظارت» عمل کنند عبارتند از:

- امور مطالعات منابع آب سازمانهای آب منطقه‌ای

- دفاتر امور آب وزارت نیرو

- مهندسان مشاور مطالعات منابع آب به ثبت رسیده و رتبه‌بندی شده در سازمان برنامه و بودجه

- کارشناسان حقیقی (کارشناسان ویژه) که در دفتر امور مشاوران و پیمانکاران ثبت نام کرده‌اند و کارشناسان سازمان برنامه و بودجه و کارشناسان معرفی شده از سوی شرکتهای حفاری در کمیته صلاحیت حفاری وزارت نیرو

اصولاً لازم است حفر هرگونه چاه به هر منظور و تعداد که باشد، چه در بخش خصوصی و چه در بخش عمومی و طرحهای عمرانی برای تأمین آب کشاورزی، صنعت و شرب، تحت نظارت فنی ناظران حفاری ذیصلاح صورت پذیرد.

مهندسان دستگاه نظارت باید دارای سابقه و تجربه کافی (حداقل ۵ سال) در امر حفاری و نیز آشنا به استفاده از علوم و تکنیکهای وابسته به آن از قبیل: بررسیهای ژئوفیزیک، زمین‌شناختی، زمین‌شناسی آب^۱، ژئوشیمیایی، چاه پیمایی و غیره باشند و به چگونگی کاربرد آنها در حفاری کاملاً آشنایی داشته باشند. نحوه اعمال نظارت و شرایط آن بر حسب نوع چاه (مطالعاتی، بهره‌برداري و غیره) و همچنین گستردگی و ابعاد عملیات متفاوت است که به طور کلی به شرح زیر بیان می‌شود:

- چاههای مطالعاتی

چاههای مطالعاتی شامل: چاههای اکتشافی، انواع پیزومترها و چاههای مشاهده‌ای می‌شوند. نظارت چاههای اکتشافی، حضور مستمر مهندس ناظر در محل کارگاه را نیاز دارد. در صورتی که چند حلقه چاه مطالعاتی در یک زمان در دست حفاری باشند، توصیه می‌شود در هر کارگاه یک نفر تکنسین با تجربه (حداقل با ۵ سال سابقه کار) در تمام مدت حفاری گمارده شود و کلیه تکنسینها با سرپرستی مستقیم مهندس ناظر ارشد وظایف تعیین شده برای نظارت را به انجام رسانند.

در چاههای پیژومتری نیز عملیات نظارت می‌تواند در شرایط ذکر شده از سوی تکنسینهای با تجربه تحت سرپرستی مهندس ناظر انجام شود.

- چاههای بهره‌برداری

نظارت بر عملیات حفاری چاههای بهره‌برداری اعم از بخش خصوصی و یا بخش دولتی، حتی به تعداد یک حلقه چاه باید از طرف مهندس ناظر ذیصلاح انجام شود.

در حفاریهای چاههای بهره‌برداری متعلق به طرحهای عمرانی در ابعاد مختلف با سرپرستی مهندس ناظر ارشد و با همکاری تکنسینهای کارآموده نظارت لازم انجام می‌شود. در هر حال و در همه موارد مذکور، کلیه داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری می‌شود در اختیار مهندس ناظر قرار می‌گیرد تا براساس آن نیمرخ زمین‌شناسی و توصیف لایه‌های مورد حفاری و تعبیر و تفسیر آزمایشها انجام شود و نهایتاً ارائه طرح لوله‌گذاری و تعیین مشخصات شن صافی و ساختمان چاه از سوی مهندس ناظر تهیه و اجرا شود. بدیهی است در مواردی که نتایج حاصله از حفاری منفی نیز باشد، تصمیم مقتضی از طرف مهندس ناظر اتخاذ خواهد شد.

مهندس ناظر موظف است پس از پایان حفاری گزارش کامل مراحل حفاری را از ابتدا تا انتها در فرمهایی که در مباحث بعدی ارائه خواهد شد تنظیم و امضاء کند.

به طور کلی مهمترین وظایف این دستگاه، نظارت بر عملیات زیر است:

- دریافت و پیاده‌کردن نقطه حفاری و تحویل آن با تنظیم صورتمجلس به حفار یا پیمانکار
- احداث جاده دسترسی و تسطیح نقطه حفاری
- استقرار دستگاه، تدارک و تأمین آب، ساخت حوضچه‌گل (در روش حفاری دورانی) و تهیه مایع حفاری
- آمادگی کلیه ماشین‌آلات و تجهیزات، کنترل ترازبودن دستگاه، شروع عملیات حفاری و نصب لوله هادی
- نمونه‌برداری از خاک و آب و تنظیم گزارش روزانه حفاری
- تصمیم‌گیری درباره توقف حفاری گمانه و تهیه نیمرخ زمین‌شناسی آن
- عملیات چاه پیمایی و آزمایش مقدماتی آبدهی در مرحله حفاری گمانه
- تعیین عمق و قطر نهایی چاه (برقوزنی و تراش گمانه)
- تفکیک، جداسازی و بستن آبخوانهای نامطلوب
- تهیه طرح لوله‌گذاری و تعیین مشخصات فنی لوله و اسکرین
- کنترل کمی و کیفی لوله و اسکرین و نظارت در نصب لوله جدار
- تصمیم‌گیری درباره ایجاد فیلتر شنی و تعیین مشخصات شن صافی

- تعیین روش شستشو و توسعه چاه و انجام دادن آن با اندازه‌گیریهای لازم
- مهار لوله جدار، ساخت بلوک سیمانی و اطمینان از انسداد دهانه چاه
- تهیه فرم نهایی مشخصات فنی و نیمرخ زمین‌شناسی
- پایان عملیات و تحویل موقت چاه با تنظیم صورتمجلس پس از کنترل و آزمایش عدم انحراف

۱-۴ تحویل نقطه حفاری^۱

- نقطه یا نقاط حفاری چاههای آب که در طرحهای مطالعاتی، یا بهره‌برداری و با توجه به شرایطی که در فصل سوم راهنمای حفاری اشاره شد، به وسیله کارشناسان مربوط، انتخاب و بر روی زمین علامتگذاری می‌شود، به طوری که به سهولت قابل رویت و شناخت باشد. برای تحویل این نقاط به حفار پیمانکار باید مراتب زیر مورد توجه قرار گیرند:
- موقعیت جغرافیایی نقطه حفاری تر جیحاً بر روی نقشه توپوگرافی با مقیاس $\frac{1}{5000}$ که دارای شبکه U.T.M باشد پیاده کنند و موقعیت آن را نسبت به عوارض طبیعی مخصوصاً منابع آب مجاور با ذکر فاصله دقیق مشخص کنند.
 - در مواردی که نقشه با مقیاس مذکور در اختیار نباشد از نقشه‌های با مقیاس موجود استفاده شود. در غیر این صورت موقعیت محل چاه را با رسم کروکی لازم مشخص کنند. ذکر فاصله دقیق منابع آب مجاور تا نقطه حفاری ضروری است.
 - پیمانکار حفاری موظف است، قبل از تحویل نقاط حفاری نماینده خود را کتباً به کارفرما و دستگاه نظارت معرفی کند.
 - از نقطه یا نقاط حفاری که آماده برای تحویل‌اند، نمایندگان کارفرما، دستگاه نظارت و پیمانکار بازدید به عمل آورند تا در صورتی که محل مذکور برای حمل و استقرار دستگاه حفاری مناسب باشد، درباره تحویل نقطه حفاری به نماینده پیمانکار اقدام کنند.
 - تحویل نقطه حفاری به نماینده پیمانکار با تنظیم صورتمجلس مطابق فرم شماره ۱ در محل صورت خواهد گرفت که به امضای نمایندگان مربوط نیز خواهد رسید.
 - در مواردی که کارفرما بخش خصوصی باشد، تحویل نقطه حفاری به پیمانکار باید با نظارت کارشناس امور حفاظت منابع آب سازمان آب منطقه‌ای و نماینده کارفرما صورت گیرد و شرکت حفارموظف است چاه را دقیقاً در محلی که بر روی نقشه یا کروکی منضم به پروانه حفاری مشخص شده حفر کند.

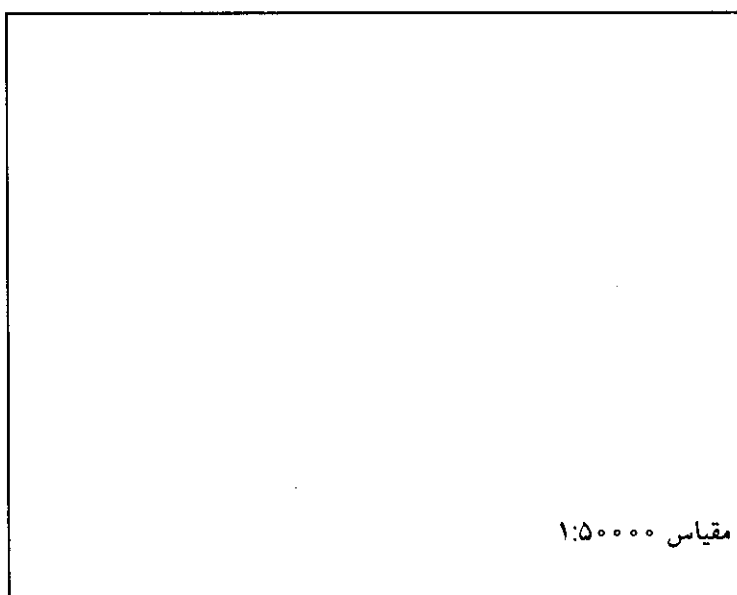
1- Well point take over

”صورت‌مجلس تحویل نقطه حفاری“

- ۱- کارفرما
- ۲- نام نماینده کارفرما
- ۳- دستگاه نظارت
- ۴- نام مهندس ناظر
- ۵- پیمانکار
- ۶- نام نماینده پیمانکار
- ۷- نام محل و موقعیت نقطه حفاری
- ۸- مختصات و شماره نقطه حفاری (U.T.M)
- ۹- نوع چاه: اکتشافی پیزومتری مشاهده‌ای گمانه شناسایی اکتشافی مغزه‌گیری بهره‌برداری
- ۱۰- روش حفاری: ضربه‌ای دورانی باگردش گل دورانی، چکشی مغزه‌گیری دستی
- ۱۱- مسافت جاده از مبدأ تا نقطه حفاری: آسفالت..... کیلومتر - خاکی..... کیلومتر
- ۱۲- جاده دسترسی به نقطه حفاری: موجود است موجود نیست
- ۱۳- فاصله نزدیکترین منبع تامین آب تا نقطه حفاری..... کیلومتر
- ۱۴- مهلت استقرار دستگاه و شروع عملیات حفاری تا تاریخ.....

ملاحظات:

کروکی نقطه حفاری



نماینده کارفرما

نماینده پیمانکار

مهندس ناظر

۲-۴ احداث جاده دسترسی و تسطیح محل حفاری^۱

۱-۲-۴ احداث جاده دسترسی

در شرایطی که همه عوامل برای انتخاب نقطه حفاری از نظر دسترسی به نقطه، مشابه باشد، اولویت به محلی داده خواهد شد که نیاز به احداث جاده دسترسی نداشته باشد و یا اینکه با هزینه کمتر و عملیات محدودتری امکان انتقال دستگاه به محل مقدور باشد.

عملیات احداث جاده دسترسی با توجه به نقطه تعیین شده برای حفاری و فاصله آن از جاده اصلی و بالاخص وزن و اندازه دستگاه و سازند مورد حفاری شرایط متفاوتی را ایجاد می‌کند که بر حسب نوع سازند و تشکیلاتی که در نظر است حفاری در آن صورت گیرد به سه گروه زیر تقسیم می‌شود:

- حفاری در سازندهای آبرفتی

در صورتی که نقطه حفاری در سازند آبرفتی قرار داشته باشد، اگر نقطه مورد نظر فاقد جاده دسترسی باشد، طبیعت این گونه تشکیلات به صورتی است که با استفاده از ماشین‌آلات سبک راهسازی و یا به کارگیری نیروی انسانی احداث جاده مقدور می‌شود و مشکل عمده‌ای وجود نخواهد داشت.

- حفاری در سازندهای ماسه‌ای، شولاتی و باتلاقی

در رسوبات ماسه‌ای و شولاتی احداث جاده کاملاً ضروری است و می‌توان با استفاده از شن‌ریزی و ایجاد مسیر مناسب به نقطه حفاری دسترسی پیدا کرد. در برخی موارد به کارگیری الوارهای بزرگ و یا تراورس ضرورت می‌یابد.

- حفاری در سازندهای سخت

معمولاً محل چاههایی که برای حفاری در سازندهای سخت در نظر گرفته می‌شود، در دامنه ارتفاعات قرار دارد که عمدتاً فاقد هرگونه جاده دسترسی حتی راههای فرعی درجه ۳ است و امکان دستیابی به محل چاه با وسایل نقلیه صحرائی معمولی نیز مقدور نباشد.

1- Access road and site leveling

با توجه به اینکه حفاری در سازندهای سخت نیاز به دستگاههای سنگین با ابعاد و وزن زیاد دارد از این نظر احداث راه دسترسی به محل ضروری است و احتمالاً برای دستیابی به نقطه حفاری عملیات جاده‌سازی مورد نیاز خواهد بود که بر حسب موقعیت نقطه حفاری عملیات زیر ضرورت خواهد داشت.

- احداث جاده فرعی از محل انشعاب از جاده اصلی موجود (اسفالت یا خاکی) تا دامنه سنگی ارتفاعات که نظیر جاده‌های درجه ۳ امکان احداث آن با ماشین‌آلات راهسازی معمولی میسر است.
- احداث راه دسترسی از دامنه سنگی تا نقطه حفاری که به کارگیری ماشین‌آلات سنگین راهسازی ضروری باشد و در بسیاری از موارد استفاده از مواد ناریه و آتشکاری در سنگ نیز اجتناب‌ناپذیر است. به این ترتیب هزینه و زمان لازم برای احداث جاده‌های دسترسی کوهستانی به مراتب بیش از سازندهای آبرفتی و ماسه‌ای است و لازم است این موضوع در برنامه‌ریزی و تخصیص اعتبار مدنظر قرار گیرد و همچنین در طراحی این گونه راهها وزن دستگاه و طول تریلی حامل دستگاه و میدان لازم برای گردش دستگاه باید مراعات شود.
- اصولاً احداث جاده دسترسی در هر نوع سازند از وظایف کارفرماست که در موقع تحویل نقطه حفاری ضمن تنظیم صورتجلسه به پیمانکار تحویل داده می‌شود و در طول مدت عملیات پیمانکار ملزم به نگهداری از جاده خواهد بود.

۲-۲-۴ تسطیح نقطه حفاری

تسطیح نقطه حفاری از نظر: نوع سازند، روش حفاری و مشخصات دستگاه به سه حالت زیر تقسیم می‌شود:

- نقطه حفاری در سازند آبرفتی غیرشولاتی

در صورتی که نقطه حفاری در سازند آبرفتی قرار داشته باشد و عملیات با استفاده از دستگاههای ضربه‌ای معمولی مدنظر باشد. با توجه به اینکه ابعاد و وزن این گونه دستگاهها چندان زیاد نیست، لذا تسطیح محوطه کوچکی برای استقرار دستگاه کافی خواهد بود.

- نقطه حفاری در آبرفتهای ماسه‌ای و شولاتی

در صورتی که نقطه حفاری در روی سازندهای ماسه‌ای و شولاتی قرار داشته باشد و ناگزیر از استفاده دستگاههای حفاری دورانی باشد، در این حالت ایجاد سکوی بتونی به ابعاد متناسب با اندازه‌های دستگاه و تسطیح محل برای تخلیه سوزنهای حفاری و لوله‌ها و همچنین مکانی برای ایجاد حوضچه‌های گل ضروری است.

- نقطه حفاری بر روی سازند سخت

در صورتی که حفاری در سازند سخت و با استفاده از دستگاههای سنگین چکشی و یا دورانی مورد نظر باشد، باید در این حالت محل انتخاب شده بر روی سطح رخنمون سازند مورد نظر واقع شده باشد و نقطه مورد حفاری به ابعاد مورد نیاز با استفاده از وسایل راهسازی سنگین و احتمالاً با استفاده از مواد ناریه تسطیح شود. در اغلب موارد، انتخاب نقطه حفاری در روی رخنمون سازند سخت به علت پوشیده بودن محل به وسیله واریزه‌های دامنه‌ای ممکن نیست. و از طرفی امکان حفاری در روی واریزه‌ها با دستگاههای حفاری دورانی و یا چکشی و به‌کارگیری هوای فشرده و کف مقدور نیست. از این رو در چنین شرایطی زدودن واریزه‌های روی سنگ ضروری است. در این صورت با جابه‌جایی واریزه‌ها تا عمق برخورد به رخنمون سنگ عمل تسطیح بر روی رخنمون صورت می‌گیرد.

در مواردی پس از برداشت قسمتی از واریزه‌ها شرایط لازم برای استقرار دستگاه حفاری به دلیل زیادی ضخامت واریزه و یا شیب تند سازند فراهم نمی‌شود؛ لذا در این موارد با ایجاد سکوی بتونی متناسب با ابعاد و وزن تقریبی دستگاه شرایط برای استقرار دستگاه ایجاد می‌شود. در این صورت باید محل مناسب برای تخلیه سوزنهای حفاری و لوله‌های جدار و تجهیزات جانبی دیگر نیز مانند: مخازن تهیه آب و کف و تانکر و غیره پیش‌بینی شود.

۳-۴ استقرار دستگاه حفاری^۱

پس از حمل دستگاه به محل حفر چاه ابتدا باید آن را به گونه‌ای مستقر و تراز کرد که مته در نقطه حفاری فرود آید و چاه دقیقاً در محل مورد نظر که قبلاً تعیین و علامتگذاری شده حفر شود. برای استقرار و تراز دستگاه لازم است ابتدا محل مذکور به لحاظ استحکام زمین مورد ارزیابی قرار گیرد و در صورتی که محل انتخابی سست و یا شولاتی باشد، برای جلوگیری از نشست دستگاه و بهم خوردن تراز آن در طول حفاری پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید و در صورت لزوم عملیاتی نظیر بتون‌ریزی در محدوده استقرار دستگاه صورت گیرد. و یا با استفاده از الوارهای چوبی با عرض مناسب محل سکوی حفاری را آماده کنند تا به این ترتیب هنگام تراز دستگاه وزن آن در سطح وسیعتری توزیع و مانع از بهم خوردن تعادل و تراز دستگاه شود.

- استقرار دستگاههای حفاری ضربه‌ای

در حفاری با روش ضربه‌ای تراز دستگاه به وسیله چند عدد جک قابل حمل که معمولاً هیدرولیکی و یا پیچی هستند

1- Setting up drilling machine

صورت می‌گیرد و برای برپا کردن برج حفاری با استفاده از کابل‌های مهارکش دستگاه در حالت ثابتی مستقر می‌شود که این شرایط تا پایان حفاری و تکمیل چاه نباید تغییر کند. در این حالت کابل و مت حفاری در حالت شاغولی در نقطه انتخاب شده برای حفر چاه فرود می‌آید.

دستگاه حفاری ضربه‌ای به علت کوچک بودن ابعاد و وزن کم آن (به خصوص در شرایطی که بر روی تریلر نصب شده باشد) برای استقرار و تراز دستگاه محدوده‌ای با وسعت کمتر نیاز دارد.

- استقرار دستگاه‌های حفاری دورانی

دستگاه حفاری با روش دورانی و چرخش گل (اعم از گردش گل مستقیم یا معکوس) از ابعاد بزرگتر و وزن زیادتر برخوردار است. به علاوه برای ساخت حوضچه گل و تخلیه تجهیزات حفاری و استقرار دستگاه محوطه با وسعت زیادتری نیاز خواهد بود.

تراز دستگاه‌های حفاری دورانی با استفاده از جک‌های هیدرولیکی خودکار که از جعبه کنترل دستگاه هدایت می‌شوند، به آسانی انجام می‌شود. فقط باید تکیه‌گاه جک‌ها با استفاده از الوارهای چوبی مقاوم تحکیم شود که از استحکام کافی برخوردار باشد.

در مناطق ماسه‌ای و شولاتی و یا محل‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، ایجاد سکوی بتونی با ابعاد مناسب و مقاومت کافی ضروری است. در این موارد تنها محدوده استقرار دستگاه حفاری بتون‌ریزی می‌شود. به منظور جلوگیری از تخریب بتون پایه جک‌ها نباید مستقیماً بر روی آن قرار گیرد. به این منظور با استفاده از الوارهای چوبی مقاوم با ابعاد مناسب پایه جک‌ها بر روی آنها استوار می‌شود. ضخامت ابعاد سکوی بتونی بستگی به طول، عرض و همچنین وزن دستگاه حفاری دارد.

- استقرار دستگاه‌های دورانی با مت چکشی و گردش فوم (D.T.H)

در حفاری دورانی با مت چکشی و گردش فوم که برای حفاری در سازندهای سخت مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً محل استقرار دستگاه از استحکام کافی برخوردار است؛ در نتیجه تنها مسئله مهم تسطیح محوطه لازم برای استقرار دستگاه و تجهیزات مربوط است.

دستگاه‌های D.T.H مجهز به جک‌های خودکار هیدرولیکی‌اند که از طریق جعبه کنترل دستگاه هدایت می‌شوند و

علاوه بر حرکت عمودی، حرکت افقی نیز دارند و می توان با تنظیم آنها را در نقطه مناسبی نشانند. به علاوه طول بازوی عمودی آنها نسبتاً طولانی است؛ از این رو در زمینهای ناهموار دستگاه را به خوبی می توان تراز کرد.

- استقرار دستگاههای مغزه گیری

برای استقرار دستگاههای مغزه گیری، به علت اینکه دستگاهها ابعاد و وزن کمی دارند، محوطه کوچکی کافی است و حمل آنها به نقاط مورد نظر بسیار سریع و آسان انجام می شود. در ارتفاعات صعب العبور با استفاده از قرقره و ینچ و ابزارکشنده، دستگاه به نقطه حفاری انتقال داده می شود.

حفاریهای ژئوتکنیک در مرحله مطالعه و ساخت سدها، به منظور حفر گمانه شناسایی و یا گمانه های تزریق سیمان در مناطق کوهستانی و یا در داخل تونلها با استفاده از دستگاههای حفاری مغزه گیری سبک و قابل حمل به وسیله کارگر به راحتی انجام می شود.

در اکتشاف منابع آب در سازندهای سخت دستگاههای مغزه گیری برای دستیابی به نمونه های دست نخورده و یا حفاریهای عمیق استفاده می شود. برای استقرار و تراز دستگاه در مناطق ناهموار و شیبدار احداث سکوی حفاری ضرورت دارد.

تذکر: تراز دستگاه برای شروع عملیات حفاری باید با دقت کافی انجام شود؛ به طوری که تا خاتمه عملیات حفاری و لوله گذاری و تا مرحله تکمیل چاه از حالت تراز اولیه خارج نشود و برای اطمینان بیشتر لازم است هر روز قبل از شروع عملیات حفاری تراز دستگاه به دقت کنترل شود. عدم کنترل تراز دستگاه و بهم خوردن آن در طول حفاری، موجب کج شدن چاه می شود و در نتیجه امکان نصب لوله جدار مقدور نمی شود و چاه غیرقابل استفاده خواهد شد.

۱-۳-۴ تدارک و تامین آب^۱

در اکثر روشهای حفر چاه، تامین آب و به کارگیری آن از ارکان اصلی عملیات حفاری است. مقدار آب مورد نیاز برای حفاری بستگی به روش حفر دارد. در حفاری به روش ضربه ای نیاز به آب به مراتب کمتر از روش دورانی است؛ در این روش در یک روز کاری ۸ تا ۱۰ ساعته حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ لیتر آب در شرایط متعارف و قبل از برخورد به سطح آب زیرزمینی مورد نیاز است. در روش حفاری دورانی تامین آب مورد نیاز یکی از مهمترین عوامل به حساب می آید و هیچ قاعده مشخصی برای تعیین مقدار آب مورد لزوم برای حفر یک چاه در اختیار نیست؛ زیرا در نتیجه نشت و نفوذ

1- Water supply

آب به داخل لایه‌های متخلخل، از دست دادن مداوم آب در چاه و حوضچه گل وجود دارد. برای تامین مایع حفاری برای ادامه عملیات، تدارک و تهیه آب به مقدار کافی ضروری است که در این صورت وجود یک دستگاه تانکر آب در کنار هر دستگاه حفاری دورانی لازم خواهد بود. تجربه نشان می‌دهد حدود ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ لیتر آب به ازای ۸ ساعت کار در حفاری دورانی مستقیم لازم است و در حفاری دورانی معکوس میزان آب مورد نیاز به مراتب بیش از رقم فوق‌الذکر است و گاه برای ادامه حفاری در این روش نیاز به تامین آب به ظرفیت ۱۵ لیتر در ثانیه خواهد بود. در صورت وجود بعد مسافت بین نقطه حفاری و منابع آب، وسایل آبرسانی اضافی لازم خواهد شد. در صورتی که در طراحی، حفاری دورانی پیش‌بینی شده و فاصله تامین آب تا محل طرح بیش از یکصد کیلومتر باشد، توصیه می‌شود چاه اولیه به روش ضربه‌ای حفر شود و با تجهیز آن، آب سایر چاههایی را که باید به طریق دورانی حفر شوند از این طریق تامین کرد. از نظر کیفی اصلح است آب مورد استفاده برای حفاری تا حد امکان کم‌ملح و اصطلاحاً (شیرین) باشد. وضع کیفیت آب، محدودکننده و یا مانع عملیات حفاری نیست و در موارد اضطراری و در دسترس نبودن منابع آب شیرین هرگونه آب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، ولیکن استفاده از آب شور عوارضی در دستگاه حفاری و تغییرات کیفی در مایع حفاری را موجب خواهد شد. آب شور باعث خوردگی پمپ، مخازن، شیرآلات و لوله‌های دستگاه حفاری می‌شود و ذرات گل حفاری حاوی بنتونیت را به هم می‌چسباند و ایجاد دلمه^۱ می‌کند. به علاوه عمل چاه پیمایی را مواجه با اشکال کرده و از دقت آن می‌کاهد.

در حفاری ضربه‌ای در لایه‌های رسی برای جلوگیری از تورم و پراکنده شدن این گونه لایه‌ها می‌توان از آب شور استفاده کرد.

۲-۳-۴ ساخت حوضچه‌های گل^۲

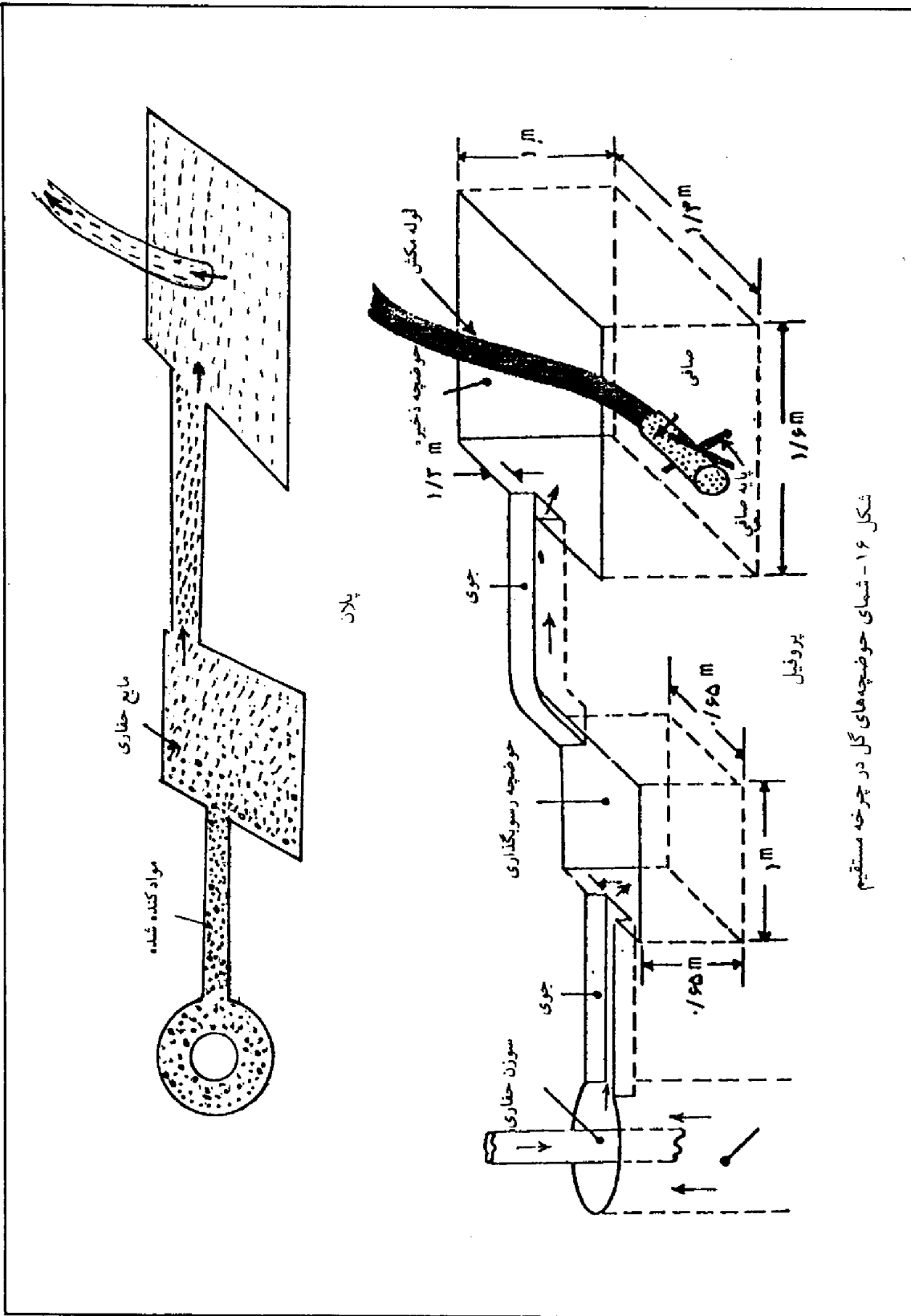
در روشهای حفاری دورانی اعم از مستقیم و معکوس حوضچه گل به تعداد دو عدد در نزدیکترین محل به چاه و در مکان مناسب تعبیه می‌شود. در حفاری دورانی مستقیم طبق شکل شماره ۱۶ حوضچه باید طوری ساخته شود که مایع حفاری به آسانی از چاه به وسیله جوی کوچکی به حوضچه اول که حوضچه رسوبگذاری^۳ نام دارد تخلیه شده و سپس به حوضچه بزرگتر که حوضچه اصلی و یا حوضچه ذخیره^۴ نام دارد هدایت شود. در حوضچه رسوبگذاری مواد درشت حمل شده توسط گل حفاری ته‌نشین می‌شود و رسوبات ریزتر و معلق در گل در حوضچه ذخیره رسوب می‌کنند. اندازه حوضچه‌ها بستگی به عمق و قطر چاه مورد حفاری دارد و هر قدر عمق و قطر بیشتر باشد به همان نسبت ابعاد حوضچه‌ها وسیعتر خواهد بود. به عنوان مثال برای حفر چاهی به قطر ۶ اینچ و عمق حدود ۶۰ متر حوضچه ذخیره دارای ابعاد تقریبی به عرض ۱/۳، طول ۱/۶ و عمق ۱ متر و حوضچه رسوبگذاری حداقل دارای ابعاد حدود ۰/۶۵ عرض، ۱ متر طول و ۰/۶۵ متر عمق خواهد بود. جوی هدایت جریان گل از چاه به

1- Flocculate

2- Mud pits construction

3- Settling Pit

4- Storage Pit



شکل ۱۶ - شمای حوضچه‌های گل در چرخه مستقیم

حوضچه رسوبگذاری باید حداقل حدود 20° متر عمق داشته باشد و جوی مشابهی هم که حوضچه رسوبگذاری را به حوضچه ذخیره مرتبط می‌کند عمق آن ممکن است تقریباً 2° متر باشد. لوله خرطومی مکش پمپ گل در حوضچه ذخیره در انتهای مخالف و روبه روی جوی ارتباط قرار می‌گیرد تا حداقل ذرات معلق وارد لوله مکش شود. صافی انتهایی لوله مکش باید حتماً به حالت معلق و شناور در گل قرار گیرد و مراقبت لازم به عمل آید که هیچ‌گاه با کف حوضچه تماس نداشته باشد. برای این منظور در کف حوضچه دیرکهای متقاطع به شکل X تعبیه می‌شود و صافی لوله مکش در قسمت بالایی آن که به شکل V است قرار می‌گیرد.

لازم است توجه بسیار شود که گل حفاری در تمام مدت یکنواخت و تاحدامکان عاری از مواد ساییده باشد تا خوردگی قطعات در پمپ و هرزگرد به وجود نیاید. ضمناً سعی شود مسیر جویهای برگشت طولانی و کم‌شیب باشد تا به این وسیله ته نشست مواد ریزدانه حمل شده توسط مایع حفاری در این مسیر تسهیل شود.

در روش حفاری دورانی معکوس با توجه به اینکه چرخه جریان گل از حوضچه به داخل چاه و از طریق سوزن حفاری به وسیله پمپ مکنده صورت می‌گیرد؛ لذا با توجه به قطر چاه، که معمولاً بیش از قطر حفاری در روش دورانی مستقیم است، حوضچه‌ها با ابعاد بزرگتری ساخته می‌شوند.

۳-۳-۴ مایع حفاری^۱

پمپ گل در روش حفاری دورانی مستقیم در حکم قلب در چرخه گردش گل را دارد. به این معنی که در گردش مستقیم گل حفاری از حوضچه اصلی گل مکیده و از طریق هرزگرد و کلی و سوزن حفاری به سوراخهای انتهایی مته رانده می‌شود. گل حفاری ضمن جابه‌جایی و خارج ساختن قطعات کنده شده لایه‌های زمین موجبات شستشو و تمیز و همچنین سرد شدن مته را فراهم می‌کند و تماس بین سوزن حفاری و دیواره چاه را کاهش می‌دهد و قشر نازکی در دیواره چاه به وجود می‌آورد که از فرار گل به داخل طبقات جلوگیری می‌کند که اصطلاحاً آن را کیک^۲ حفاری می‌نامند.

در حین حفاری و متناسب با پیشرفت آن لازم است آب به گل حفاری اضافه شود. مقدار آب بستگی به جنس و تخلخل و نفوذپذیری لایه‌های زمین دارد. در سازندهای متراکم^۳ حدود 30° تا 100° لیتر آب برای هر متر حفاری کافی خواهد بود؛ ولیکن در سازندهای متخلخل امکان فرار گل حفاری موجود و از این نظر تامین آب به مقدار کافی ضروری است. برای شرایط متعارف پیش‌بینی تامین حدود 400° لیتر آب برای ۸ ساعت کار در روز لازم است. غلظت گل حفاری را تخلخل سازندها تعیین می‌کند.

1- Drilling fluid

2- Cake

3- Compact

در صورتی که لایه‌های بالایی شن و ماسه‌ای و نفوذپذیر باشد، ضروری است ابتدا گل حفاری آماده می‌شود و سپس حفاری صورت پذیرد. بالعکس در صورتی که لایه‌های فوقانی از لایه‌های متراکم و رس تشکیل یافته باشد، می‌توان حفاری را با آب خالص شروع کرد و رس موجود در لایه‌ها با مخلوط شدن با آب، خود مایع حفاری را به وجود می‌آورد، به این ترتیب تا رسیدن به لایه‌های نفوذپذیر و متخلخل می‌تواند حفاری ادامه یابد و با برخورد به شرایط جدید برای اضافه کردن رسهای تجاری که متداولترین آن بنتونیت^۱ است، اقدام کرد. بنتونیت که ماده‌ای است کاملاً کلوئیدی^۲ در کیسه‌های ۲۵ کیلویی به بازار عرضه می‌شود. اضافه کردن بنتونیت به مایع حفاری موجب افزایش غلظت آن شده و قشر نازک (کیک) در جدار چاه به وجود می‌آورد که به طور قابل ملاحظه‌ای از نفوذ مایع حفاری به لایه‌های متخلخل جلوگیری می‌کند و گم شدن گل را به حداقل می‌رساند. معمولاً به منظور صرفه‌جویی در مصرف بنتونیت می‌توان آن را همراه و مخلوط با گل رس موجود در محل به کار برد. شایان ذکر است که حدود ۴۵۰ کیلوگرم بنتونیت حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ لیتر مایع حفاری با کیفیت مناسب به دست می‌دهد؛ در صورتی که همان مقدار رس معمولی قادر خواهد بود ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر مایع حفاری تامین نماید. معمولاً نسبت ترکیبی بنتونیت با رس یک به سه است، به این معنی که در شرایطی که گل رس مناسبی در دسترس باشد به منظور صرفه‌جویی، سه قسمت از آن با یک قسمت بنتونیت می‌تواند گل حفاری مناسبی را به دست دهد.

گل حفاری معمولاً قبل از شروع عملیات حفاری در حوضچه گل تهیه می‌شود. در صورتی که حوضچه گل در لایه متخلخل شن و ماسه‌ای و یا خاک سست تعبیه شده باشد، باید سطح حوضچه قبلاً عایق شود و به طور کلی بهتر آن است که گل حفاری بدو^۳ در داخل بشکه و یا دستگاه همزن^۳ تهیه و سپس به داخل حوضچه گل هدایت شود. قبل از راندن گل به داخل چاه با استفاده از پمپ گل و انسداد شیر جریان گل به چاه، چرخه بسته‌ای از جریان گل به حوضچه و پمپ برقرار می‌سازیم تا عمل مخلوط شدن به نحو موثری صورت پذیرد. در ابتدای هدایت جریان گل به چاه غلظت آن به سبب جذب آب توسط لایه‌های خشک زیاد می‌شود و ضروری است با افزودن آب به آن غلظت مطلوب حاصل شود و برعکس در ادامه حفاری و برخورد به لایه‌های آبدار از غلظت گل کاسته شده و در این صورت با افزودن بنتونیت و رس تعادل غلظت برقرار می‌شود.

در مواقعی که به دلیل تغییر مته و یا هر نیاز دیگر که ضروری است سوزنهای حفاری از چاه خارج شود، اختلاف فشار بین داخل و خارج سوزنها، موجب پاشیده شدن گل حفاری به اطراف و آلودگی لباس پرسنل حفاری و میز دورانی می‌شود. به منظور احتراز از این پدیده لازم است قبل از شروع این عملیات افزایش آب به حوضچه مایع حفاری متوقف شود و گردش مایع حفاری به تناسب عمق و قطر چاه بدون هر نوع عمل حفاری مدتی صورت پذیرد تا وزن مخصوص مایع در داخل و خارج سوزنها در همه عمق یکسان شود و در نتیجه در موقع بازکردن آنها پاشیده شدن گل صورت نپذیرد.

1- Aquagel

2- Colloidal

3- Mixer

چنانچه گل حفاری به هر علت در گردش نباشد به حالت نیمه سخت درمی آید و در اثر حرکت مجدد به حالت اولیه خود باز می شود؛ زیرا تا زمانی که ملکولهای آب در حرکت هستند ذرات گل را در حرکت نگاه می دارد و به محض عدم وجود انرژی تحرکی ذرات رس و بنتونیت رسوب می کنند و کیک تشکیل می شود؛ چه بسا موجب نقصان آبدهی چاه می شود. به منظور جلوگیری از این پدیده و به حالت تعلیق نگاهداشتن گل حفاری از ماده شیمیایی به نام " هگزامتاسفات " استفاده می شود و در مواردی که به عللی مانند اجرای عملیات لوله گذاری باید مدت زمان نسبتاً طولانی گل حفاری در چاه بدون تحرک باقی بماند از ماده مذکور باید استفاده شود.

-انواع گل حفاری

گل حفاری بر حسب وزن مخصوص به سه دسته سبک، متوسط و سنگین تقسیم می شود. حداقل وزن مخصوص $1/05$ و حداکثر آن 2 گرم بر سانتیمتر مکعب است. برای افزایش وزن مخصوص گل حفاری، مقدار بنتونیت آن را افزایش می دهیم و در مواردی که گل سنگین مورد نیاز باشد با افزودن مقداری باریت^۱ چنین گلی را به دست می آورند. علاوه بر وزن مخصوص کیفیت لزجت یا گرانیروی^۲ از مشخصه های دیگر گل حفاری است. هرچه میزان لزجت کمتر باشد، گردش گل آسانتر صورت می پذیرد و حمل موادکننده شده از قعر چاه به سطح زمین سهلتر انجام می شود تا به آنجا که دیگر قدرت حمل مواد را از دست می دهد و در این صورت لازم است با افزایش ماده جامد لازم گرانیروی مناسب را تامین کرد. واحد اندازه گیری گرانیروی پواز^۳ است که به وسیله قیف مارش اندازه گیری می شود.

مشخصات گل حفاری در شرایط متعارف به شرح زیر است:

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| ۱- گرانیروی با قیف مارش | ۲۵-۲۸ ثانیه |
| ۲- وزن مخصوص | $1/12-1/25$ گرم بر سانتیمتر مکعب |
| ۳- مقدار آب | ۶۵-۷۵ درصد |
| ۴- pH | $7/5-9/5$ |
| ۵- هدایت الکتریکی (EC) | حداکثر 2 دسی زیمنس بر متر |

۴-۴ شروع عملیات حفاری

پس از تعیین محل دقیق حفاری و ارائه آن به پیمانکار یا نماینده او باید سعی شود که دستگاه در محل تعیین شده به نحوی مستقر شود که امکانات اجرای کار از هر حیث خصوصاً از نظر رفت و آمد ماشین آلات لازم و افراد مربوط، به

1- BaSO₄

2- Viscosity

3- Poise

سهولت مقدور شود و ایمنی افراد و کارکنان دستگاه فراهم باشد.

برای شروع عملیات رعایت شرایط و مسائل مختلف بر اساس روشهای حفاری به شرح زیر ضروری است:

- حفاری به روش ضربه‌ای

در این روش حفاری انجام دادن تراز صحیح دستگاه و مهارهای ثابت از عوامل مهم کار برای قائم حفر شدن چاه و عدم بروز انحراف خواهد بود و لازم است مهارها در نقاطی بسته شوند که ضمن کار و در اثر عوامل مختلف تغییر نکنند.

- کنترل مستمر تراز دستگاه در آغاز هر روز کار و توجه به آن طی زمان حفاری در روش ضربه‌ای ضروری است و علاوه بر ترازهای نصب شده در روی دستگاه از ترازهای متحرک نیز می‌توان استفاده کرد.

- کنترل قسمت‌های مهم و حساس دستگاه حفاری قبل از آغاز کار و رفع نقایص پیش از شروع عملیات از جمله بررسی عدم وجود زدگی یا پارگی در کابلها، اطمینان از ترمز دستگاه، بازرسی قرقره‌ها و کلاچ و به طور کلی سیستم کنترل دستگاه از عوامل مهم اجرای کارند.

- آماده کردن ابزارهای مناسب با مشخصات فنی کار از جمله: مته‌ها، جعبه یا کیسه‌های برداشت و نگاهداری نمونه‌های سنگ و خاک و همچنین تهیه بطریهای مناسب و پاکیزه برای گرفتن نمونه آب چاه و آماده کردن دستگاه عمق‌یاب الکتریکی مناسب و سالم از جمله تجهیزاتی است که باید در طول کار در دسترس باشد.

- پیش‌بینی محوطه‌ای برای تخلیه مواد کنده شده و دورکردن آن از محل حفاری و تعبیه محلی برای تخلیه لوله‌های جدار چاه قبل از شروع عملیات اجرایی باید موردنظر قرار گیرد.

- حفاری به روش دورانی

در این روش حفاری ضمن پیش‌بینی منبع تامین آب موردنیاز براساس مشخصات مندرج در بند ۴-۳-۱ از نزدیکترین محل و تهیه تانکر مناسب برای انتقال آب از منطقه مذکور به محل حفاری ضروری است. همچنین حوضچه‌های گل مطابق مشخصات مندرج در بند ۴-۳-۲ همین دستورالعمل با حجم و مشخصات فنی مناسب چاه آماده می‌شود.

- تسطیح فضای مناسب برای تخلیه سوزنهای حفاری و سایر تجهیزات و محلی برای نگهداری لوله‌های مورد نصب در چاه قبل از آغاز عملیات باید پیش‌بینی شود.

- استفاده از ترازهای نصب شده بر روی دستگاه حفاری دورانی که با به کارگیری جکهای دستگاه، قابل تنظیم هستند به منظور حفر چاه بدون انحراف و کنترل مداوم تراز دستگاه در شروع کار روزانه و ضمن اجرای حفاری هم چنانکه در روش ضربه‌ای گفته شد ضروری است.
- بازرسی قسمتهای مهم دستگاه حفاری دورانی از جمله اطمینان از سلامت زنجیرهای بالا بر قسمت بالاگردان و یا میزگردان^۱، ترمز دستگاه، کابل‌های مختلف، پمپ هیدرولیک، پمپ گل، لوله خرطومی مکنده گل، سرویس موتور قبل از آغاز کار همگی از عوامل مهم و حساس برای حصول اطمینان در شروع کارند.
- تجهیزات جانبی، مواد و مصالح موردنیاز کار در این روش مانند: سوزنهای یدکی، مته‌های متناسب با مشخصات تعیین شده برای حفاری، تهیه و تامین بتونیت به مقدار موردنیاز، آماده کردن جعبه‌های نگهداری نمونه‌ها و ظروف لازم برای برداشت و نگهداری آب چاه و تعبیه یک دستگاه عمق‌یاب سالم و مناسب از جمله لوازم و مصالحی است که باید پیش‌بینی شود.

- حفاری به روش چکشی (D.T.H)

- در این روش نیز تهیه و تامین آب موردنیاز و تانکر حمل آن از جمله مسائل مهم شروع کار خواهد بود. تراز بودن دستگاه و کنترل روزانه و مداوم آن برای حفر چاه قائم و بدون انحراف، همان طور که در روشهای قبل نیز اشاره شد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- بازدید قسمتهای مهم دستگاه حفاری چکشی مانند: کمپرسور، لوله‌های انتقال هوا، پمپهای هیدرولیک، شیلنگهای انتقال، گرداننده مته، قسمتهای کنترل کننده، ترمز دستگاه، اهرمها، کابل‌های متعدد که برای انتقال ابزارها و نصب لوله به کار می‌روند و به طور کلی کنترل بخشهای حساس دستگاه قبل از شروع کار ضروری است.
 - تجهیزات جانبی و مواد و مصالح مورد مصرف در این روش مانند: کمپرسور در صورت نیاز، سوزنهای یدکی، مته‌های مناسب با شرایط کار، تامین ماده کفزا^۲ باید قبل از شروع در محل آماده و به تناسب با حجم و مشخصات کار فراهم شود.
- آماده کردن دستگاه عمق‌یاب مطمئن و جعبه‌های نگهداری نمونه‌های سنگ و خاک و بطری یا ظروف تهیه نمونه آب چاه از لوازم دیگر موردنیاز است (براساس دستورالعمل شماره ۴-۵).
- در این روش حفاری نیز فضای لازم برای تخلیه سوزنها و لوله‌ها باید در نظر گرفته شود.
- اضافه می‌کند که در هر سه روش حفاری فوق‌الذکر، پیش‌بینی محوطه‌ای برای استقرار چادر و وسایل و تجهیزات کارکنان برای سکونت موقت ضروری است.

- نصب لوله هادی^۱

اغلب لایه‌های سطحی زمین از موادی سست و فرسایش یافته نظیر: خاک کشاورزی، ماسه بادی، خاکهای نرم سطحی و واریزه‌ها تشکیل یافته است که معمولاً در هنگام حفاری به آسانی در نتیجه تماس با مایع حفاری و یا ارتعاش مته تخریب حاصل کرده و یا شسته می‌شوند و حفره‌های بزرگی را در محل حفاری و حتی در اطراف و محل استقرار دستگاه ایجاد می‌کنند که در این صورت برای محافظت چاه نصب لوله هادی ضرورت پیدا می‌کند. لوله هادی، قطعه لوله‌ای است با قطر بیش از قطر لوله جدار و کمتر از قطر چاه که از سطح زمین تا عمق موردنظر نصب می‌شود و فاصله بین لوله و دیواره چاه با ریختن یا تزریق سیمان کاملاً مسدود و محکم می‌شود.

- اهداف نصب لوله هادی

لوله هادی به منظور دستیابی به هدفهای زیر نصب می‌شود:

- جلوگیری از ریزش و تخریب دهانه چاه
- نگهداری و استقرار دستگاه به حالت ثابت و ممانعت از به هم خوردن تراز دستگاه
- در خط مستقیم قراردادن محور و جلوگیری از انحراف چاه
- تسهیل برقراری جریان مایع حفاری از حوضچه به چاه و بالعکس
- محافظت و جلوگیری از نفوذ آبهای سطحی و فاضلابها به داخل چاه
- مسدود کردن لایه‌های آب شور سطحی و جلوگیری از جریان آن به چاه
- جلوگیری از نفوذ و جریان فاضلابهای چاههای جذبی
- امکان نصب شیرفلکه و جلوگیری از جریان آب در چاههای آرتزین

- موارد نصب لوله هادی

- موارد استفاده از لوله هادی و ضرورت نصب و یا عدم نصب آن به این قرار است:
- در حفاریهای دورانی با گردش گل در سازند آبرفتی نصب لوله هادی الزامی است.
 - در حفاریهای سازندهای سخت، در صورتی که نقطه حفاری بر روی واریزه و یا سنگهای هوازده و تجزیه شده قرار داشته باشد نصب لوله هادی ضروری است. در غیر این صورت لزوم نصب لوله هادی بنا به تشخیص دستگاه نظارت خواهد بود.
 - در چاههای تامین آب مشروب نصب لوله هادی الزامی است و ترجیح دارد حداقل تا عمق برخورد به سطح آب

1- Installation of conductor pipe

زیرزمینی ادامه یابد.

- در تفکیک لایه‌های آب شور سطحی لازم است لوله هادی از سطح زمین تا کف لایه حاوی آب شور و سازند غیرقابل نفوذ نصب شود.
- در حفاری به روش ضربه‌ای، در آبرفتهای متراکم و سازندهای سخت نصب لوله هادی ضرورت ندارد، مگر در موارد زیر که ملزم به استفاده از لوله هادی هستند:
 - حفر چاه در زمینهای باتلاقی و شولاتی
 - چاه تامین آب مشروب
 - انسداد لایه‌های شور سطحی
 - چاههای تحت فشار و آرتزین

مشخصات لوله هادی

- لوله هادی باید دارای مشخصات ویژه زیر باشد:
 - در حفاریهای چاههای آب قطر آن بیش از ۱۸ اینچ باشد.
 - طول آن، در صورتی که چاه تامین آب مشروب نباشد، بر حسب شرایط زمین بین ۶ تا ۲۵ متر در نظر گرفته شود.
 - قطر آن حداقل ۴ اینچ کمتر از قطر چاه باشد.
 - از قطر لوله جدار حداقل ۶ اینچ بزرگتر باشد.
 - ضخامت آن براساس جدول استاندارد A.P.I و به تناسب قطر حداقل ۶ میلی‌متر باشد.
 - در حفاریهایی که پس از اتمام چاه، وجود لوله هادی منشاء اثری نیست مانند: چاههای مشاهده‌ای یا پیزومترهای مجاور چاه، از لوله‌های هادی موقت استفاده می‌شود. طول لوله در این موارد حدود ۳ تا ۶ متر و قطر آنها متناسب با قطر حفاری و قطر لوله جدار انتخاب می‌شود. پس از تکمیل چاه و خاتمه عملیات لوله هادی موقت از چاه خارج می‌شود.
 - در مواردی که دامنه ریزش دهانه چاه وسیع باشد که منتج به ایجاد مغاره‌های بزرگ در اطراف چاه شود، لوله هادی توسط ابزار نگهدارنده مانده گیره^۱ ثابت می‌شود و در تمام مدت سیمان‌ریزی تا استحکام سیمان همچنان از گیره استفاده می‌شود.
 - در مواردی که پیش‌بینی شود که چاه، آرتزین خواهد شد به منظور امکان نصب شیر کنترل، بوشن رزوه‌دار متناسب در جدار لوله هادی نصب می‌شود.

1- Clamp

گرفتن نمونه از لایه‌های زمین و آب به طور صحیح در حین حفاری و نیز در خاتمه آن و نیز تجزیه و تحلیل و شناسایی لایه‌های آبدار از مراحل مهم و قابل توجه نظارت بر حفاری است، خصوصاً در مناطقی که زمین‌شناسی آب (هیدروژئولوژی) آن ناشناخته یا شناسایی کمی نسبت به آن وجود داشته باشد. بسیار اتفاق می‌افتد که در اثر برداشت اشتباه نمونه، چاههایی که می‌توانند آبدهی مناسب داشته باشند، رها و متروک شده‌اند.

حفاری به هر منظور که باشد در شرایطی توأم با موفقیت خواهد بود که حفار با تجربه کافی، شناخت کلی از لایه‌های زمین داشته باشد و قادر باشد در گزارش روزانه خصوصیات زمین‌شناسی زمین تحت حفاری را با توجه به رفتار دستگاه حفاری ثبت کند. در حفاری چاههای اکتشافی خصوصاً در مناطق ناشناخته، حضور و اقامت دائم زمین‌شناس با تجربه در طول مدت حفاری و تا خاتمه آن ضروری است.

با توجه به تنوع روشهای حفاری و تفاوت‌های ناشی از آن در امر نمونه‌گیری، دو نحوه نمونه‌برداری در روش حفاری ضربه‌ای و دورانی به طور جداگانه به شرح زیر توضیح داده می‌شوند:

نمونه‌برداری در روش حفاری ضربه‌ای

در حفاری با روش ضربه‌ای با اعمال اندکی دقت می‌توان نمونه خاک و آب معرف لایه‌های حفر شده را به دست آورد و همچنین سطح برخورد به آب زیرزمینی و نوسانات آن را دقیقاً اندازه‌گیری کرد و در فرم گزارش روزانه و نیم‌رخ زمین‌شناسی چاه ثبت کرد. برای این منظور اقدامهای زیر را انجام می‌دهیم:

- طول ابزار خردکننده را به دقت اندازه می‌گیریم.
- عمق گرفتن نمونه، برابر با طول ابزار خردکننده به اضافه کابل رانده شده در چاه است.
- نمونه خاک را از انتهای اولین گلکش پس از هر مرحله حفاری برداشت می‌کنیم.
- در صورتی که حفاری در لایه‌های ریزدانه صورت گرفته باشد، نمونه‌های چسبیده به مته و یا ابزار خردکننده مکمل نمونه‌های گرفته شده است.
- در صورتی که ابزار مخصوص نمونه‌گیری آب در دست نباشد، نمونه آب نیز از همان گلکش گرفته می‌شود.
- در شرایطی که برای جلوگیری از ریزش دیواره چاه به طور تصنعی خاک رس به داخل چاه ریخته شده باشد، موضوع در گزارش روزانه حفاری ذکر و سعی شود تا حد امکان نمونه عاری از رس اضافه شده به چاه باشد.
- اطمینان حاصل شود که ریزش لایه‌های بالایی به قعر چاه صورت نگرفته است و در صورت اتفاق چنین عملی

- ابتدا با گلکش نمونه‌های ریزشی از چاه خارج و سپس نمونه از لایه مورد حفاری گرفته شود.
- در صورت حدوث ریزش در لایه‌های بالایی با نصب لوله جدار موقت از این پدیده جلوگیری به عمل آید.
 - در چاههای اکتشافی از هر ۱/۵ متر و در چاههای بهره‌برداری از هر ۳ متر حفاری و همچنین با تغییر جنس و خصوصیات لایه نمونه خاک گرفته شود.
 - در صورتی که دریافت نمونه‌های دست نخورده و دقیقتر موردنظر باشد، با استفاده از پیستونهای نمونه‌گیر از نوع مکنده که معمولاً در انتهای میله سنگین‌کننده^۱ بسته می‌شود و طول آنها بین ۱۰ تا ۳۰ سانتیمتر متغیر است، استفاده می‌شود. نحوه عمل به این صورت است که در عمق موردنظر ابتدا گل و لای داخل چاه تخلیه می‌شود و عمق دقیق آن اندازه‌گیری می‌شود، سپس عملیات حفاری به آرامی به اندازه طول نمونه‌گیر ادامه می‌یابد. سپس ابزار خردکننده از چاه خارج می‌شود و با بازکردن نمونه‌گیر از میله سنگین‌کننده، نمونه‌های گرفته شده تخلیه می‌شود.
 - نمونه‌های خاک در جعبه‌های چوبی به ابعاد ۱۵×۱۵×۱۵ سانتیمتر و یا کیسه‌های پلاستیکی ضخیم با قید شماره و محل چاه و عمق نمونه، ریخته می‌شود و پس از رسم نیمرخ زمین‌شناسی و آزمایشهای مورد لزوم در جعبه‌های مقوایی به ابعاد ۶×۶×۶ سانتیمتر که خود در جعبه‌هایی به اندازه ۳۰×۳۰×۶ سانتیمتر قرار می‌گیرند، نگهداری می‌شوند.
- نمونه‌برداری آب
- نمونه آب در چاههای اکتشافی از هر ۳ متر و در چاههای بهره‌برداری از هر ۵ متر گرفته شود.
 - در بررسیهای اکتشافی وجود دستگاه صحرائی اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی در کارگاه و تعیین این فاکتور در محل ضروری است.
 - برای دریافت نمونه دقیقتر آب بهتر است ضمن تخلیه مواد کنده شده، مقداری گل و آب از گلکش در ظرفی تخلیه شود و پس از رسوب مواد معلق آن، نمونه آب برداشت شود. برای برداشت نمونه آب کاملاً دقیق می‌توان از نمونه‌گیرهای مخصوص آب استفاده کرد.
 - نمونه‌های آب در بطریهای تمیز و عاری از هرگونه آلودگی شیمیایی و یا ارگانیکی گرفته شود. حجم ظرف نمونه آب باید متناسب با نوع آزمایش باشد.
 - در صورتی که آزمایش آلودگی میکروبی و ارگانیکی در چاه موردنظر باشد، با مراجعه به آزمایشگاههای مربوط، نمونه‌گیری در ظروف مخصوص و به وسیله کارشناس مربوط صورت خواهد گرفت.

نمونه برداری در روش حفاری دورانی

برداشت نمونه از لایه‌های زمین در روش حفاری دورانی از دقت و درستی روش حفاری ضربه‌ای به مراتب کمتر بوده و عملاً گرفتن نمونه آب در حین حفاری مسیر نیست، ولی در محلهایی که احتمال وجود لایه‌های شور و شیرین و یا تغییرات شدید کیفیت آب وجود دارد، با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) مایع حفاری و بررسی تغییرات آن در هنگام حفاری راهنمای خوبی برای تشخیص لایه‌های شور و شیرین خواهد بود و در تعبیر و تفسیر منحنیهای چاه پیمایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

در این روش تبحر و کاردانی حفار خصوصاً در شناسایی تغییرات لایه زمین توسط عمل و رفتار دستگاه حفاری و صدای دستگاه و سوزن حفاری و مته و تغییرات کمی و کیفی مایع حفاری نقش به‌سزایی دارد و بررسی لایه‌های تحت حفاری عملاً از طریق برداشت نمونه و رسوبات ته‌نشین شده در جوی برگشت مایع حفاری و حوضچه رسوبگذاری ممکن می‌شود. برای تعیین عمق نمونه‌های گرفته شده از جوی برگشت و همخوانی و همزمانی با رفتار دستگاه حفاری، برآورد و تخمین اختلاف زمان و مدت لازم برای حرکت نمونه از قعر چاه به سطح زمین مورد نیاز است. این اختلاف زمان بستگی به قطر و عمق چاه و همچنین قدرت و بازده پمپ مایع حفاری دارد که می‌توان با در دست داشتن این عوامل برای محاسبه آن اقدام کرد.

با دقت لازم در نمونه‌گیری لایه‌های زمین در روش حفاری دورانی و اعمال عوامل مؤثر در این روش که اهم آن در زیر اشاره می‌شود، می‌توان نمونه‌های خاک معرف لایه‌ها را به دست آورد. ضمناً برای کنترل و اصلاح عمق نمونه‌ها می‌توان آنها را با نتایج چاه پیمایی مقایسه و لزوماً تطبیق کرد.

در بررسیهای اکتشافی نمونه از لایه‌های زمین هر ۱/۵ متر و در حفاریهای چاههای بهره‌برداری هر ۳ متر گرفته می‌شود. برای آنکه نمونه معرف عمقی باشد که حفاری در آن صورت می‌گیرد، توصیه می‌شود پس از هر ۱/۵ متر حفاری سوزن که در انتهای آن مته قرار دارد، به اندازه ۳۰ سانتیمتر از کف چاه بالا کشیده شود و در حالی که در این حالت دوران مته ادامه دارد، پمپ مایع حفاری را با ظرفیت کامل به کار انداخته شود، عمل چرخش مایع را تا خروج کامل مواد کنده شده از قعر چاه ادامه داده تا مایع عاری از هرگونه ذرات لایه زمین شود. پس از این عمل حفاری از سرگرفته می‌شود و برای ۱/۵ متر دیگر ادامه می‌یابد. سپس عمل چرخش مته و مایع حفاری را به شرح پیش گفته ادامه می‌یابد و با نصب غربال و توری در جوی برگشت گل نمونه‌های حمل شده به بالا جمع‌آوری می‌شود. به این ترتیب با ادامه این روش و حفاری مرحله‌ای، نمونه‌هایی از لایه‌های زمین به دست خواهد آمد که معرف واقعی لایه‌های حفاری و عمق چاه است و قابل اطمینان برای رسم نیمرخ زمین‌شناسی چاه خواهد بود.

- تهیه گزارش روزانه حفاری

تهیه و تنظیم گزارش روزانه حفاری حائز اهمیت بسیار است، زیرا این فرم حاوی اطلاعاتی است که براساس آن می‌توان مختصات کمی و کیفی لایه‌های حفاری شده را تعیین کند و اتخاذ تصمیم درباره تبدیل گمانه به چاه را میسر سازد و نهایتاً طرح لوله‌گذاری و ساختمان چاه را بر مبنای اطلاعات موجود در فرم مذکور ارائه کرد. در گزارش روزانه حفاری که نمونه آن در فرم شماره ۲ آورده شده است، موارد زیر دقیقاً باید درج شود:

- نام طرح: در صورتی که حفاری در قالب طرح اجرا شود.
- نام کارفرما: نام مؤسسه و یا اشخاص حقیقی
- روش حفاری: ضربه‌ای، دورانی مستقیم معکوس، مغزه‌گیری، چکشی و ...
- شماره چاه: در صورتی که تعداد چاهها بیش از یک حلقه باشد.
- محل چاه: نام محل حفر چاه با موقعیت جغرافیایی آن
- تراز زمین: در صورتی که تراز دهانه چاه اندازه‌گیری شده باشد رقوم آن ذکر می‌شود. در مورد چاههای مشاهده‌ای انجام دادن ترازبایی الزامی است.
- نوع و مدل دستگاه: مارک دستگاه و قدرت آن نوشته می‌شود.
- سطح آب زیرزمینی: قبل و بعد از پایان کار روزانه در حفاریهایی که امکان اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی مقدور باشد، ارقام قرائت شده درج می‌شود.
- عمق پیشین: عمق چاه در پایان هر نوبت حفاری نوشته می‌شود.
- عمق فعلی: عمق چاه در پایان هر نوبت حفاری بعدی اندازه‌گیری و درج می‌شود.
- سرعت حفاری: نفوذ و عمل حفر در یک طول سوزن، سرعت حفاری^۱ نامیده می‌شود که مدت زمان و سرعت آن بستگی به سختی لایه‌ها و قدرت دستگاه حفاری دارد. حفاران با ثبت سرعت نفوذ سوزن در لایه‌های زمین و رفتار دستگاه در سازندهای متفاوت، می‌توانند در شناخت طبقات آبدار و متخلخل و نهایتاً تنظیم طرح لوله‌گذاری راهنمای مفیدی داشته باشند. در روش حفاری ضربه‌ای سرعت حفاری بر حسب متر در ساعت در این ستون درج می‌شود.
- شرح لایه‌ها: با رؤیت نمونه‌های گرفته شده، شرح ظاهری (ماکروسکوپی) آنها از نظر اندازه ذرات و میزان خردشدگی و چسبندگی آنها و گردشدگی یا زاویه‌دار بودن و همچنین مقدار رسوبات ریزدانه از قبیل: رس و مارن و توصیف رنگ آنها دقیقاً درج می‌شود.
- مته‌های به کار گرفته شده: قطر مته‌های مصرف شده در اعماق مختلف ذکر می‌شود.
- نمونه‌برداری: در صورت برداشت هر نوع نمونه اعم از دست خورده (روشهای ضربه‌ای و دورانی) یا دست نخورده (دورانی - مغزه‌گیری) و یا نمونه آب در مقابل عمق. شرح لایه با استفاده از راهنمای ارائه شده در قسمت پایین فرم گزارش همراه با علامت مربوط به نوع نمونه نوشته می‌شود. در صورت برداشت مغزه، درصد بازیافت آن ذکر می‌شود.

فرم ۲- گزارش روزانه حفاری
Daily drilling report

Project	نام طرح	کارفرما		روش حفاری	Drilling method	Page	صفحه							
						Date	تاریخ							
Borehole No	شماره چاه	Location	محل چاه	Surface elevation	تراز زمین	Casing								
Previous depth	عمق پیشین			Water Level	سطح آب زیرزمینی	Size قطر	From از	To تا	m متر					
Present depth	عمق فعلی			Before shift	قبل از شروع کار									
Daily drilling	مقدار حفاری			After shift	پایان کار									
Run	سرعت حفاری	Description	شرح لایه ها	Size	قطر	نمونه برداری		باز یافت		Bits		مته های به کار گرفته شده		
Time	زمان					Depth	عمق	Sampling	Recovery	Size	اندازه	Type	نوع	From
	از	تا			شماره	نوع نمونه	متر	درصد						
From	To	From	To	No	Ins	m	%							
								Testing آزمائش						
								Rotating velocity سرعت						
								Drilling pressure فشار حفاری						
								Pressure of flush فشار مایع حفاری						
								Type,color,losses of flush						
								نوع، رنگ و تلفات گل حفاری						
								Remarks ملاحظات						
								Foreman	امضای حفار	_____				
								Engineer	امضای مهندس ناظر	_____				
Instruction					راهنما									
Disturbed Sample		نمونه دست خورده												
Undisturbed Sample		نمونه دست نخورده												
Water Sample		نمونه آب												

به طور کلی زمانی که حفاری در یک منطقه ناشناخته و بدون مطالعات قبلی صورت می‌گیرد و چاه با قطر کم و تا عمق مورد نیاز حفاری می‌شود، این گونه چاه را گمانه^۱ می‌نامند.

تصمیم‌گیری برای پایان دادن به عملیات حفاری گمانه بر حسب اطلاعات مورد نیاز و روش حفاری به شرح زیر انجام می‌شود:

- حفاری به روش ضربه‌ای

حفاری گمانه در روش ضربه‌ای به علت شرایط خاص فنی کار، با قطر حداقل ۱۰ اینچ قابل اجرا است. در این روش حفاری که در سازندهای آبرفتی و غیرشولاتی و ریزشی امکان‌پذیر است، از گمانه حفر شده اطلاعات زیر حاصل می‌شود:

- مشخص شدن عمق سطح برخورد به آب و کنترل تغییرات آن در طی حفاری
- شناخت جنس لایه‌ها، دانه‌بندی طبقات، تعداد آبخوانها و ضخامت و عمق هر یک
- شناخت جنس و تعیین عمق سنگ کف آبخوان
- نمونه‌برداری از آب و خاک و جمع‌آوری سایر اطلاعات مورد نیاز و بررسی کیفی نمونه‌های آب و نتیجه‌گیری از این عملیات برای تعیین عمق نهایی گمانه و خاتمه دادن به عملیات

- حفاری به روش دورانی

در حفاری به روش دورانی که با استفاده از گل صورت می‌گیرد، نمونه‌های برداشت شده از سنگ و خاک چاه به علت به کارگیری گل به طور دقیق قابل اعتماد نیست، لذا پس از آزمایش چاه پیمایی و تعبیر و تفسیر نتایج حاصله و مقایسه آنها با نمونه‌های برداشت شده اطلاعات دقیقتری در مورد شناخت ضخامت، عمق و تعداد آبخوان یا آبخوانها، عمق سنگ کف و به طور کلی وضعیت طبقات حفاری شده به دست می‌آید.

گمانه‌هایی که با روش دورانی حفر می‌شوند، حداقل دارای قطر $7\frac{5}{8}$ -۶ اینچ و تا اعماقی متناسب با قدرت دستگاه و به مراتب بیشتر از عمق مورد حفاری در روش ضربه‌ای حفر می‌شوند.

1- Pilot hole

اتخاذ تصمیم برای پایان دادن به حفاری گمانه در این روش می‌تواند پس از بررسی نتایج حاصله از کنترل نمونه‌های سنگ و خاک و تعبیر و تفسیر آزمایش چاه‌پیمایی و مقایسه آنها و شناخت سنگ کف صورت گیرد.

- حفاری با روش دورانی و مته چکشی D.T.H

حفاری گمانه در این روش ضروری است تا حد امکان با قطر ۶ الی $7\frac{5}{8}$ اینچ صورت گیرد؛ زیرا انجام دادن چاه‌پیمایی در قطرهای بیشتر از قطر اعلام شده نتیجه مطلوب را به دست نمی‌دهد؛ به علاوه در صورتی که گمانه از نظر میزان آبدهی و همچنین نامناسب بودن کیفیت آب قابل استفاده نباشد که اجباراً از آن صرف‌نظر می‌شود، حفاری گمانه با قطری بیشتر از $7\frac{5}{8}$ اینچ از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه و مورد تأیید نیست. در این روش حفاری عمق سطح برخورد به آب و میزان تقریبی آبدهی چاه تا حدودی مشخص می‌شود؛ همچنین تعیین کیفیت آب گمانه نیز قابل بررسی است. ضمن جمع‌آوری نمونه‌های سنگ و خاک و بررسی و مقایسه نتایج آزمایش چاه‌پیمایی با یکدیگر، اطلاعاتی از قبیل: جنس و سن لایه‌ها، عمق و ضخامت آنها، وجود درز و شکاف و شکستگی و میزان کارستی شدن لایه‌ها مشخص و سپس در مورد توقف یا ادامه حفاری گمانه و نهایتاً پایان دادن به حفاری گمانه تصمیم‌گیری می‌شود.

تذکر: لازم است مشخصات فنی دستگاه مورد استفاده بر اساس مشخصات فنی کار از نظر قطر و عمق پیش‌بینی شده انتخاب شود، تا اولاً حفاری گمانه با حداقل قطر معین شده امکان‌پذیر باشد و ثانیاً ادامه گمانه و انجام دادن برقوزنی آن تا عمق و با قطر مورد نظر قابل اجرا باشد. در غیر این صورت ضروری است با به کارگیری تجهیزات جنبی مانند: کمپرسور پرتابل و بوستر برای ازدیاد حجم و فشار هوا، حفاری گمانه تا عمق و با قطر مورد نیاز انجام گیرد.

- تهیه نیمرخ زمین‌شناسی گمانه

به موازات حفاری گمانه در هر سه روش حفاری، نمونه‌های سنگ و خاک برداشت می‌شود و ضمن جمع‌آوری و نگهداری این نمونه‌ها برای بررسی ظاهری^۱ آنها از نظر: دانه‌بندی، فرم و وضع شکستگی ذرات، جنس و سن تقریبی نمونه‌ها با توجه به اعماقی که نمونه از آن برداشت شده است، اقدام می‌شود.

نمونه‌های برداشت شده از اعماق مختلف پس از بررسی و تشخیص چشمی آنها و تعیین ضخامت لایه‌های مورد حفاری در ستونی در فرم مقطع زمین‌شناسی چاه به صورت نیمرخ زمین‌شناسی با مقیاس مناسب و ذکر عمق آنها تصویر می‌شوند (مطابق نشریه شماره ۱۷۵ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه و فرم شماره ۳) و مشخصات زمین‌شناسی نمونه‌ها در ستون مجاور نوشته می‌شوند.

1- Macroscopy

فرم ۳- نیمرخ زمین‌شناسی در مرحله گمانه

Preliminary borehole log

عمق Depth (m)	لیتولوژی Lithology	سطح آب W.L. (m)	هدایت الکتریکی آب EC × ۱۰ ^{-۶}	Detail Description شرح تفصیلی سازند

سطح برخورد به آب و نتایج بررسی کیفی آن (هدایت الکتریکی و کلر) در شرایطی که نمونه‌گیری آب در سرچاه امکان‌پذیر باشد و تغییرات احتمالی آن در ستون مجاور نیمرخ زمین‌شناسی ذکر می‌شود. در روشهای حفاری که امکان اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی و تغییرات آن میسر باشد، این نوسانات روزانه اندازه‌گیری و در ستون مربوط در مجاور نیمرخ زمین‌شناسی درج می‌شوند. از آنجا که در حفاری به روش دورانی با گردش گل، اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی و تغییرات کیفی آب مستقیماً مقدور نیست، لذا در مجاور ستون زمین‌شناسی منحنی‌های چاه‌پیمایی قرار داده می‌شود.

۷-۴ عملیات چاه‌پیمایی

برای نظارت بر عملیات چاه‌پیمایی و تعبیر و تفسیر نتایج حاصله به نشریه شماره ۱۱۴-ن طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تحت عنوان «شناخت روشهای چاه‌نگاری» مراجعه شود.

- آزمایشهای تبدیل گمانه به چاه

در پایان عملیات حفاری گمانه‌زنی، به منظور شناخت قدرت آبدهی چاه و تعیین شرایط کیفی آن و نهایتاً تصمیم‌گیری درباره تبدیل گمانه شناسایی به چاه، مبادرت به انجام دادن آزمایش آبکشی و بررسیهای مقدماتی می‌شود که با توجه به روش حفر چاه، این آزمایشها به شرح زیر هستند:

- روش حفاری ضربه‌ای

- در روش حفاری ضربه‌ای در صورتی که گمانه تا عمق نهایی به آب زیرزمینی برخورد نکند، تبدیل آن به چاه ضرورت ندارد و در این صورت گمانه‌زنی متوقف و دستگاه حفاری جمع‌آوری می‌شود.
- در صورت برخورد به آب زیرزمینی در گمانه شناسایی، برای تعیین قدرت آبدهی آبخوان و برآورد تقریبی بده چاه مبادرت به آزمایش آبکشی توسط گلکش^۱ به شرح زیر می‌شود:

- آزمایش آبدهی با گلکش

- ابتدا و قبل از شروع آزمایش لازم است حداقل ۱۲ ساعت از توقف حفاری سپری شده باشد تا سطح آب در چاه ثابت شود (ترجیحاً صبح روز بعد از پایان حفاری گمانه آزمایش انجام شود).

1- Bailing test

- ابعاد گلکش به طور دقیق اندازه‌گیری شده و حجم آن دقیقاً محاسبه شود.
- سطح آب در گمانه به وسیله عمق‌یاب الکتریکی با دقت اندازه‌گیری و در برگ آزمایش ثبت شود.
- آبکشی از چاه به طور مرتب و سریع با گلکش به عمل آید و زمان انجام دادن آن به طور دقیق با کرومومتر و یا ساعت ثبت شود (با توجه به عمق سطح آب ۳۰ تا ۵۰ نوبت آبکشی به عمل آید). گلکش تا حد امکان به عمق زیاد آب فرستاده نشود و سعی شود تا زیر سطح آب بیشتر رانده نشود و مراقبت شود در هر نوبت آبکشی کاملاً از آب پر باشد.
- بلافاصله پس از خاتمه آبکشی، سطح آب در چاه به طور سریع و دقیق اندازه‌گیری شود و پس از آن برگشت سطح آب و سرعت جبران آن طبق شرایط و نحوه عمل آزمایش برگشت، در آزمایشهای پمپاژ اندازه‌گیری و ثبت شود. این اندازه‌گیری، تا رسیدن سطح آب به حدود تراز اولیه ادامه می‌یابد.
- با توجه به تعداد دفعات آبکشی و حجم گلکش، آبدهی لحظه‌ای گمانه بر حسب معیارهای متداول حجم در زمان معین و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{حجم گلکش} \times \text{تعداد دفعات آبکشی}}{\text{زمان تخلیه}}$$

- به این ترتیب آبدهی لحظه‌ای گمانه مشخص می‌شود. معمولاً آبدهی گمانه بر حسب لیتر بر ثانیه محاسبه می‌شود.
- با بررسی نتایج حاصل از آزمایش، در صورتی که افت سطح آب زیرزمینی ناشی از تخلیه آب چاه به وسیله گلکش چندان زیاد نباشد و یا کم باشد و برگشت آب به سطح اولیه سریع انجام گیرد، گمانه از نظر آبدهی قابلیت تبدیل به چاه را دارد که در این صورت ادامه عملیات تکمیل چاه بلامانع است.
 - در مواردی که افت سطح آب در گمانه زیاد و قابل توجه باشد و یا جبران آن با سرعت صورت نپذیرد، بر حسب آب موردنیاز و شرایط منطقه و محل مصرف آب می‌توان نسبت به تبدیل گمانه به چاه تصمیم‌گیری کرد. دقت آزمایش آبکشی با گلکش بستگی به ژرفای سطح آب زیرزمینی و آبیندی گلکش دارد.

- بررسی کیفی آب در روش حفاری ضربه‌ای

در حفاری به روش ضربه‌ای شرایط کیفی آب چاه از عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری برای تبدیل گمانه به چاه است. به منظور بررسی و تعیین کیفیت آب چاه در حالت گمانه شناسایی، علاوه بر نمونه‌های آبی که در طول حفاری برداشت و آزمایش شده است، از آب آخرین گلکش رانده شده به چاه نیز یک نمونه آب برای آزمایش کامل شیمیایی برداشت می‌شود. پس از دریافت نتایج تجزیه شیمیایی آب، با در نظر گرفتن نتایج حاصل از آزمایش آبدهی با گلکش برای تبدیل گمانه به چاه تصمیم‌گیری می‌شود.

برای تسریع در ادامه عملیات حفاری و جلوگیری از توقف کار تا دریافت نتایج تجزیه کامل شیمیایی آب، می‌توان با تعیین هدایت الکتریکی و یون کلر آن، تصمیم لازم گرفت.

برای تعیین کیفیت آب مناسب در مصارف مختلف و تصمیم‌گیری برای تبدیل گمانه به چاه، به استاندارد شماره ۸۰- الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور مراجعه شود.

- روش حفاری دورانی با گردش گل

در روش حفاری دورانی به سبب به کارگیری گل، امکان انجام دادن آزمایشهای کمی و کیفی آب چاه در حین حفاری به طور مستقیم مقدور نیست. از این رو برای تبدیل گمانه به چاه لازم است پس از پایان حفاری گمانه با انجام دادن چاه‌پیمایی (طبق نشریه شماره ۱۱۴- ن طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور)، با تعبیر و تفسیر منحنیهای به دست آمده، ضمن مقایسه آنها با لوگ زمین‌شناسی چاه، وضعیت لایه‌ها و آبخوانها از نظر کمی و کیفی به طور نسبی مشخص شود و سپس براساس آن برای تبدیل گمانه به چاه و عمق و قطر برقوزنی و یا توقف عملیات در مرحله گمانه تصمیم گرفت.

- روش حفاری دورانی با مته چکشی و گردش فوم (D.T.H)

- در این روش حفر چاه، مواردی که گمانه تا عمق نهایی به آب برخورد نکند، برقوزدن گمانه ضرورت ندارد و حفاری در این مرحله متوقف می‌شود.

- در صورتی که گمانه به آب برخورد کند، ولیکن میزان آب خارج شده از آن در حین حفاری اندک و قابل ملاحظه نباشد، در این حالت برای تبدیل گمانه به چاه به انجام دادن آزمایش آبدهی با هوای فشرده^۱ مبادرت می‌شود. در این آزمایش میزان آبدهی و افت تقریبی سطح آب تعیین می‌شود و در صورتی که نتایج حاصل از آزمایش در حد قابل قبول باشد، درباره تبدیل گمانه به چاه و قطر و عمق برقوزنی تصمیم گرفته می‌شود.

آزمایش آبدهی به وسیله هوای فشرده به دو صورت زیر انجام می‌گیرد:

- روش مستقیم

در این روش هوای فشرده مستقیماً به داخل سوزنهای حفاری که تا عمق موردنظر نصب شده است دمیده می‌شود و فشار هوا موجب خروج آب از اطراف سوزن در گمانه می‌شود. میزان آب خروجی بستگی به: سطح آب در گمانه، قدرت آبدهی آبخوان، فشار و حجم هوای کمپرسور (قدرت کمپرسور) دارد که باید این عوامل در محاسبه آبدهی چاه مدنظر قرار گیرند.

در مواردی که لایه‌های حفاری شده در بالای سطح آب حاوی درز و شکاف فراوان باشند، یا فشار و حجم هوای کمپرسور برای خروج آب کافی نباشد و یا سطح آب در گمانه خیلی عمیق باشد، در این صورت ممکن است روش آبکشی با هوای فشرده به طور مستقیم کارایی نداشته باشد که از روش غیرمستقیم استفاده می‌شود.

- روش غیرمستقیم

در این روش با نصب لوله‌های فولادی به قطر ۱ تا ۱ اینچ به نام لوله‌های هوا در داخل سوزنهای حفاری و یا لوله‌های فلزی به قطر ۴ تا ۶ اینچ به نام لوله‌های آبد به شرح زیر مبادرت به آبکشی می‌شود: ابتدا لوله‌های آبد در زیر سطح آب و تا عمق موردنظر نصب می‌شود؛ سپس لوله‌های هوا را در داخل لوله‌های آبد کمی بالاتر از عمق نصب آن لوله‌ها قرار می‌دهند. هوای کمپرسور به داخل لوله هوا دمیده می‌شود تا آب از فاصله بین لوله هوا و لوله آبد به خارج جریان یابد. به این طریق با اندازه‌گیری آبدمی چاه می‌توان از قدرت نسبی لایه‌های آبدار و آبخوان اطلاع حاصل کرد و برای عمق و قطر برقوزنی تصمیم گرفت.

در این روش کیفیت آب نیز از عوامل مؤثر در تبدیل گمانه به چاه است که برای بررسی این عامل نظیر آنچه در روش حفاری ضربه‌ای بیان شد، عمل می‌شود.

در روشهای حفاری ضربه‌ای و دورانی با گردش فوم، در صورتی که نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه با استانداردهای موجود، معرف آب با کیفیت نامطلوب باشد، برای تعیین محل و ضخامت لایه حاوی آب نامطلوب با آزمایش چاه‌پیمایی لایه مذکور مشخص و در مورد انسداد آن اقدام می‌شود. در صورت عدم امکان استفاده از چاه‌پیمایی می‌توان با توقف عملیات حفاری و آبکشی به مدت حداقل ۲۴ ساعت و با استفاده از استوانه نمونه‌گیر آب^۱ در فواصل ۳ تا ۵ متری از اعماق مختلف گمانه، نمونه‌برداری به عمل آورد.

شرح کامل این آزمایش و جدول نسبت قطر لوله هوا به قطر لوله آبد در مبحث مربوط به توسعه و شستشوی چاه درج شده است.

۸-۴ برقوزنی و تراش گمانه^۲

چاه در هر نوع سازند و به هر منظور که باشد بهتر است ابتدا با قطر کم تا عمق موردنظر، حفاری شود و پس از آزمایش لازم و در صورت تأیید قابلیت بهره‌برداری از آن، درباره برقوزنی یا تراش آن اقدام کرد.

1- Water sampler

2- Reaming of pilot hole

حفاری با قطر کم و به صورت گمانه از دو نظر واجد اهمیت است :

- سرعت پیشرفت کار و امکان آزمایشات لازم در جریان حفاری و پایان گمانه

- صرفه جویی در هزینه و وقت

برقوزنی و گشادکردن گمانه بر حسب نوع سازند مورد حفاری و روش حفاری به دو بخش تقسیم می شود :

- تراش گمانه در روش حفاری ضربه ای

در حفاری به روش ضربه ای معمولاً حفاری با قطر ۱۲-۱۰ اینچ تا عمق موردنظر صورت می گیرد. در صورتی که نتایج آزمایشها اولیه براساس دستورالعمل بند ۴-۱-۷ قابلیت گمانه را برای بهره برداری موردنظر تأیید کند، درباره تراش گمانه و تبدیل آن به چاه با عمق و قطر موردنظر اقدام می شود. در این روش قطر متداول تراش در صورت عدم نیاز به شن ریزی ۴-۲ اینچ بیش از قطر لوله جدار خواهد بود.

- برقوزنی گمانه در روش حفاری دورانی در آبرفت

عمل گشادکردن یا تبدیل گمانه با قطر زیاد را در روش حفاری دورانی برقوزنی^۱ می نامند. حفاری به روش دورانی در آبرفت معمولاً با قطرهای استاندارد $\frac{55}{8}$ الی $\frac{75}{8}$ اینچ تا عمق موردنظر صورت می گیرد. بعد از خاتمه حفاری شناسایی و آزمایش چاه پیمایی^۲ و پس از اتخاذ تصمیم در مورد قطر و عمق چاه، مبادرت به گشادکردن گمانه با قطر و عمق موردنظر می شود. ممکن است در یک چاه با توجه به قطر آن و قدرت دستگاه حفاری عمق برقوزنی در یک یا دو مرحله متوالی انجام گیرد.

در صورت نیاز به شن ریزی دور لوله جدار، قطر برقوزنی گمانه و تبدیل آن به چاه باید حداقل ۶ اینچ بیش از قطر لوله جدار در نظر گرفته شود.

- برقوزنی گمانه در روش حفاری چکشی (D.T.H) در سازند سخت

حفاری گمانه در سازند سخت که با روش چکشی صورت می گیرد ابتدا با قطر حداقل ۶ اینچ انجام می شود. پس از آزمایشهای چاه پیمایی و آزمایش تعیین آبدهی چاه (اعم از آبکشی با هوای فشرده یا آزمایش با پمپ) طبق دستورالعمل بند ۴-۷-۱ مذکور در فوق، اتخاذ تصمیم در مورد قطر و عمق برقوزنی گمانه و تبدیل آن به چاه به عمل می آید.

از آنجا که در برقوزنی گمانه حفر شده در سازند سخت نیازی به شن‌ریزی دور لوله جدار نیست، لذا برقوزنی با قطری صورت می‌گیرد که امکان نصب لوله جدار در چاه به آسانی مقدور باشد. نصب لوله جدار در سازندهای سخت به منظور حفاظت پمپ است و از این نظر معمولاً برقوزنی تا محل نصب پمپ صورت می‌گیرد.

۹-۴ جداسازی و بستن آبخوانها^۱

در حین حفاری چاههای آب در مرحله گمانه‌زنی ممکن است به لایه و یا لایه‌هایی حاوی آب با کیفیت نامطلوب (برحسب نوع مصرف) برخورد شود و یا مطالعات قبلی وجود آبخوانهایی با کیفیت آب نامناسب را در اعماق مختلف پیش‌بینی و تعیین کرده باشد که در این صورت ضرورت ایجاد می‌کند، برای جلوگیری از نفوذ آب با کیفیت نامطلوب به چاه و یا تخریب کیفی آب لایه‌های حاوی آب مناسب، جداسازی و انسداد لایه‌های آب نامطلوب صورت گیرد. برای نیل به این مقصود ابتدا با توجه به دستورالعمل ارائه شده در بخش شماره ۴-۸، ضخامت و عمق لایه‌ها را مشخص می‌کنند و سپس عملیات جداسازی آبخوانها صورت می‌پذیرد. وضعیت قرارگیری لایه‌هایی که جداسازی آنها مدنظر است، ممکن است به سه حالت مشروح زیر باشد:

- حالت اول: لایه نامطلوب سطحی باشد (لایه اول)

در این حالت احتمال دارد لایه با آب نامناسب کم ضخامت و در حدود چند متر باشد و یا آنکه ضخامت آن زیاد و متجاوز از چند ده متر باشد که در هر صورت با نصب لوله هادی و تزریق سیمان به شرح مندرج در بخش ۴-۴-۱ لایه حاوی آب نامطلوب مسدود می‌شود.

- حالت دوم: لایه نامطلوب بین لایه‌ای باشد (لایه و یا لایه‌های میانی)

در این حالت، لایه دارای آب نامناسب، در بین دو لایه آب مناسب واقع شده است و یا آنکه با تناوبی نسبت به یکدیگر و در اعماق مختلف قرار گرفته باشد. در این حالت عملیات انسداد و جداسازی از عمیقترین لایه نامطلوب آغاز و به بالاترین لایه ختم می‌شود.

روش کار به این قرار است که پس از برقوزنی گمانه مطابق دستورالعمل مبحث شماره ۴-۸ تا عمق کف لایه حاوی آب مناسب، مبادرت به لوله‌گذاری می‌شود، به شرحی که در بخش شماره ۴-۱۱ خواهد آمد. ابتدا در مقابل لایه

1- Separating and sealing of aquifers

حاوی آب مناسب، لوله مشبک یا اسکرین نصب می‌شود و در مقابل لایه‌های حاوی آب نامناسب، لوله جدار غیرمشبک با دقت کافی قرار می‌گیرد. پس از آن با رعایت مفاد بخش شماره ۴-۱۲ مبادرت به شن‌ریزی دور لوله جدار مشبک یا اسکرین به ضخامت و طول لایه دارای آب مناسب و تا سقف آن می‌شود. در حد فاصل لایه‌های دارای آب مناسب و نامناسب با نصب یک حلقه لاستیکی مقاوم و مخصوص در پشت لوله و راندن آن تا سقف لایه با آب مناسب و بالای شن ریخته شده، این دو لایه از هم تفکیک و مجزا می‌شوند، با ریختن مقداری رس خالص، پرده غیرقابل نفوذ در حد فاصل دو لایه مناسب و نامناسب ایجاد می‌شود و در طول و ضخامت لایه حاوی آب نامناسب و لوله جدار غیرمشبک، دوغاب سیمان طبق دستورالعمل بخش سیمانکاری و تاکف لایه مناسب فوقانی ریخته می‌شود و به این ترتیب در مورد سایر لایه‌های مناسب و غیرمناسب تا سطح زمین و دهانه چاه عمل می‌شود.

– حالت سوم: لایه نامطلوب در انتها باشد (لایه عمیق)

در این حالت لایه حاوی آب نامطلوب در قسمت انتهایی چاه و زیر لایه‌های دارای آب مناسب قرار دارد. در این گونه موارد پس از حفاری گمانه قبل از برقوزدن یا گشادکردن چاه، قسمت انتهایی فاقد آب مطلوب تاکف لایه آب مناسب به دقت سیمانکاری و سپس درباره تبدیل گمانه به چاه اقدام می‌شود.

سیمانکاری^۱

سیمانکاری چاه عملی است که طبق آن فضای حلقوی بین دیواره چاه و سطح خارجی لوله و یا تمامی فضای گمانه حفر شده برای حفاظت لایه‌های بالایی از آلودگی و یا انسداد لایه‌های حاوی آب نامناسب به وسیله دوغاب سیمان و یارس پر و مسدود می‌شود. دوغاب سیمان^۲ مخلوطی است از سیمان و آب که می‌توان آن را به طور آزاد و یا از داخل لوله با نیروی ثقل و یا توسط پمپ به لایه موردنظر انتقال داد.

– هدفهای سیمانکاری چاه

هدفهای عمده سیمانکاری چاه به قرار زیر است:

- محافظت لایه‌های سطحی و آبخوانهای حاوی آب مناسب از نفوذ آبهای آلوده سطحی
- انسداد لایه‌های حاوی آب با ترکیب شیمیایی نامناسب و جلوگیری از تخریب کیفی آب چاه
- نگهداری و محکم کردن لوله‌های جدار، به ویژه لوله هادی

1- Grouting

2- Grout

- ترکیب و چگونگی ساخت دوغاب

برای تهیه دوغاب سیمان با استفاده از ۴۰ تا ۵۰ کیلو سیمان، غلظت آن را به نحوی تنظیم می‌کنند که به سهولت از لوله‌های تزریق دوغاب قابل عبور باشد. در مواردی که آب شیرین در دسترس نباشد و یا لایه‌هایی که قصد انسداد آنها است بسیار شور باشند، استفاده از سیمان نوع ۵ (سیمان ضد سولفات) توصیه می‌شود. اضافه کردن ۲ تا ۳ کیلوگرم بتونیت به یک کیسه سیمان موجب بهبود کیفی دوغاب خواهد شد.

آب به کار گرفته شده برای تهیه دوغاب باید عاری از روغن و هرگونه مواد آلی^۱ مانند: برگ و خاشاک، خرده چوب، کاه و غیره ... باشد.

برای عملیات سیمانکاری در حجم زیاد، خصوصاً جاهای تأمین آب مشروب، هنگام تهیه دوغاب سیمان توصیه می‌شود از ماشینهای مخلوط‌کن بتن^۲ استفاده شود. در جاهایی که عملیات سیمانکاری چندانی ندارند و یا قصد انسداد لایه‌های کم ضخامت است از بشکه‌های تمیز ۲۲۰ لیتری فلزی و یا پلاستیکی برای تهیه دوغاب سیمان می‌توان استفاده کرد. اضافه کردن درصد اندکی آهک^۳ به دوغاب موجب سهولت حرکت آن و همچنین بهبود کیفی دوغاب می‌شود.

در مواردی که از حفاری با روش ضربه‌ای استفاده شود، می‌توان برای بستن لایه‌های انتهایی چاه از کیسه‌های پارچه‌ای محتوی گل رس، سیمان، ماسه و بتونیت استفاده کرد. به این ترتیب که کیسه‌های پر شده از مواد پیش گفته را به داخل چاه رها می‌کنند تا در کف چاه قرار گیرند. سپس با راندن مته و میله سنگین‌کننده به روی آنها موجب پاره شدن کیسه‌ها و فشردن مواد داخل آن شده و عملیات انسداد در کف چاه تا عمق مورد نظر انجام خواهد شد.

- روشهای دوغاب‌ریزی و توصیه‌های لازم

- عملیات دوغاب‌ریزی در چاه باید پیوسته و بدون وقفه صورت پذیرد.
- در صورتی که هدف از سیمانکاری انسداد قسمت انتهایی چاه باشد، ضروری است دقت به عمل آید دوغاب سیمان تمامی فضای حلقوی چاه را فرا گیرد و فضای خالی به هیچ وجه در آن وجود نداشته باشد. قبل از سیمانکاری در صورتی که روش حفاری ضربه‌ای باشد، انتهای چاه با گلکش کاملاً تمیز شده و عاری از هرگونه مواد کنده شده باشد و هرگاه روش حفاری دورانی با گردش گل و فوم باشد با ایجاد گردش آب و چرخه گل به مدت مناسب از پاک‌بودن کف چاه از مواد کنده شده اطمینان حاصل شود.

1- Organic

2- Concrete mixer

3- Hydrated lime

دوغاب‌ریزی و سیمانکاری ممکن است به صورت ثقلی و یا توسط پمپهای مناسب انجام شود. روشهای متفاوتی برای ریختن دوغاب در چاه وجود دارد که ساده‌ترین و در عین حال متداولترین آنها به قرار است:

- روش دوغاب‌ریزی تحت نیروی ثقل
- روش دوغاب‌ریزی داخل لوله و توسط پمپ

۱۰-۴ مشخصات فنی لوله جدار چاه

به طور کلی هرگونه مصالحی که به منظور نگهداری دیواره چاه نصب شود، پوشش و یا لوله جدار^۱ نامیده می‌شود. توصیه می‌شود در موقع ذکر نام لوله، کلمه جدار چاه نیز اضافه شود.

لوله‌های جدار برای نصب در چاههای آب به طور کلی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- ۱- لوله‌های جدار فلزی
- ۲- لوله‌های جدار غیرفلزی

- لوله‌های جدار فلزی

ترکیب اصلی و عمده لوله‌های فلزی مورد استفاده در چاههای آب را، فولاد تشکیل می‌دهد که بر حسب درصد سایر مواد همراه فلز آهن مانند: کربن، منیزیم، گوگرد و غیره انواع مختلفی تولید می‌شود. درصد عناصر مختلف فلزی، اختصاصات فیزیکی لوله‌ها را از نظر: ضریب مقاومت، قدرت انعطاف‌پذیری، ضریب کشش، وزن مخصوص و غیره تغییر می‌دهد.

مشخصات عمده قابل ذکر لوله‌های فولادی جدار چاه به قرار زیر است:

- قطر: لوله‌های مورد مصرف در چاههای آب معمولاً تحت دو قطر ذکر می‌شوند.
- قطر واقعی: که با ذکر قطر خارجی^۲ و با علامت اختصاری (OD) و قطر داخلی^۳ با علامت (ID) مشخص می‌شوند.
- قطر اسمی^۴: این قطر معرف اندازه حقیقی لوله نیست و ممکن است اندکی از قطر واقعی کمتر یا بیشتر باشد.
- قطر لوله جدار چاه معمولاً با اینچ نمایش داده می‌شود و در برخی موارد برای ذکر اندازه دقیق آن را به میلیمتر نیز تبدیل می‌کنند.
- ضخامت: ضخامت لوله عبارت است از تفاضل بین قطر خارجی و قطر داخلی لوله تقسیم بر دو که بر حسب

1- Casing

2- Outside diameter

3- Inside diameter

4- Nominal diameter

- میلیمتر ذکر می شود و با علامت انحصاری (T) ^۱ نوشته می شود.
- وزن: وزن هر متر لوله جدار چاه بر حسب قطر و ضخامت آن و تغییرات درصد مواد فلزی و به طور کلی وزن مخصوص فولاد تعیین می شود.
- وزن مخصوص فولاد در شرایط معمولی حدود ۷/۸ است.
- طول: لوله های جدار چاه در کارخانجات لوله سازی معمولاً به طول ۱۲ متر ساخته می شوند و در صورت لزوم و به منظور سهولت در امر حمل و نقل به شاخه های ۶ متری تبدیل می شوند.
- نحوه ساخت: لوله های فولادی به طور کلی از نظر ساخت به دو دسته درزدار و بدون درز تقسیم می شوند:

- لوله های درزدار ^۲

لوله های جدار درزدار از نورد ورقه های فولادی با ضخامت و ابعاد مختلف ساخته می شود. این چنین لوله ای که دارای یک خط درز است به نام لوله تک درز نامیده می شود.

ساخت این نوع لوله ها به این صورت است که دو لبه ورق فولادی پس از نورد به وسیله جوش برقی به یکدیگر متصل می شود و یک خط جوش سرتاسر دو لبه ورق را به یکدیگر متصل می کند. در این صورت یک درز مستقیم و سرتاسری در لوله مشاهده می شود.

ممکن است درز لوله به طور مارپیچی باشد که در این صورت این گونه لوله را درزدار مارپیچی ^۳ می نامند.

- پوشش لوله ها: قسمت خارجی لوله های فولادی ممکن است توسط رنگ یا مواد دیگر برای ازدیاد مقاومت در مقابل عوامل زنگ زدگی و خوردگی پوشیده شود. در صورتی که ماده پوشش دهنده از ترکیب روی ^۴ تشکیل شده باشد، این گونه لوله را گالوانیزه می نامند.

ماده پوشش دهنده اگر از مواد رنگی خاص که دارای خاصیت ضد زنگ و خوردگی باشد، لوله اندود شده ^۵ نامیده می شود.

- لبه لوله ها: لبه لوله های جدار چاه در کارخانجات به صورت برش مخروطی ^۶ ساخته می شود، ولی در برخی از انواع لوله ها ممکن است دو سر لوله رزوه دار شود و با استفاده از بوشن به یکدیگر بسته شوند (لوله های با لبه مخروطی توسط جوش الکتریکی به یکدیگر متصل می شوند). در صورتی که لوله ها از فولاد ضد زنگ ساخته

1- Thickness

2- Electric resistance - Welded pipe

3- Spiral

4- Zinc

5- Coated pipe

6- Conic

- شوند، آنها را لوله‌های ضدزنگ^۱ می‌نامند. با توجه به قیمت گران این گونه لوله‌ها مصرف آنها در چاههای آب به ندرت صورت می‌گیرد، مگر در مورد خاص و استثنایی.
- استاندارد لوله‌ها: لوله‌های فولادی برای استفاده در کارهای آبی تحت استانداردهای بین‌المللی تولید می‌شوند که اهم استانداردهای موجود در جهان به شرح زیرند:
 - API - American Petroleum Institute.
 - ASTM - American Society Testing and Materials.
 - AS - Australian Standard.
 - AWWA - American Water Work Association.
 - BS - British Standard.
 - DN - Deutsche Nokmen.
 - GOST - USSR Specification.
 - ISO - International Organization for Standardization.
 - JIS - Japanese Industrial Standard.

استانداردهای لوله‌های درزدار که به عنوان جدار چاه مورد مصرف قرار می‌گیرند به شرح زیرند:

- استاندارد API - لوله‌های استاندارد API تحت دو مشخصه زیر ساخته می‌شوند:
- لوله‌های API5L - این گونه لوله‌ها معمولاً از قطر اسمی ۴ تا ۲۰ اینچ ساخته می‌شوند. ضخامت آنها در لوله‌های ۶ اینچی اسمی (۶ $\frac{5}{8}$ اینچ واقعی) ۱/۸۸ اینچ و وزن متوسط هر متر آن ۲۵ کیلوگرم است و برای لوله‌های ۱۲ اینچی اسمی (۱۲ $\frac{3}{4}$ اینچ واقعی) ۰/۲۸ اینچ است. وزن هر متر از لوله ۱۲ اینچ مذکور حدود ۵۵ کیلوگرم است.
- استاندارد API5A - لوله‌های این استاندارد نیز از قطر کم تا قطر ۲۰ اینچ ساخته می‌شوند. ضخامت آن برای لوله‌های ۶ اینچ اسمی ۰/۲۸ اینچ و وزن متوسط هر متر آن ۴۰ کیلوگرم است و برای لوله ۱۲ اینچ اسمی ضخامت ۰/۳۸ اینچ است. وزن هر متر از لوله‌های ۱۲ اینچ در این استاندارد ۷۸ کیلوگرم است.
- لوله‌های استاندارد ASTM - لوله‌های ساخته شده در این استاندارد دو نوع‌اند.
- استاندارد ASTM - A120
- استاندارد ASTM - A53
- لوله‌های استاندارد ASTM - A120 که معمولاً برای مصارف آبی به کار برده می‌شوند، درزدار و بدون درز و از قطر کم تا قطر حداکثر ۱۲ اینچ ساخته می‌شوند و ضخامت آنها برای لوله ۶ اینچ ۰/۲۸ اینچ و برای لوله ۱۲ اینچ ۰/۳۸ اینچ تعیین شده است. وزن این گونه لوله‌ها برای هر متر از لوله ۱۲ اینچ بین ۷۳-۶۵ کیلوگرم است.

1- Stainless steel

- لوله‌های استاندارد ASTM - A53 این لوله‌ها نیز از نوع تک‌دزر و بدون‌دزر ساخته می‌شوند و مصرف آنها برای چاههای آب توصیه شده است و از قطر کم تا حداکثر ۲۰ اینچ ساخته می‌شوند. ضخامت آنها برای لوله ۶ اینچ ۰/۲۸ و برای لوله ۱۲ اینچ ۰/۳۷ است. وزن متوسط برای هر متر از لوله ۱۲ اینچ ۷۳/۷۵ کیلوگرم است.

- لوله‌های بدون دزر^۱

این گونه لوله‌ها در کارخانه به طور یکپارچه و بدون دزر تولید می‌شوند که با توجه به قیمت گران آن برای نصب در چاههای آب کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، لیکن از نظر مشخصات و استاندارد تابع شرایط پیش گفته‌اند.

- لوله‌های غیرفلزی

لوله‌های جدار غیرفلزی برای استفاده و نصب در چاههای آب بر حسب ضخامت لوله در انواع معمولی و فشرده ساخته می‌شوند.

لوله‌های معمولی از جنس P.V.C و یا پلاستیک محکم و بادوام برای نصب در چاههای کم قطر مانند: پیژومتر و مشاهده‌ای به کار گرفته می‌شوند و نوع فشرده آن با ضخامت بیشتر برای نصب در چاههای آب نیز استفاده می‌شود.

انواع این لوله‌ها در مناطقی که دارای آبهای خورنده (اسیدی یا قلیایی) هستند، برای نصب در چاهها، مناسب است. در مواردی که نصب لوله در چاه تحت فشار و احتمالاً با ضربه صورت می‌گیرد، استفاده از آنها مقدور نیست. از امتیازات این لوله‌ها وزن کم، سهولت نصب و حمل و نقل و مقاومت در برابر عوامل خورنده شیمیایی است.

۱-۱۰-۴ مشخصات فنی لوله‌های مشبک و اسکرین^۲

لوله‌های مشبک مورد مصرف برای چاههای آب معمولاً به دو صورت زیر ساخته می‌شوند:

- لوله‌های مشبک دستی و کارگاهی

- لوله‌های مشبک کارخانه‌ای (اسکرین)

لوله‌های مشبک دستی و کارگاهی: لوله‌های فولادی را بر حسب نیاز و شرایط نصب در چاه از نظر ابعاد شن صافی و دانه‌بندی لایه‌های حفاری شده مشبک می‌کنند.

اندازه طول و عرض شبکه‌ها و تعداد آنها در میزان آبدهی چاه و جلوگیری از ایجاد افت سطح آب در جدار چاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در تعیین تعداد و ابعاد شبکه باید مقاومت و قطر لوله در نظر گرفته شود.

تعداد و ابعاد مناسب در لوله‌های جدار چاه براساس مشاهدات و تجربیات انجام شده به شرح زیر است:

تعداد شبکه در سطح یک متر طول لوله	تعداد شبکه در یک متر طول لوله	تعداد شبکه در یک خط محیط لوله	قطر لوله جدار (اینچ)
۲۰	۵	۴	۸
۳۰	۵	۶	۱۰
۴۰	۵	۸	۱۲
۵۰	۵	۱۰	۱۴
۶۰	۵	۱۲	۱۶
۷۰	۵	۱۴	۱۸
۸۰	۵	۱۶	۲۰

طول هر شبکه معمولاً ۲۰۰ میلیمتر و عرض آن بین ۲-۳ میلیمتر و روش مشبک کردن با استفاده از هوا و کاربیت است.

استفاده از جوش الکتریک برای مشبک کردن لوله‌های جدار به هیچ وجه مجاز نیست. مشبک کردن لوله‌های جدار با قطر کوچک که معمولاً برای مصرف در چاههای پیزومتر و مشاهده‌ای به کار می‌رود، با به کارگیری مته برقی و ایجاد سوراخهایی با قطر حدود ۳-۵ میلیمتر صورت می‌گیرد. تعداد شبکه‌ها برای لوله‌های با قطر ۳-۶ اینچ بین ۱۰۰-۲۰۰ سوراخ در هر متر لوله توصیه می‌شود.

- لوله‌های اسکرین^۱

هرگونه لوله‌ای که از ابتدا شبکه‌های آن در کار خانجات سازنده لوله، همزمان با تهیه آن به وجود آید لوله اسکرین نامیده می‌شود. لوله‌های اسکرین معمولاً دارای شبکه‌بندی یکنواخت و منظم است و میزان درصد سطح شبکه آن

1- Screen pipe

نسبت به سطح کل لوله براساس شرایط متفاوت چاه تهیه می‌شود. در لوله‌های اسکرین ابعاد شبکه‌ها و تعداد آنها یا به طور کلی درصد فضای باز لوله براساس مشخصات دانه‌بندی لایه‌های آبدار و ابعاد شن مورد مصرف (فیلتر شنی) انتخاب می‌شود.

شاخه‌های لوله‌های اسکرین به طول ۳ یا ۶ متری در کارخانجات تولید می‌شود و حدود ۲۰ سانتیمتر بالا و پایین هر شاخه لوله بدون شبکه است.

لوله‌های اسکرین در کارخانجات متعدد و در کشورهای مختلف جهان در انواع زیر ساخته می‌شوند:

- لوله‌های اسکرین فلزی

- لوله‌های اسکرین غیرفلزی

- اسکرینهای فلزی

اسکرینهای فلزی معمولاً از فولاد ساخته می‌شوند که بر حسب جنس و نحوه ساخت به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

- اسکرینهای فولادی بدون روپوش

- اسکرینهای فولادی گالوانیزه

- اسکرینهای فولادی ضدزنگ

- اسکرینهای فولادی ساده از جنس فولاد بدون روپوش که روی آن هیچ‌گونه ماده خاصی پوشش داده نشده است.

- اسکرینهای گالوانیزه توسط روپوش از ماده روی^۱ پوشیده می‌شوند و این ماده از زنگزدگی سریع لوله اسکرین جلوگیری می‌کند.

- اسکرین ضدزنگ^۲: این گونه لوله‌های اسکرین از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شوند، استفاده از آنها به علت هزینه زیاد، در شرایط خاصی نظیر آبهای خورنده صورت می‌گیرد.

- انواع لوله‌های اسکرین فلزی از نظر نحوه ساخت

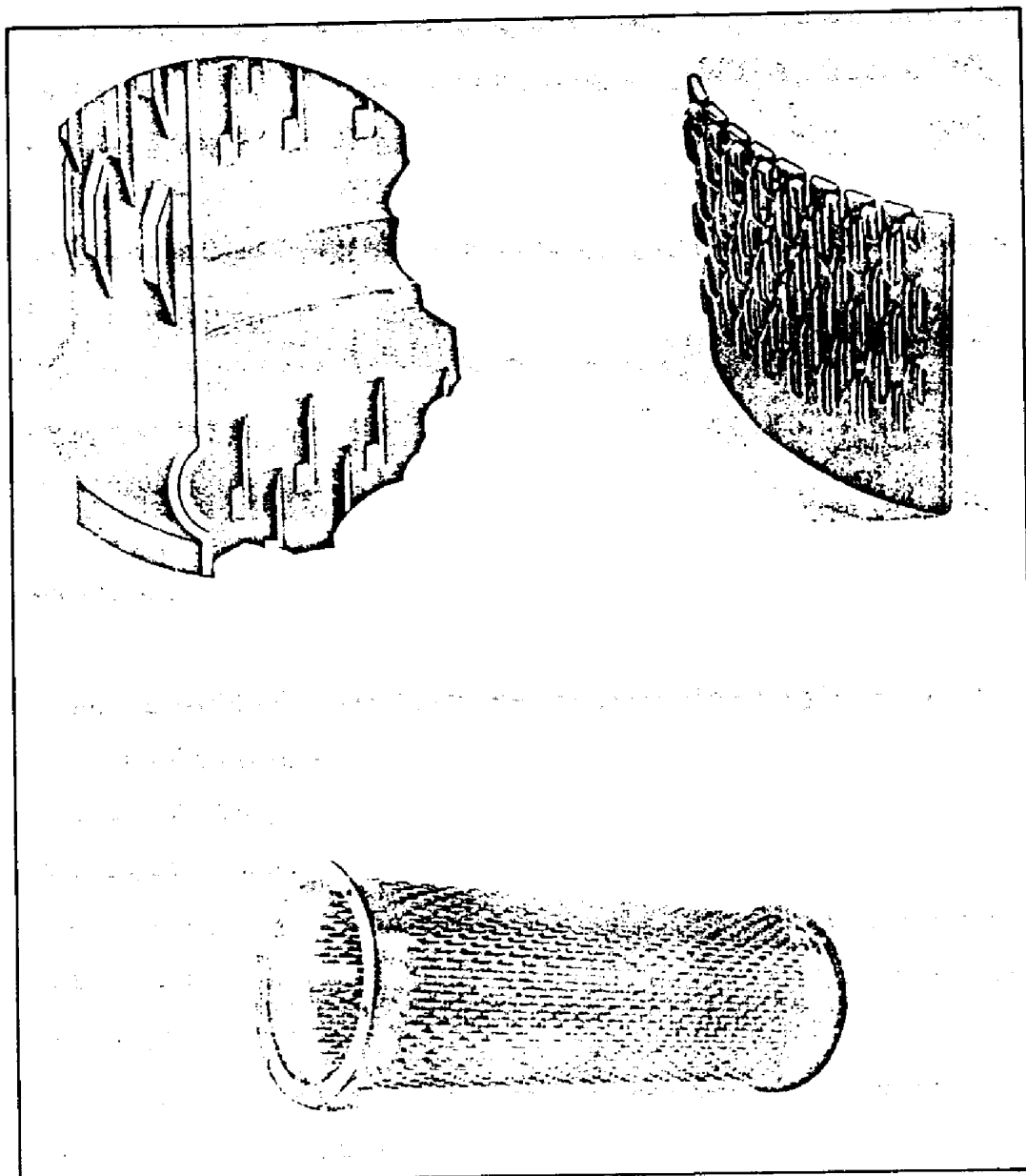
لوله‌های اسکرین از نظر شکل و وضعیت شبکه‌ها نیز به چند نوع تقسیم می‌شوند:

- لوله‌های اسکرین با شبکه پل مانند^۳: ساختمان شبکه در این گونه اسکرینها به صورت بریدگی پل مانند بیرون زده شده است و از این رو آنها را اسکرین با شبکه پل مانند می‌گویند (شکل شماره ۱۷).

1- Zinc

2- Stainless steel screen

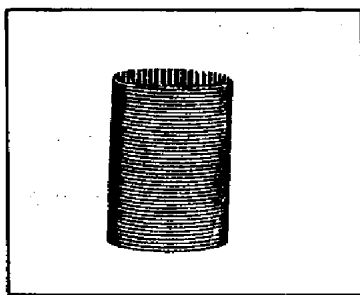
3- Bridge slotted screen



شکل ۱۷-لوله اسکرین با شبکه‌های پل مانند

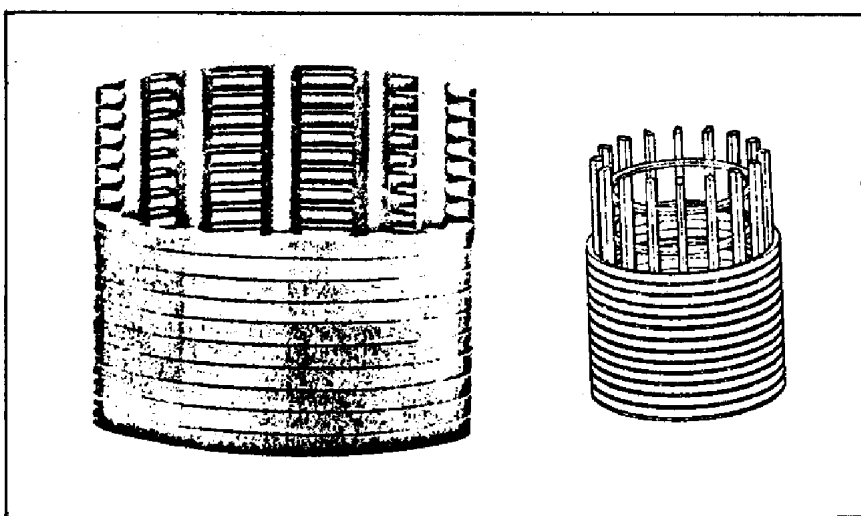
نحوه ساخت این گونه اسکرینها به این صورت است که ورقه‌های فولادی پس از ایجاد شبکه‌های پل مانند توسط پرسهای قوی نورد می‌شوند و به صورت لوله درمی‌آیند. فضای باز یا درصد شبکه‌ها در این گونه لوله‌ها حدود ۱۰-۷ درصد سطح کل لوله است.

- لوله‌های اسکرین با بریدگی یکطرفه: این لوله‌ها به نام لوله Flo - Ful نامیده می‌شوند. دهانه شبکه این لوله‌ها به صورت خطوط بریده شده بیرون زده است (شکل شماره ۱۸). درصد فضای باز در این لوله‌ها نیز متفاوت و معمولاً بین ۱۰ تا ۲۵ درصد است.



شکل ۱۸- لوله اسکرین با بریدگی یکطرفه

- لوله‌های اسکرین سیمی^۱: ساخت این گونه اسکرینها به این صورت است که به دور استوانه‌ای از میله‌های فلزی با قطر کم که در فواصل معین قرار گرفته‌اند، سیمهای فلزی با فاصله‌های مشخص پیچیده و از داخل به میله‌های عمودی استوانه جوش داده می‌شوند. قطر این نوع اسکرینها متفاوت و بستگی به قطر میله‌های فلزی و مفتول دور آن دارد (شکل شماره ۱۹).



شکل ۱۹- لوله اسکرین سیمی

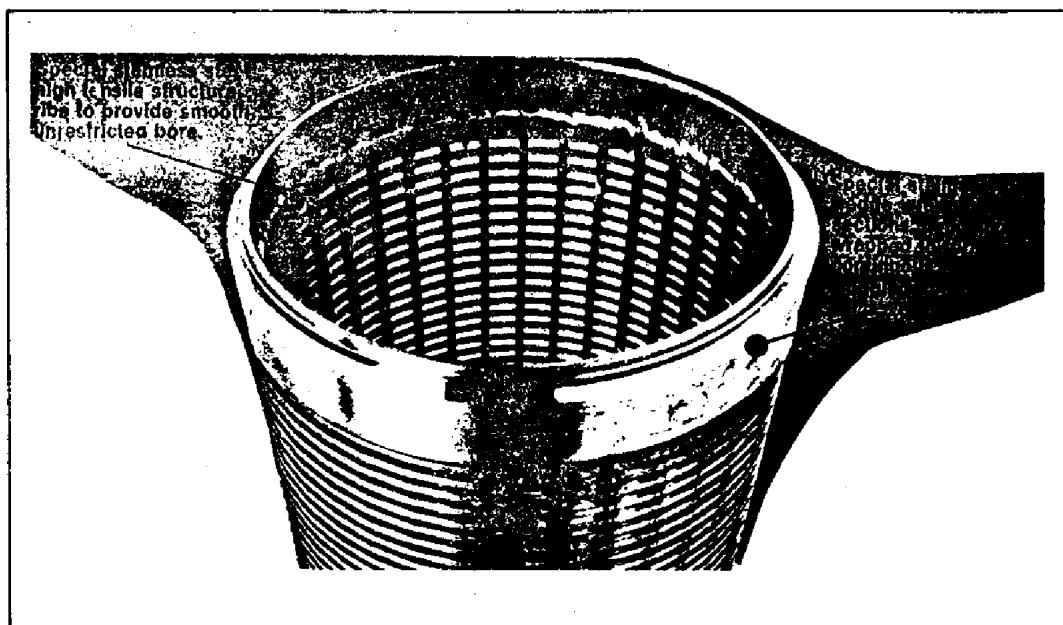
این گونه اسکرینها بر حسب شکل مقطع هندسی مفتولی که لوله از آن ساخته شده به چند نوع تقسیم می شوند:

- لوله های اسکرین با مقطع مفتول به شکل دایره

- لوله های اسکرین با مقطع مفتول به شکل مربع یا مستطیل

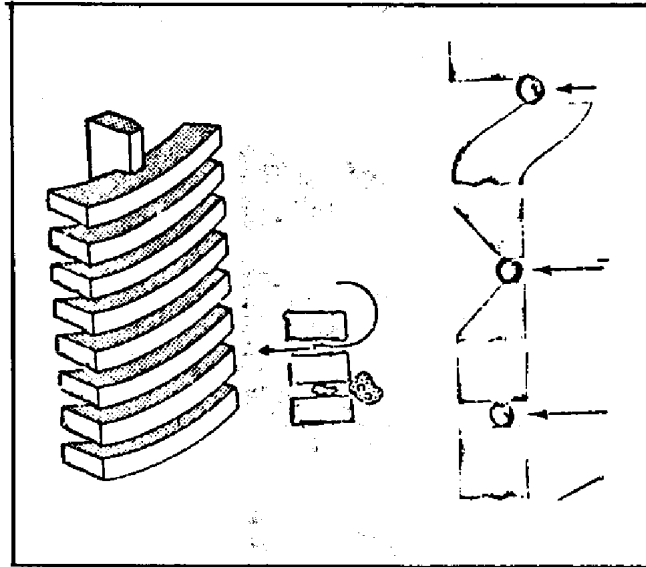
- لوله های اسکرین با مقطع مفتول به شکل مثلث

- لوله های اسکرین با مقطع مفتول به شکل دایره: ساختمان این اسکرینها از یک رشته مفتولی تشکیل شده که این مفتول دارای مقطع گرد و دایره ای و به شکل فنر پیچیده شده است و توسط تعدادی میله های فولادی عمودی از داخل به یکدیگر جوش داده می شوند. درصد فضای باز یا شبکه در این گونه اسکرینها نسبت به سطح کل لوله بین ۱۰-۲۰ درصد و بر حسب فشردگی و قطر مفتولها نسبت به هم متفاوت است (شکل شماره ۲۰).



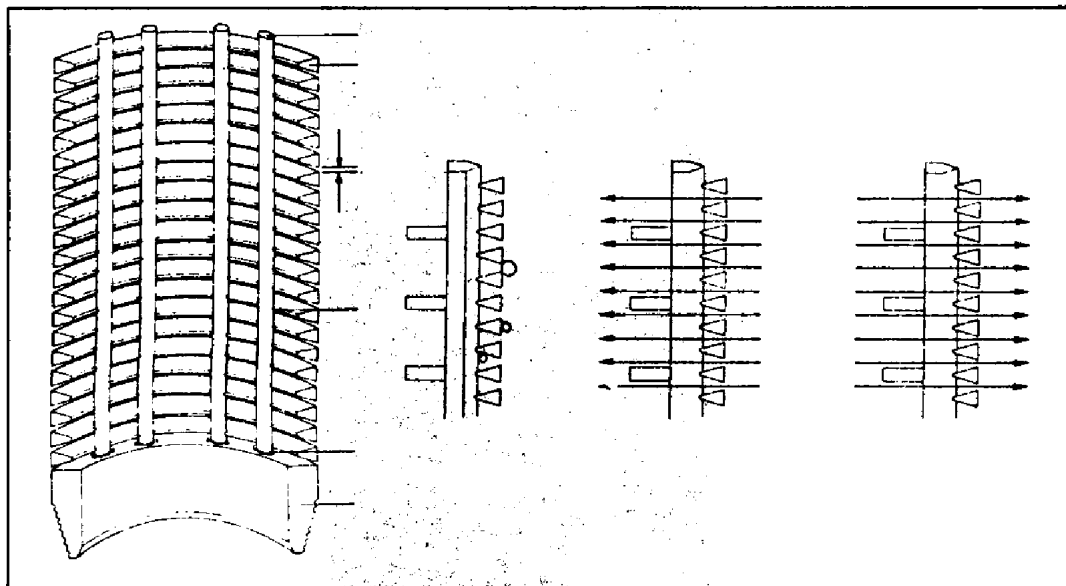
شکل ۲۰- لوله اسکرین با مقطع مفتول به شکل دایره

- لوله های اسکرین با مقطع مربع یا مستطیل شکل: مفتول به کار رفته در این گونه اسکرینها دارای مقطع مربع یا مستطیل است. این اسکرینها ضمن اینکه از نظر درصد شبکه ها مناسب و قابل قبول اند، لیکن به علت وضعیت وجود سطح افقی بین دو لبه مفتول که امکان مسدود شدن در آنها زیاد است، استفاده از آنها توصیه نمی شود (شکل شماره ۲۱).



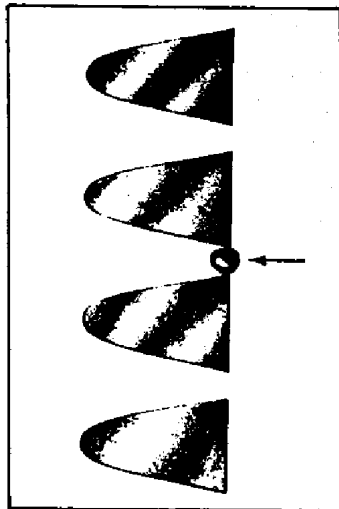
شکل ۲۱- لوله اسکرین با مقطع مربع یا مستطیل شکل

- لوله‌های اسکرین با مقطع مثلثی شکل: این گونه اسکرینها از دو جهت دارای امتیازات بالایی نسبت به دو نوع اسکرین دیگرند:
- از نظر وضعیت قرارداشتن مقاطع مفتول از داخل لوله، امکان تزریق آب برای شستشوی چاه بسیار مناسب است و براساس آزمایشهای انجام شده بهترین شرایط را برای تزریق آب و شستشو و توسعه چاه داراست (شکل شماره ۲۲).



شکل ۲۲- لوله اسکرین با مقطع مثلثی شکل

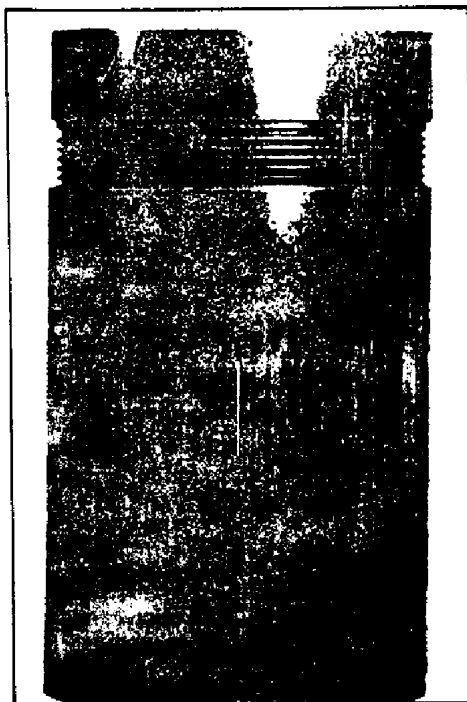
- با توجه به وضعیت قرارگیری لبه‌های مفتول در مجاورت یکدیگر، در این اسکرین امکان مسدود شدن آن به حداقل ممکن رسیده و از این رو استفاده از آن ارجح‌تر است (شکل شماره ۲۳).



شکل ۲۳- وضعیت قرارگیری لبه‌های مفتول در لوله اسکرین با مقطع مثلثی شکل

- لوله‌های اسکرین غیرفلزی

این گونه اسکرینها از ماده P.V.C فشرده و یا پلاستیک محکم و بادوام ساخته می‌شوند. ابعاد و تعداد این شبکه‌ها یا درصد فضای باز آنها بر حسب موارد مصرف با اندازه‌های مختلف تهیه می‌شوند. به طور کلی درصد فضای باز در این اسکرینها متفاوت است (شکل شماره ۲۴).



شکل ۲۴- لوله اسکرین غیرفلزی

امتیاز این گونه اسکرینها وزن کم و سهولت حمل و نقل و نصب آنها و خصوصاً مقاوم بودن آنها در مقابل عوامل خورنده آب چاههاست. در برخی موارد اسکرینهای نوع P.V.C همراه با گراول پیش ساخته در کارخانه تهیه می‌شوند. این گونه اسکرینها را اسکرین پیش ساخته با گراول^۱ می‌نامند.

اسکرین در ایران: استفاده و به کارگیری اسکرینها در ایران از حدود ۲۵ سال پیش متداول بوده است. لوله‌های اسکرینی که عموماً در ایران مورد مصرف قرار می‌گیرند، از انواع پل مانند و سیمی بوده‌اند. اسکرینهای نوع پل مانند برای سازندهای آبرفتی دانه درشت و اسکرینهای سیمی با شبکه‌بندی‌های ظریف برای آبرفت‌های دانه‌ریز و شولاتی به ویژه برای مناطق حاشیه دریای خزر مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

استفاده و به کارگیری اسکرین برای برخی از چاهها در شرایط ضروری صورت می‌گیرد، لیکن هزینه زیاد تهیه این گونه اسکرینها استفاده از آنها را محدود می‌کند.

با توجه به هزینه نسبتاً زیاد تهیه لوله‌های اسکرین لازم است در استفاده از آنها دقت کافی به عمل آید و فقط در شرایطی که لوله‌های مشبک معمولی جوابگوی نیازها نباشد، از این لوله‌ها به مقدار محدود استفاده شود.

۴-۱-۲ اسکرین با صافی شنی پیش ساخته^۲

در مناطقی که آبخوان شامل لایه‌های شولاتی و بسیار ریزدانه باشد، ممکن است شن‌ریزی به صورت متعارف آن مانع از حرکت و ورود دانه‌های ریز به داخل چاه نباشد و ناگزیر استفاده از صافیهای پیش ساخته ضروری باشد. این نوع اسکرینها معمولاً به دو صورت زیر تهیه می‌شوند:

- اسکرین با صافی شنی پیش ساخته شده در کارخانه

- اسکرین با صافی شنی ساخته شده در کارگاه حفاری

- اسکرین با صافی شنی پیش ساخته شده در کارخانه

معمولاً شنهای سیلیسی با ابعاد متناسب با فضای باز اسکرین مربوط، توسط چسب مقاوم در مقابل آب^۳، به صورت غلافی دور اسکرین از قبل چسبانده می‌شود.

1- Pre pack screen

2- Pre - Coated screen with gravel

3- Water prof

نسبت چسب به شنها باید به صورتی باشد که فقط اندکی از دانه‌ها را به هم متصل کند و مانع از جریان آب به داخل چاه نشود و تقریباً شبیه به صافی شنی معمولی عمل کند.

فضای لازم برای نصب این گونه صافی حدود ۰/۷۸ اینچ است و از اختصاص فضای حداقل ۳ اینچ که برای شن‌ریزی معمولی در نظر گرفته می‌شود، صرف‌نظر می‌شود.

استفاده از اسکرینهای با صافی پیش‌ساخته به علت گرانیقیمت بودن آن در مواردی توصیه می‌شود که امکان تهیه و یا به‌کارگیری سایر اسکرینهای ارزانتر میسر نباشد. در غیر این صورت توصیه می‌شود با برخورد به آبخوانهایی که استفاده از صافی پیش‌ساخته در آنها ضروری است از اسکرین باصافی شنی ساخته شده در کارگاه حفاری استفاده شود.

– اسکرین با صافی پیش‌ساخته شده در کارگاه حفاری

برای ساخت این نوع صافی پیش‌ساخته از اسکرینهای فولادی با انواع مختلف و توری^۱ با مشخصات فنی متناسب و ضدزنگ و داشتن قابلیت تحمل فشار ستون شن استفاده می‌شود.

ابتدا توری متناسب با طول اسکرین و با قطری بین ۳-۴ اینچ بیش از قطر اسکرین به صورت استوانه تهیه می‌شود. سپس لوله اسکرین را در داخل استوانه توری قرار می‌دهیم و قسمت انتهایی استوانه توری به صورت مورب به دور لوله اسکرین بسته و کاملاً مسدود می‌شود. آنگاه فضای بین توری سیمی و اسکرین به وسیله شن با دانه‌بندی مناسب با ذرات آبخوان، به طور یکنواخت و تقریباً فشرده پر می‌شود. سپس بالای استوانه توری نیز مانند قسمت پایین به دور لوله بسته و مسدود می‌شود.

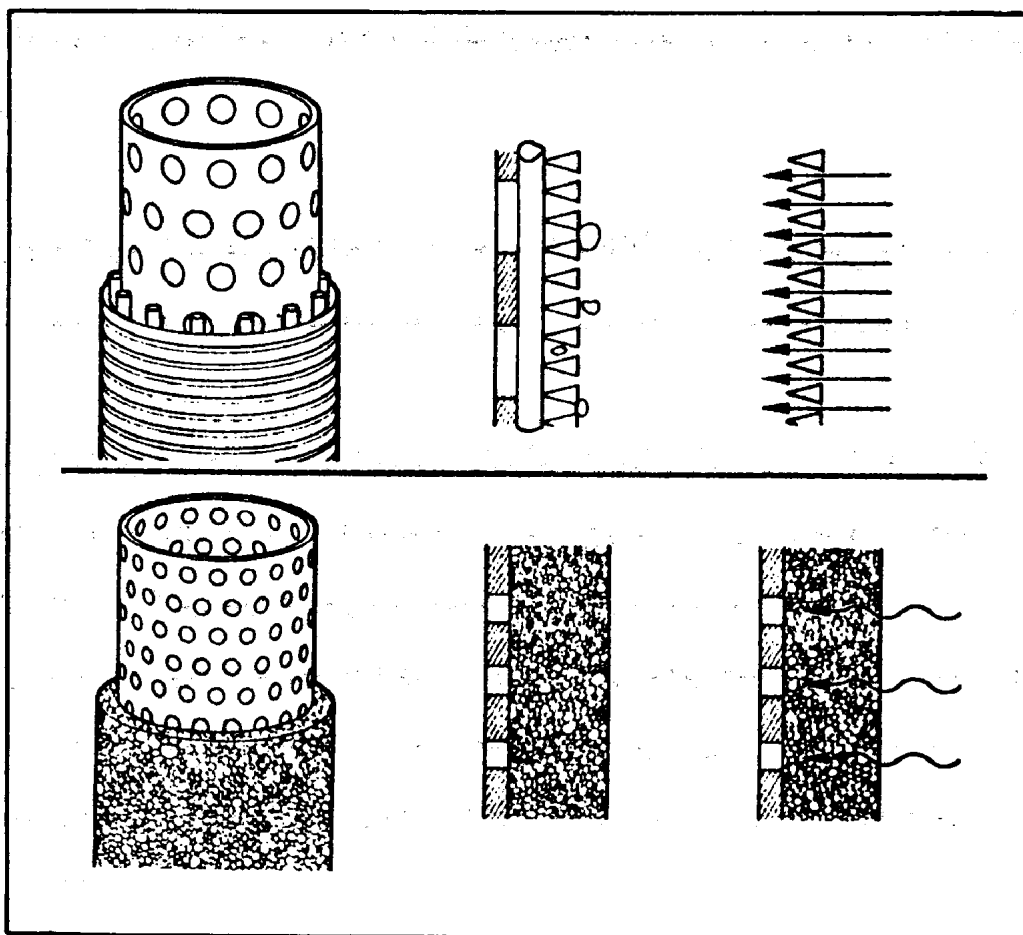
به این ترتیب اسکرین با صافی شنی پیش‌ساخته آماده نصب در چاه می‌شود و تعداد و طول آنها بستگی به طرح لوله‌گذاری و ضخامت لایه‌های دارای ماسه‌دهی خواهد داشت که معمولاً اتصال آنها به وسیله جوش الکتریک صورت می‌گیرد.

در مواردی که استفاده از این نوع اسکرین یا صافی پیش‌ساخته ضروری تشخیص داده می‌شود، قطر حفاری معمولاً باید بین ۶-۸ اینچ بیشتر از قطر لوله جدار مورد نصب باشد. در صورتی که قطر چاه نسبت به قطر لوله جدار بیش از ۱۶ اینچ باشد، فضای بین اسکرین پیش‌ساخته و جدار چاه با شن دانه‌بندی شده متناسب پر می‌شود. در این صورت این نوع صافی را صافی مضاعف^۲ می‌نامند.

1- Mesh

2- Double gravel pack

در موقع نصب اسکرینهای پیش ساخته لازم است دقت کافی به عمل آید تا از پاره شدن توری و ریزش شن جلوگیری شود (شکل شماره ۲۵).



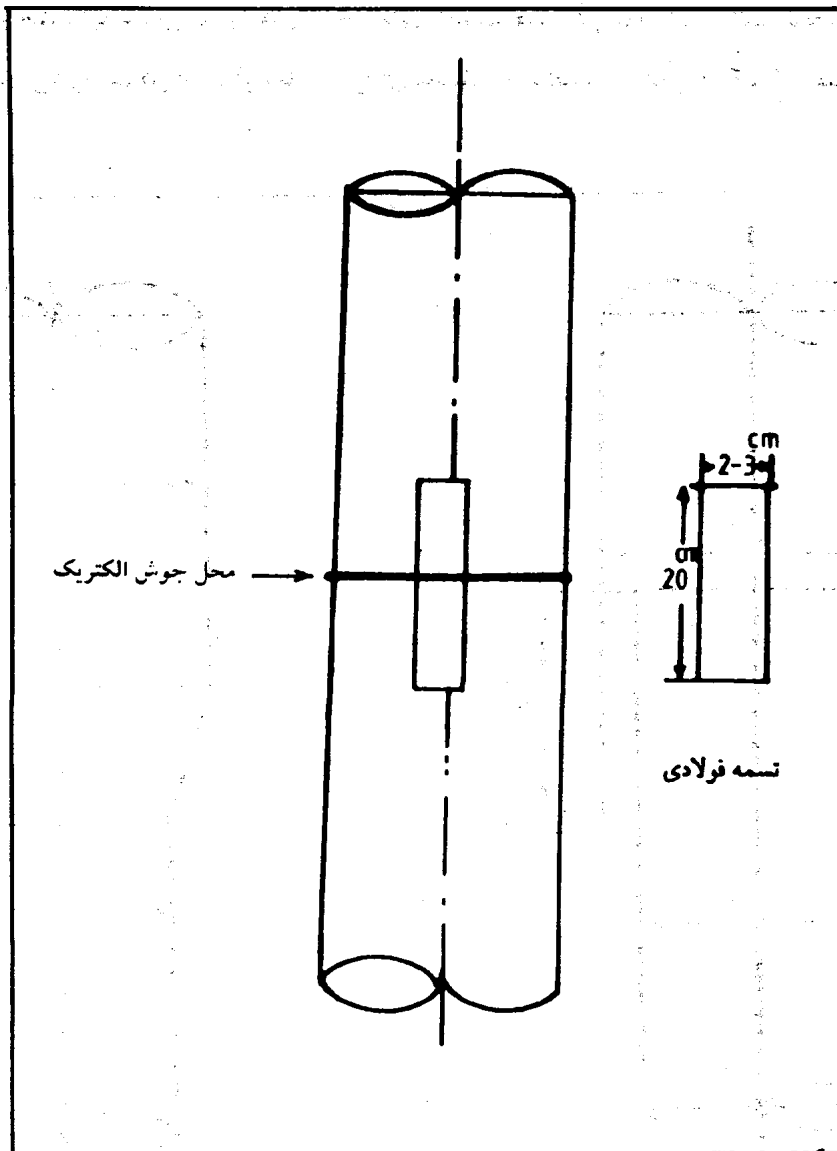
شکل ۲۵- اسکرین با صافی پیش ساخته

۱۱-۴ نصب لوله جدار

یکی از موارد مهم در ساختمان چاه از نظر مشخصات فنی و امکان افزایش عمر مفید آن، به کارگیری و نصب صحیح لوله و اسکرین با رعایت ضوابط لازم و در نظر گرفتن شرایط و مشخصات لایه‌های حفر شده است. مشخصاتی که برای لوله و اسکرینها قبل از نصب باید مورد توجه قرار گیرد به شرح زیرند:

- لوله‌ها بدون هرگونه خمیدگی، فرورفتگی و انحنای و به طور کلی عاری از نقص باشند.
- خط درز کاملاً توسط جوش به یکدیگر متصل شده باشد و فاصله‌ای بین دو لبه در حد اتصال وجود نداشته باشد.
- در صورتی که حمل و نصب شاخه‌های ۱۲ متری لوله‌ها مقدور نباشد، حتی المقدور به دو نیم شود و محل برش صاف و فاقد هرگونه ناهمواری باشد.
- طول و ضخامت هر شاخه از لوله و اسکرین جداگانه اندازه‌گیری و یادداشت شود.

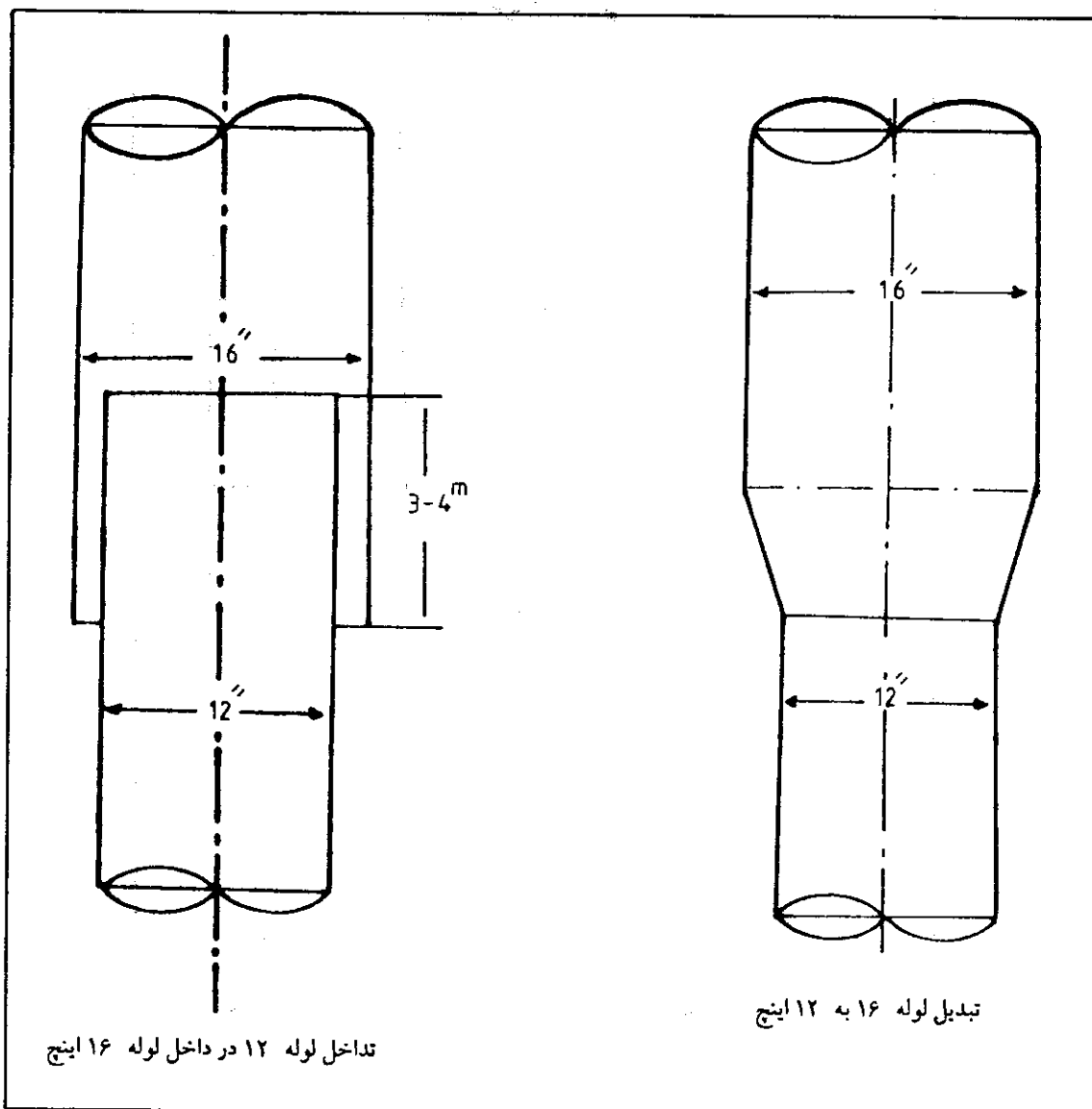
- کنترل هرگونه مشخصات ویژه پیش‌بینی شده از قبیل: پوشش و یا رنگ و جنس و سایر اختصاصات تعیین شده با دقت صورت گیرد.
 - مشخصات تعیین شده برای لوله‌های مشبک و اسکرین از قبیل: تعداد، طول و عرض شبکه‌ها و نحوه انجام دادن ایجاد شبکه‌ها و عدم وجود انحنا در لوله‌های مشبک در نتیجه گرم شدن لوله در حین مشبک شدن، قبل از نصب کنترل شود.
- پس از کنترل‌های مذکور و تأیید تطبیق مشخصات با توجه به طرح لوله‌گذاری از پیش طرح شده، نسبت به شروع و انجام دادن لوله‌گذاری اقدام شود. عملیات نصب لوله جدار و اسکرین باید با رعایت موارد زیر و نظارت لازم به عمل آید:
- نصب لوله و اسکرین باید حتی‌المقدور با استفاده از لوله‌گیر یا فکهای نگهدارنده دستگاه صورت گیرد.
 - از سوراخ کردن لوله‌ها برای آویختن آنها توسط میله آهنی^۱ خودداری شود. در صورت اجتناب‌ناپذیر بودن استفاده از میله، دقیقاً کنترل شود که محل سوراخها با تسمه فلزی مسدود شود.
 - به طور کلی توصیه می‌شود در چاههای حفاری شده در سازندهای آبرفتی خصوصاً شولاتی، انتهای اولین شاخه مورد نصب که در کف چاه قرار می‌گیرد و به صورت قیفی یا مخروطی برش داده شده و جمع شود. این عمل ضمن اینکه نصب لوله‌ها را تسهیل می‌کند، از ورود دانه‌های آبرفت و شنهای ریز به داخل چاه و نهایتاً پر شدن آن جلوگیری می‌کند.
 - در شروع عملیات نصب، اولین شاخه توسط لوله‌گیر در چاه آویخته می‌شود و شاخه بعدی توسط کابل دستگاه در بالا و روی لوله به نحوی قرار گیرد به طوری که کاملاً دو لبه لوله‌ها با یکدیگر مماس باشد و در خط قائم نسبت به هم قرار گیرند. با استفاده از ابزار تراز، قائم بودن لوله‌ها نسبت به یکدیگر کنترل می‌شود و سپس در ابتدا به وسیله چند نقطه یا خال جوش به یکدیگر متصل می‌شود و پس از کنترل مجدد و اطمینان از قائم بودن آن جوشکاری کامل صورت می‌گیرد. در عملیات جوشکاری هیچ نقطه‌ای خالی و بدون جوش نباید باقی بماند.
- برای استحکام بیشتر این خط اتصال دو لوله، ضروری است تعداد ۳-۴ عدد تسمه به عرض ۳-۲ و طول ۲۰-۱۵ سانتیمتر و با ضخامت حدود ۵ میلیمتر آماده و به دور لوله جوش داده شوند، به طوری که نیمی از طول این تسمه‌ها بر روی شاخه بالا و نیمی بر روی شاخه زیرین جوش شوند (شکل شماره ۲۶).



شکل ۲۶- نحوه اتصال دو لوله فولادی جدار چاه به وسیله جوش الکتریک و تسمه فولادی

در جریان نصب لوله‌ها بهتر است سعی شود به دیواره چاه، توسط لوله ضربه‌ای وارد نشود تا از ریزش دیواره چاه جلوگیری شود. لوله‌های مورد نصب باید به راحتی و بدون هیچ‌گونه فشار و ضربه‌ای در چاه نصب شوند. در صورتی که در موقع نصب ملاحظه شود که لوله‌ها در نقطه‌ای متوقف می‌شوند و یا به سختی پایین می‌روند، ممکن است دلیل بر وجود انحراف در چاه باشد. در چنین وضعیتی لازم است از لوله‌گذاری خودداری و چاه مجدداً کنترل و نسبت به اصلاح آن اقدام شود. با توجه به اینکه انحراف در وضعیت دو شاخه لوله جوش داده شده نسبت به یکدیگر، هر قدر هم که جزئی باشد پس از نصب لوله‌ها موجب ایجاد زاویه و انحراف زیاد می‌شود، ضروری است کنترل مستقیم بودن لوله‌ها در همه حالات و در تمام زمان نصب شاخه‌ها، دقیقاً مدنظر قرار گیرد.

در صورتی که در چاه بنا به ضرورت، لوله‌هایی با قطرهای متفاوت نصب شوند، در این حالت، لوله‌گذاری تلسکوپی یا تداخلی نامیده می‌شود. ممکن است لوله‌ها با قطرهای مختلف با استفاده از تبدیل از تبدیل به یکدیگر نصب شوند (شکل شماره ۲۷).



شکل ۲۷- لوله‌های جدار چاه با قطرهای متفاوت

- پس از خاتمه عملیات نصب لوله‌ها و اسکرین در چاه کنترل مستقیم بودن لوله‌ها به دو صورت زیر انجام می‌شود:
- کنترل انحراف با راندن یک شاخه لوله به طول ۶ متر و با قطری ۲ اینچ کمتر از قطر لوله جدار نصب شده در چاه
 - کنترل انحراف با استفاده از دستگاه عکس برداری برای اعماق و قطرهای مختلف حفاری
- میزان مجاز انحراف در چاه براساس آزمایشهای به عمل آمده برابر با 0.2% درصد در سطح است (۲ سانتیمتر برای هریک صد متر حفاری در ابتدای دهانه چاه).

۱۲-۴ ایجاد فیلتر شنی و تعیین مشخصات شن صافی

فیلتر شنی یا گراول پکینگ تکنیکی است که در آن شنهای با اندازه‌های منتخب در بین لوله جدار و دیواره چاه قرار داده می‌شوند تا به این وسیله از حرکت و ورود ذرات کوچکتر از ابعاد شبکه یا اسکرین به داخل چاه جلوگیری به عمل آورند.

ایجاد صافی شنی در تمام حفاریها الزامی نیست، زیرا هزینه زیادی به علل زیر در بردارد:

- حفر چاه با قطر ۶-۱۲ اینچ بزرگتر از قطر اصلی چاه
- به کارگیری دستگاه حفاری با قدرت بیشتر برای حفر قطر مذکور
- تهیه و حمل و ریختن شن دانه‌بندی شده در اندازه مورد نظر
- به کارگیری تجهیزات و لوازم موقت نظیر: لوله شن‌ریزی^۱ و هم‌مرکزکننده^۲
- توقف دستگاه حفاری در طول مدت شن‌ریزی
- طولانی شدن زمان توسعه و شستشوی چاه

لازم است که پس از پایان حفاری و رسم پروفیل چاه با توجه به شرایط زمین‌شناختی و هیدروژئولوژی آبخوان در مورد شن‌ریزی در چاه اقدام شود. در شرایطی که طبقات حاوی ذرات درشت و ریز شن و ماسه با درصد کمی از مواد ریز دانه هستند، با به کارگیری شبکه‌های مناسب می‌توان از شن‌ریزی اجتناب کرد و در این صورت اجازه داد، چاه به طور طبیعی توسعه داده شود و فیلتر طبیعی در اطراف لوله به وجود آید که قدر مسلم در این صورت آبدهی چاه از شرایط بهتری برخوردار خواهد بود. در صورتی که امکان آزمایش دانه‌بندی فراهم نباشد، می‌توان با بررسی ماکروسکوپی و نظری نمونه‌ها، درصد ذرات سازند آبخوان را تعیین کرد و در صورتی که حدود ۷۰٪ ذرات سازند آبخوان ریزدانه و کمتر از دو میلیمتر باشند، مبادرت به ایجاد فیلتر شنی می‌شود.

در صورت انجام دادن آزمایش دانه‌بندی و رسم منحنی آن طبق شکل شماره ۴-۱۲-۱ با تعیین ضریب یکنواختی^۳ که عبارت است از: نسبت اندازه ۶۰ درصد از دانه‌های مانده در الک به اندازه ۱۰ درصد دانه‌های مانده در الک، می‌توان نسبت به ایجاد فیلتر شنی تصمیم گرفت؛ مثلاً: در صورتی که $d_{10} = 0.5$ و $d_{60} = 1$ باشد در این صورت ضریب یکنواختی طبق فرمول زیر معادل ۲ خواهد بود:

$$CU = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{1}{0.5} = 2$$

1- Gravel feed pipes

2- Centralizer

3- Coefficient of uniformity

ایجاد فیلتر شنی وقتی توصیه می‌شود که ضریب یکنواختی دانه‌های نمونه طبقات کوچکتر از ۲ باشد ($CU < 2$) به این ترتیب که ۶۰٪ دانه‌های مانده در الک (d_{60}) کمتر از ۰/۰۵ میلی‌متر و ۱۰٪ دانه‌های باقیمانده یا دانه‌های مؤثر (d_{10}) (effective Size = d_{10}) کمتر از ۰/۲۵ میلی‌متر قطر داشته باشد؛ ولیکن به خاطر حصول اطمینان ضریب یکنواختی کوچکتر از ۳ ($CU < 3$) می‌تواند معیار توسعه طبیعی یا مصنوعی چاه باشد. به هر حال تصمیم برای ایجاد فیلتر شنی در صورتی است که شرایط هیدروژئولوژی و استدلالی آن را اجتناب‌ناپذیر سازد.

شن انتخابی برای ایجاد فیلتر باید از نوع: رودخانه‌ای شسته، کاملاً مدور، عاری از ناخالصیهای شیمیایی و ارگانیکی و غیرقابل فرسایش و یکنواخت باشد (حداکثر ۱۰٪ دانه‌های شن تعیین شده می‌تواند خارج از حد اندازه حداقل و حداکثر باشد).

برای انتخاب دانه‌های شن با اندازه مناسب برای فیلتر شنی در حالتی که نمونه‌برداری قابل اطمینان باشد و آزمایش دانه‌بندی نمونه‌ها انجام پذیرفته باشد، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\frac{\text{قطر } ۵۰\% \text{ دانه‌های شن}}{\text{قطر } ۵۰\% \text{ دانه‌های نمونه}} = \frac{۴}{۵}$$

برای مثال اگر قطر ۵۰ درصد از نمونه‌های طبقات حفاری شده ۱/۵ میلی‌متر باشد باید قطر دانه‌های شن فیلتر را حدود $mm \ ۶/۷۵ = ۱/۵ \times ۴/۵$ در نظر گرفت؛ یعنی: حداقل ۵۰٪ دانه‌های شن صافی قطری حدود ۶/۷۵ میلی‌متر داشته باشد. ضخامت فیلتر شنی بستگی به قطر ذرات طبقات زمین و اندازه شبکه لوله جدار دارد. در صورتی که ذرات آبخوان بسیار ریز باشد، به طوری که از باریکترین شبکه لوله جدار هم عبور کند، فیلتر شنی ضخیمتر ایجاد می‌شود و گاه ایجاد می‌کند به جای یک لایه فیلتر شنی دو لایه صافی با قطرهای متفاوت به وجود آید که در این صورت ضخامت فیلتر تا حدود ۸-۱۲ اینچ می‌رسد. در این صورت فیلتر شنی در خارج چاه به طور پیش ساخته با استفاده از توری ضدزنگ ساخته شده (شکل شماره ۴-۱۲-۲) و سپس در چاه نصب می‌شود و مجدداً بین فیلتر پیش ساخته و جدار چاه شن‌ریزی می‌شود. روشی که در آن دو لایه فیلتر ایجاد شود صافی مضاعف^۱ نامیده می‌شود. حجم شن برای صافی هر چاه با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$V = \frac{(D^2 - d^2)}{4} \times H$$

$$V = \text{حجم شن مورد نیاز بر حسب متر مکعب}$$

$$D = \text{قطر چاه بر حسب متر}$$

d = قطر خارجی لوله جدار بر حسب متر

H = عمق چاه بر حسب متر

به سبب ریخت و پاش شن و همچنین احتمال وجود ریزش در قسمتهایی از دیواره چاه و برای حصول اطمینان از کافی بودن آن، حدود ۲۰٪ بیش از حجم شن محاسبه شده، سفارش تأمین شن داده می‌شود.

در بارگیری و تخلیه شن باید کمال دقت مبذول شود که با مواد زاید و خاک مخلوط نشود و باید آن را در جوار چاه و در محوطه‌ای تخلیه‌کننده عاری از مواد خارجی و خاک باشد و در صورت لزوم محل تخلیه با پلاستیک و یا برزنت پوشانده شود.

- ایجاد فیلتر شنی

شن‌ریزی دور لوله جدار با توجه به روش حفاری به صورتهای زیر انجام می‌پذیرد:

- روش ضربه‌ای

در این روش حفر چاه در حالتی که در مراحل حفر و تراش چاه تا عمق و قطر نهایی ریزشی در دیواره نباشد، پس از لوله‌گذاری و حصول اطمینان از مستقیم و هم‌مرکز بودن لوله با چاه در فضای بین لوله جدار و دیواره چاه که ضخامت آن با توجه به اندازه ذرات سازند آبخوان تعیین شده است، مبادرت به شن‌ریزی می‌شود. به این منظور می‌توان با استفاده از بیل و سایر وسایل دستی شن را به آرامی و هر بار به مقدار اندک در فضای تعیین شده ریخت، در صورتی که حجم زیاد شن و در یک مرحله به داخل چاه ریخته شود، احتمال آن می‌رود که در اعماق مختلف، در میانه راه پل بسته شود و دانه‌های شن تا انتهای چاه رانده نشوند. به این سبب توصیه می‌شود شن‌ریزی به آهستگی صورت پذیرد و در صورت پل بستن و برای سهولت رانده شدن شن، می‌توان با پتک در حین شن‌ریزی به لوله جدار ضربه وارد ساخت، به صورتی که لوله از مرکزیت چاه خارج نشود. شن‌ریزی به همین ترتیب تا رسیدن آن به سطح زمین ادامه می‌یابد.

استفاده از بیل برای شن‌ریزی در صورتی قابل اطمینان است که دانه‌های شن تقریباً یک اندازه باشند. در صورتی که اندازه دانه‌ها متفاوت باشند، ریزش آن به داخل چاه توسط بیل، موجب خواهد شد که دانه‌های ریز و درشت در حین سقوط از یکدیگر تفکیک شوند و در نتیجه لایه‌هایی از شن ریز و درشت به صورت مجزا در فیلتر به وجود آید که مسلماً از کارایی صافی شنی به میزان قابل ملاحظه‌ای خواهد کاست. در این صورت و در این حالت استفاده از لوله ترمی یا لوله شن‌ریزی ضرورت پیدا می‌کند.

لوله شن‌ریزی لوله‌ای است به قطر ۳-۲ اینچ که در فضای بین لوله جدار و دیواره چاه تا نزدیک به انتهای آن رانده می‌شود و شن صافی از طریق آن به تدریج به چاه ریخته می‌شود و به تناسب بالآمدن سطح شن در دور لوله جدار لوله شن‌ریزی به بالا کشیده می‌شود تا جایی که عملیات شن‌ریزی پایان پذیرد و همه لوله از فضای فیلتر خارج می‌شود. در شرایط ریزشی بودن دیواره، چاه ابتدا با در نظر گرفتن فضای کافی برای فیلتر (۸-۳ اینچ) لوله جدار موقت نصب می‌شود و سپس لوله‌گذاری دائم نیز صورت می‌گیرد و فضای بین دو لوله جدار موقت و دائم با دقت و به آرامی شن‌ریزی می‌شود. به منظور احتراز از امکان عدم خروج لوله موقت، ضروری است شن‌ریزی در این حالت با دقت خاص و همزمان با بالا کشیدن لوله موقت صورت گیرد.

- روش دورانی و گردش گل

وجود گل در حفاری با روش دورانی در همه مراحل حفاری و لوله‌گذاری باعث جلوگیری از ریزش دیواره چاه می‌شود؛ لذا پس از نصب لوله جدار و تعبیه فضای لازم برای شن‌ریزی با استفاده از روشهای پیش گفته (با بیل و یا لوله شن‌ریزی) مبادرت به ایجاد فیلتر شنی می‌شود.

تداوم شن‌ریزی در این روش حفاری توأم با کم‌بودن تدریجی غلظت گل حفاری است، به طوری که در خاتمه شن‌ریزی به جای گردش گل، از گردش آب عاری از گل استفاده می‌شود تا به این وسیله از رسوب گل حفاری در لابلا فیلتر شنی جلوگیری به عمل آید.

این عمل علاوه بر جلوگیری از کاهش آبدهی چاه و شستشوی فیلتر شنی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و لازم است نظارت کافی و دقیق تا صاف شدن کامل آب در گردش به عمل آید.

به‌طور کلی با توجه به آنکه ابعاد دانه‌های شنی اغلب به یک اندازه نیست، برای جلوگیری از پل بستن دانه‌های شن توصیه می‌شود در عملیات ساخت فیلتر شنی از لوله شن‌ریزی استفاده شود.

در جریان انجام دادن آزمایش پمپاژ، لرزشهای ناشی از کار موتور و تلمبه و همچنین حرکت ذرات ریز ناخالص در شن با آب به داخل چاه، اغلب موجب افت سطح فیلتر شنی می‌شود. از این رو لازم است همیشه مقداری از شن صافی در کنار چاه ذخیره شود تا از طریق لوله شن‌ریزی که در بخش شماره ۴-۱۴ خواهد آمد پس از خاتمه توسعه و پمپاژ با افزودن شن، کمبود حاصل جبران شود.

مرحله تکمیلی عملیات حفاری، توسعه و شستشوی چاه است.

هدف از این عملیات ایجاد یک منطقه توسعه یافته یا صافی طبیعی در اطراف لوله‌های مشبک یا اسکرین است که نهایتاً از ورود ذرات ریز به داخل چاه هنگام پمپاژ جلوگیری شود و منطقه‌ای با دانه‌بندی درشت و قابل نفوذتر از خود آبخوان در اطراف لوله جدار ایجاد شود.

توسعه باعث افزایش شعاع موثر آبدهی چاه می‌شود و در منطقه توسعه یافته، ذرات به ترتیب اندازه قطرشان قرار می‌گیرند، به این ترتیب که درشت‌ترین ذرات در مجاورت لوله جدار یا صافی شنی قرار می‌گیرد و تدریجاً با افزایش فاصله از لوله دانه‌ها ریزتر می‌شود، تا به دانه‌بندی نهشته‌های آبخوان منتهی می‌شود.

ضخامت ناحیه توسعه یافته از چندین سانتیمتر تا چندین دسیمتر بر حسب بافت خاک تغییر می‌کند. در چاههایی که لوله‌گذاری به خوبی انجام نشده باشد و یا ابعاد شبکه متناسب با دانه‌بندی لایه‌های آبدار نباشد و یا در مناطقی که مواد تشکیل دهنده آبخوان تقریباً یکنواخت و دانه ریز باشند و یا فیلتر شنی در ساختمان چاه پیش‌بینی نشده باشد، منطقه توسعه یافته هرگز پایدار نمی‌شود و احتمالاً چاه سالها هنگام پمپاژ، مشکل ماسه‌دهی خواهد داشت.

توسعه و شستشوی چاه از نظر افزایش تخلخل مفید و قابلیت نفوذ لایه‌های آبدار در محدوده اطراف چاه موثر است و عبور جریان آب از آبخوان به طرف چاه آسانتر صورت می‌گیرد و در نتیجه میزان آبدهی چاه افزایش و افت سطح آب کاهش و ظرفیت ویژه چاه (نسبت آبدهی به افت $\frac{Q}{S}$) افزایش می‌یابد.

اساس توسعه و شستشوی چاه ایجاد جریان متناوب از آبخوان به چاه یا بالعکس است. به این وسیله ذرات ریز از لابلای دانه‌های درشت‌تر که ممکن است در مقابل جریان یک طرفه مقاومت کنند آزاد و از چاه خارج می‌شوند. عملیات توسعه و شستشو در چاههای حفر شده در بدنه‌های سخت به منظور خارج کردن ذرات حفر شده و زدودن رسوبات نرم و تحکیم نیافته در درز و شکافهای آبخوان است.

توسعه و شستشوی چاه معمولاً در دو مرحله انجام می‌شود:

- در مرحله حفاری پس از خاتمه لوله‌گذاری و ایجاد فیلترشنی

- در هنگام آزمایش پمپاژ پس از پایان حفاری و تکمیل چاه توسط تلمبه توربینی

توسعه و شستشوی چاه در خاتمه حفاری بستگی به روش حفاری دارد.

- توسعه و شستشو در روش حفاری ضربه‌ای

در این روش پس از خاتمه لوله‌گذاری و در صورت ایجاد فیلتر شنی با استفاده از گلکش با قطر نسبتاً زیاد و پایین و بالا دادن آن در داخل چاه موجب حرکتی شبیه به حرکت پیستون در داخل یک سیلندر می‌شوند. این حرکت ایجاد

جریانی از آبخوان به داخل چاه و برعکس می‌کند و با معکوس ساختن جهت جریان باعث پراکنده شدن شن و ماسه‌های جمع شده در اطراف لوله جدار می‌شود. مواد ریزدانه از طریق شبکه وارد چاه می‌شوند که به وسیله گلکش از چاه خارج می‌شوند.

این عمل آنقدر ادامه می‌یابد تا دیگر گل و لای وارد چاه نشود و آب خارج شده به وسیله گلکش کاملاً صاف و عاری از مواد معلق و تقریباً زلال باشد.

همچنین می‌توان با استفاده از هوای فشرده نیز، عمل شستشو و توسعه را در این روش حفاری با به کارگیری کمپرسورهای متحرک نیز انجام داد.

- توسعه و شستشو در روش حفاری دورانی با گردش گل

عملیات توسعه و شستشو در مرحله حفاری چاههایی که با روش دورانی و گردش گل حفر می‌شوند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در انجام دادن آن باید دقت کافی مبذول شود.

توسعه و شستشوی چاه در روش دورانی با گردش گل در مرحله شن‌ریزی اطراف لوله جدار شروع می‌شود. هم‌زمان با ایجاد فیلتر شنی غلظت گل حفاری را کاهش داده به طوری که در خاتمه شن‌ریزی، به جای گردش گل، جریان آب جایگزین آن شود.

در این شرایط ستون گل داخل چاه کاملاً تخلیه می‌شود ولیکن عملیات توسعه در این مرحله پایان نمی‌پذیرد. برای خارج کردن گل حفاری که در آبخوان نفوذ کرده است و کیک حفاری باقیمانده در جدار چاه و همچنین بیرون آوردن مواد دانه‌ریز که در لابلای ذرات درشت تر قرار دارد، توسعه و شستشوی چاه به روشهای دیگری صورت می‌گیرد که از آن جمله پیستون‌زنی و هوای فشرده را می‌توان نام برد.

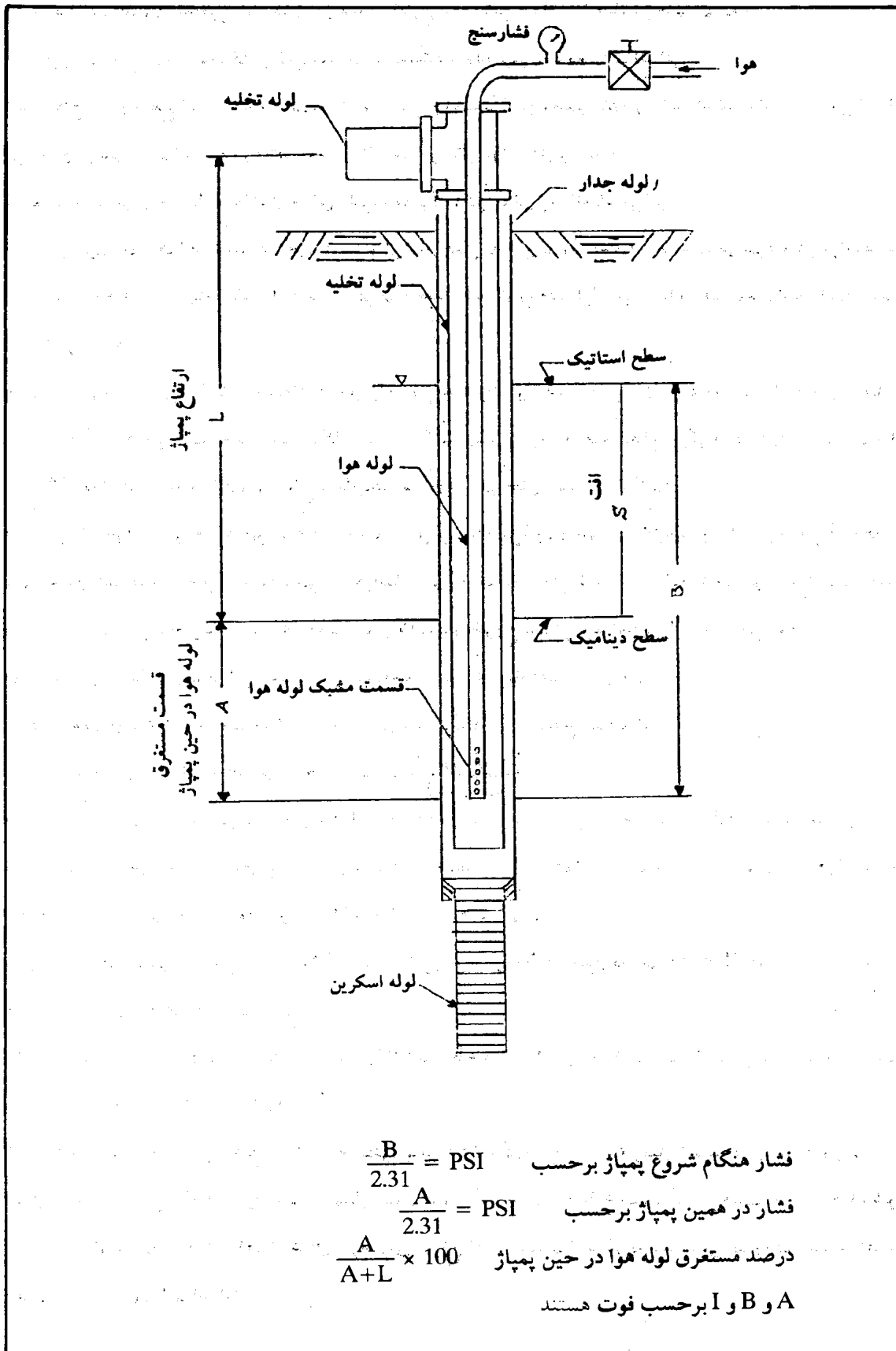
- در روش پیستون‌زنی^۱ از استوانه‌های لاستیکی به قطر داخلی لوله جدار که دارای سوپاپ یکطرفه است و یا از برسهای استوانه‌ای شکل استفاده می‌شود که با بالا و پایین بردن آن، علاوه بر اینکه باقیمانده گل در داخل لوله جدار و شبکه‌های آن کاملاً تمیز می‌شود، حرکت پیستونی آن باعث ایجاد موج در داخل چاه می‌شود و با معکوس شدن جریان آب از چاه به آبخوان، عناصر دانه ریز نظیر: سیلت و ماسه بادی و بقایای گل حفاری به داخل لوله جدار مکیده و به تدریج از چاه خارج می‌شوند.

- روش دیگری که برای گل‌زدایی و توسعه چاه در حفاری دورانی با گردش گل مورد استفاده قرار می‌گیرد، به کارگیری هوای فشرده است.

توسعه و شستشوی چاه با استفاده از هوای فشرده دارای مزایای چندی است که اهم آنها عبارتند از:

- سهولت نصب تجهیزات و بلافاصله انجام دادن آبکشی در پایان حفاری که معمولاً به وسیله کمپرسور دستگاههای حفاری انجام می‌شود.

- عدم آسیب پذیری تجهیزات آبکشی در مقابل خارج شدن شن و ماسه از چاه در حین توسعه
- تامین مستقیم نیروی محرکه از کمپرسورهای دستگاه و عدم نیاز به تجهیزات اضافی
- عمق سطح آب (سطح استاتیک) و ضخامت لایه اشباع (ستون آب) محدودیتهایی را در استفاده از این روش ایجاد می‌کند، ولی علی‌رغم این محدودیتهای روش ذکر شده در اکثر موارد کاربرد دارد.
- توسعه و شستشوی چاه با استفاده از هوای فشرده معمولاً با دوروش زیر انجام می‌شود:
- روش اول: لوله هوا مستقیماً در چاه نصب و از لوله جدار به عنوان لوله تخلیه^۱ استفاده می‌شود و در مواردی که عمق سطح آب در چاه زیاد نباشد و یا قطر لوله جدار نسبت به قطر لوله هوا چندان ضخیم نباشد، این روش کاربرد دارد.
- روش دوم: در این حالت با استفاده از دو لوله یکی به عنوان لوله هوا^۲ و دیگری به عنوان لوله تخلیه و با نصب لوله هوا در داخل لوله تخلیه طبق شکل شماره ۲۸ شستشو و توسعه چاه انجام می‌گیرد. در این حالت حداقل ۴۰٪ طول هر دو لوله باید زیر سطح دینامیک (سطح آب در حال پمپاژ) قرار گیرد.
- در این روش هوای فشرده از داخل لوله هوا به سمت پایین رانده می‌شود و پس از تخلیه ستون آب از داخل لوله هوا و ورود هوای فشرده به داخل آب مخلوطی از حبابهای هوا با آب در داخل لوله تخلیه ایجاد می‌شود که به سبب کمی وزن مخصوص این مخلوط نسبت به ستون آب، بالا آمدن و خروج آب از لوله تخلیه را موجب می‌شود.
- دو عامل زیر در کارایی موثر این روش برای توسعه و شستشوی چاه اهمیت دارند:
- مقدار طول لوله هوا که در آب مستغرق است (در صد لوله هوا زیر سطح استاتیک)
- نسبت بین قطر لوله هوا و قطر لوله تخلیه آب (قطر لوله هوا / قطر لوله تخلیه)
- حالت بهینه زمانی حاصل می‌شود که لوله هوا حدود ۶۰ درصد یا بیشتر زیر سطح دینامیک قرار بگیرد. این درصد از نسبت طول لوله هوا که زیر سطح دینامیک قرار می‌گیرد به مقدار کل لوله هوا به دست می‌آید (کل طول لوله هوا از محل تخلیه آب تا پایین ترین نقطه لوله هوا در داخل چاه محاسبه می‌شود).
- برای مثال فرض کنیم در شکل شماره ۲۸ قسمت مستغرق لوله هوا (A) و طول کل هوا (L+A) باشد. در این صورت درصد مستغرق لوله هوا عبارت است از:
$$\frac{A}{L+A} \times 100$$
- نکته مهم قابل ذکر آنکه قسمت مستغرق لوله هوا از زیر سطح دینامیک در نظر گرفته شده است و عمق سطح ایستابی در محاسبه این درصد دخالت ندارد.
- تعیین طول لوله هوا در زیر سطح ایستابی به منظور برآورد فشار لازم برای شروع پمپاژ است که در این صورت فشار هوای وارده به داخل لوله هوا باید بیش از فشار ستون آب باشد. چنانچه ارتفاع ستون آب بر حسب متر سنجیده شود با تقسیم ارتفاع آب به عدد ۱۰ فشار هوای لازم برای شروع کار بر حسب اتمسفر به دست می‌آید (یک اتمسفر تقریباً معادل ده متر ستون آب است).



شکل ۲۸- توسعه و شستشوی چاه با استفاده از هوای فشرده

اگر ارتفاع ستون آب بر حسب فوت محاسبه شود، برای تعیین فشار هوای لازم برای تخلیه ستون آب و شروع کار بر حسب واحد P.S.I طول را به عدد ۲/۳۱ تقسیم می‌کنیم. برای افزایش راندمان آبکشی بهتر است انتهای لوله هوا حدود ۲ تا ۳ متر سوراخدار باشد. کارایی توسعه و شستشوی چاه با هوای فشرده نسبت مستقیم با درصد مستغرق لوله هوا دارد. اگر درصد لوله مستغرق در زیر آب خیلی کم باشد، تخلیه صورت نخواهد گرفت. در مواردی که سطح آب در چاه نسبتاً عمیق باشد، لوله هوا به میزان کمتری زیر آب قرار خواهد گرفت و عمل تخلیه آب با راندمان پایین‌تری انجام خواهد شد.

در جدول شماره ۳ حالت‌های مناسب درصد مستغرق لوله هوا و ارتفاع آبکشی ارائه شده است.

جدول ۳- حالت‌های مناسب درصد مستغرق لوله هوا و ارتفاع آبکشی

ارتفاع آبکشی به فوت	مقدار لوله هوای مستغرق زیر سطح دینامیک به فوت		طول کلی لوله هوا به فوت	مقدار راندمان بر حسب گالن برای هر فوت مکعب	میزان
	درصد	فوت			
۲۵	۲۹	٪۵۴	۵۴	۲/۶۲	حداقل
۲۵	۵۳	٪۶۸	۷۸	۴/۱۰	حداقل قبول
۵۰	۵۲	٪۵۱	۱۰۲	۱/۸۸	حداقل
۵۰	۹۳	٪۶۵	۱۴۳	۲/۷۸	حداقل قبول
۱۰۰	۸۹	٪۴۷	۱۸۹	۱/۲۹	حداقل
۱۰۰	۱۵۰	٪۶۰	۲۵۰	۱/۷۱	حداقل قبول
۱۵۰	۱۱۳	٪۴۳	۲۶۵	۰/۹۸	حداقل
۱۵۰	۱۸۳	٪۵۵	۳۳۳	۱/۲۶	حداقل قبول
۲۰	۱۳۹	٪۴۱	۳۳۹	۰/۸۲	حداقل
۲۰	۲۱۶	٪۵۲	۴۱۶	۱/۰۲	حداقل قبول
۳۰۰	۱۷۶	٪۳۷	۴۷۶	۰/۶۱	حداقل
۳۰۰	۲۶۶	٪۴۷	۵۶۶	۰/۷۱	حداقل قبول
۴۰۰	۱۹۷	٪۳۳	۵۹۶	۰/۴۹	حداقل
۴۰۰	۳۲۲	٪۴۳	۷۲۲	۰/۵۶	حداقل قبول

توضیح: در جدول فوق ارقام برای حالتی تنظیم شده که با توجه به قطر لوله هوا و قطر لوله آبدار مقدار اصطکاک حداقل باشد و میزان راندمان بر حسب مقدار آب تخلیه شده (گالن) برای هر فوت مکعب هوا در نظر گرفته شده است، ولی در عمل احتمالاً این مقدار راندمان حاصل نخواهد شد.

از عوامل مهم که اکثراً در روش توسعه و شستشوی چاه با هوای فشرده باید مدنظر قرار گیرد، حجم و فشار هوای مورد نیاز است تا براساس این دو عامل قدرت کمپرسور واجد شرایط تعیین شود، زیرا ظرفیت کمپرسور باید با نوع و شرایط کار متناسب باشد.

- فشار لازم برای شروع آبکشی به طول لوله هوادر زیر سطح آب، عمق چاه و سطح ایستایی بستگی دارد و نسبتهای زیر قابل توصیه‌اند:

چنانچه ضخامت ستون آب در چاه کمتر از ۸۵/۲ متر باشد و لوله هوا در هر عمقی زیر سطح آب نصب شود، کمپرسوری با قدرت P.S.I ۱۲۵ (۸/۶ اتمسفر) فشار لازم را برای شروع کار تامین می‌کند.

چنانچه ضخامت ستون آب در چاه بیش از ۸۵/۲ متر باشد، در این صورت کمپرسوری با قدرت حدود P.S.I ۲۵۰ (۱۷/۲ اتمسفر) لازم خواهد بود. در این حالت می‌توان لوله هوا را تا عمق ۱۶۹/۷ متر زیر سطح ایستایی نصب کرد.

- حجم هوای مورد نیاز مستقیماً به حجم آبی که تخلیه آن از چاه موردنظر است، مربوط می‌شود. معمولاً چنانچه ۵۰٪ لوله هوا هنگام پمپاژ زیر سطح آب (سطح دینامیک) قرار داشته باشد، یک فوت مکعب هوا حدود یک گالن آب را تخلیه می‌کند. این مقدار با تغییر ارتفاع تخلیه متغیر است.

- توسعه و شستشوی چاه در مرحله آزمایش پمپاژ با استفاده از پمپ توربینی و موتور

مرحله انجام دادن آزمایشهای پمپاژ پس از پایان حفاری با نصب پمپ توربینی در عمق موردنظر (با توجه به عمق سطح ایستایی و میزان افت) و آماده کردن مقدمات لازم برای شروع عملیات، ابتدا با دور کم و ثابت موتور آبکشی از چاه با حداقل آبدهی پمپ شروع و آنقدر ادامه می‌یابد تا جریان آب خروجی از چاه در این دور کاملاً تمیز و شفاف و عاری از ماسه ریز و سایر مواد معلق شود. در این شرایط با کلاچ زدن موتور و قطع پمپاژ، برگشت ستون آب به داخل چاه (شستشوی معکوس^۱) موجب سهولت و سرعت شستشو و توسعه چاه می‌شود.

پس از مدتی آبکشی با همین دور و کلاچ زدن، در خاتمه این مرحله، باید جریان آب خروجی از پمپ کاملاً شفاف و عاری از مواد معلق باشد. سپس دور موتور افزایش داده شده تا چاه با آبدهی بیشتری پمپاژ شود. در این مرحله نیز با کلاچ زدن، شستشو ادامه یافته و این عمل تا حداکثر آبدهی چاه با توان موتور پمپ آزمایشی ادامه می‌یابد.

مدت توسعه و شستشو بستگی به شرایط چاه و ساختمان آبخوان دارد و در مورد چاههایی که باروش دورانی و گردش گل، حفاری شده‌اند بستگی به توسعه قبلی با کمپرسور دارد.

هر اندازه توسعه چاه با دقت و زمان بیشتری انجام شود در ازدیاد ظرفیت ویژه چاه موثر خواهد بود.

جزئیات دستورالعمل و نحوه اجرای توسعه و شستشوی چاه با پمپ توربینی در استاندارد مربوط به روش آزمایش پمپاژ چاههای آب و محاسبه ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان ارائه شده است که مراجعه به آن توصیه می‌شود.

1- Back washing

آخرین مرحله ساختمان یک چاه مهار لوله جدار، ساخت بلوک سیمانی سرچاه و نصب در پوش و پیش‌بینی روزنه اندازه‌گیری سطح آب است.

در خاتمه لوله‌گذاری در حالی که لوله‌ها آزادند و به وسیله قلاب کابل لوله‌گذاری نگهداری می‌شوند، وزن ستون لوله توسط کابل مذکور تحمل می‌شود. در این حالت لوله‌ها به صورت مستقیم و هم‌مرکز در چاه قرار می‌گیرند که توسط دو قطعه تیرآهن مناسب طبق مشخصاتی که بعداً خواهد آمد، با جوش الکتریک به آن متصل و به این وسیله ستون لوله مهار می‌شود.

در مواردی که برای چاه، لوله هادی پیش‌بینی شده باشد، تکیه‌گاه تیرآهنها لبه بالای لوله هادی و بتون پشت آن است. در غیر این صورت باید تکیه‌گاه تیرآهن از استحکام کافی برخوردار باشد. در چنین شرایطی لازم است برای دستیابی به تکیه‌گاه نسبتاً سخت، اطراف لوله جدار تا رسیدن به شرایط مناسب خاکبرداری شود و تیرآهنهای مهار در آن عمق نصب شوند. در صورتی که عمق خاکبرداری بیش از یک متر باشد و شرایط مناسب به دست نیاید، در این صورت با تمهیدات لازم از قبیل: سنگ‌چین کردن و یا نصب بلوک سیمانی و غیره ... باید شرایط مناسب برای نصب تیرآهن مهار را به وجود آورد.

ابعاد بلوک سیمانی در چاههای اکتشافی و بهره‌برداری $1/5 \times 1/5 \times 0/5$ متر است که دو قطعه تیرآهن مهار در داخل آن قرار می‌گیرد. تیرآهنهای مهار لوله بر حسب قطر لوله جدار و عمق چاه نمره ۱۲ و ۱۴ و طول هر قطعه آن $1/5$ تا ۲ متر در نظر گرفته می‌شود. برای ساخت بتون بلوک سیمانی باید حداقل 250 کیلوگرم سیمان برای هر متر مکعب آن استفاده شود (در شرایطی که آب مصرفی بتون شوری کم داشته باشد، سیمان تیپ یک و در غیر این صورت سیمان تیپ ۲ تا ۵ مصرف شود). باید دقت به عمل آید تا مصالح شن و ماسه کاملاً شسته شده و عاری از خاک و مواد آلی و کانیهای محلول در آب باشد و سطح بالای بلوک حداقل 20 سانتیمتر پایینتر از لبه لوله جدار باشد. در داخل بتون، نصب دو لوله مایل یکی به قطر 3 اینچ با خروجی در زیر بلوک بتونی برای شن‌ریزی دور لوله در مرحله بهره‌برداری و دیگری به قطر 1 یا $1/5$ اینچ با ایجاد حفره و اتصال به لوله جدار برای اندازه‌گیری سطح آب در مرحله بهره‌برداری تعبیه شوند.

دهانه چاه باید به وسیله یک ورق فولادی با ضخامت حداقل 5 میلی‌متر با جوش الکتریک کاملاً مسدود شود و در مرکز آن حفره‌ای تعبیه و یک بوش با درپوش به قطر $1/4$ اینچ برای اندازه‌گیری سطح آب قبل از نصب پمپ پیش‌بینی شود. در مواردی که چاه آرتزین باشد، یک لوله خروجی متناسب با آبدهی آرتزین باید تعبیه شود و در صورت لزوم برای بستن و کنترل جریان آرتزین از شیر فلکه متناسب با فشار آب استفاده شود.

مشخصات مهار لوله و بلوک سیمانی چاههای پی‌زومتر مانند چاههای ذکر شده در بالا است، با این تفاوت که در این چاهها از دو قطعه تیرآهن نمره 10 به طول هر قطعه $0/5$ متر استفاده می‌شود و ابعاد بلوک سیمانی نیز $1 \times 1 \times 0/5$ متر است؛ ضمناً نصب لوله‌های مایل برای ریختن شن و اندازه‌گیری سطح آب در بلوک سیمانی ضرورت ندارد.

در خاتمه کار، شماره و نوع چاه در روی بدنه لوله یا درپوش چاه درج شود. در صورتی که اطراف بلوک سیمانی به هر علت خالی باشد به وسیله خاکریز قسمتهای خالی پر و متراکم شود، به نحوی که امکان جمع شدن آب در اطراف دهانه چاه ممکن نشود.

۱۵-۴ برگ مشخصات فنی و نیمرخ زمین شناسی

- این برگ به عنوان شناسنامه هر چاه تلقی می شود و حاوی اطلاعات و مشخصاتی به شرح زیر است:
- اطلاعات عمومی: شامل: موقعیت جغرافیایی نقطه حفاری (استان، شهرستان، قریه) و مطلب دیگری نظیر: کارفرما، دستگاه نظارت، تاریخ حفاری و غیره.
 - مشخصات فنی: شامل: نوع سازند، نوع چاه، روش حفاری، قطر و عمق گمانه و سایر خصوصیات فنی چاه و غیره.
 - ملاحظات: موارد خاصی که در هنگام عملیات حفاری و لوله گذاری تا مرحله تکمیل چاه رخ داده و به نظر مهندس ناظر در شناسایی چاه مؤثر است، در این قسمت یادداشت می شود نظیر: تغییرات کمی و کیفی و یا قطع مایع حفاری، انحراف چاه، توقفهای ناگهانی و غیره.
 - کروکی محل: برای نشان دادن موقعیت جغرافیایی نقطه حفاری و در صورتی که نقشه های U.T.M شده منطقه با مقیاس مناسب (۱/۵۰۰۰) وجود داشته باشد، با استفاده از آن محل چاه را نسبت به عوارض طبیعی و همچنین منابع آب زیرزمینی و انهار مجاور در محدوده پیش بینی شده، مشخص می کنند.
 - نیمرخ زمین شناسی: نمایانگر ویژگیهای لیتولوژی، دانه بندی و سایر مشخصات لایه های زمین تا عمق حفر شده است که با رؤیت و آزمایش نمونه های خاک و با استفاده از سایر اطلاعات جنبی ترسیم می کنند و در کنار آن مقطع لوله گذاری و منحنی تغییرات کیفی آب چاه نسبت به عمق را نشان می دهند.

برای تنظیم این فرم، قسمت اول آن با استفاده از اطلاعات عمومی منطقه تکمیل می شود و برای سایر بندهای پیش بینی شده در این فرم که اکثراً مربوط به مشخصات فنی چاه است، از برگهای گزارش روزانه حفاری که حاوی کلیه اطلاعات و خصوصیات فنی چاه می باشد استفاده است، و سایر موارد استثنایی که در این فرم پیش بینی نشده و ذکر آن ضرورت دارد، طبق نظر مهندس ناظر در قسمت ملاحظات درج می شود.

نیمرخ زمین شناسی را برای اینکه با دقت بیشتری ترسیم کنند، باید به موارد ذیل توجه شود:

- نمونه ها، با توجه به روش حفاری، میزان دقت به کار رفته و انواع دست نخورده، دست خورده و یا خیلی تقریبی بودن، مورد بررسی و شناسایی قرار می گیرند.
- در جاهایی که عملیات چاه پیمایی در آنها صورت می گیرد، از نتایج حاصل از تعبیر و تفسیر برای تعیین ضخامت طبقات، دانه بندی، درجه تراکم، وجود شکستگی و درز و شکاف و سایر خصوصیات لایه ها در تکمیل

- و یا تصحیح نیمرخ زمین‌شناسی استفاده کنند.
- از خصوصیات و اطلاعاتی که در حین حفاری به دست می‌آیند نظیر: سرعت حفاری، درجه سختی و تراکم طبقات و یا شولاتی و ریزشی بودن لایه‌ها استفاده کنند.
 - استفاده از نتایج مطالعات ژئوفیزیک منطقه برای شناخت ضخامت لایه اشباع، میزان تخلخل و نفوذپذیری، جنس و عمق سنگ کف
 - در صورتی که نمونه‌های خاک با دقت کافی برداشت شده باشند، لزوماً آزمایش دانه‌بندی نیز انجام خواهد شد و درصد ابعاد دانه‌های تشکیل دهنده نمونه را مشخص می‌کنند و در نیمرخ زمین‌شناسی نشان می‌دهند.
 - برای تعیین سن، لیتولوژی، مقدار تخلخل و سایر خصوصیات سنگ در حفاری سازندهای سخت با استفاده از نمونه دست‌نخورده (مغزه) و ارسال آنها به آزمایشگاه نتایج حاصله در تکمیل نیمرخ قرار می‌گیرد.
 - برای انتخاب علائم لیتولوژی سازندهای زمین‌شناسی از علائم استاندارد نشریه شماره ۱۷۵ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه تحت عنوان «علائم و نشانه‌های نقشه‌های منابع آب زیرزمینی» استفاده شود.
 - مقیاس نیمرخ به تناسب عمق چاه و ابعاد کاغذ A۴ به گونه‌ای باید انتخاب شود که در حد امکان تا عمق حفاری شده در یک برگ جای گیرد. در مواردی که چاه قبلی عمیق باشد و تغییرات لایه‌های زمین زیاد باشد، در این صورت می‌توان از دو یا چند برگ برای رسم نیمرخ استفاده کرد.
 - مقطع لوله‌گذاری در کنار نیمرخ زمین‌شناسی با همان مقیاس و یا مشخصات کامل رسم می‌شود که در آن قطر لوله، میزان مشبک و غیرمشبک یا اسکرین و محل قرار گرفتن آنها نشان داده می‌شود. مقطع لوله هادی، فونداسیون و سایر خصوصیات چاه که قابل نمایش در مقطع باشد، ترسیم می‌شوند.
 - منحنی تغییرات کیفی آب چاه که معمولاً با نمایش تغییرات هدایت الکتریکی (در حفاریهای بدون استفاده از گردش گل) که اغلب در محل چاه به وسیله دستگاه پرتابل اندازه‌گیری می‌شود، در کنار مقطع لوله‌گذاری درج می‌شود (فرمهای شماره ۴ و ۵).

برگ مشخصات فنی حفاری چاه آب به روش ضربه‌ای
 Technical Specification of Percussion Drilled Water Well

۱- کلیات

1- Generalities

۱-۱ استان 1-1 Province	۲-۱ شهرستان 1-2 Township	۳-۱ روستا 1-3 Village	۴-۱ شماره چاه 1-4 Well No	۵-۱ تراز نقطه حفاری 1-5 Elevation
۶-۱ مالک 1-6 Owner	۷-۱ کارفرما 1-7 Client	۸-۱ پیمانکار 1-8 Contractor	۹-۱ دستگاه نظارت 1-9 Supervisor	۱۰-۱ مدل دستگاه 1-10 model
۱۱-۱ تاریخ شروع 1-11 DATE Started	۱۲-۱ تاریخ خاتمه 1-12 DATE END	۱۳-۱ نوع چاه 1-13 Type of Well	پیرومتر مجاور چاه Interferenc.piz	مشاهده‌ای Observation
۱۴-۱ نوع سازند 1-14 Formation	شولانی - ریزش Loose	سازند سخت Hardformation	بهره‌برداری Production	گمانه شناسایی Borehole

۲- مشخصات فنی چاه

2- Technical specification

۱-۲ قطر حفاری 2-1 Drilling Dia	۲-۲ عمق حفاری 2-2 Drilling Depth	۳-۲ قطر لوله هادی 2-3 Conductor Dia	۴-۲ طول لوله هادی 2-4 Cond.Length	۵-۲ قطر و عمق گمانه 2-5 Dia Lenght borehole
۶-۲ عمق برخورد به آب 2-6 Depth,W.T	۷-۲ سطح آب در پایان حفاری 2-7 W.T At End Drilling	۸-۲ متوسط سرعت حفاری 2-8 Drilling Speed	۹-۲ فواصل برداشت نمونه خاک 2-9 Soil Sample interval	۱۰-۲ فواصل برداشت نمونه آب 2-10 Water Sam, interval
۱۱-۲ آزمایش با گلکنش 2-11 Bailing test	۱۲-۲ آزمایش کامل شیمیایی 2-12 Full Analyses	۱۳-۲ هدایت الکتریکی 2-13 E.C.	۱۴-۲ هدایت الکتریکی 2-14 E.C.	۱۵-۲ قطر و عمق چاه 2-15 Dia & Dep of well
۱۶-۲ طول لوله جدار 2-16 Dia & Lengh of Casing	۱۷-۲ طول مشبک و اسکرین 2-17 Dia & Len,Slotted Screen	۱۸-۲ تعداد شبکه در یک متر لوله 2-18 Slottedper	۱۹-۲ عرض روزنه 2-19 Slot Width	۲۰-۲ فضای باز اسکرین 2-20 Open Space
۲۱-۲ نوع اسکرین 2-21 Type of Screen	۲۲-۲ حجم شن صافی 2-22 Gravel Size from to	۲۳-۲ مترمکعب 2-23 Govel packing Volume	۲۴-۲ نحوه لوله‌گذاری آزاد 2-24 Casing Run Free	۲۵-۲ اندازه شن صافی از 2-25 Gravel Size from to

۳- مشخصات بتن مهار چاه

3- Foundation specification

۱-۳ ابعاد بتن مهار چاه 1-3 Concrete Dimension	۲-۳ نمره و طول تیر آهنهای مهار 2-3 No & Lenght of Steel bar
--	--

۴- نتایج آزمایش پمپاژ

4- Pumping Test

Location map	کروکی محل چاه	Max.All. آبدهی مجاز	Max.Dis. حداکثر آبدهی	Date	تاریخ
				m3/hr	آبدهی Discharge
Scale	مقیاس			m	افت Drawdown
				m3/hr/m	آبدهی ویژه Q/S
				m2/day	ضریب ضربه T.D
				m2/day	انتقال T.R
				%	ضریب ذخیره S
				m	افت در آبخوان AQ
				m	افت در لوله جدار BQ2

لوگ زمین‌شناختی، حفاری و لوله‌گذاری چاههای آب به روش ضربه‌ای

Geological Logs Drilling & Casing Specification for Percussion Drilling

عمق Depth m	لوگ زمین‌شناختی Geological Log	شرح لایه‌ها Description	حفاری و لوله‌گذاری Drilling Casing	تغییرات کیفی آب Salinity	عمق Depth m	لوگ زمین‌شناختی Geological Log	شرح لایه‌ها Description	حفاری و لوله‌گذاری Drilling Casing	تغییرات کیفی آب Salinity
					<u>Remarks</u>				
					<u>ملاحظات</u>				
					Supervisor.				
					مهندس ناظر				

برگ مشخصات فنی حفاری چاه آب باروش دورانی ، دورانی - چکشی
 Technical Specification of Rotary & D.T.H Drilled Water Well

۱- کلیات
 1- Generalities

۱-۱ استان 1-1 Province	۲-۱ شهرستان 1-2 Township	۳-۱ روستا 1-3 Village	۴-۱ شماره چاه 1-4 Well No	۵-۱ تراز نقطه حفاری 1-5 Elevation
۶-۱ مالک 1-6 Owner	۷-۱ کارفرما 1-7 Client	۸-۱ پیمانکار 1-8 Contractor	۹-۱ دستگاه نظارت 1-9 Supervisor	۱۰-۱ مدل دستگاه 1-10 model
۱۱-۱ تاریخ شروع 1-11 DATE Started	۱۲-۱ تاریخ خاتمه 1-12 Date Ended	۱۳-۱ نوع چاه 1-13 Type of Well	۱۴-۱ بهره برداری Production	۱۵-۱ پیزومتر Piezometer
مشاهده‌ای Observation	گمانه شناسایی Borehole	شولاتی - ریزش Loose	معموس Reverse	مستقیم Direct
۱۴-۱ نوع سازند 1-14 Formation	آبرفت Alluvium	سازند سخت Hardformation	۱۵-۱ گردش مایع 1-15 Circulation	

۲- مشخصات فنی
 2- Technical specification

۱-۲ قطر و عمق حفاری لوله هادی 2-1 Drilling Dia	۲-۲ قطر و طول لوله هادی 2-2 Dia ,Length cond	۳-۲ سیمان دور لوله هادی 2-3 Coment vol	۴-۲ طول لوله هادی 2-4 Cond,Length
۵-۲ قطر و عمق گمانه 2-5 Dia Lenght borehole	۶-۲ عمق برخورد به آب 2-6 Depth,W.T	۷-۲ سطح آب در پایان حفاری 2-7 W.T At End Drilling	۸-۲ متوسط سرعت حفاری 2-8 Drilling Speed
۹-۲ فواصل برداشت نمونه خاک 2-9 Soil Sample interval	۱۰-۲ فواصل برداشت نمونه آب 2-10 Water Sam, interval	۱۱-۲ قطر و طول لوله موقت 2-11 Dia,Len,Temporary Pipe	۱۲-۲ آزمایش با گلکش 2-12 Bailing test
۱۳-۲ هدایت الکتریکی 2-13 Drawdown	۱۴-۲ هدایت الکتریکی 2-14 E.C.	۱۵-۲ هدایت الکتریکی 2-15 Micnehos/cm	۱۶-۲ آزمایش کامل شیمیایی 2-16 Full Analyses
۱۷-۲ قطر و عمق چاه 2-17 Dia & Dep of well	۱۸-۲ قطر و طول لوله جدار 2-18 Dia & Lengh of Casing	۱۹-۲ قطر و طول مشبک و اسکرین 2-19 Dia & Len,Slotted Screen	۲۰-۲ تعداد شبکه در یک متر لوله 2-20 Slollspers
۲۱-۲ نوع اسکرین 2-21 Type of Screen	۲۲-۲ فضای باز اسکرین 2-22 Open Space	۲۳-۲ عرض روزنه 2-23 Slot Width	۲۴-۲ نحوه لوله گذاری آزاد یا ضربه 2-24 Casing Run Free
۲۵-۲ اندازه شن صافی از 2-25 Gravel Size from	۲۶-۲ حجم شن صافی 2-26 Govel packing Volume		

۳- مشخصات بتن مهار چاه
 3- Foundation specification

۱-۳ ابعاد بتن مهار چاه 3-1 Concrete Dimension	۲-۳ نمره و طول تیر آهنهای مهار 3-2 No & Lenght of Steel bar
--	--

۴- نتایج آزمایش پمپاژ
 4- Pumping Test

Location map	کروکی محل چاه	Max.All.	آبدهی مجاز	Max.Dis.	حداکثر آبدهی	Date	تاریخ
						m3/hr	آبدهی Discharge
						m	افت Drawdown
						m3/hr/m	آبدهی ویژه Q/S
						m2/day	ضریب ضریب T.D
						m2/day	قابلیت انتقال T
						%	ضریب ذخیره S
						m	ضریب افت آبخوان B= AQ
Scale	مقیاس					m	ضریب افت لوله جدار C=BQ2

لوگ زمین‌شناسی، حفاری، لوله‌گذاری و چاه‌پیمائی حفاری دورانی
 Geological, Drilling, Well Logging and Casing Specification of Rotary Drilling

گاما طبیعی	لوگ مقاومت	عمق متر	جنس طبقات	شرح طبقات	پتانسیل خودزا	گاما-گاما	لوگ حرارت‌سنجی	لوله‌گذاری
GAMA RAY $\log 10^3$ CPM نوטרان - نوטרان	RESISTIVITY \log^-	Depth m	Lithology	Description	S.P mv	GAMA-GAMA $\log 10^3$ CPM لوگ قطر‌سنجی	TEMPRATURE \log^3 c مقاومت مایع	CASING m
NEUTRON NEUTRON $\log 10^3$ CPM	NORMAL 6.4					CALIPER log mm	F.R.L	
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						

عملیات حفاری هر چاه وقتی پایان یافته تلقی می‌شود که کلیه کارهای مورد پیش‌بینی در برنامه یا طرح طبق مشخصات فنی و نقشه‌ها و سایر اسناد منظم به قرارداد، اعم از: حفاری، لوله‌گذاری و آزمایشهای مقدماتی و ارائه گزارش نهایی کار، خاتمه یافته باشد و چاه از هر نظر بدون عیب و نقص و قابل بهره‌برداری باشد. به این منظور لازم است دستگاه نظارت قبل از تنظیم صورتمجلس پایان عملیات از انجام دادن موارد زیر اطمینان حاصل کند:

- چاه تا عمق موردنظر و یا از پیش تعیین شده حفر شده باشد.
- لوله‌گذاری طبق طرح ارائه شده انجام گرفته باشد.
- در صورت نیاز، فیلتر شنی با مشخصات تعیین شده انجام گیرد و سطح شن کنترل شود.
- آزمایش تعیین انحراف چاه (شاغولی و مستقیم بودن) به شرح زیر صورت پذیرد:

در صورتی که حفاری به روش ضربه‌ای باشد، با استفاده از کابل دستگاه و راندن یک شاخه لوله به طول حداقل ۶ متر با قطر ۲ اینچ کمتر از قطر داخلی لوله جدار تا انتهای چاه، مستقیم‌بودن آن و لوله جدار در حد مجاز کنترل شود. در مواردی که چاه به روشهای دورانی حفر شده باشد و دستگاه فاقد کابل به اندازه کافی برای راندن لوله با مشخصات فوق تا انتهای چاه باشد، می‌توان با استفاده از یک لوله سبک وزن مانند آلومینیوم P.V.C یا ساخته شده از ورق آهن سفید با مشخصات فوق‌الذکر به وسیله کابل نازک از طریق یک قرقره که به یک سه پایه و یا به قلاب دستگاه حفاری آویخته شده باشد، این آزمایش را انجام داد. در صورتی که این لوله به طور آزاد به داخل چاه از ابتدا تا انتها رانده شود، مستقیم‌بودن چاه در حد مجاز قابل قبول است. در صورتی که وسایلی نظیر: شابلون اندازه‌گیری انحراف چاه و یا سوند مجهز به دوربین عکسبرداری انحراف چاه، در اختیار باشد، باید انحراف توسط دستگاههای مذکور اندازه‌گیری شود.

میزان انحراف مجاز برابر است با $2/0$ درصد در سطح (۲ سانتیمتر برای هر یک صدمتر حفاری در ابتدای دهانه چاه)

- کنترل بلوک سیمانی سر چاه به ویژه تعبیه لوله‌های شن‌ریزی و اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی
- تمیزکردن کارگاه حفاری و تسطیح و خارج کردن مواد اضافی در محدوده چاه و به طور کلی به حالت اولیه درآوردن محل حفاری

پس از احراز چنین شرایطی درخواست پیمانکار برای تحویل موقت از طریق دستگاه نظارت پذیرفته می‌شود و با معرفی نمایندگان مربوط که عموماً از طرف کارفرما، پیمانکار، دستگاه نظارت و در صورت پیش‌بینی دستگاه مالی است، تاریخ تشکیل کمیسیون تحویل موقت اعلام می‌شود و با حضور نمایندگان مذکور صورتمجلس تحویل و تحول موقت چاه طبق فرم شماره ۶ تنظیم و به امضای نمایندگان مذکور می‌رسد.

صورت‌مجلس تحویل چاه

Process verbal of well taking over

تاریخ
Date

فرم ۶
Form No

Process Verbal of Final taking over well No..... شماره موقت چاه شماره قطعی
Provisional

ProvinceTownship.....Village..... روستا شهرستان استان

Contract NoDate..... شماره قرارداد تاریخ قرارداد

Drilling Starting date تاریخ شروع حفاری

Works Completion date تاریخ خاتمه عملیات

Drilled Dia,Depth,cond,pipem قطر و عمق حفاری لوله هادی اینچ متر

Dia,Lenght of Cond,pipem قطر و طول لوله هادی اینچ متر

Dia & Depth of Borholem قطر و عمق گمانه اینچ متر

قطر و عمق برقوزنی اینچ متر اینچ متر اینچ متر

Dia & Depth of reamingm قطر و طول لوله موقت اینچ متر

قطر و طول لوله موقت اینچ متر اینچ متر

Dia, lenght of temporary pipem قطر و طول لوله جدار اینچ متر

قطر و طول لوله جدار اینچ متر اینچ متر اینچ متر

Dia, length of Casing.....m قطر و طول لوله اسکریپن مشبک اینچ متر

قطر و طول لوله اسکریپن مشبک اینچ متر اینچ متر

Dia & lenght of Screen Perforatedm

Well logging Works چاه پیمایی : T NN GG G CL R S.P

Gravel Packing.....m³ صافی شنی : متر مکعب

سیمان‌ریزی: دستی متر مکعب - با پمپ متر مکعب

Grouting: by handm³- by pumpm³

شستشو و آبکشی: گلکش ساعت - پمپ ساعت - کمپرسور ساعت

Washing: by bailarhr - by pumphr - by air lifthr

to halter , Concrete blockx.....x.....m مهار و بلوک سیمان :x.....x..... متر

Other Works Performed and Remarks: سایر کارهای انجام شده و ملاحظات :

نماینده دستگاه نظارت

نماینده کارفرما یا مالک

Resident Supervisor

Employer or Client Representative

نماینده امور مالی

نماینده پیمانکار

Finance dept, Representative

Contractor representative

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Instructions for Nomination and Drilling of Water Wells

این نشریه

با عنوان دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاههای آب در ۸ فصل شامل طبقه‌بندی و نامگذاری انواع چاهها، روش حفاری، تعیین مراحل اجرای کار و نحوه نظارت تهیه شده است. هدف از تدوین این نشریه بیان اصول، برنامه‌ریزی، اجرا و نظارت بر حفاری چاههای آب از مرحله تعیین محل چاهها، تا پایان عملیات حفاری، لوله‌گذاری، آزمایشها و تهیه گزارشهای کلی هر بخش با ذکر نکات مهم و اساسی است. استفاده از این نشریه برای کارشناسان آبهای زیرزمینی ضروری است تا با بهره‌گیری از محتوای آن، برای نظارت اصولی و دقیق بر اجرای عملیات حفاری، اقدام کنند.

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-118-0



9 789644 251184