فـصل دوم

حـــفـــاري

۱- دستگاههاي حفاري

تاريخچه:

با توجه به محدوديت حفاري چاه هاي آب دستي توسط نيروي انساني، در حدود ۶۰۰ سال قبل از ميلاد مسيح، چيني ها براي اولين بار دستگاه حفاري ضربه اي ساده اي را اختراع و توانستند بوسيله آن چاه هاي تا عمق ۶۰۰ متر حفاري نمايند با انتقال تجربيات چيني ها به غرب بعد از سال ۱۸۰۰ ميلادي همزمان با پيشرفت صنايع و توسعه اجتماعات بشري و نياز روز افزون به تامين آب از منابع عميقتر دستگاه حفاري ضربه اي پيشرفته اي كه با نيروي بخار كارميكرد ساخته شد و سيستم اين دستگاه بتدريج كاملتر گرديد. در اواخر قرن نوزدهم دستگاه هاي دوراني اوليه ساخته شد كه خيلي سريع مسير تكاملي خود را طي نمود و در سال ۱۹۳۰ تقريباً به طور كامل جانشين حفاري ضربه اي كابلي گرديد. با اين دستگاه توانستند خيلي از مشكلات و موانع كار با دستگاه ضربه اي را از قبيل دستيابي به اعماق زياد، حفاري در سنگهاي متراكم و سخت، جلوگيري از ريزش لايه هاي سست و ازهمه مهمتر كندي و طولاني شدن زمان اجراي عمليات را بر طرف نمايند. خلاصه اي از تحولات در زمينه حفاري آب بشرح زير ميباشد:

۱ -بين سالهاي ۱۸۴۰-۱۸۳۰ سيستم حفاري كابلي مجهز به منبع تأمين انرژي بخار گرديد

۲ - بين سالهاي ۱۸۶۰-۱۸۵۰ مته هاي حفاري الماسي و دستگاهها حفاري مربوطه ساخته شد و دستگاه حفاري مجهز به چكش پيستوني ضربه اي با استفاده از نيروي هواي فشرده در تونل آلپاين (Alpine) آمريكا بكار گرفته شد.

۳ -بين سالهاي ۱۹۰۰-۱۸۹۰ سيستم حفاري ضربه اي – چرخشي (Percussive – Rotary) در آمريكا ساخته شد كه منبع تامين انرژي راه اندازي آن، هواي فشرده ، بخار و الكتريسته بود. در اين دوره سيستم حفاري چرخشي با استفاده از منبع انرژي بخار براي حفر چاه هاي نفت

توسعه يافت.
۴ -بين سالهاي۱۹۱۰-۱۹۰۰ مته هاي سه مخروطي Three– Cone Bit براي حفاري در سنگ ساخته شد.
۵ -بين سالهاي ۱۹۲۰-۱۹۴۰ مته هاي نگيني از جنس كربورتنگستن Tungsten Carbide Button Bit در آلمان به كار گرفته شد.
۶ -بين سالهاي ۱۹۷۵-۱۹۷۰ ماشين حفاري هيدروليكي كه از نيروي روغن تحت فشار استفاده مي كرد به بازار آمد.

با توجه به تاريخچه مذكور سيستمهاي حفاري را مي توان به پنج گروه تقسيم كرد:
۱-سيستم حفاري دستي (Hand Held Drilling) كه نيروي كار توسط انسان تامين مي‌شود.
۲-سيستم حفاري كابلي كه منبع تامين نيروي آن، موتور و بصورت اعمال ضربه از طريق كابل فولادي به ابزار حفاري انجام مي‌شود.
۳-سيستم حفاري دوراني (Rotary Drilling) كه حفاري در اثر چرخش مته انجام مي‌شود.
۴-سيستم حفاري ضربه اي – چرخشي (Down The Hole=D.T.H) كه حفاري در اثر اعمال ضربه همزمان با چرخش سر مته توسط چكش حفاري و نيروي هواي فشرده صورت مي‌گيرد.
۵-سيستم حفاري هيدروليكي كه نيروي مولد حركت، توسط روغن تحت فشار تامين مي‌شود.
به طور كلي منبع تامين انرژي حركتي در دستگاه هاي حفاري از الكتريسيته و يا موتور هاي درون سوز با روشهاي توليد هواي فشرده، روغن پر فشار و يا انتقال مستقيم حركت دوراني موتور به بخشهاي مختلف دستگاه تامين مي‌گردد.
مقدار حفاري در واحد زمان توسط هر دستگاه حفاري را سرعت نفوذ پذيري آن دستگاه گويند و مقاومت مواد مورد حفاري در مقابل سرعت نفوذ پذيري دستگاه حفاري را قابليت حفاري سنگ (Drillability of Rock) مينامند كه به عوامل ذيل بستگي دارد:

الف – خواص فيزيكي و مكانيكي سنگ شامل چگالي، تخلخل، رطوبت و سختي
ب – شرايط زمين شناسي مثل درز و شكاف و گسل، نحوه چيني خوردگي و قرار گرفتن لايه ها
پ – چگونگي اعمال نيروها و تنشها از قبيل فشار ناشي از وزن سنگهاي پوششي و فوقاني و فشار هيدروستاتيك

يك دستگاه حفاري به زبان خيلي ساده از ۴ قسمت تشكيل شده است:
۱- ابزار حفر و سوراخ كننده بنام مته (Bit)
۲-وسيله خارج نمودن ذرات و خرده سنگها (هوا – آب و گل – كف (Foam) – گل كش (Bailer)
۳-دستگاه مولد نيرو (موتور – الكتروموتور)
۴-ابزار انتقال نيروي مؤثر حفاري به سر مته (دكل – كابل – گيربكس – سوزن حفاري)

انتخاب ماشين آلات
عوامل مؤثر در انتخاب نوع ماشين آلات حفاري به طور خلاصه بشرح زير مي‌باشد:
- حجم پروژه و اهداف آن
- بافت و جنس سازند (مواد منفصل ريزشي و غير ريزشي، درشت دانه، ريز دانه و...)
- عمق و قطر چاه
- قيمت پيمانكاري حفاري كه خود تابعي از هزينه اوليه سرمايه گذاري خريد ماشين آلات و تجهيزات آن، هزينه استهلاك، تعميرات و لوازم يدكي، آب مصرفي حفاري و لوازم مصرفي، دستمزد نيروي انساني، حمل و نقل و تداركات مي‌باشد.
- مدت زمان مجاز براي اجراء كار
- وجود فضاي كافي براي استقرار دستگاه، وجود راه هاي دسترسي و نزديكي به امكانات شهري (سهولت تداركات و انجام تعميرات و تهيه لوازم مورد نياز).
بطور كلي ارزانترين نرخ حفاري توسط دستگاه هاي ضربه اي

و گرانترین آن برای دستگاه حفاری چرخشی – ضربه‌ای پیشنهاد می‌شود.

۲- روشهای حفاری چاه‌های آب

۲-۱- روش حفاری دستی
۲-۲- روش حفاری ضربه‌ای کابلی
۲-۳- روش حفاری چرخشی یا دورانی
۲-۴- روش حفاری ضربه‌ای – چرخشی

۲-۱- روش حفاری دستی (Hand Held Drill)

در این روش حفاری، کارگر حفار با پتك و قلم زمین را کنده و مواد حفاری شده را بوسیله چرخ چاه و سطل و طناب به بیرون چاه منتقل می‌کند. در کشورهایی که به علت آمار بالای بیکاری، نیروی کار انسانی ارزان می‌باشد در موارد خاص از این روش حفاری استفاده می‌گردد به علت آنکه ادامه حفاری بعد از برخورد به سفره آبی، کم و محدود می‌باشد لذا معمولاً با افت سطح آب منطقه در فصل پر مصرف تابستان و اوایل پاییز و یا بروز خشکسالی، انجام کف شکنی توسط مقنی آنهم به مقدار محدود ضروری می‌باشد. بطور کلی مقدارحفاری در زیر سطح برخورد آب تابعی از وضعیت دانه بندی و میزان آبدهی زمین می‌باشد و معمولاً ازچند متر تجاوزنمی‌کند.
چنانچه جنس زمین سفت و غیر ریزشی باشد عمق این چاهها را تا قبل از برخورد به سطح آب می‌توان تا بیش از یکصد متر ادامه داد. امروزه با کمك پمپ‌های کف کش می‌توان آب ورودی به چاه را بهنگام انجام عملیات حفاری تخلیه و در نتیجه مقدار بیشتری در بخش آبده حفاری نمود ضمنا از دستگاه دمنده هوا برای کمك به جریان تنفسی مقنی در ته چاه استفاده می‌شود در زمینهای سست و ریزشی می‌توان دیواره چاه را با طوقه چینی و یا حتی بتن ریزی تثبیت نمود.

۲-۲- روش حفاری ضربه‌ای کابلی (Percussion Drill)

سیستم حفاری ضربه‌ای کابلی (Cable Drill) از روشهای اولیه حفاری می‌باشد که در زمانهای خیلی قدیم توسط چینی‌ها استفاده می‌شد. مته فولادی (Steel Bit) بوسیله طناب یا کابل و توسط چند کارگر به سمت بالا کشیده شده و رها

مي‌گردد كه سبب خرد شدن سنگها و در نتيجه حفاري مي‌شد. مواد كنده شده را توسط گل كش (Bailer) از چاه خارج مي‌نمودند. اين سيستم حفاري با پيشرفت صنعت تكامل يافت و از نيروي مكانيكي در راه اندازي آن استفاده شد. اولين چاه نفت در سال ۱۸۵۹ در شرق ايالت پنسيلوانيا آمريكا توسط آقاي دريك Drake بعمق ۲۰ متر با روش حفاري ضربه‌اي كابلي كه بنام روش پنسيلوانين شهرت دارد ، حفاري گرديد.

۲-۲-۱- شرح دستگاه و تجهيزات

دستگاه حفاري ضربه‌اي كابلي چاه را به روش بالا و پايين بردن يك مته آهني بشكل قلم پهن و وارد نمودن ضربات پي در پي به زمين و خرد كردن سنگها، حفاري مي‌نمايد. مواد كنده شده و خرد شده با آب مخلوط و بصورت گل شل توسط گل كش از چاه خارج مي‌شود، دستگاه را بر روي كاميون يا چهار چرخ مونتاژ و توسط يدك كش جابجا مي‌كنند. شاسي دستگاه از مجموعه ناودانی و تير آهن درست شده كه تكيه گاه ياتاقانهاي شافتها مي‌باشد. موتور دستگاه از نوع ديزل ۴ سيلندر ۴۵ اسب بخار براي دستگاه داندو ۸۰۰ و ۶۵ اسب بخار براي دستگاه رستون ۶۰ مي‌باشد. حركت چرخشي شافت موتور دستگاه توسط ۵ تا ۶ عدد تسمه به شافت كلاج دستگاه منتقل مي‌شود.

شرح اجزاء دستگاه حفاري كابلي

قرقره اصلي كه كابل حفاري بر روي آن جمع مي‌شود توسط يك رشته زنجير حركت دوراني خود را از شافت كلاج دريافت مي‌كند و به وسيله صفحه‌اي به دو قسمت خزانه و كار تقسيم مي‌شود.

قرقره گل كش بوسيله زنجير، حركت دوراني خود را مستقيماً از طرف ديگر شافت كلاج دريافت مي‌كند.

قرقره لوله گذاري كه حركت دوراني آن توسط زنجير از شافت گل كش گرفته مي‌شود.

قرقره دكل كه براي بالا و پايين نمودن دكل دستگاه به كار مي‌آيد و گردش خود را توسط زنجير از شافت كلاج مي‌گيرد.

دكل

ارتفاع دكل از سطح زمين حدود ۱۵ متر است و از دو تكه ناودانی كه بصورت كشوئي در داخل هم حركت مي‌كنند، درست شده است. قسمت پايين دكل از دو قطعه ناودانی نمره ۱۶ به طول ۷/۵ متر و قسمت بالائي از دو تكه ناودانی نمره ۱۲ به طول ۸ متر كه نيم متر آن بصورت تداخل با قسمت پايين مي‌باشد، ساخته شده است.
در وسط سر دكل يك قرقره بزرگ قرار دارد كه شافت قائم متصل به آن از وسط تعداد ۱۰ تا ۱۲ عدد لاستيك و صفحه آهني متناوب بشقابي شكل عبور نموده است. كابل ضربه از روي اين قرقره عبور مي‌كند. در كنار اين قرقره وكمي‌بالاتر از آن قرقره گل كش قرار دارد. قرقره لوله گذاري نيز حدود يك متر پائين تر از اين دو قرقره و در سطح پهلوئي دكل قرار دارد. كار قرقره ها تغيير جهت نيرو مي‌باشد.

خرك يا بازوي ضربه

خرك (Spudding Arm) در بعضي انواع دستگاه حفاري از يك بازو، يك شاتون و يك قرقره (Bull Reel) تشكيل شده است. در بعضي انواع نيز از دوبازوي متصل به دو شافت افقي در قسمت جلو و عقب و دو قرقره مستقر در روي اين شافتها و نيز دو عدد شاتون ساخته شده است. در نوع تك بازو يك قرقره در انتهاي قسمت جلو و يك قرقره در انتهاي قسمت عقب بازو نصب شده است.
كابل ضربه كه از سردكل به پايين آمده بعد از عبور از روي قرقره جلوئي و سپس قرقره عقبي به روي قرقره بزرگ جمع كننده كابل (Line Drum Drill) جمع مي‌شود.
بازو بوسيله ميله آهن توپر بنام شاتون به قطعه آهني بنام (لنگ) متصل به شافتي كه از وسط يك چرخ دنده بزرگ عبور كرده، پيچ مي‌شود. اين چرخ دنده بوسيله يك چرخ دنده كوچكتر كه بر روي شافت كلاچ قرار دارد به حركت در مي‌آيد. در روي لنگ ۳ عدد سوراخ براي اتصال شاتون تعبيه شده كه با جابجائي محل اتصال، دامنه حركت شاتون و بازوي متصل به آن كم و زياد مي شود. حفار با توجه به جنس زمين و شرايط حفاري با تغيير اين دامنه و سرعت حركت رفت و برگشت بازو كه با كم و زياد كردن دور موتور انجام مي شود، سرعت حفاري را

تغيير مي دهد. بازو با حركت خود استرينگ ومته را كه به كابل متصل هستند، بالا و پايين مي برد.
انتقال حركت از كلاج به قرقره هاي كابل ضربه، گل كش، لوله گذاري و دكل توسط زنجير صورت مي گيرد.
حركت از كلاج بوسيله زنجير به شافت قرقره گل كش و از شافت قرقره گل كش با زنجير قوي تري به شافت قرقره لوله گذاري منتقل مي شود.
از سر طرف ديگر شافت كلاج حركت توسط زنجير به شافت قرقره دكل منتقل مي شود. در دو سر شافت قرقره دكل دو قطعه آهني بزرگ شبيه قرقره به نام چرخ طناب يا جرثقيل (Cat Head) وجود دارد كه مي تواند به دور خود بچرخد. درمواقعيكه اجسام سنگين را بخواهند جابجا كنند يا از فاصله اي دور آنرا بطرف دستگاه بكشند، سركابل يا طناب متصل به آن جسم را به دور قرقره مي پيچند و با چرخش قرقره وجمع كردن كابل عمل انتقال را انجام مي دهند. البته عمل جرثقيلي را با كابل كل كش يا لوله گذاري هم مي توان انجام داد و ليكن به علت آنكه آن كابل ها از داخل قرقره هاي سر دكل عبور كرده اند، نمي توانند فشارهاي غير قائم زياد را تحمل و اجسام سنگين در فواصل جانبي و دور را جابجا كنند.
دكل حفاري بايد قدرت تحمل وزن ۳۰۰ متر لوله به وزن تا ۱۸ تن راداشته باشد. به هنگام استقرار دستگاه در زير دكل يك جك پيچي تعبيه شده كه ته آن بر روي زمين قرار گرفته و قدرت تحمل پذيري آنرا در برابر نيروهاي قائم وارده تقويت مي كند. براي تراز دستگاه دو عدد جك كوزه اي پيچي در زير شاسي و در بخشي كه دكل قراردارد، جايگذاري مي كنند. در زير اين جكها معمولاً دو عدد الوار براي كاهش ارتفاع جك و كمك به حفظ تعادل آنها قرارمي دهند. ارتفاع زياد جكها در چاه هاي عميق كه نيروي وزن ناشي از ضربه يا وزن لوله ها زياد مي باشد، ممكن است نتواند اين نيرو را تحمل كرده و لرزش هاي دستگاه بهنگام كار باعث بهم خوردن تراز و در نتيجه انحراف چاه شود. در تمام مدت حفاري، حفار بايد مرتباً تراز دستگاه را كنترل ودقت كند كه كابل استرينگ هميشه در وسط چاه قرار داشته باشد، در غير اينصورت

با پيچاندن محور جك ها دستگاه را تراز نمايد. لوازم جانبي دستگاه بشرح ذيل مي‌باشد:

شرح تجهيزات حفاري كابلي

مته (Bit)

مته از جنس آلياژ فولاد همراه با كربن، سيليس و موليبدن به شكل كتابي تخت و كشيده به طول ۱/۲ تا ۲/۴ متر ساخته شده‌اند. در دو سطح آن دو شيار طولي براي خارج شدن مواد حفاري شده موجود در كف چاه رو به طرف بالا و بهنگام فرود آمدن مته بر زمين تعبيه شده است تا تجمع مواد حفاري شده مانعي براي پيشروي مته نگردد. اين مته‌ها به دو شكل ساخته شده‌اند. مته‌هاي تك تيغه و مته‌هاي چهار پر متقاطع. مته‌هاي چهار پر مخصوص حفاري در طبقات سخت قلوه‌اي و سنگي مي‌باشد.

مته در هر دقيقه بين ۴۰ تا ۵۰ بار به ارتفاع ۰/۳ تا ۰/۷ متر بالا رفته و بصورت سقوط آزاد به كف چاه كوبيده مي‌شود. قطر مته‌ها معمولا بين ۶ تا ۱۶ اينچ متداول است وليكن حفاران قطر ۱۰ اينچ را ترجيح مي‌دهند زيرا با توجه به آنكه قطر استاندارد لوله جدار چاهها معمولاً ۱۲ اينچ مي‌باشد در مواردي‌كه چاهي با لوله جدار ۱۲ اينچ نياز به ادامه حفاري داشته باشد اين مته قابل استفاده خواهد بود. قطر مته را با جوشكاري قطعات آهني قوسي شكل با قابليت ارتجاعي بنام دورمته مي‌توان تا ۲۰ اينچ افزايش داد.

سطح پيشرو مته طوري طراحي شده كه قابليت حفاري در زمينهاي آبرفتي مخلوط سنگ و خاك را داشته باشد. براي حفاري در زمينهاي رسي و يا سيلتي يك قطعه فولادي آلياژي سخت نظير تيغه بلدوزر به پهناي ۱۵ تا ۲۰ سانتيمتر كه شكننده نبوده ودر مقابل سايش مقاوم مي‌باشد در روي لبه برنده مته جوش ميدهند تا سرعت حفاري افزايش يابد. سرمته داراي رزوه نر بوده كه به قسمت ماده استم پيچ مي‌شود.

در پايين رزوه ها قسمت گلوئي مته از ۴ سطح مسطح بعنوان جاي آچار درست شده است.

مته‌هاي ضربه‌اي داراي ۸ مشخصه مهم بشرح ذيل مي‌باشند:

- زاويه لقي در حد فاصل بدنه اصلي مته كه كوچكتر است با كله مته كه بزرگتر است، قرار دارد.
- سطح محافظ در دور سرمته به ارتفاع حدود ۱۵ سانتي متر كه با ديواره چاه در تماس است.
- شكل لبه برنده مته كه به يكي از اشكال محدب (برجسته)، مقعر و يا تخت مي‌باشد.
- زاويه رخنه واقع در بين دو سطح زيرين مته كه به شكل گوه مي‌باشد و سبب نفوذ مته در زمين مي‌گردد.
- لبه برقوئي كه در واقع محيط خارجي سر مته مي‌باشد كه بر حسب درصد محيط سر مته به كسر سطح مقطع راه آب ها بيان مي‌شود در شكل درصد لبه برقوئي ۸۰% است.
- سطح پيشاني خرد كننده يا سطح تحتاني سر مته كه در شكل بخش‌هاشور زده است.
- سطح مجاري خروج آب و گل حفاري شده از زير مته بهنگام فرود آن و برخورد به ته چاه
- سطح مقطع سر مته كه داخل دايره سطح محافظ قرار دارد و در واقع قطر مته را تعيين مي‌كند.

انواع مته‌هاي ضربه‌اي كابلي با سطح مقطع‌هاي به اشكال گوناگون براي حفاري مواد با درجه فشردگي و سختي مختلف طراحي شده‌اند وليكن اكثر حفاران فقط ازدو نوع مته تك تيغه مخصوص زمينهاي آبرفتي و مته دو تيغه (چهار پر) مخصوص سنگ استفاده مي‌كنند. مشخصات مته‌هاي تك تيغه بشرح ذيل مي‌باشد:

مته بقطر ۴ اينچ به وزن ۵۰ كيلوگرم و به ارتفاع ۱/۳ متر

مته بقطر ۸ اينچ به وزن۲۵۰ كيلوگرم و به ارتفاع ۱/۳ متر

مته بقطر ۱۶ اينچ به وزن۸۰۰ كيلوگرم و به ارتفاع ۱/۳ متر

براي حفاري در طبقات سنگي شيب دار چنانچه از مته تك تيغه استفاده شود، بدليل سرخوردن روي سطح لايه ، خطر انحراف چاه وجود دارد. و در اينصورت لازم است از مته با تيغه برنده متقاطع ضربدري استفاده گردد.

براي حفاري در زمينهاي قلوه سنگي سخت و فشرده بهتر

است که مته با تیغه برنده کوتاه استفاده شود. در زمینهاي ریزشي که حفاري توام با لوله گذاري صورت میگیرد از یکنوع مته لنگ بنام Eccentric استفاده میگردد. قطر این مته به اندازه قطر داخلي لوله جدار موقت میباشد و لیکن بعلت ساختمان خاص و لنگ بودن، زمین را بزرگتر از قطر خود حفاري میکند و درنتیجه لوله جدار موقت راحت تر در زمین پایین میرود.

استم حفاري (Stem Drill)

استم حفاري از یك لوله توپر آلیاژي درست شده که سرماده آن به مته حفاري و سر نر آن به جارز بسته میشود.

طول آن ۵ متر و قطر آن از ۲/۵ تا ۶ اینچ و وزن آن از ۱۳۰ تا ۷۰۰ کیلوگرم میرسد. استم علاوه بر اعمال نیرو بواسطه وزن زیاد و درنتیجه بالا بردن قدرت حفاري مته، در ایجاد حالت شاغولي و حفاري قائم چاه خصوصاً در زمینهاي سخت و جلوگیري از انحراف چاه موثر است.

جار Jar

جار به طول ۱/۸ تا ۲ متر از دو حلقه فولادي داخل هم که در یك امتداد کشیده شده درست شده است و سر ماده آن در پایین مستقیماً به رزوه نر بالاي استم بسته مي شود. کار فرعي آن اعمال ضربه بر استم و مته میباشد، ولیکن کار اصلي آن کمك به حرکت آزادانه رو به بالاي مته و استم درمواردیکه جنس زمین از مواد چسبنده مثل رس ومارن و یا قطعه سنگهاي سست که مته را در لابه لاي خود گیر میاندازند، میباشد.

هنگامیکه مجموعه مته و استم و جارز در داخل چاه آویزان میباشد و هنوز به کف چاه برخورد ننموده، دو حلقه جارز از هم باز و کشیده است. با برخورد مته به ته چاه و آزاد شدن کابل از حالت کشش در اثر جمع شدن دو حلقه جارز ، کابل همچنان بصورت کشیده شده باقي میماند. حال بهنگام بلند شدن مجموعه استرینگ، ابتدا قطعه بالائي جارز بلند شده و با حرکت شتابدار رو به بالا سبب افزایش نیرو براي بلند کردن بقیه استرینگ میگردد. بدینوسیله اولاً ضربات شکننده به کابل وارد

نمي شود و نيرو بطور يكنواخت به آن وارد مي گردد و دوماً بعلت آنكه كابل دائماً در حالت كشش مي‌باشد، بهنگام برخورد استرينگ به كف چاه و شل شدن، كابل از روي قرقره سرد كل خارج نمي‌شود. درمواردي‌كه حفار طول كابل را بيش از اندازه لازم زياد نمايد و بار مته را زياد كند، كابل بهنگام برخورد مجموعه استرينگ به ته چاه و حذف نيروي كشش ناشي از وزن ابزار حفاري، از روي قرقره خارج مي شود كه با صرف وقت و زحمت زياد مجدداً آنرا سر جاي خود مي‌اندازند. مقدار دامنه حركت كشوئي دو حلقه جارز در انواع مختلف بين ۱۵ تا ۲۳ سانتي متر مي‌باشد. استرينگ (String) مجموعه ابزار حفاري شامل ريساكت ، جارز، استم و مته را گويند.

روپ ساكت (Rope Socket)

قطعه‌اي لوله مانند توخالي مي‌باشد كه از يك طرف به رزوه نر بالاي جارز بسته مي شود و از طرف ديگر به كابل حفاري متصل است. طول آن حدود ۹۰ سانتيمتر و قطر آن ۱۴ سانتي متر است.

كابل حفاري ازداخل سوراخ بالاي روپ ساكت كه چند ميلي متر بزرگتراز قطر كابل است عبور كرده و از سوراخ بالاي ماندرل وارده شده و سپس رشته رشته مي شود. رشته‌ها را برگردانده و با سيم نرم به بدنه كابل مي‌بندند بطوريكه شكل ظاهري آن شبيه گرز كوچك مي‌شود (روش خشك) . در حالت ديگر كابل رشته رشته را به داخل محفظه ماندرل مي‌كشند بطوريكه سر رشته‌ها با دهانه ماندرل هم سطح باشد. حال مقداركافي بابيت (روي خالص) را در حرارت ۴۵۰ درجه سانتيگراد ذوب نموده و درون مجراي ماندرل مي‌ريزند تا رشته‌هاي كابل را در بر گرفته و مانع در رفتن آن شود (روش خيس) . اگر درنحوه ذوب كردن بابيت و جا گذاري كابل درون ماندرل دقت نشود، ممكن است درحين حفاري كابل از داخل ماندرل در رفته و استرينگ در چاه بماند. ماندرل لوله‌اي است به قطر ۶ سانتي متر و طول ۲۰ سانتي متر كه يك سرآن به شكل كونيك بوده و سوراخي بقطر ۲/۵ سانتي متر براي عبور كابل دارد. سركونيك ماندرل كه به قسمت داخل و بالاي ريساكت مي‌چسبد با كاهش سطح تماس و اصطكاك به

چرخش استرينگ كمک مي‌نمايد. در گلوئي رپساكت يك شيار طولي وجود دارد كه ماندرل از درون آن عبور كرده و در مجراي وسط مستقر مي‌شود. چند سوراخ در بدنه گلوئي بالايي مجراي عبوركابل تعبيه شده تا چنانچه آب و گل از بغل كابل وارد مجرا شود از اين سوراخها خارج گردد. در غير اينصورت با ورود گل و ماسه به داخل مجرا كابل گير افتاده و در نتيجه ماندرل نمي‌تواند آزادانه بچرخد و بهمين دليل مته هميشه به يك حالت ثابت به زمين برخورد مي‌كند و چون سطح مقطع مته دايره اي نمي‌باشد، لذا مقطع چاه حفاري شده دايره‌اي نبوده و چاه اصطلاحاً دو پهن مي‌شود.

كابل حفاري به طول ۳۰۰ متر از ۶ رشته سيم ۲۵ لايي فولادي قابل انعطاف با يك رشته كنف در وسط بصورت چپ گرد بافته شده و بدليل انعطاف پذيري بالا در اثر خمش و ضربه، شكننده نمي‌باشد.

چند عدد ازاين رشته‌ها را ازجنس‌هاي كم مقاومت تر درست مي‌كنند تا پاره شدن آنها هشداري براي تعويض كابل باشد. قطر كابل از ۱۶ تا ۲۵ ميلي متر متغير است.

هنگاميكه استرينگ به كابل آويزان است با نيروي وزن خود كابل را بطرف پايين مي‌كشد و كابل بافته شده تمايل به باز شدن ميكند و در نتيجه نيروي پيچش دوراني راستگرد در جهت خلاف بافت آن بوجود آمده كه باعث ميشود به دور خود از چپ به راست بچرخد و به محض رسيدن مته به زمين و حذف نيروي كششي، ماندرل در فضاي خالي رپساكت همراه كابل در جهت مخالف پيچش استرينگ چرخيده و كابل از فشار آزاد شود اگراز كابل راست گرد استفاده گردد استرينگ بطرف چپ مي چرخد ونيروي اعمال شده باعث باز شدن اجزاء استرينگ از يكديگر مي‌شود.

محافظ كابل

محافظ كابل يا كابل نشكن (Rope Saver) از يك قطعه لوله فولادي قوي به قطر داخلي ۱۰ سانتي‌متر و بلندي ۲۰ سانتي متر داراي يك دسته آهني خميده با يك شيار ناودانی به پهناي ۴ سانتي متر درست شده است. بهنگام بلند كردن استرينگ از حالت افقي و يا برگرداندن آن

از وضعيت قائم به حالت افقي، كابل نشكن را بر سر رپساكت قرار مي‌دهند و دسته آنرا در جهتي مي‌گذارند تا كابل بر روي قوس دسته و داخل شيار آن قرار گيرد. بدين ترتيب از خم شدن و شكستن كابل جلوگيري مي‌شود.

آچار مته

براي باز و بسته كردن قطعات استرينگ شامل مته، استم و ياجارز استفاده مي‌شود. از دو قطعه به شكل L درست شده كه در قسمت بازوي كوتاه جاي آچار قرار دارد و سر هر كدام از دسته‌هاي بلند به دو رشته زنجير قوي كه به يك دسته اهرم بلند وصل است، متصل مي‌شود. دو قطعه آچار نسبت به هم با زاويه ۹۰ درجه بر روي جاي آچار موجود در روي قطعات استرينگ قرار مي‌گيرد.

گل كش

گل كش يا دلو (بيلر Bailer) از لوله آهني به قطر ۶ تا ۱۲ اينچ و طول ۲ الي ۴ متر كه در سر آن يك سوپاپ آهني زبانه دار يا يك دريچه گرد آهني قرار دارد، ساخته مي‌شود. دسته گل كش به كابل گل كش بقطر ۱۴ ميلي متر متصل است.

در نوع داراي سوپاپ زبانه دار، در اثر برخورد گل كش با ته چاه، يك گوي سوپاپ دار مخروطي شكل كه دهانه گل كش را بسته است بطرف بالا حركت كرده در نتيجه راه ورود مواد گل آلود حفاري شده به داخل لوله باز مي‌شود و مقداري از آن وارد لوله مي‌گردد. با بلند كردن گل كش، سوپاپ (گوي) مجدداً بطرف پايين حركت كرده و دهانه لوله را مي‌بندد تا مواد داخل شده در لوله نتوانند خارج شوند.

با تكرار حركت بالا و پايين كردن گل كش و ضربه زدن آن به ته چاه، داخل لوله پر از مواد حفاري شده مي‌گردد. در اين موقع گل كش را از چاه خارج كرده و در داخل يك لوله بزرگتر كه بشكل زانوئي درست شده به نام جاي گل كش، وارد نموده و با بالا و پايين كردن آن در داخل اين لوله مواد درون گل كش از دريچه پايييني تخليه مي‌گردد. در گل كش‌هاي نوع دريچه گرد، يك فنر در پشت دريچه طوري قرار داده شده كه هميشه آن را بسته نگهدارد. توضيح اينكه گل كشي ازداخل چاه بعد از حدود

يك متر حفاري صورت مي‌گيرد. البته مقدارحفاري و زمان انجام گل كشي تابع جنس زمين مي‌باشد.
يكنوع گل كش با لاستيك سوپاپ مكشي براي زمينهاي ماسه‌اي كه توسط گل كش معمولي مشكل مي‌باشد، وجود دارد.
طرز عمل آن شبيه پمپ باد دستي دوچرخه است. هنگاميكه دسته به بالا كشيده شود، با ايجاد خلأ دريچه زيرين باز شده و ماسه به درون لوله گل كش مكيده مي‌شود.

لوله كوب و كلاهك محافظ

چكش لوله كوب از دو نيمه يك صفحه آهني چهارگوش به ضخامت ۱۵ سانتي متر و ابعاد۴۰ در۴۰ سانتي متر كه در وسط آن يك مربع به ابعاد جاي آچار ابزار استرينگ خالي مي‌باشد، تشكيل شده است.
اين دو نيمه توسط دو عدد پيچ و مهره قوي به دور جاي آچار بالائي استم در نزديكي رپ ساكت بسته مي‌شود. كلاهك محافظ (Drive Head) از يك لوله ضخيم به ارتفاع ۴۰ سانتي متر درست شده كه قطر ۵ سانتي متر اول آن حدود ۴ اينچ بيشتر از قطر لوله جدار و قطر بقيه طول آن كمتر از قطر لوله جدار است بطوريكه حدود ۳۵ سانتيمتر آن داخل لوله جدار شده و ۵ سانتيمتر اوليه دهانه لوله را مي‌پوشاند.
ضربه‌هاي لوله كوب بر سطح مسطح محافظ لوله وارد مي‌شود تا بدينوسيله از جمع شدن و يا پارگي دهانه لوله جدار محافظت گردد. براي ضربه زدن ابتدا لوله كوب را به جاي آچار بالائي استم در نزديكي اتصال به رپ ساكت مي‌بندند. سپس استم را داخل لوله جدار نموده و آنرا حدود يك متر بالا آورده و سقوط آزاد مي‌كنند. ضربه‌هاي وارده توسط لوله كوب به سر محافظ باعث پايين رفتن لوله جدار به درون زمين مي‌شود.
بايد دقت نمود ضربه‌ها بيش از قدرت تحمل لوله جدارنباشد تا موجب خميدگي يا پاره شدن لوله ها از محل جوش اتصال نگردد. در لبه پايييني لوله جدار يك حلقه فولادي از جنس قابل ارتجاع كه لبه آن تيز و برنده مي‌باشد بنام كفش يا كفشك (Shoe) نصب مي‌گردد تا

بهنگام ضربه زدن به نفوذ لوله در زمين كمك نموده و از جمع شدن دهانه پائيني آن جلوگيري نمايد. ابعاد جاي آچار روي ابزار حفاري براي داندو ۸۰۰ برابر ۴/۵ اينچ و براي رستون ۶۰ برابر ۵ اينچ مي‌باشد.
سعي شود بهنگام استفاده از چكش لوله كوب، جارز حفاري را باز كرده و استم مستقيماً به رپساكت بسته شود.
دستگاه‌هاي حفاري ضربه‌اي كابلي متداول در ايران شامل رستون ۲۲ و رستون ۶۰ و داندو ۸۰۰ مي‌باشد كه همگي ساخت كشور انگلستان هستند.
دستگاه رستون ۲۲ قادر است تا عمق ۱۵۰ متر و بقطر ۱۷/۵ اينچ حفاري نمايد.
دستگاه رستون ۶۰ مي‌تواند تا عمق۳۰۰ متر و بقطر ۱۷/۵ اينچ حفاري نمايد.
دستگاه داندو ۸۰۰ مي‌تواند تا عمق۲۵۰ متر و بقطر۱۷/۵ اينچ حفاري نمايد.
اندازه و وزن استرينگ در دستگاه‌هاي فوق الذكر با يكديگر فرق مي‌كند. ابعاد دكل، قدرت موتور و كلاج، قطر شافتها و كابلها و چرخ دنده نيز تابعي از وزن استرينگ مي‌باشد.

۲-۲-۲- تشريح مراحل (تكنيكهاي) حفاري ضربه‌اي

اصول كار حفاري ضربه‌اي كابلي بر سه مرحله خلاصه مي‌شود: ابتدا كندن زمين و خرد كردن مواد كنده شده با ضربات متوالي مته. دوم خارج كردن مواد كنده شده توسط گل كش و سوم لوله گذاري جدار چاه.
براي حفاري يك حلقه چاه ابتدا بايد محل استقرار دستگاه را مسطح و سپس دستگاه را در محل مستقر نمود. جاي چرخهاي كاميون يا چهار چرخ حامل دستگاه را قدري گود نموده تادستگاه در حين كار بطرف جلو يا عقب حركت نكند. بعد از تراز دستگاه بكمك دو عدد جك پيچي مستقر در زير شاسي در قسمت عقب دستگاه و در مجاورت چاهي كه بايد حفاري شود، دكل را بلند مي‌كنند، دكل بوسيله لوله‌هاي بلند (ميل مهار) كه به قسمت سر دكل و وسط آن پيچ مي شود به قسمت بالاي چهار چوب دستگاه مستحكم مي‌گردد تا تعادل خود را بهتر حفظ كند. چهار

رشته سيم بكسل از سر دكل به چهار گوشه يك مربع فرضي توسط چهار ميخ آهني بزرگ به زمين متصل مي شود و بدينوسيله دكل را مهار كرده تا از سقوط آن بهنگام اعمال نيروهاي اضافي و يا وزش بادهاي شديد جلوگيري شود.

تنظيم تراز دستگاه و دكل در حين انجام عمليات حفاري تا پايان كار توسط شل و سفت كردن اين سيم بكسلها صورت ميگيرد. براي شروع حفاري ابتدا يك چاه دستي بعمق تا يك متر كه مته بتواند در آن جا بگيرد حفر كرده و آنرا از آب پر ميكنند چند متر اول حفاري احتياج به مراقبت ويژه اي دارد زيرا با هر بار ضربه ، استرينگ تمايل دارد به يك پهلو سقوط كند و ضربه ها در يك نقطه فرود نمي آيند.

بايد دقت شود كه استرينگ در حالت آويزان كاملاً شاغول باشد. نگهداري استرينگ براي حفظ تعادل در بيرون از زمين به سختي و توسط نيروي دست (يك كارگر در بالاي دكل با دست بالاي رپساكت رانگه ميدارد) و يك حلقه آهني راهنما متصل به دكل كه استرينگ از درون آن عبور كرده صورت ميگيرد. راهنما مانع سقوط و يا تمايل استرينگ به يك طرف ميشود براي اعمال ضربه، حفار بايد كشش كابل استرينگ را طوري تنظيم كند كه وقتي استرينگ سقوط آزاد مينمايد، تمام وزن آن بر روي زمين قرار گرفته و كابل شل و يا آويزان نشود. در اين مرحله دور موتور و زمان رفت و برگشت خرك (بازوها) نسبت به جنس زمين توسط حفار باتجربه تنظيم مي گردد. در شروع حفاري، مته را با زمين مماس و كابل رادر حالت كشش قرار داده و سپس كلاچ حركت ضربه را درگير ميكنند. حدود۵ متر اول ضربه ها آرام و آهسته ميباشند. در لحظه فرود آمدن مته و برخورد به سطح زمين كابل بايد در كشش باشد و درهمان زمان با نيروي اعمال شده موتور ، از زمين بلند شود. لاستيكهاي بشقابي شكل سر دكل (لاستيك برج) به مانند يك فنر عمل مينمايد و با هر برخورد مته به ته چاه ضربه هاي شديد ناشي از سقوط آزاد استرينگ را كه به سرد كل وارد ميشود با جمع شدن خود خنثي ميكند. ضربه وارده از طرف استرينگ به زمين

موجب وارد شدن نيروي عكس العمل زمين و آزاد شدن نيروي ناشي از جمع شدن و فشردگي لاستيكهاي بشقاب مي‌شود. اين دو نيرو همزمان با نيروي كشش كابل ضربه باعث بلند شدن استرينگ از كف چاه مي‌شود.
اگر چنانچه لاستيكهاي برج در سردكل خاصيت ارتجاعي خود را از دست بدهند و تعويض نگردند، فشار وارده بر قرقره سردكل سبب خراب شدن سريع بوش برنجي داخل قرقره و شافت مربوطه شده، عمر كابل كم و ارتعاشات وارده به دكل و دستگاه منجر به آسيبهاي جدي مي‌گردد.
دستگاه حفاري كابلي در زمينهاي آبرفتي غير ريزشي با دانه بندي ريز تا متوسط غير يكنواخت بهترين راندمان و در زمينهاي سنگي كارآئي خيلي كمي‌دارند. براي حفاري در اينگونه زمينها از مته با پيشاني تيغه متقاطع ضربدري يا اصطلاحاً دو تيغه استفاده مي‌شود.
در زمينهاي آبرفتي غير يكنواخت كه ازمخلوط تخته سنگ يا قطعات نسبتاً بزرگ سنگي و رسوبات نرم ريز دانه تشكيل شده‌اند، حفاري به سختي صورت مي‌گيرد و بهنگام برخورد به سنگهاي بزرگ مته از روي آن سرخورده از حالت شاغول خارج و تمايل دارد زمين ريزدانه و نرمتر راحفاري كند. در نتيجه بخشي از قطعه سنگ در داخل ديواره چاه قرارمي‌گيرد كه به آن سنگ بغل مي‌گويند.
براي صاف كردن ديوار چاه لازم است آنرا تا بالاي سطح تخته سنگ بوسيله قطعات خرده سنگ پر كنند و مجدداً شروع به حفاري نمايند.
تعداد ضربه‌ها در دقيقه و ارتفاع ضربه بستگي مستقيم به جنس زمين دارد.
با افزايش درجه سختي و استحكام زمين، طول ضربه كمتر و تعداد آن در دقيقه كاهش مي‌يابد. رابطه تعداد ضربه‌ها باطول آن بدين شرح است: ضربه بطول ۴۵/۷ سانتي متر به تعداد ۵۷ تا ۶۵ ضربه در دقيقه و براي طول ۵۶ سانتي متر تعداد ۵۰ تا ۵۷ ضربه و براي طول ۸۱/۳ سانتي متر تعداد ۴۳ تا ۵۰ ضربه و طول ۱۰۲ سانتي متر به تعداد ۳۵ تا ۴۳ ضربه در دقيقه.
براي اخذ بهترين بازده حفاري لازم است بين سرعت چرخش موتور و تعداد ضربه با كشيدگي كابل ضربه و سقوط ناشي

از تاثير قوه جاذبه كه همان نيروي وزن استرينگ مي‌باشد، هماهنگي برقرار گردد. يادآوري مي‌گردد بهنگام حفاري در بخش خشكي و قبل از رسيدن به سطح آب، مي‌بايد مرتباً در چاه آب ريخته شود. در زمينهاي ريزدانه و سست اگر آب را از بالا در داخل چاه بريزيم باعث شسته شدن و ريزش ديواره‌ها مي‌گردد. بنابراين در چنين موقعي بايد آب را درون گل كش ريخته و سپس درته چاه تخليه نمائيم.
حفاري آنقدرادامه مي‌يابد تا مقدار گل شل بوجود آمده آنقدر زياد شود كه حركت بالا و پايين شدن مته نياز به قدرت اضافي موتور داشته باشد. دراين موقع حفاري متوقف و بعد از خارج كردن ابزار حفاري از داخل چاه، گل كش را وارد چاه نموده و اقدام به گل كشي مي‌نمايند. معمولاً بعد از يك متر حفاري ابزار استرينگ را از چاه، خارج و نسبت به گل كشي اقدام مي‌شود.

۲-۲-۳- شناخت ابزار مانده يابي (Fishing)

در سيستم حفاري ضربه‌اي كابلي ممكن است لوازم حفاري به علت پاره شدن كابل، باز شدن روزه‌ها و يا شكستن قطعات، در رفتن و سقوط در چاه بماند و براي خارج كردن آنها نياز به لوازم و ابزار خاصي باشد. به علت شباهت عمل گرفتن لوازم مانده در چاه با عمل ماهيگيري نام اين عمليات را ماهيگيري (Fishing) و به وسايلي كه اين كار را انجام بدهد (Fishing Tools) گويند. اين وسايل شامل روپ ساكت باب كاك و كشوئي فنردار، استم و جار فيشينگ، چنگك دو شاخه زبانه دار، چنگك نيزه‌اي و لوله لقمه دار است. چنانچه گل كش از كابل جدا شده و در چاه مانده باشد، از فيشينگ چنگكي دو شاخه و يا نيزه‌اي استفاده مي‌گردد.

روپ ساكت باب كاك

شبيه روپ ساكت معمولي است وليكن سقف محوطه داخلي آن كه محل تماس با سر ماندرل است كونيك نبوده و تخت مي‌باشد كه به علت وجود اصطكاك، ماندرل داخل آن نمي‌چرخد تا بدنيوسيله ابزار فيشينگ نيز چرخش نداشته باشد. زيرا براي گرفتن قطعه مانده در چاه مي‌بايد تا

جائیکه ممکن است فیشینگ چرخش نداشته و به همان وضعیت ثابت روي قطعه برود.

جار فیشینگ

جارفیشینگ نیز شبیه جار معمولي است ولیکن طول آن حدود ۳/۵ متر بوده و مقدار آزادي عمل دو حلقه تقریباً ۱/۵ متر میباشد تا نیروي عکس العمل قوي تري رو به بالا داشته باشد.

جار فیشینگ در زیر استم قرار میگیرد و ابزار فیشینگ به زیر آن بسته مي شود. در مواردیکه لوازم حفاري در چاه گیر کرده باشد، براي مثال قلوه سنگ و شن روي سر مته ریخته باشد و یا بدلیل بي دقتي حفار چاه کمي انحراف پیدا کرده باشد، نیاز به اعمال نیروي کششي براي خارج نمودن وسایل از چاه است. یك راه براي این کار جارز معکوس میباشد. اگر چنانچه کابل پاره نشده باشد با جار متصل به استم ضربههاي متوالي رو به بالا توسط دنده ضربه وارد و استرینگ آهسته آهسته رو به بالا حرکت میکند تا بتواند قطعات سنگهاي ریخته شده روي مته را در اثر فشار وارده، در داخل دیواره زمین فرو کند و یا آنرا خرد نماید تا سرانجام مته و بقیه اتصالات آزاد گردد.

استم فیشینگ

کوتاهتر از استم معمولي بوده و طول آن حداکثر ۳ متر است که به بالاي جار فیشینگ و زیر رپساکت بسته میشود.

لوله اصطکاکي

لوله اي تو خالي که داخل آن کونیك و عاج دار است. آنرا به زیر جار میبندند و چنانچه بتوانند ابزار مانده در چاه را به درون آن هدایت کنند با ضربه زدن توسط جار فیشینگ قطعه را محکم گرفته و سپس آنرا از چاه خارج میکنند.

فيشينگ فنردار لوله‌اي

اين ابزار بشكل لوله‌اي بقطر ۷ اينچ و ارتفاع ۱/۲ متر مي‌باشد كه يك سر آن رزوه نر دارد و به جار فيشينگ بسته ميشود. در داخل لوله و نزديك به دهنه پايين آن تعداد چهار قطعه صفحه آجدار وجود ارد كه به يك فنر قوي لوله‌اي شكل در قسمت بالا متصل مي‌باشد. از اين فيشينگ براي گرفتن رپساكت، استم و يا مته استفاده مي‌شود.

چنگك زبانه دار و فيشينگ نيزه‌اي براي گرفتن كابل پاره شده وافتاده در چاه و يادسته گل كش گير افتاده به كار مي‌رود. طرز عمل چنگك بدين صورت است كه وقتي دسته گل كش و يا كابل در بين دو شاخه آن قرار گرفت، با فشار دادن آن به سمت پايين زبانه بالامي‌رود وقتي دو شاخه به اندازه كافي پايين رفت زبانه برگشته و در جاي اول قرارمي‌گيرد. كابل حفاري نيز وقتي پاره شود و به داخل چاه سقوط نمايد بصورت كلاف تقريباً در هم ريخته و انباشته رويهم بالاي استرينگ قرارمي‌گيرد. در اين حالت چنگك به همان صورت قبلي عمل مي‌نمايد. البته براي گرفتن كابل، فيشينگ نيزه‌اي بهترعمل مي‌كند.

در صورت موجود نبودن فيشينگ فابريك حفاران بوسيله يك تكه لوله ۸ و يا ۱۰ اينچ و تعدادي فنر شكسته اتومبيل، فيشينگ مي‌سازند. نحوه ساخت به اين صورت است كه در قسمت پايين لوله و روي بدنه چهار دريچه مستطيل به ابعاد حدود)1×4 سانتيمتر را با هوا برش بريده و در داخل هر دريچه يك عدد سر فنر ماشين را توسط يك محور آهني جوشكاري مي‌نمايند بطوريكه بتواند در داخل لوله بطرف بالا و پايين حركت كند. سر بالاي لوله را به كابل گل كش وصل كرده و يا به زير مته جوش مي‌دهند و آنرا به داخل چاه برده و قطعه مانده را به درون آن هدايت مي‌كنند. بدين ترتيب با حركت رو به پايين فيشينگ قطعات فنر ها رو به بالا حركت كرده و قطعه مانده از وسط آن عبور مي‌كند. بهنگام بالا كشيدن لوله فيشينگ سر لقمه‌ها به بدنه قطعه مانده چسبيده و در شيارهاي پله‌اي دور گلوي مته يا استم و يا رپساكت گير كرده و در نتيجه آنها را با خود بيرون مي‌آورد.

۲-۲-۴-اتخاذ پاره‌اي تدابير براي جلوگيري از بروز مشكلات در رابطه با حفاري

از لحظه دريافت تقاضا براي حفر يك حلقه چاه تا زمان انعقاد قرارداد و بهنگام اجراء عمليات نكات ذيل مورد توجه قرار گيرد:

- كنترل مدت اعتبار باقيمانده صلاحيت حفاري
- وجود پروانه حفر چاه و احراز مالكيت زمين و بلامعارض بودن حفاري با انجام تحقيقات محلي از همسايگان
- نوع كارفرما (حقيقي يا حقوقي) و محل تامين و پرداخت مبلغ قرارداد.
- بازديد ازمحل حفاري و بررسي‌هاي اوليه براي شناخت راه هاي دسترسي، امكانات محلي مثل فاصله مراكز تهيه مايحتاج غذائي، سوخت، آب و مواد مصرفي حفاري و گراول دور چاه، وسايل حمل و نقل سبك و سنگين جرثقيل، مراكز درماني، مخابرات و ... .
- شناخت وضعيت جغرافيايي و زمين شناسي محل براي تعيين چگونگي انجام كار و پيش بيني سختي يا سهولت انجام آن، زمان اجرا ومحاسبه هزينه‌هاي انساني، تداركاتي، آب و سوخت مصرفي و در نتيجه قيمت تمام شده بمنظور ارائه قيمت حفاري به كارفرما. شرايط آب و هوائي مثل سرما، گرما، بارندگي و باد و طوفان بطورمستقيم بر راندمان كار و بالا رفتن هزينه‌ها موثر مي‌باشد. راه‌هاي خاكي در مواقع بارندگي غير قابل تردد شده موجب توقف علميات ميشود.
- تعيين بعضي شروط براي همكاري كارفرما با پيمانكار در متن قرار داد براساس نتايج بررسي‌هاي فوق الذكر
- تعيين نماينده‌اي از طرف كارفرما و انجام كليه امور با اطلاع و تاييد كتبي او. اين مورد را خيلي جدي بگيريد زيرا درمواقع حساس بسيارموثر و مشكل گشا خواهد بود.

هرگز در عقد قرارداد، شروع به كار و اجراي عمليات تعجيل ننمائيد. صبر و حوصله در انجام امور براساس

نظم و ترتيب و رعايت مفاد قرارداد، شما را از مراجعه به دادگاه و صرف هزينه و اتلاف وقت و درگيريهاي عصبي حفظ مينمايد. اگر مدارك مثبته قوي و محكمه پسند نداشته باشيد، به حق و حقوق خود نخواهيد رسيد. مطالبات خود را مرحله به مرحله متناسب با پيشرفت كار و شروط قرارداد دريافت نمائيد. گاهي اوقات بُعد مسافت، گرفتاري و مشغله زياد باعث ميگردد شما از خير وصول طلب خود بگذريد.

حفاري در زمينهاي غيريكنواخت

در حفاري زمينهاي ناهمگن بصورت مخلوط رسوبات ريزدانه تا درشت دانه همراه با قطعات پراكنده تكه سنگهاي بزرگ ميبايد دقت شود كه چاه كج نگردد. هنگاميكه مته حفاري به كناره سنگ بزرگ برخورد كند و خصوصاً چنانچه اين سنگ از نوع حمل شده آبرفتي با سطوح گرد شده صيقلي باشد، مته از روي آن سرخورده و متمايل به حفاري رسوبات نرمتر ميگردد. در اين موقع لازم است بار روي مته راكم نموده و با ضربات آهسته و با طول كوتاه و صرف وقت كافي مبادرت به حفاري گردد. اگر حفار دقت كافي ننمايد بعداز خاتمه حفاري در ديواره چاه بيرون زدگي سنگ بغل مانع لوله گذاري چاه ميگردد.

براي رفع چنين مشكلي لازم است چاه را تا بالاي محل سنگ بغل پر نمايند. البته لازم است به اندازه ضخامت سنگ بغل از قطعات سنگ با سختي مشابه و يا كمي سختتر از سنگ بغل براي پر كردن چاه استفاده و مجدداً اقدام به حفاري نمود.

لازم به توضيح است كه در حفاري ضربه اي كابلي، حفار از طريق گرفتن كابل حفاري در دست به اطلاعات مهميدر رابطه با جنس زمين در حال حفاري، وجود ريزش، لحظه برخورد به آب و عوض شدن لايه ها موقع مناسب براي اضافه كردن طول كابل ضربه (بار دادن) چرخش يا عدم چرخش استرينگ و زمان گل كشي پي ميبرد. ضمناً ميبايد شاغول بودن چاه را مرتباً با كنترل كردن قرارگيري كابل ضربه درمركز سطح مقطع دايره چاه، زير نظر داشته باشد.

براي ديدن وضعيت ديواره ها و درون چاه و نحوه عمل

استرينگ تا قبل از برخورد به سطح آب، از آئينه ونور آفتاب استفاده مي‌گردد. چنانچه چاه قائم حفاري نشده باشد و انحراف در قسمت خشكي به وجود آمده باشد، سطح آب به شكل يك صفحه كامل دايره‌اي ديده نمي‌شود. شدت انحراف چاه با كسر قرص آب نسبت مستقيم دارد بطوريكه در بعضي مواقع انحراف در بخش خشكي بقدري شديد است كه ممكن است قرص آب در چاه ديده نشود.

حفاري در رسوبات ريزدانه شولاتي

اگر چنانچه جنس رسوبات از سطح زمين ريزدانه باشد، لازم است كه ۶ متر اول چاه را با قطر ۲۰ تا ۲۲ اينچ حفاري نموده و براي محافظت ديواره چاه درمقابل ضربه‌هاي ناشي از برخورد استرينگ و سرمته متصل به آن به هنگام داخل و خارج شدن و جلوگيري از ريزش و گشاد شدن بيش از حد دهانه چاه لوله فولادي محافظ به قطر ۱۸ اينچ كار گذاشته شود. براي صرفه جويي در هزينه‌ها اين لوله مي‌تواند كم ضخامت دست دوم باشد. زمينهاي ماسه‌اي آبدار بهنگام حفاري ريزش نموده و شدت ريزش به ميزان آب موجود در بين دانه‌ها و فشار ناشي از وزن لايه‌هاي فوقاني بر روي سفره آبدار بستگي دارد.

زمينهاي مخلوط شن و ماسه شسته به دليل نبود رسوبات ريزدانه كه نقش سيمان را ايفا كند بهنگام حفاري ريزش مي‌نمايند. لذا خاك رس را به صورت گلوله درست كرده و به داخل چاه مي‌اندازند. رس در اثر ضربات مته به درون فضاهاي بين دانه‌ها وارد شده سبب استحكام زمين و جلوگيري از ريزش مي‌شود. در صورتيكه ريزش شديد باشد مي‌بايد ادامه حفاري توام با لوله گذاري صورت گيرد.

براي اينكار ابتدا يك عدد كفشك (shoe) در لبه دهانه لوله پيشرو جوش مي‌دهند تا لبه تيز آن به نفوذ راحت تر لوله در زمين كمك و از جمع شدن دهانه لوله جلوگيري نمايد. قطر مته را مي‌بايد به اندازه‌اي نمود كه مماس با ديواره داخلي لوله جدار حركت كند.

در زمينهاي شولاتي ماسه‌اي و سيلتي بايد سعي شود تا جائيكه امكان دارد گل كشي از چاه كمتر صورت گيرد زيرا تخليه چاه باعث مي‌گردد تا فشار هيدروستاتيك

درون لايه آبدار باعث ريزش شديدتر لايه‌ها به درون چاه شود. بايد سعي كرد با سست كردن زمين كمك به پايين رفتن لوله جدار نمود.
چنانچه لوله در اثر وزن خود پايين نرود، بايد از چكش لوله كوب استفاده كرد. بعد از آنكه لوله در اثر ضربه پايين نرفت مواد حفاري شده درون آنرا با گل كش تخليه و مجدداً مته راداخل لوله نموده و حفاري ادامه مي‌يابد. براي آنكه بتوان استرينگ راداخل لوله نمود، لازم است كه شاخه‌هاي لوله را به ۳ متر يا كوتاهتر تبديل كنيم تا ارتفاع لوله در بيرون زمين به همراه ارتفاع استرينگ كه جمعاً حدود ۱۲ متر مي‌گردد از ارتفاع دكل كمتر باشد.
با توقف ريزش زمين ديگر نيازي به لوله گذاري توأم با حفاري نمي‌باشد. در اينصورت حفاري تا عمق مورد نظر در داخل لوله جدار كار گذاشته شده ادامه يافته و در خاتمه كار لوله جدار اصلي بقطر ۲ اينچ كمتر در قسمت پايين و بدون لوله كار گذاشته مي‌شود. البته حدود يك متر از اين لوله بايد در داخل لوله قبلي بصورت تداخلي قرار گيرد تا نصب پمپ بهره برداري در چاه با مشكل مواجه نشود. قطر لوله‌ها با توجه به مشخصات پمپ و قطر آن و عمق نصب انتخاب مي‌گردد.
معمولاً قطر لوله جدار در چاه‌هاي بهره برداري ۱۲ اينچ مي‌باشد و در چاههائيكه در زمينهاي ريزشي حفاري مي‌گردند بهتر است قطر لوله جدار اول ۱۶ اينچ و قطر لوله جدار اصلي ۱۲ اينچ باشد. لوله‌هاي جدار كه بايد با ضربه چكش به درون زمين رانده شوند بهتر است كه از نوع لوله‌هاي بدون درز مانيسمان به ضخامت حداقل ۷ ميلي متر انتخاب شوند و جوشكاري قطعات به يكديگر بگونه‌اي باشد كه شدت ضربات وارده سبب شكستن جوش و قيچي كردن لوله‌ها نشود. اگر تمامي‌سفره آبدار، وضعيت شولاتي داشته باشد، مي‌توان مقداري از لوله را مشبك نموده و لوله جدار اصلي داخلي را بطور سرتاسري از سطح زمين تا ته چاه نصب و بين دو لوله را شن ريزي كرد. در اين حالت بهتر است اختلاف قطر دو لوله با يكديگر حداقل ۶ اينچ باشد تا عمل گراول پك بهتر صورت

گيرد.
بايد توجه شود خارج كردن لوله‌هايي كه با نصب كفشك (شو Shoe) و با ضربه در چاه كار گذاشته شده‌اند بسيار مشكل و تقريباً غير ممكن است زيرا قطر بيروني كفشك حدود دو سانتي متر از قطر بيروني لوله بيشتر بوده و در نتيجه لبه پله مانندي درست مي‌نمايد كه به هنگام حركت لوله رو به بالا در ديواره چاه فرو رفته و مانع حركت لوله بطرف بالا مي‌گردد.

حفاري در زمينهاي با لايه‌بندي متفاوت

چنانچه در حين حفاري زمينهاي آبرفتي و دراعماق زمين به لايه سنگ جوش برخورد شود و حفاري گمانه اوليه بامته قطر كم انجام شده باشد ، لازم است قطر مته را متناسب با قطر نهايي چاه بزرگ نماييم به نحوي كه لوله جدار به راحتي از درون حفره حفاري شده عبور كند در غير اين صورت تراش و برقوچاه در اين قسمت بسختي و گاهي غير ممكن خواهد بود. معمولاً در حفاري يك حلقه چاه ابتدا چاه گمانه به قطر ۱۰ تا ۱۲ اينچ حفاري مي‌گردد و سپس قطر مته را با جوشكاري توسط دور مته به اندازه مورد نظر ۱۶ يا ۱۸ اينچ تبديل و مبادرت به تراش يا برقو چاه مي‌نمايند. در اين روش سرعت پيشروي حفاري بيشتر از وقتي است كه چاه را از اول با قطر ۱۶ يا ۱۸ اينچ حفاري نمايند. قطر مته دائماً بايستي كنترل شود تا چنانچه در اثر سايش كوچك شده باشد، مجدداً با جوشكاري اصلاح گردد.

حفاري در زمينهاي قلوه سنگي شسته

چنانچه جنس زمين از قطعات سنگهاي درشت گرد شده رودخانه‌اي و يا سيلابي تشكيل شده باشد، به دليل عدم سيمانتاسيون و در اثر ارتعاشات ناشي از ضربه‌هاي وارده به زمين و فشار آب درون لايه، سنگها ريزش مي‌نمايند. گاهي مواقع ممكن است در چند متر اول ريزش نكنند، وليكن در حين ادامه حفاري بر روي ابزار حفاري ريزش كرده و باعث گير افتادن آنها در زمين شوند. براي حفاري در چنين زمينهايي ازمته بقطر كوچك مثلاً ۱۲

اينچ و يا نصب لوله جدار موقت بقطر ۱۶ تا ۱۸ اينچ و ادامه حفاري در درون لوله استفاده مي‌گردد. در زمينهاي قلوه سنگي درشت ريزشي، قطر حفاري بدست آمده معمولاً تا چند اينچ بزرگتر از قطر مته مي‌باشد.
به محض توقف ريزش، عمل لوله گذاري متوقف و بقيه چاه بصورت معمول حفاري مي‌گردد. در خاتمه بعد از آنكه سر تا سر چاه با لوله جدار دائم مثلاً ۱۲ اينچ تجهيز گرديد، لوله جدار موقت را مي‌توان از زمين خارج نمود.
بطور كلي در زمينهاي ريزشي، ضربه‌ها كوتاه و سرعت حفاري (تعداد ضربه‌ها در دقيقه) كم مي‌باشد.

۲-۲-۵-محاسن و معايب حفاري كابلي

دستگاه‌هاي حفاري ضربه‌اي كابلي داراي ساختمان ساده‌اي بوده بطوريكه بازسازي قطعات و تعميرات آن به راحتي در هر مكاني عملي است. براي مثال در دوران جنگ تحميلي كه مشكلات اقتصادي سبب بروز كمبود هايي در زمينه لوازم پيشرفته وارداتي، دانش فني و تخصص در كشور شده بود، دستگاه‌هاي حفاري ضربه‌اي بخوبي به كار خود ادامه دادند و مشكلات آنها به راحتي توسط صنعتگران داخلي بر طرف ميشد.
اين دستگاه‌ها كارآئي خيلي خوبي در زمينهاي آبرفتي دارند و بجز در سنگهاي يكپارچه سخت و لايه‌هاي شيبدار، در ساير زمينها بخوبي حفاري مي‌نمايند. در زمينهاي سست رسوبي ريزدانه سيلتي و ماسه‌اي كه به دليل عدم سيمانه شدن، در زير سطح آب ريزش مي‌نمايند، حفاري به كندي و با زحمت از طريق نصب همزمان لوله و حفاري در داخل آن صورت مي‌گيرد كه حفاري اين قبيل زمينها با دستگاه دوّاري سريعترو راحت تر است.
هزينه سرمايه گذاري اوليه خريد دستگاه، هزينه‌هاي استهلاك، تعميرات و لوزام يدكي و هزينه‌هاي جاري شامل هزينه‌هاي مصرفي، حمل و نقل و نيروي انساني بسيار كمتر از انواع دستگاه‌هاي دوّاري است.
سطح برخورد به آب و تغيير لايه‌ها از طريق لمس كابل ضربه و تغييرات سرعت حفاري به راحتي قابل تشخيص است. دقت نمونه گيري با تقريب كمتر از نيم متر به راحتي

مقدور مي‌باشد. از معايب اين روش، نصب لوله جدار موقت در رسوبات شولاتي و راندن لوله با نيروي ضربه چكش به درون زمين است كه چون نمي‌توان پشت لوله را شن ريزي نمود، بر روي آبدهي و عمر چاه تاثير منفي دارد. ميزان آب مصرفي حفاري بسيار كمتر از روش دوّاري مي‌باشد. دقت بالادر اخذ اطلاعات كيفي سفره آب با برداشت نمونه آب در اعماق مختلف و تعيين فشار استاتيك لايه‌هاي مختلف با اندازه گيري مرتب روزانه سطح آب ميسر است.
حفاري چاه‌هاي اكتشافي در رسوبات نيمه تحكيم يافته و امكان اندازه گيري سطح ايستابي و آزمايش پمپاژ لايه‌هاي منفرد توسط دستگاه‌هاي ضربه‌اي كابلي بر ساير دستگاه‌ها ارجحيت دارد.

۲-۲-۶- مديريت و برنامه‌ريزي پرسنلي و تجهيز كارگاه

قبل از اعزام دستگاه حفاري به محل مي‌بايد از وضعيت راههاي دسترسي، آماده بودن محل حفاري، نبود موانع احتمالي فيزيكي و يا غيرفيزيكي مثل اختلافات محلي و يا وجود معارض اطمينان حاصل شود .
شناخت امكانات يا كمبود هاي منطقه، ميزان همكاري كارفرما و يا مقامات محلي مي‌تواند به درست و بموقع انجام شدن كارها كمك شاياني نمايد.
بررسي وضعيت مرخصي پرسنل اجرائي عامل تعيين كننده‌اي در انجام بموقع تعهدات خواهد داشت. بررسي نحوه تامين بموقع سوخت، آب مورد نياز حفاري و مايحتاج خوراكي چگونگي انجام تداركات و تردد لازم و ضروري است.
بازديد فني قسمتهاي مختلف دستگاه مخصوصاً كابلها و كلاج و اطمينان از سلامت آنها، پيش‌بيني ارسال يك سري لوازم و قطعات مصرفي تسمه‌هاي قسمتهاي مختلف، بابيت و سيم جوش، فيلتر و روغن موتور و مقداري انواع پيچ و مهره، تهيه لوله جدار موقت براي زمينهاي ريزشي و يا مته مخصوص سنگ و ارسال به محل همزمان با اعزام دستگاه حفاري كنترل و پيگيري انجام امور حفاري طبق مشخصات فني و مندرجات پروانه حفر چاه و دستورات كتبي ناظر و جلوگيري از وقوع هر گونه تخلف توسط افرا

ذينفع از سوي كارفرما ويا پرسنل اجرائي.
نظارت و پيگيري بر انجام بموقع تعهدات كارفرما از قبيل پرداخت مبالغ مندرج در قرار داد.
ضمناً ضرورت دارد با توجه به جنس زمين و مشخصات حفاري و شرايط كار، مبلغي ما به التفاوت حقوق و مزايا به عنوان پاداش و يا تشويق، قبل از شروع كار به تيم اجرائي وعده داده شود.

۲-۳- روش حفاري دوراني (Rotary Drilling)

در روش حفاري ضربه اي كابلي بروز بعضي مشكلات كه مانع اجراى حفاري و يا ادامه آن مي‌گرديد سبب شد تا روش متفاوتي براي حفاري ابداع گردد. مهمترين مشكل در روش قديمي، وقوع ريزش لايه هاي زمين و يا برخورد به طبقات سنگي يكپارچه بود كه مانع ادامه حفاري و يا توقف عمليات و بي نتيجه ماندن تلاشها و سرمايه گذاري مي‌گرديد.
طولاني شدن زمان انجام حفاري و تقاضاهاي روز افزون براي حفر چاه و جوابگو نبودن متقاضيان به علت محدوديت تعداد دستگاه ها، صنعتگران را بر آن داشت تا روش نويني براي حفاري ابداع نمايند.
در روش حفاري دوراني (Rotary) اساس كار بر چرخش سرمته هاي مخصوص و خارج نمودن همزمان سنگهاي خرد شده از چاه در حال حفاري پايه ريزي شده است. لوله هاي حفاري (Drill Pipe) كه حفاران اصطلاحاً به آن سوزن حفاري مي‌گويند، سرمته را مي‌چرخاند و همزمان گل حفاري توسط پمپ گل از طريق سوزنها ي حفاري و سوراخهاي سرمته به داخل چاه در حال حفاري تزريق و ضمن خنك كردن سر مته و نگهداري ديواره چاه در مقابل ريزش، خرده سنگهاي حفاري شده را نيز با خود از چاه خارج مي‌كند. در اين روش حفاري از سيالهاي مختلف از قبيل آب، مخلوط رس و آب، هوا و كف استفاده مي‌شود كه هر كدام كارائي خاص خود را دارد.
در روش استفاده از هواي فشرده، ذرات حفاري شده (كاتينگCutting) با كمك جريان قوي باد از ته چاه تخليه

مي‌گردد. از اين روش براي حفر چاههاي كم قطر و كم عمق معدني استفاده مي‌گردد.
در حفاري چاه هاي آب از هواي فشرده در راه اندازي چكش حفاري براي اعمال ضربه مستقيم بر مته و كف چاه همراه چرخش همزمان سوزنها استفاده مي‌شود. در اين روش سرعت حفاري در تشكيلات سخت بسيار بالا بوده و خطرات ناشي از حفاري در لايه‌هاي شيبدار و شكسته به حداقل مي‌رسد.
براي حفاري چاه هاي با قطر زياد در سازندهاي ريزشي درشت دانه يا ريزدانه از روش حفاري با جريان معكوس آب استفاده مي‌شود. آب حفاري ازدهانه چاه در حد فاصل ديواره جدار وبدنه سوزنهاي حفاري به آرامي‌وارد و درانتهاي چاه به همراه قطعات سنگها ومواد حفاري شده از درون سوراخهاي مته به درون سوزنها مكيده شده و در بالاي چاه به درون حوضچه رسوب گير تخليه مي‌گردد.

۲-۳-۱- شناخت دستگاه حفاري دوراني مكانيكي

دستگاه حفاري دوراني مكانيكي (دوّاري Rotary) با چرخش لوله‌هاي حفاري (سوزن) (Drill Pipe) توسط يك ميز دوّار (Rotary Table) و سرمته متصل به آن زمين را كنده و خرده سنگها (كاتينگ) توسط مايع حفاري از چاه خارج مي‌شود.
اين نوع روش حفاري بعد از روش خيلي قديمي ضربه‌اي كابلي ابداع گرديد و بعداً با گذشت زمان و كسب تجربه توسط دست اندركاران با اختراع روشهاي جديدتر پيشرفت و تحولي در دنياي حفاري بوجود آمد بطوريكه امروزه چاههائي تا عمق ۱۲۰۰۰ متر حفاري شده است.

اجزاء اصلي دستگاه حفاري دوراني مكانيكي

اجزاء دستگاه حفاري را بر روي كفي تريلر و يا مستقيماً روي كاميون نصب مي‌كنند. قدرت حفاري دستگاه تابع قدرت كلاجها، وينچ، ميز دوّار، دكل و پمپ گل مي‌باشد و قدرت اين وسايل نيز تابعي از اندازه و وزن آنها است. لذا دستگاههاي كوچك كه تا عمق ۱۵۰ متر بقطر ۱۸ اينچ حفاري مي‌نمايند بر روي يك كاميون ۶ چرخ قابل نصب مي‌باشند.
دستگاه‌هاي بزرگتر بر روي كاميون ۱۰ چرخ و يا قويتر

نصب مي‌شوند.
با بررسي‌هاي بعمل آمده توسط حفاران و سازندگان ايراني مشخص گرديد كه اقتصادي‌ترين وسيله براي نصب دستگاه با قابليت جابجايي آسان و كم هزينه، كفي تريلر و يا كمرشكن مي‌باشد. زيرا با يك دستگاه اسب تريلي مي‌توان دستگاه حفاري و تريلر حامل سوزنها و لوازم حفاري را جابجا نمود.
شركتهائي كه چند دستگاه حفاري دارند، با خريد يكدستگاه اسب يدك كش و استخدام يك راننده امور حمل و نقل خود را انجام مي‌دهند و سرمايه خود را با خريد كاميون براي هر دستگاه راكد نمي‌كنند.
در مواقعيكه مالك يك يا دو دستگاه داشته باشد مي‌تواند از يدك كش اجاره‌اي استفاده نمايدو درهزينه سرمايه گذاري اوليه براي خريد يك دستگاه يدك كش و استخدام راننده، هزينه استهلاك ، لوازم يدكي و تعميرات و غيره صرفه جويي نمايد.

دستگاه مولد نيرو

براي راه اندازي دستگاه و پمپ گل از يكدستگاه موتور ديزل باقدرتهاي متفاوت استفاده مي‌گردد. در دستگاه‌هاي كوچك از موتور ۱۷۵ اسب و در دستگاه‌هاي بزرگ از موتورهاي ۲۵۰ اسب استفاده مي‌شود.
در انواعي كه بر روي كاميون نصب شده‌اند، نيروي محركه مورد نياز راه اندازي دستگاه توسط گاردان از موتور كاميون گرفته مي‌شود.

گيربكس يا جعبه تقسيم نيرو

نيروي موتور توسط گاردان به يك گيربكس بنام گيربكس وسط يا جعبه تقسيم منتقل و بصورت سه خروجي از آن گرفته مي‌شود خروجي اول براي به حركت در آوردن پمپ گل ،خروجي دوم براي به حركت درآوردن وينچ‌ها و سومي‌نيز براي حركت ميزدوار استفاده مي‌شود.

ميز دوّار

ميزدوّار از يك محفظه بسته پر از واسكازين درست شده است. درون آن يك چرخ دنده بزرگ (Crown weel) متكي به بلبرينگ قرار گرفته و بوسيله يك دنده كوچكتر (پينيون Pinion) كه شافت آن به گاردان متصل مي‌شود به گردش در مي‌آيد . در وسط ميز كه بشكل لوله مي‌باشد دو تكه آهني كه فضاي خالي چهار گوش در وسط كه اصطلاحاً سنگ كلي ناميده مي‌شود، قرار دارد. كلي حفاري از وسط اين چهار گوش عبور كرده كه در نتيجه چرخش دنده بزرگ به دور خود مي‌چرخد. سرعت چرخش ميز توسط حفار قابل تغيير و كنترل است. ميز دوار در روي شاسي دستگاه و در زير دكل نصب مي‌گردد و مي‌تواند كاملاً در جاي خود ثابت باشد و يا اينكه براي سهولت لوله گذاري جدار چاه آنرا از طريق باز كردن پيچهاي تثبيت كننده درحول لولاي مربوطه جابجا نمود.

ميز دوار با لوله وسط آن بقطر ۸ اينچ تا ۲۰ اينچ در دستگاه‌هاي حفاري آب استفاده مي‌شود. لذا در انواعي كه بعد از برداشتن سنگ كلي قطر لوله آن از ۱۲ اينچ بيشتر باشد در موقع لوله گذاري نيازي به جابجائي ميز نمي‌باشد. بدليل وقت گير بودن جابجائي ميز، حفاران ترجيح مي‌دهند از ميزهاي با قطر بزرگ استفاده كنند تا بهنگام نصب لوله‌هاي جدار نيازي به جابجايي آن نباشد.

آچار سوزن بازكن

آچار سوزن باز كن از يك دسته بلند كه در يك سرآن تعداد ۳ يا ۴ قطعه كه مجموعاً دايره‌اي ميان تهي را بوجود مي‌آورند تشكيل شده است. در سطح ديواره داخلي اين قطعات تكه‌هايي از فولاد آجدار بنام خار تعبيه شده است. براي باز كردن سوزن، وزنه، استابليزر و يا مته ميتوان آچار سوزن باز كن را به دور قطعه قرار داده و دسته آنرا بوسيله جك يا سيم بكسل جابجا نمود تا قطعه باز شود.

وينچ‌ها (winches)

وينچ ها متشكل از دو قرقره اصلي كشش (وينچ دو قلو) بنامهاي وينچ كلي و وينچ لوله گذاري و يك وينچ كمكي بنام قرقره بيلر يا گل كش بوده و نيروي چرخشي آنها

به وسیله گاردان منشعب از جعبه دنده تقسیم (گیربکس وسط) تأمین می گردد. وینچ لوله گذاري براي بالا و پایین نمودن سوزنهاي حفاري داخل چاه و همچنین لوله گذاري جدار چاه میباشد و سیم بکسل آن به طول ۱۴۰ متر و قطر ۲۰ میلیمتر است. وینچ گلکش داراي سرعت دوران زیاد ولي قدرت کمتري نسبت به قرقره اصلي است و براي انجام کارهاي سرعتي مثل سنبه زني در چاه و جابجایي وسائل سبك استفاده میشود. محل قرار گیري آن معمولاً در بالاي وینچ هاي اصلي و یا در جلوي آنها میباشد. طول کابل معمولاً ۱۵۰ متر و قطر آن ۱۴ میلي متر است. گیربکس وینچ داراي چهار دنده جلو و یك دنده عقب میباشد.

دکل (Derrick)

دکل دستگاه معمولا از لولههاي بدون درز با قطر ۳ اینچ و به ارتفاع متوسط ۱۵ متر ساخته میشود. مشخصات دکل میباید با قدرت سایر قسمتهاي دستگاه هماهنگي داشته و همه اینها براساس برنامهریزي اولیه براى ساخت دستگاه با قدرت حفاري تعریف شده، طراحي و ساخته میگردد.

کلیه کابلها از روي پولي هاي سردکل عبور کرده و حائل نگهدارنده کلي، سوزنها، وزنه و لولههاي جدار میباشد. دکل بوسیله دو عدد جك تلسکوپي هیدرولیکي بالا و پایین میشود.

در سردکل کلاً ۱۲ عدد قرقره براي عبور کابلها شامل دو عدد قرقره بیلر، چهار عدد قرقره قلاب لوله گذاري و شش عدد قرقره کلي نصب شده است.

جكهاي تراز

تراز دستگاه توسط جکهاي هیدرولیکي صورت میگیرد.

دو عدد جک در قسمت عقب دستگاه و یك تا دو عدد نیز در قسمت جلو نصب شده است. جکهاي جلو میتوانند از نوع پیچشي و یا لولهاي سوراخ دار باشد. جهت تحمل نیروي زیاد وزن دستگاه در قسمتي که دکل قرار دارد بعد از انجام تراز دستگاه از دو عدد جك پیچي قوي استفاده میشود.

پمپ گل (Mud PumP)

جهت به گردش در آوردن گل حفاري در داخل سوزنها و

خارج نمودن خرده سنگهاي حفاري شده (كاتينگ Cutting) از درون چاه نياز به پمپ تزريق گل (Mud PumP) مي‌باشد. حداكثر قطر چاه بستگي به حجم گل حفاري تزريق شده در چاه يا بعبارتي به قطر لاينر يا بوش و حداكثر عمق چاه به مقدار رفت يا برگشت كورس پيستون در درون لاينر كه معرف فشار است، بستگي دارد.

انواع پمپهاي گل دوسيلندر دو طرفه (Double Acting) كه در جهت رفت و برگشت عمل مي‌كند و سه سيلندر يكطرفه (Single Acting) كه پمپ فقط در جهت رفت عمل مي‌كند، در دستگاه‌هاي حفاري استفاده مي‌شوند. پمپ‌هاي سه سيلندر سبكتر و كم حجم‌تر از پمپهاي دو طرفه بوده و تغييرات فشار خروجي آنها زياد نبوده و ارزانتر هستند.

پمپ‌هاي دو سيلندر دو طرفه داراي مزايائي به شرح ذيل هستند:

- قابليت تزريق سيالات حاوي قطعات جامد نسبتاً بزرگ همراه با مواد ساينده
- استهلاك كم، كاركرد ساده و نگهداري آسان
- قابليت كاركرد در محدوده وسيعي از حجم و فشار با تغيير قطر سيلندر وپيستون پمپ

مخزن ضربه گير (Surge Chamber) موجهاي فشاري ايجاد شده توسط پمپ گل را خنثي و جريان گل از پمپ را يكنواخت و ثابت نموده و اصطلاحاً از دل زدن جريان گل جلوگيري مي‌كند.

در مسير خروجي گل يك شير فشار شكن (Pressure Relief Valve) براي جلوگيري از اعمال فشار ناگهاني به لوله‌هاي انتقال گل و نتركيدن آنها بهنگام شروع به كار پمپ، نصب شده است.

شلنگ مكش گل به قطر ۴، ۶و يا ۸ اينچ به طول حدود ۶ تا ۹ متر بوده و در دهانه آن داراي يك سوپاپ مي‌باشد. در مواقع توقف پمپ وجود سوپاپ مانع از برگشت محتويات درون شلنگ به داخل حوض گل مي‌شود. اگر سوپاپ در دهانه شلنگ نباشد، شروع مجدد كار پمپ احتياج به هواگيري شلنگ دارد.

لوله خروجي از پمپ بعد از فشارشكن به دو شاخه تبديل مي‌شود. يك شاخه بوسيله يك شير يك ضرب به شلنگ ميكسر

براي درست كردن بنتونيت وصل مي‌شود و يك شاخه ديگر از طريق يك شير فلكه به لوله متصل به كلي ارتباط دارد.

	حداكثر كاركرد تعداد حركت پيستون ۱۰۰ بار در دقيقه تعداد دور فلكه پمپ ۴۶۸ دور در دقيقه			كاركرد عادي تعداد حركت پيستون ۶۳ بار در دقيقه تعداد دور فلكه پمپ ۲۹۷ دور در دقيقه		
نيروي لازم	حجم گل تزريقي		نيروي لازم	حجم گل تزريقي		حداكثر فشار گل تزريقي
اسب بخارHP	ساعت/مترمكعب	دقيقه/ليتر	اسب بخارHP	دقيقه/مترمكعب	دقيقه/ليتر	سانتيمترمربع/كيلوگرم
78	132.12	2202	49	83.22	1387	13
78	114.72	1912	49	72.24	1204	15
77	98.52	1642	48	62.10	1035	17
76	83.58	1393	48	52.68	878	20
76	69.84	1164	48	43.98	733	24
76	57.18	953	47	36.00	600	29
74	45.78	763	46	28.86	781	35.5
73	35.64	594	45.4	22.44	374	45
71	26.64	444	44.3	16.8	280	59
70	18.84	314	42.7	11.88	198	80

«عملكرد پمپ گل با ظرفيت‌هاي مختلف»

هرز گرد يا آبدزدك

لوله هرزگرد (Water Swivel=Swivel head) وسيله ارتباطي بين كلي گردان و شلنگ آورنده گل حفاري از پمپ مي‌باشد. در داخل آن رولبرينگ براي تحمل نيروي وزن مجموعه لوله‌هاي حفاري چرخشي قرار دارد و بوسيله كاسه نمدهاي فشار قوي عايق بندي شده است. گل حفاري از طريق اين لوله هرزگرد وارد كلي مي‌شود. در دستگاه‌هاي مدل پيشرفته جديد، كلي حذف شده و گل حفاري از طريق Top Drive وارد سوزنهاي حفاري مي‌شود و تجهيزات لازم براي چرخش لوله‌هاي حفاري در داخل آن نصب شده است

كلي (Drill Kelly)

كلي به يكي از سه شكل ۶ پهلو، ۴ پهلو و گرد در دستگاه‌هاي حفاري وجود دارد. بستگي به قدرت دستگاه و ارتفاع دكل طول آن از ۶ تا ۱۲ متر و ابعاد آن از ۸ تا ۱۴ سانتي‌متر متغير مي‌باشد. در نوع گرد آن سه شيار

طولي با فواصل منظم قرار دارد. قسمت فوقاني كلي بوسيله يك تبديل به هرزگرد متصل و داراي رزوه چپ گرد ماده مي‌باشد كه نري چپ گرد آبدزدك به آن بسته مي‌شود و قسمت پايين كلي رزوه نر راست گرد دارد كه تبديل يك سر ماده و يك سر نر به آن بسته مي‌شود. سر ماده سوزن حفاري به سر نر اين تبديل بسته مي‌شود. كلي از محفظه مياني ميز دوّار عبور مي‌كند و در نوع چهارگوش دو قطعه فولاد تخت كه اگر در روي ميز دوّار كنار هم قرار بگيرند يك فضاي مربع شكل به ابعاد كلي تشكيل مي‌دهند و باعث مي‌شوند كلي در اثر دوران ميز دوّار به دور خود بچرخد.

شلنگ‌ها

شلنگ هرزگرد يا شلنگ كلي از نوع فشار قوي دولاسيم با قدرت تحمل حداقل ۴۵ بار فشار است. قطر شلنگ ۲/۵ تا ۳ اينچ و طول آن حدود ۸ تا ۱۰ متر بوده و يك سر آن به لوله ثابت آورنده گل حفاري تزريقي پمپ گل و سر ديگر آن به هرزگرد متصل مي‌شود. وجود اين شلنگ باعث مي‌گردد كلي بتواند به راحتي بالا و پايين بشود.

شلنگ مكش گل حفاري از داخل حوضچه بنتونيت از يك طرف به لوله ورودي پمپ گل متصل مي‌شودو طرف ديگر آن داخل حوضچه قرار گرفته و داراي يك عدد سوپاپ مي‌باشد.

وجود سوپاپ باعث مي شود تا در صورت توقف حفاري گل مكيده شده در داخل شلنگ پمپ گل نتواند به داخل حوضچه بنتونيت برگشته و هوا جايگزين آن شود.

در چنين حالتي كاركرد مجدد پمپ احتياج به هواگيري شلنگ دارد كه سبب اتلاف وقت و استهلاك باز و بست كردن پيچ و مهره‌هاي در پوش سيت و والفها مي‌شود.

قطر شلنگ با توجه به ظرفيت و قدرت مكش پمپ از ۴ تا ۸ اينچ و طول آن حدود ۶ متر و ديواره آن با حلقه‌هاي فنر تقويت گرديده تا در اثر نيروي مكش پمپ، ديواره داخلي آن جمع نشود.

شلنگ آب ميكسر از لوله خارجي پمپ گل منشعب و براي درست كردن گل بنتونيت استفاده مي شود. قبل از شروع عمليات حفاري براي ساختن گل حفاري، ابتدا پمپ گل آب را از درون يك مخزن مكيده و از طريق لوله خروجي و

شير فلكه متصل به آن بوسيله شلنگ آب را با فشار به درون يك قيف بزرگ هدايت مي‌كند. كارگران، پاكتهاي پودر بنتونيت را همزمان در اين قيف و در مقابل جريان آب ورودي خالي مي‌كنند. پودر با آب مخلوط شده و وارد حوضچه مي‌شود.

مجموعه ابزار حفاري

سوزن يا لوله حفاري (Drill Pipe)

سوزن حفاري از لوله آلياژي بدون درز كه يك سرآن رزوه نر (پين pin) و سر ديگر آن رزوه ماده (باكس Box) دارد، به طول هاي ۶، ۹ و ۱۲ متر و قطرهاي از ۳/۵ تا ۵/۵ اينچ ساخته شده است. سرماده سوزن به تبديل كلي بسته مي‌شود و سر نر آن در پايين بوسيله تبديل دو سر ماده به مته بسته مي‌شود. رزوه هاي سوزنها را بايد هميشه تميز و عاري از گردو خاك نگهداري و بوسيله محافظ پلاستيكي يا آهني از آسيب حفظ نمود. قبل از اتصال سوزنها به يكديگر ضروري است كه سطح رزوه‌ها را با گريس حاوي پودر سرب يا روي بپوشانند.

قطر سوزن حفاري با توجه به قطر و عمق نهائي چاه كه قدرت دستگاه اجازه بدهد، با اندازه مته نسبت مستقيم دارد، زيرا نيروي لازم براي به چرخش درآوردن مته (نيروي گشتاور Torque) توسط سوزنها از ميز دوّار به مته منتقل مي‌شود و بنابراين بايد قدرت تحمل اين نيرو را داشته باشد.

حفر چاه ابتدا به صورت گمانه به قطر ۸ يا ۱۲ اينچ و سپس برقو آن به قطر بزرگتر علاوه بر صرفه جويي اقتصادي از انحراف آن نيز جلوگيري مي‌كند. بعلاوه در مرحله برقو به دليل آنكه نيروي گشتاور كمتري روي سرمته و لوله‌هاي حفاري اعمال مي‌شود مي‌توان براي سوزن حفاري از سر مته بقطر يك سايز بزرگتر كه در جدول آمده، استفاده كرد. براي مثال چنانچه چاهي از ابتدا تا انتها بوسيله سوزن 2-7/8 اينچ و سر مته بقطر حداكثر 12-1/4 اينچ حفاري گردد مي‌توان از همين قطر سوزن با مته بقطر 18-1/2 اينچ براي برقوي آن استفاده كرد.

استاندارد اتصالات مته دورانی					
اندازه استاندارد اتصال مته			Cm مته	اندازه Inch	
(معمولی)	2-3/8” API Regular		9.53-11.43 cm	3-3/4	4-1/2”
	2-7/8’ API Regular		11.75-12.7 cm	4-5/8	5”
	3-1/2” API Regular		13.02-18.73 cm	5-1/8	7-3/8”
	4-1/2” API Regular		19.05 – 24.13 cm	7-1/2	9-1/2”
	6-2/5” API Regular		24.45 cm	9-5/8”	و بزرگتر

سوزن حفاری			اندازه مته حفاری		
اتصال سانتیمتر اینچ		نوع اتصال	اندازه سانتیمتر اینچ		
8.57	3-3/8	API IF	.03	2-3/8	
10.48	4-1/8	API IF	7.3	2-7/8	
10.8	4-1/4	API FH	8.89	3-1/2	
13.97	5-1/2	API FH	11.43	4-1/2	

بزرگترین		کوچکترین	
سانتیمتر	اینچ	سانتیمتر	اینچ
20	7-7/8	9.84	3-7/8
31.12	12-1/4	13.02	5-1/8
46.99	18-1/2	14.29	5-5/8
66.04	26	17.15	6-3/4

((جدول رابطه بین اندازه مته های حفاری دوّاری با اندازه سوزنها))

وزنه (Drill Collar)

وزنه لوله گوشت دار سنگيني است كه يك سرآن زروه نر و سر ديگر آن رزوه ماده داشته و معمولاً دربالاي مته بسته مي شود تا به واسطه وزن زياد خود باعث سرعت حفاري گشته و چاه بطور يكنواخت و مستقيم حفاري گردد. قطر وزنه از قطر سوزنها بيشتر و معمولاً ۶ تا ۸ اينچ مي‌باشد.

در شروع حفاري براي اعمال فشار و نيرو به مته و كمك به حفظ دوام آن و افزايش سرعت پيشروي حفاري لازم است از وزنه استفاده گردد. لذا به محض حفر چاه تا عمقي كه بتوان اولين وزنه را بست ميبايد اين كار انجام شود. طول وزنه‌ها معمولاً بين ۵ تا ۹/۶ متر و قطر سوراخ وسط آنها از۲/۵ تا ۳/۵ اينچ متغير است. بدنه وزنه‌ها بصورت صاف يا مارپيچ مي‌باشد كه نوع مارپيچ به صعود گل حفاري حاوي كاتينگ‌ها كمك مي‌نمايد.

سوزن‌گير (slip)

سوزن گير يا انگشتانه براي نگهداري سوزنها و يا وزنه حفاري در هنگام خارج كردن آنها از چاه استفاده مي‌شود. سوزنگير از اتصال چند تكه فولاد به طول حدود ۳۰ سانتي‌متر و عرض ۱۰ سانتي‌متر كه توسط لولاهايي به يكديگر متصل شده و در حالت بسته به شكل مخروط دوكي شكل در مي‌آيد ساخته شده است. سطح داخلي اين قطعات فولادي عاج دار است تا مانع از سر خوردن ابزار گردد.
طرز بكار بردن آن بدين صورت است كه آنرا به دور سوزن قرار داده و به حالت بسته شده در داخل سوراخ وسط ميز دوّار قرار مي‌گيرد. نيروي كشش وزن سوزن آنرا بطرف پايين مي‌كشد كه به علت شكل مخروطي‌اش در درون حفره سقوط نمي‌كند و عاجها به دليل سختي بالا كمي‌در گوشت سوزن فرورفته و آنرا نگه مي‌دارد. شيب عاج اين قطعات فولادي كه گاهي لقمه هم به آنها مي‌گويند رو به بالا بوده و مانع سرخوردن و در رفتن ابزار به داخل چاه مي‌شوند.

قلاب اتصال (آي بكس)

آي بكس از يك مخروط آهني كونيك رزوه دار بشكل سر سوزن نر pin درست شده كه يك دسته فولادي قوي دارد. در بعضي انواع مي‌تواند حول محور اتصال به دسته به كمك يك عدد ياتاقان غلطكي آزادانه بچرخد.
در هنگام باز و بسته كردن ابزار درون چاهي و يا جابجايي آنها، اي بكس به سر ماده قطعه بسته شده و توسط وينچ كشش (بالابر) يا گل كش و كابل متصل به آن عمل مي‌نمايد. ياتاقان غلطكي مرتباً روغنكاري نياز دارد تا به نرمي‌و راحتي بچرخد. بديهي است آي بكس در اندازه‌هاي مختلف براي سوزن، وزنه، استابليزر ساخته مي‌شود.

الواتور (Elevator)

الواتور از يك لوله به ضخامت ۲ تا ۳ سانتيمتر و ارتفاع ۲۰ الي ۳۰ سانتي متر كه در امتداد قطر آن به دو نيمه تقسيم گشته و در يك محل بوسيله ۲ تا ۳ لولاي قوي به هم متصل گرديده، ساخته شده است. دو دسته محكم براي اتصال قلاب يو (U) اشپيل دار مربوط به كابل لوله

گذاري دارد. دهانه آنرا باز كرده به دور بدنه لوله جدار يا لوله هاي حفاري بسته و آنها را بلند مي‌نمايند. بيشترين كاربرد آن در زمان لوله گذاري جدار چاه براي معلق نگهداشتن آنها در داخل چاه است.

تبديل‌ها (Cross overs)

تبديل‌ها قطعه‌هاي لوله مانند كوتاه و گوشتدار هستند كه دو سر آنها داراي رزوه هاي نر يا ماده بوده و امكان اتصال قطعات مختلف رشته ابزار حفاري را با سايزهاي مختلف به يكديگر ممكن مي‌سازد. تعداد تبديل‌هاي ثابت عبارتند از: يك تبديل يك سرماده به يك سر نر متصل به پايين كلي و تبديل يك سر ماده به يك سر نر كه سر ماده آن به سر نر تبديل متصل به كلي بسته شده و سر نر آن به سر ماده سوزن بسته مي‌شود. تبديل‌هاي متعدد دو سر ماده براي اتصال مته‌هاي سايز ۸/۵ و ۱۲/۵ و ۱۷/۵ اينچ به سوزن و كلي چون اكثر مشكلات حفاري بواسطه تبديل‌ها بوجود مي‌آيد بنابراين سعي شود حتي الامكان از تبديل كمتري استفاده گردد.

۲-۳-۲- بررسي مراحل مختلف حفاري دوّاري مكانيكي

اساس حفاري دوّاري بر سه اصل حفر چاه، خارج نمودن كاتينگ‌ها و لوله گذاري استوار است.

در انتخاب محل استقرار دستگاه دقت شود كه اگر زمين سست باشد و يا قابليت نفوذ پذيري آن كم باشد بطوريكه هنگام بارندگي و تجمع آب تغيير حالت بدهد، لازم است كه به ابعاد دستگاه، فونداسيون بتني ساخته و دستگاه روي سكوي ساخته شده مستقر و تراز گردد.

تراز دستگاه و شاغول بودن كلي در حالتي كه از دكل آويزان است، در حفر يك چاه بدون انحراف نقش اساسي دارد. بهتر است حوض گل بنتونيت قبل از استقرار دستگاه، حفر شده و آماده باشد. اولين كار بعد از استقرار دستگاه درست كردن گل حفاري مي‌باشد و براي آنكه گل خاصيت ژله‌اي خود را بدست آورد بهتر است چند ساعتي بعد از ساخت آن حفاري شروع گردد. براي ساخت گل حفاري ابتدا پودر بنتونيت را درون يك محفظه قيفي شكل ريخته و هم زمان به وسيله شلنگ ميكسر، آب صاف موجود

در حوض بنتونیت را که توسط پمپ گل دستگاه مکیده می‌شود، با فشار وارد قیف میکسر بنتونیت می نمائیم. اگر جنس زمین بگونه‌ای باشد که آب را نگهداری نکند، کف حوضچه را با یك لایه خاك بنتونیت می‌پوشانند و در حالت شدیدتر بوسیله پلاستیك آب بندی می‌کنند.

حوض بنتونیت به ابعاد (۶ متر طول) × (۳ متر عرض)× (۱/۵ متر عمق) احداث می‌شود که از طول به نسبت ۱ به ۳ توسط یك دیواره عرضی به ارتفاع یك متر به دو قسمت تقسیم می‌شود. البته ابعاد حوض به قطر و عمق چاهی که باید حفاری شود و به جنس زمین بستگی دارد.

گل حفاری خارج شده از چاه توسط یك جوی باریك به طول حداقل ۳ متر به داخل حوض بزرگتر هدایت می شود. در مسیر این جوی دو عدد چاله بقطر حدود ۷۰ سانتی متر و عمق ۳۰ سانتی متر احداث و توری‌هایی در دو یا سه محل برای جداسازی کاتینگ‌ها از گل حفاری نصب می‌کنند.

کاتینگ‌های درشت بدینوسیله از جریان گل حذف می‌شوند و کاتینگ های ریز در کف حوض اول ته نشست می‌کنند. گل حفاری تمیز عاری از کاتینگ از بالای دیواره جدا کننده دو حوض به داخل حوض دوم جریان داردو شلنگ پمپ گل که در انتهای قسمت دوم حوض قرار دارد، آنرا مکش می‌کند.

اکثر کاتینگ‌های درشت در مسیر جوی ته نشین می‌شوند که تخلیه آنها توسط کارگر و یابیل دستی به راحتی صورت میگیرد. طراحی جوی و حوض گل به گونه‌ای است که در اثر کند شدن جریان حرکت گل حفاری، کاتینگ ها فرصت ته نشینی داشته باشندو وجود دو چاله در مسیر جوی به ته نشینی کاتینگ‌های درشت کمك می‌کند. در غیر اینصورت حوض سریعاً از کاتینگ پر شده و تخلیه آن مشکل خواهد بود.

حداکثر مقدار مجاز ماسه شناور در گل حفاری ۳ درصد می‌باشدو بیشتر از آن سبب کاهش ظرفیت شناور سازی کاتنیگ‌ها و در نتیجه کم شدن سرعت حفاری می‌گردد. وجود ذرات ریز ماسه و شن در داخل گل حفاری باعث استهلاك سریع لاینر ها و لاستیك‌های پیستون پمپ گل می شود. در چاه‌هائیکه فرارگل ندارند، به ازای هر ۸ ساعت کار مفید حدود ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ لیتر آب برای رقیق کردن گل حفاری نیاز است.

دبي يا حجم گل حفاري تزريقي پمپ گل با قطر و عمق چاه رابطه مستقيم دارد. براي تغيير دبي، سرعت گردش فلكه پمپ را بوسيله گيربكس موتور كم و زياد مي‌كنند براي شروع حفاري پمپ گل را به كار انداخته سپس ميز دوّار را درگير كرده و سر مته را با زمين تماس مي‌دهند . در شروع كار به علت آنكه نيروي وزن اعمال شده بر سر مته فقط وزن كلي (حدود ۱۴۰۰ كيلو) و بسيار كمتر از نيروي مورد نياز مي‌باشد، حفاري به كندي پيش مي‌رود وليكن بعد از پيشروي حفاري به اندازه طول كلي و اضافه نمودن وزنه، بتدريج سرعت حفاري افزايش مي‌يابد. بيشترين استهلاك مته در ۱۲متر اول حفاري است و بعد از اين عمق با افزايش وزن ابزار آلات و در نتيجه نيروي وارده بر سر مته از مقدار ارتعاشات و ضربه‌هاي وارده به سر مته خصوصاً در زمينهاي قلوه سنگي غير متراكم كاسته شده وآسيب پذيري مته كم مي‌شود.
سرعت نفوذ مته در زمين و در نتيجه سرعت حفاري به تعداد دور در دقيقه و وزن وارده بر سر مته بستگي دارد.
حفاري در زمينهاي سخت بادور كم و در زمينهاي نرم رسي با دور زياد حداكثر راندمان را دارد.
براي آنكه وزن يا نيروي اعمال شده از طرف ابزار درون چاهي بر مته مشخص باشد، لازم است كه يك نشان دهنده وزن بر روي دستگاه نصب و تنظيم مقدار وزن اعمال شده توسط كابل نگهدارنده كلي صورت گيرد.
يكي از نكات مهم كه رعايت آن در موفقيت كار ها از ضروريات است حضور هميشگي حفار در حين انجام حفاري مي‌باشد. براي مثال قطع ناگهاني جريان برگشتي گل حفاري از چاه و يا سقوط ناگهاني مته نشانه برخورد به حفره يا غار زيرزميني مي‌باشد. تغييرات جنس لايه‌ها، ميزان خرد شدگي و يا سلامت آنها با انعكاس ارتعاشات و صدا توسط ابزار درون چاهي به دستگاه و بيرون چاه قابل تشخيص است.
گاهي اتفاق مي‌افتد به هنگام گردش مته، وجود مشكل و يا مانعي سبب گير كردن مته و ابزار مرتبط به آن گردد كه در اينصورت حفار مي‌بايد بلافاصله چرخش ابزار را

متوقف و براي رفع اشكال چاره جوئي كند.

۲-۳-۳- شناخت ابزار مانده‌يابي

ابزار مانده يابي (فيشينگ Fishing) وسائلي است كه لوازم مانده در چاه را بوسيله آنها خارج مي‌نمائيم فيشينگ به معناي ماهي گيري مي‌باشد و بعلت شباهت جستجو و يافتن قطعات مانده در چاه با عمل صيد ماهي در آب، به اين نام خوانده مي‌شود.

در اكثر مواقع قطعه مانده در چاه در وضعيت كاملاً مبهم و غير معلوميقرار دارد. گاه ممكن است در ميان ريزشهاي چاه و يا كاتينگ‌هامفقود شده باشد. گاهي ممكن است سر ابزار به يك طرف متمايل شده و بعضاً در ديواره نرم چاه فرو رفته باشد. گيرگردن لوازم درون چاهي از مشكلات متداول حفاري مي‌باشد و علت‌هاي عمده آن عبارتند از:

خوب كار نكردن پمپ گل و يا ضعيف بودن آن در رابطه با عمق و قطر چاه و در نتيجه عدم تخليه مناسب كاتينگ‌ها از درون چاه به هنگام حفاري، تماس مته با زمين و شروع حفاري قبل از برقراري جريان گل در چاه. در هنگام توقف دستگاه حفاري، سوزنها بايد در حال چرخش بوده و ساكن نباشند، فرار مايع حفاري و برخورد به سازندهاي درشت دانه ريزشي و شكسته و خرد شده و يا موادی كه خاصيت پلاستيكي دارند مثل گچ و نمك كه بعد ازحفاري تغيير شكل داده و مجراي چاه را تنگ و يامي‌بندند و بالاخره لايه‌هاي رس خشك و شيل و مارن كه در اثر جذب آب متورم می شوند ، سوزنها ومته را گير مي‌اندازند. اگر قرار است براي مدتي بيش از چند ساعت كار حفاري بلاتكليف ويا متوقف شود حتماً بايد ابزار حفاري درون چاه شامل وزنه، سوزن، استابليزر و مته را تا ارتفاعي كه لايه‌هاي ريزشي و يا شيلي وجود نداشته باشد از چاه خارج نمود.

چنانچه سوزنها در چاه گير كند در درجه اول سعي شود كه سوزنها به نحوي تكان بخورد و جريان مايع حفاري هر طور شده برقرار شود. ممكن است مته طوري در داخل چاه گير كرده باشد كه هيچ راه خروجي براي بالا آمدن مايع

حفاري وجود نداشته باشد.در اين صورت با بكار بردن قدري صبر وحوصله بايد تلاش شود كه سوزنها به چرخش درآمده و مته قدري بالا يا پايين شود. البته نيروي كششي براي خارج كردن سوزنها نبايد به گونه‌اي باشد كه باعث بريدن آنها گردد مگر اينكه چاره ديگري وجود نداشته باشد. دقت شود كه سوزنها با بالا و پايين كردن از حالت گير خارج شوند. ممكن است ابزار حفاري از محل اتصالات و تبديل‌ها به علت لاغر شدن و خردگي رزوه‌ها باز شده و قسمتي از آن در چاه بماند. در اين صورت در درجه اول بهتراست از فيشينگ حديده (ماده) براي خارج كردن قطعه مانده استفاده كرد. براي مشخص كردن عمق قطعه مانده در چاه بهنگام خارج كردن سوزنها كه از محل اتصال باز شده‌اند، طول آنها را به دقت اندازه گيري و محاسبه مي‌نمايند. پس از انتخاب فيشينگ مناسب آنرا به سوزن بسته و داخل چاه مي‌كنيم تا به سطح بالاي قطعه مانده برسد. انواع فيشينگ‌هاي متداول در حفاري عبارتند از:

الف- قلاويز

قلاويز از يك فولاد آلياژي سخت آبكاري شده به شكل مخروط بلندي با قطر و طول مختلف ساخته مي‌شود. قطر سر آن كمتر از قطر داخلي سوزن و قطر خارجي آن بزرگتر از قطر بيروني سوزن مي‌باشد. قطر حداقل و حداكثر قلاويز را طوري انتخاب مي‌كنند كه براي چند ابزار با قطرهاي متفاوت بتوان استفاده كرد. براي مثال يكنوع قلاويز با قطر حداقل ۳ اينچ و حداكثر ۵ اينچ به طول ۹۰ سانتي متر مي‌تواند سوزنهاي حفاري به قطر ۴/۵ تا ۵/۵ اينچ را از چاه خارج كند.

معمولاً كاهش قطر قلاويز از سر به انتها به ازاء هر ۳۰ سانتي متر معادل نيم اينچ مي‌باشد.

قلاويز ها را با رزوه چپ گرد و يا راست گرد درست مي‌كنند. در مواردي‌كه نتوان گير مته را بر طرف و در نتيجه سوزنها همراه مته از چاه خارج نشوند، از قلاويز چپ گرد استفاده مي‌كنند. براي اين كار بهتر است از سوزنهاي چپ گرد استفاده نمود. بعضي حفاران از همان

سوزنهاي معمول راست گرد استفاده مي‌كنند و براي آنكه بهنگام اعمال نيرو در جهت چپ به راست سوزنهاي متصل به فيشينگ باز نشوند، در محل اتصال سوزنها به يكديگر دو تا سه تسمه آهني جوش مي‌دهند. البته اين كار به سلامت سوزنها لطمه مي‌زند.
محل اتصال قلاويز به سوزن معمولاً رزوه ماده دارد كه مستقيماً به سوزن بسته مي‌شود در وسط و در امتداد طول قلاويز يك مجرا بقطر حدود يك اينچ براي عبور مايع حفاري وجود دارد.
قلاويز را به سوزن بسته و به آرامي‌به درون چاه مي‌فرستند تا جائيكه سر آن به درون مجراي وسط سوزن يا وزنه و يا هر قطعه‌اي كه در چاه مانده وارد شود. در اين موقع سوزن را به آرامي‌به چرخش در آورده و رو به پايين حركت مي‌دهند تا قلاويز درون قطعه را حديده كرده و در آن گير كند. در اين موقع پمپ گل حفاري را به جريان انداخته و تلاش مي شود تا ابزار مانده را با چرخاندن از چاه خارج كنند.

ب- حديده

حديده يا فيشينگ كاسه‌اي لوله‌اي از جنس فولاد آلياژي سخت است كه درون آن به شكل مخروطي مي‌باشد. سطح داخلي مخروط داراي رزوه مي‌باشد و شيارهاي طولي براي خروج براده حاصل از دنده كردن قطعه مانده در چاه را دارد. قطر دهانه آن از قطر خارجي ابزار مانده در چاه بزرگتر و قطر نهائي بالاي آن ممكن است تادو اينچ كوچكتر باشد. سر حديده رزوه ماده دارد و به سوزن بسته شده و به درون چاه فرستاده مي شود تا ابزار مانده در چاه را به درون خود كشانده و سطح آنها را در اثر فشار و نيروي پيچش حديده نموده ودر گوشت آن فرو رود . حديده نيز بر دو نوع راست گرد و چپ گرد مي‌باشد.
در مواقعي كه نتوان قلاويز را به هر علتي درون سوراخ قطعه مانده در چاه وارد نمود، از حديده استفاده مي شود. نيروي حاصل از رزوه حديده ضعيفتر از نيروي قلاويز مي‌باشدو چنانچه گير قطعه شديد باشد، نمي‌تواند

نيروي كشش را تحمل كرده و در نتيجه قطعه مانده را ول مي‌كند.

ج- آهنربا

آهنربا يا مگنت (Magent) در اندازه‌هاي مختلف و از يك لوله استوانه‌اي به قطرهاي متفاوت درست شده كه در دهانه آن يك صفحه آهنرباي دائمي‌قرار دارد و سر ديگر آن به سوزن حفاري بسته ميشود. در لبه دهانه يك طوقه آهني با لبه اره مانند قرار دارد تا چنانچه قطعه مانده در چاه در زير كاتينگ و رسوبات مدفون باشد بتوان با چرخاندن آن كار نفوذ به پايين را انجام داد. درون لوله آن يك مجرا براي عبور مايع حفاري وجود دارد. قطر آهن ربا مي‌بايد به قطر چاه حفاري شده نزديك باشد. در هنگام استفاده از آن مي‌بايد جريان گل حفاري برقرار باشد تا كاتينگ‌ها و رسوبات روي قطعه سقوط كرده در ته چاه پراكنده شده و آهنربا به جسم مورد نظر برسد.

آهنرباهاي با قطر بزرگتر داراي قدرت بيشتري مي‌باشند. يك آهنرباي قوي بقطر ۱۰ اينچ مي‌تواند قطعه آهني به وزن ۹۰ كيلوگرم را به راحتي از زمين بلند كند. از آهنربا براي خارج كردن قطعات آهني كوچك سقوط كرده در چاه استفاده مي‌نمايند.

۲-۳-۴- بررسي حوادث درون چاهي در حفاريهاي دوراني

حوادث درون چاهي ممكن است بواسطه ابزار حفاري و يا جنس و وضعيت نامناسب سازندهاي مورد حفاري و يا خطاها و اهمال كاري هاي نيروي انساني بوجود آيد در صورت بروز هر گونه مشكلي در درجه اول با حفظ خونسردي به بررسي مشكل بوجود آمده و علت آن پرداخته و با تعمق بهترين راه حل را با سرعت ودقت اجرا مي‌نمائيم.

هرگز از مشورت با افراد باتجربه ومتخصص نبايد غفلت نمود. سرعت عمل در بسياري ازموارد بسيار مهم بوده واز بحراني شدن مسائل ساده در بسياري از موارد جلوگيري مي‌كند.

بهنگام لزوم براي اضافه نمودن يك شاخه سوزن درحين انجام حفاري مي‌بايد ابتدا مدتي صبر نمود تا

کاتینگهای حفاري شده و معلق درگل حفاري در طول چاه بتدریج باجریان گل حفاري تخلیه شده و چاه کاملاً تمیز گردد. توقف عملیات حفاري و جریان گل براي اضافه نمودن سوزن باعث برگشت و ته نشیني کاتینگها به درون چاه و گیر افتادن ابزار حفاري مي گردد. بطور کلي امکان خارج نمودن ابزار و لوازم ساقط شده و یا گیر افتاده از چاههاي تمیز خیلي بیشتر است.
اگر قطعه مانده توسط مواد حفاري شده مدفون گردد ابتدا باید اقدام به حفاري و شستشوي چاه و تخلیه مواد ریزشي وته نشین شده نمود براي این کار بهتر است از یك مته کارکرده و تا حدودي مستعمل و با احتیاط استفاده نمود زیرا برخورد مته با قطعه مانده علاوه بر آسیب به مته ممکن است با تغییر موقعیت و شکل وسیله مانده باعث مشکل تر شدن عمل مانده یابي گردد.
در روش حفاري معکوس که تخلیه چاه بصورت کامل صورت مي‌گیرد، بروز مشکلات فوق به مراتب کمتراز روش حفاري مستقیم است.
در موارد حفاري در زمینهاي ریزشي و سست لازم است موارد احتیاطي نظیر لوله گذاري موقت و یا سیمانکاري لایه انجام گیرد. در سازندهاي آهکي، چنانچه لایه سطحي پوششي از مواد آبرفتي سست و بدون سیمان شدگي تشکیل شده باشد، حتماً نسبت به لوله گذاري (Top Casing) و سیمانکاري پشت آن اقدام شود. رعایت نکات مطرح شده از بروز مشکلات زیادي جلوگیري و در مواقع مانده یابي مي‌توان سریع تر و با ضریب اطمینان بیشتري نسبت به خارج نمودن قطعات از چاه اقدام نمود.
مشکلات و موارد متداول در حفاري شامل سقوط قطعات و وسایل فلزي به درون چاه بریدن محور ابزار حفاري در حین انجام عملیات حفاري، گیر کردن ابزار حفاري و مته درون چاه مي‌باشند.

۲-۳-۴-۱- بریدن محور حفاري

گاهي اتفاق مي‌افتد ابزار حفاري که در اثر کارکرد زیاد و طولاني دچار خستگي (Fatigue) شده‌اند در اثر نیروي گشتاور و فشار وارده از محلهاي ضعیف شده قطع

گردد که اپراتور دستگاه از روي کم شدن مقدار نيروي گشتاور موردنياز براي چرخش و کاهش سريع وزن ابزار درون چاهي و افت ناگهاني فشار گل حفاري و يا هواي فشرده تزريقي متوجه چنين وضعي مي‌شود.
در اين لحظه بلادرنگ کار حفاري متوقف و چاره انديشي مي‌گردد. بي تجربگي و بي دقتي موجب ادامه کار حفاري در اين مقطع گشته که خود آسيب‌هاي خيلي جدي تري را بوجود مي‌آورد.
براي مثال چنانچه لوازم حفاري از محل اتصالات باز شوند و به دليل عدم آگاهي از اتفاق به وجود آمده حفاري ادامه يابد، رزوه هاي دو سر قطعات باز شده در اثر برخورد بهم از بين مي‌رود. اساس عمل مانده يابي در روش حفاري معکوس که در آن چاه هميشه تميز و عاري از کاتينگ هاي معلق در فضاي چاه مي‌باشد، سريعتر و راحت تر انجام مي‌شود.
در حفاري به روش مستقيم در صورت بروز هر گونه مشکلي سرعت عمليات مانده يابي بسيار مهم و تعيين کننده است. فراموش نشود تأخير در شروع عمليات باعث مي‌شود کاتينگ‌هاي معلق فرصت ته نشين شدن پيدا کنند و قطعه مانده را مدفون و يا بکلي گير بيندازند. استفاده از فيشينگ بيرون گير ماده (Fishing Socket) نسبت به نوع درون گير (Fishing Tap) ارجحيت دارد.
درانجام عمليات مانده يابي مشخص بودن عمق دقيق چاه طول و قطر بيروني و درون قطعه مانده در چاه در حصول نتيجه بسيار حائز اهميت است. براساس اين اطلاعات و وضعيت قطعه مانده نسبت به انتخاب فيشينگ مناسب اقدام مي‌گردد. به کمك ابزار نشان دهنده وزن ابزار درون چاهي و فشارگل يا هواي تزريقي ميتوان به تماس ابزار مانده يابي با قطعه مانده در چاه پي برد و از انجام اعمال اضافي و زيان آور پرهيز کرد.
بعد از آنکه فيشينگ به قطعه مانده متصل شد، جريان هوا يا گل بنتونيت را برقرار مي‌کنيم، افزايش فشار هوا يا گل تزريقي درون لوله‌هاي حفاري ومقدار نيروي لازم براي چرخش ابزار درون چاهي (نيروي گشتاور Torque) نشانه درست بودن عمليات مانده گيري مي‌باشد. بعد از

اطمينان از اتصال فيشينگ به شئي مانده در چاه ابتدا با برقراري جريان گل حفاري يا هواي فشرده اقدام به تميز نمودن چاه از كاتينگ‌هاي ته نشين شده مي‌نمائيم تا اطراف سر مته و لوازم پاك شود. يادآوري مي‌گردد در صورت گير كردن لوازم حفاري در چاه و برقرار بودن ارتباط لوازم حفاري با يكديگر سعي كنيد جريان گل حفاري را برقرار نگهداريد تا از ته نشين شدن كاتينگ هاي شناور در گل حفاري ساكن جلوگيري شود. چنانچه سوراخهاي سر مته به علت ته نشين شدن كاتينگ‌ها و يا جنس لايه‌هاي زمين مسدود شده و گل حفاري يا هواي فشرده تزريقي نتواند خارج شود فشار درون لوله‌هاي حفاري بطور ناگهاني بالا ميرود.
اگر بعد از گرفتن وسيله مانده شده بعلت گير كردن ابزار توسط مواد ته نشين شده بر روي سر مته و عدم برقراري جريان گل يا هوا به علت پر بودن سوراخهاي سر مته، ادامه عمليات فيشينگ ممكن نباشد، مي‌توان با فرستادن يك رشته لوله ۱/۵ تا ۲ اينچ و يا بيشتر (بستگي به قطر چاه دارد)، از مجاورت لوله‌هاي حفاري تا انتهاي چاه و با تزريق سيال حفاري اقدام به شستشوي چاه نمود. دقت شود اتصال لوله‌ها به يكديگر كاملاً محكم باشد تا در اثر اعمال فشار و نيرو دچار شكستگي نگردند زيراخارج كردن آنها از چاه به مراتب سخت تر از مانده يابي ابزار حفاري است.

۲-۳-۴-۲-سقوط اجسام و يا ابزار حفاري به درون چاه

چناچه به دليل بي توجهي و سهل انگاري از روي زمين وسيله‌اي به درون چاه سقوطكند چنانچه ابزار حفاري درون چاه نباشد، دراينصورت براي درآوردن قطعات تا وزن ۱۰۰ كيلوگرم از آهنربا هاي قوي مي‌توان استفاده كرد و اگر آهنربا نتواند قطعه را به خود جذب و خارج نمايد مي‌توان وسيله‌اي ابتكاري با توجه به شكل قطعه مانده درست نمود. براي مثال مي‌توان از لوله‌اي فولادي كه قطر آن حدود ۲تا ۴ اينچ كمتر از قطر چاه باشد و دهانه آنرا با برشكاري بصورت رشته‌هاي اريبي شكل بريده باشند، براي اين منظور كمك گرفت. طول لوله

حدود يك متر و طول رشته‌ها حدود ۳۰ سانتي متر براي اين كار مناسب است. لوله را به سوزن حفاري متصل كرده و به ته چاه مي‌بريم با حدس اينكه قطعه افتاده در ته چاه به داخل لوله رفته است با قدري فشار رو به پايين همزمان لوله را مي‌چرخانيم تا دهانه لوله در محل رشته‌ها جمع شده و قطعه رادر داخل خود نگهدارد.
در حالت دوم اگر ابزار حفاري درون چاه باشد و قطعه‌اي در آن سقوط كند مي‌بايد با صرف وقت و حوصله سعي در خروج لوازم حفاري از چاه نموده و سپس اقدام به خارج كردن قطعه كرد.
گاهي ممكن است رشته‌هاي حفاري ازداخل گيره نگه دارنده الواتور و يا به هر دليلي فرار كرده و به داخل چاه سقوط كند در اينصورت با سوزنهاي حفاري تا سر قطعه سقوط كرده پايين رفته و با ظرافت رزوه‌ها را به هم متصل و وسيله را خارج مي‌نمايند. بايد لوازم سقوط كرده را مورد بازديد دقيق قرار دهيم تا چنانچه آسيبي ديده باشند و يا ترك و خم شدگي در آنها بوجود آمده باشد براي رفع اشكال اقدام بعمل آيد.
توجه شود هرگز بامته بر روي قطعات فلزي ساقط شده در چاه كار انجام نشود زيرا اين قطعات به ظاهر كوچك مي‌تواند سبب آسيب كلي به سرمته شود. درمورد مته‌هاي نگيني ممكن است به نگين مته آسيب وارد شده و تكه‌اي از آن شكسته و در چاه بماند. همين قطعات مي‌تواند خسارات جدي تري به مته وارد كند.

۲-۳-۴-۳-گير كردن مته و ابزار حفاري درون چاه

در سازندهاي غير آبرفتي كه در اثر نيروهاي كوهزائي تكتونيكي دچار خرد شدگي و جابجايي شده باشند در هنگام حفاري به علت ريزش قطعات شكسته به درون چاه خصوصاً در نواحي گسله خطر گير افتادن ابزار حفاري بسيار زياد مي‌باشد.
به علت درشتي قطعات سنگهاي شكسته شده در نواحي تكتونيزه و گسله، فشار هيدروستاتيك گل حفاري حاوي مواد افزودني با وزن مخصوص بالا نمي‌تواند جلوي ريزش را بگيرد.

در بعضي موارد اتفاق افتاده است كه بعد از عبور از لايه اي با ريزش خفيف و يا نامحسوس و ادامه حفاري ، ريزش شدت يافته است. در چنين موقعي لازم است با افزودن مواد با جرم مخصوص بالا نظير باريت و اكسيد آهن و سنگين نمودن گل و بالا بردن فشار تزريق پمپ سعي در مهار ديواره چاه نمود.
براي جلوگيري از گير افتادن محور حفاري كنترل نيروي گشتاور چرخشي با دقت بيشتري انجام شود تا در صورت بروز اين اتفاق از ادامه اعمال نيرو كه موجب بروز آسيب و خسارت به ميز دوّار و يا پاورهد و نيز بريدن محور حفاري مي‌شود جلوگيري بعمل آيد.
توجه شود بهنگام توقف عمليات حفاري حتي براي مدت كوتاه سوزنهاي حفاري را چندين متر ازكف چاه بالا آورد تا خطر گير افتادن محور حفاري به حداقل برسد. اين عمل در سازندهاي مارني ورسي كه خاصيت افزايش حجم و تورم به علت جذب آب در اثر گذشت زمان را دارند و يا سازندهاي ريزشي از اهميت فوق العاده اي برخوردار است.
در صورتيكه محور حفاري در چاه گير نمايد در درجه اول با روشن گذاشتن پمپ و برقراري جريان گل حفاري و يا هواي تزريقي سعي در باز نگه داشتن سوراخهاي سر مته و خروج كاتينگ ها از چاه مي‌گردد. سپس با اعمال فشار درحد مجاز نسبت به بالا و پايين كردن محور حفاري و كمك به جا باز كردن سر مته مي‌شود. اگر سوراخها مسدود شده و يا تلاشها بي نتيجه بماند، آخرين راه حل خارج نمودن ابزار گير افتاده به كمك جك و كشيدن آن بطرف بالا با رعايت حداكثر نيروي مجاز مي‌باشد.
درمواردیكه ريزش ها شديد و خطر گير افتادن لوازم از درصد بالائي برخوردار باشد، صرفه اقتصادي حكم ميكند نسبت به حفاري يك چاه جديد اقدام و براي تسويه حساب هزينه چاه نيمه تمام با كارفرما به توافق رسيد. سعي شود در مناطق ناشناخته كه براي اولين بار حفاري صورت مي‌گيرد از حفار و زمين شناس با تجربه كمك گرفته و عمليات حفاري با صبر و حوصله و دقت كافي انجام گيرد.

۲-۳-۵- شناخت گل حفاري و مواد افزودني

گل حفاري كه از مخلوط پودر بنتونيت با آب درست مي‌شود در عمليات حفاري در موارد ذيل استفاده دارد.
۱- خنك، تميز و صيقلي نمودن و جلوگيري از خوردگي و زنگ زدن ابزار درون چاهي شامل سرمته، كلي، سوزنها، وزنه و استابليزر.
۲-انتقال خرده سنگهاي حفاري شده (Cutting) از ته چاه به سطح زمين
۳- معلق نگهداشتن ذرات حفاري در فضاي داخلي چاه حد فاصل ديواره و سوزنهاي حفاري (فضاي آنولوس Annulus) هنگام توقف جريان گل حفاري در گردش
۴-كنترل فشار طبقات زير زمين و مايعات درون آن و جلوگيري از ريزش لايه‌هاي سست و ممانعت از ورود مايعات (نفت يا آب) به درون چاه
۵- مسدود كردن منافذ و حفرات ريز زمين در مجاورت ديواره چاه به كمك ذرات جامد و كلوئيدي گل حفاري و جلوگيري از فرار آب گل از طريق تشكيل يك لايه پوششي غيرقابل نفوذ بنام كيك گل (Mudcake).
۶-تشكيل لايه كيك و ناحيه نفوذ آب گل براي امكان انجام كاروتاژ الكتريك چاه
البته گل حفاري به تنهايي نمي‌تواند همه شرايط فوق را مهيا كند بلكه با توجه به مشخصات زمين و نوع سيال موجود در آن در هر عمليات حفاري نحوه ساخت و تركيب مواد افزودني به آن تغيير مي‌كند.
اساس گل حفاري را ممكن است آب (گل حفاري با پايه آب Water Based Muds) روغن گل حفاري با پايه روغن(Oil Based Muds) و يا آب نمك (گل حفاري با پايه آب نمك Salt Water Based Muds) تشكيل دهد كه بر حسب ضرورت به آن ذرات كلوئيدي مانند خاك بنتونيت و يا ذرات جامد از قبيل قطعات پوست پسته، گردو، الياف كنف، پولكهاي ميكا و يا فلس ماهي، خاك اره و ... اضافه مي‌شود.
معلق نگهداشتن ذرات حفاري شده در زمان توقف جريان گل حفاري در چاه به خاصيت ژله‌اي كلوئيدي بنتونيت بستگي مستقيم دارد. چنانچه گل حفاري فاقد خاصيت ژله‌اي باشد در هنگام توقف عمليات حفاري ذرات شناور در حال صعود در فضاي داخلي چاه به طرف پايين سقوط كرده و بر روي

مته مي‌ريزند كه بهنگام شروع عمليات مي‌بايد جريان گل توسط پمپ با سرعت زياد برقرار شود تا ذرات را از ته چاه و روي مته بلند كرده و در گل شناور سازد. در غير اينصورت مته و ابزار در چاه گير خواهند كرد.
وجود ذرات كلوئيدي در گل حفاري باعث افزايش خاصيت گرانروي (Viscosity) و چگالي (Density) مي‌گردد كه در مسدود كردن منافذ ريز ديواره چاه و جلوگيري از هرز روي آب گل و همچنين كنترل فشار طبقات مؤثر است. قطر ذرات كلوئيدي بين ۵ تا ۵۰۰ ميلي‌ميكرون است.
چنانچه حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد روغن موتور بصورت قطره قطره به حجم گل حفاري اضافه شود باعث شفافيت و جلا دادن مته و لوله‌هاي حفاري مي گردد و چسبندگي ذرات حفاري را به سرمته و لوله‌هاي حفاري خصوصاً در زمينهاي رسي كاهش مي‌دهد و بدين ترتيب سرعت حفاري، افزايش مي‌يابد. در صورت برخورد به لايه‌هاي نمك و حل شدن آن در گل حفاري قطر چاه بيش از اندازه مي شود و براي جلوگيري از آن مي‌بايد به گل حفاري نمك اضافه شود. در صورتيكه فشار طبقات و مايع درون آن زياد و غلظت گل حفاري و در نتيجه فشار هيدروستاتيكي آن كم باشد، آب درون لايه به درون چاه فوران مي‌كند كه در اين موقع لازم است با اضافه كردن پودر بنتونيت غلظت را با بالا برده و با افزودن پودر باريت وزن مخصوص را اضافه كنيم.
نشانه فوران آب به درون چاه از روي افزايش حجم گل حفاري، افزايش فشار گل برگشتي از چاه و يا افزايش سرعت حركت رو به بالاي لوله‌هاي حفاري به هنگام خارج نمودن آنها از چاه قابل تشخيص است.
در صورت فرار گل (Mud Loss) به علت وجود درز و شكاف در لايه‌ها، در وحله اول با افزودن خاك بنتونيت و پودر باريت جهت افزايش غلظت و وزن مخصوص گل اقدام مي‌گردد و در صورتيكه كارساز نباشد از مواد افزودني جامد مثل الياف چوب ، كتان ، علف خشك ، خاك اره ، پوست گردو و پسته و دانه‌هاي پرليت استفاده مي شود. پرليت بنام پوكه معدني و يا صنعتي در بازار قابل تهيه است.
خاصيت ژله‌اي گل حفاري و يكنواخت بودن آن در محيط آبي

بستگي مستقيم به ميزان درصد اكسيد آلومينيوم و همچنين درجه ريزدانگي (مش Mesh) آن دارد. براي افزايش وزن مخصوص گل از پودر هماتيت (Fe203)، پيريت (Fe S)، گالن (Pb S) و باريتين (Ba SO4) استفاده مي‌شود.

براي مثال پودر بنتونيت توليدي شركت باريت ايران در دو كارخانه سلفچگان و پرندك، گل حفاري با كيفيت متفاوت مي‌سازد، در صورتيكه ماده معدني اوليه از يك محل استخراج مي‌گردد. علت اين مسئله تفاوت در ميزان آسيا شدگي و يا درجه مش مي‌باشد. درجه مش بهتر است بزرگتر از ۲۰۰ باشد.

براي تهيه گل حفاري بهتر است كه درجه ph آب ۷ (خنثي) و يا بالاتر از آن تا حدود ۱۰ (قلدايي) باشد. آبهاي سنگين حاوي يونها كلسيم، منيزيم به كيفيت بنتونيت لطمه مي‌زند. چنانچه ph آب كمتر از ۷ و اسيدي باشد. با افزودن خاكستر سودا به ميزان ۰/۲۵ تا ۱/۵ كيلوگرم در ۴۰۰ ليتر آب، درجه ph آنرا به ۸ تا ۹ مي‌رسانند.

از انواع رسها بجز بنتونيت مي‌توان ايليت Illite، كائولينيت Kaolinite و بنتونيت كلسيم دار را نام برد.

علاوه بر كانيهاي رسي براي تهيه گل حفاري مي‌توان از دو ماده كلوئيدي ارگانيكي ژلاتيني شده شامل نشاسته و CMC استفاده نمود.

نشاسته با افزايش خاصيت ژله‌اي گل حفاري موجب كاهش هدررفتن آب گل حفاري (water loss) شده و كانيهاي نمك و كلسيم بر روي آن بي تأثير است. وليكن بعلت خاصيت تخميرپذيري و فاسدشدن و همچنين گراني آن، بهتر است در مواردي كه PH گل حفاري بيشتر از ۱۲ و يا گل حفاري با آب نمك تهيه شده باشد، استفاده گردد.

كربوكسي متيل سلولز (CMC) خواص نشاسته را دارد و از آن گرانتر است وليكن در برابر عوامل تخمير و فساد مقاومت بيشتري دارد. تأثير آن در مجاورت شوري و نمك كم مي شود و بهمين دليل در اين قبيل موارد كمتر استفاده مي شود. براي جلوگيري از به هدر رفتن گل

حفاري و افزايش وزن مخصوص آن، از ذرات ريز جامد شامل كوارتز، باريت و ديگر كانيها بصورت معلق در آب استفاده مي‌گردد. چون باريت با درجه سختي كمتر از آهن، موجب سايش و خوردگي ابزار حفاري نگرديده و از طرفي بعلت وزن مخصوص زياد (۴/۳) حجم كمتري از گل حفاري را اشغال و باعث افزايش وزن مخصوص گل مي‌شود، نسبت به كانيهاي رسي و سيليس و ديگر ذرات جامد، ترجيح داده مي‌شود.

تعداد بشكه‌هاي گل حفاري با سياليت يا گرانروي ۱۵ سنتي پوئز كه از يك تن خاك رس بدست آيد را بنام yield clay گويند درجه ييلد خاك رس سديم دار و يومينگ امريكا ۱۰۰ مي‌باشد كه بهترين نوع است.

در مواردي كه حفاري روي سازندهاي حاوي نمك، گچ و انيدريت انجام مي‌گيرد، بعلت وجود يون كلسيم در تركيب شيميائي آنها، ذرات پراكنده رس به يكديگر چسبيده و خاصيت كلوئيدي و ژله‌اي گل كاهش يافته و سبب هدررفتن آب گل، افزايش بيش از حد گرانروي و غلظت آن مي‌شود.

براي كنترل خواص ذرات كلوئيدي در صورتيكه مقدار كلسيم موجود در گل كم باشد، از كربنات باريم و كربنات كلسيم (جوش شيرين) براي افزايش آن استفاده مي‌شود.

افزودن پلي اكريلات سديم به گل حفاري عليرغم افزايش اندك سياليت و غلظت گل (Viscosity)، موجب كاهش ضخامت كيك حفاري مي‌گردد. ضخامت كيك حفاري به قابليت نفوذ لايه‌ها و مشخصات گل شامل درجه سياليت، چگالي و قدرت ژله‌اي شدن آن بستگي دارد. تشكيل كيك گل حفاري بر روي ديواره چاه در نتيجه خارج شدن آب از گل حفاري و نفوذ به درون فضاهاي بين دانه‌اي يا درز و شكافها و باقي ماندن لايه‌اي سفت شده بر روي ديواره چاه مي‌باشد. بهمين دليل لازم است به محض پايان عمليات حفاري گل و لاي داخل چاه توسط آب صاف و با فشار پمپ گل شسته شود.

افزودن پلي فسفات سديم باعث مي‌شود گل خاصيت گيرش خود را از دست داده و اصطلاحاً (بيِ‌رُد) و از لابه لاي دانه‌هاي رسوبات خارج شده تا آبدهي چاه كم نگردد.

مقدار بنتونيت استفاده شده براي ساخت گل حفاري بايد

به اندازه اي باشد كه كيك حفاري به ضخامت كم بر روي ديواره چاه به سرعت تشكيل شود و غلظت گل به اندازه اي باشد كه پمپ به راحتي آنرا در چاه تزريق نمايد.
مقدار هرز روي آب گل حفاري (Filtration loss) در مجاورت لايه هاي متخلخل خشك و در نتيجه ضخامت كيك حفاري (Mud Cake) به نوع خاك بنتونيت و اختلاف فشار داخل چاه با فشار طبقات بستگي دارد. در هر حال ضخامت كيك حفاري نبايد بيشتر از ۱/۵ ميلي متر باشد.
سازندهايي نظير سنگهاي آهكي و دولوميتي شكاف دار، ماسه سنگهاي درشت دانه، شن و گراول و قلوه سنگ سبب اتلاف و گم شدن گل حفاري مي‌شوند. چنانچه مواد افزودني كه قبلاً اشاره شد نتواند جلوي فرار گل را بگيرد در اينصورت از دوغاب سيمان پرتلند به نسبت ۱/۸ كيلوگرم در يك ليتر آب براي سمانتاسيون ديواره چاه استفاده مي‌شود و بعد از گيرش، حفاري در داخل آن ادامه مي‌يابد.
چنانچه هوا به گل حفاري اضافه شود، غلظت و درنتيجه فشار هيدرو ستاتيك آن كم شده و در نتيجه از مقدار نفوذ آن به داخل لايه كم مي شود. چنانچه هيچكدام از راه هاي فوق چاره ساز نباشد مي‌بايد در مقابل لايه‌هاي شكاف دار، لوله جدار تا چند متر پايين‌تر از آن نصب شود.
غلظت، وزن مخصوص و مقدار ماسه‌هاي شناور در گل حفاري سه عامل مهم و تعيين كننده مي‌باشند. با افزايش مقدار بنتونيت در واحد حجم آب، غلظت و خاصيت ژله اي گل افزايش يافته و نفوذ گل و از دست دادن آب آن در طبقات ناچيز مي‌شود.
مناسبترين وزن مخصوص گل براي اكثر زمينها برابر ۱/۱ كيلوگرم برليتر مي‌باشد. مقدار ماسه شناور در آن باعث افزايش وزن مخصوص تا ۱/۲ كيلوگرم بر ليتر مي شود.
براي اندازه‌گيري گرانروي يا غلظت در سر چاه از قيف مارش (Marsh Funnel) استفاده مي‌شود. گرانروي عبارت است از مقاومت مايع در مقابل نيرو براي به جريان افتادن كه به U نشان داده مي‌شود و واحد آن سنتي پوئز است. مقدار ۱/۵ ليتر از گل حفاري را درون قيف مي‌ريزند و

زمان خروج يك چهارم آنرا اندازه مي‌گيرند. زمان ريزش براي اين حجم آب ۲۶ ثانيه و براي گل با وزن مخصوص ۱/۱ برابر ۳۵ تا ۴۵ ثانيه و براي گل با وزن مخصوص ۱/۲ برابر ۳۵ ثانيه مي‌باشد. براي افزايش وزن مخصوص گل از افزودني‌هايي مثل هماتيت Fe203، پيريت Fe S گالن Pb S و باريتين Ba S04 استفاده مي‌شود.

به دليل اضافه شدن خاك رس از سازندهاي در حال حفاري به حجم گل حفاري در حال گردش، وزن مخصوص و غلظت گل افزايش مي‌يابد. براي تعيين مقدار ماسه شناور در گل، مقدار ۱۰۰ سانتيمتر مكعب از گل را بر روي الك ۲۰۰ مش ريخته و نمونه را با آب تميز می شويند . حجم ماسه باقيمانده بر روي الك را توسط ظرف مدرج اندازه مي‌گيرند. مقدار مجاز ماسه بايد كمتر از ۵ درصد باشد.

اصول مقدماتي فن گل حفاري

قانون استوكس:

چنانچه گلوله جامدي را در مايعي رها كنيم سرعت سقوط آن بر طبق قانون استوكس برابر است

$$V = \frac{D^2(ys - yl)}{18n}$$

V= سرعت سقوط گلوله بر حسب سانتيمتر بر ثانيه

D= قطر گلوله بر حسب سانتي متر

Ys= جرم مخصوص گلوله بر حسب گرم بر سانتيمتر مكعب

Yl= جرم مخصوص مايع بر حسب گرم بر سانتيمتر مكعب

N= غلظت مايع بر حسب گرم بر سانتيمتر مربع در ثانيه

چنانچه جرم مخصوص جسم جامد از جرم مخصوص مايع بيشتر باشد، حتماً درمايع سقوط خواهد كرد. يعني حاصل پرانتز (ys-yl) مثبت است و درغير اينصورت جسم جامد در سطح مايع شناور خواهد شد.

اگر V1 سرعت سقوط جسم در مايع و V2 سرعت صعود مايع حفاري در چاه باشد، براي اينكه مايع بتواند جسم جامد را به بالا براند بايد V2>V1 باشد و لذا سرعت حركت رو به بالا جسم جامد برابر است با V=V2-V1 سرعت حركت مايع در چاه (V2) متناسب است با دبي يا مقدار مايعي

(Q) كه بوسيله پمپ وارد چاه به سطح مقطع A مي‌شود.

$$V_2 = \frac{Q}{A}$$

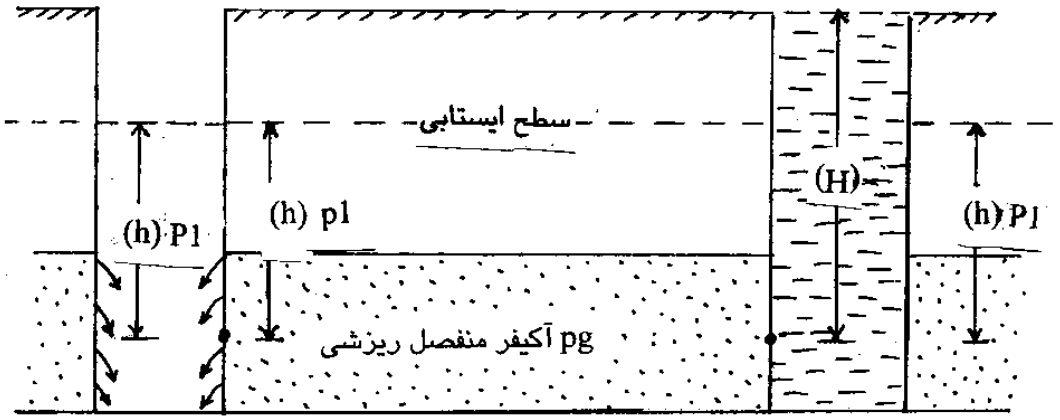
بنابراين با كم شدن سطح مقطع چاه (A) سرعت زياد مي‌شود و بالعكس

پس اگر سطح مقطع چاه (A) بزرگتر شود سرعت صعود مايع (V2) كم مي‌شود و حال آنكه شرط حركت جسم جامد رو به بالا بيشتر بودن V2 از V1 است. در اين حالت مته بايد مدت زمان بيشتري كاركرده و كاتينگ‌ها را ريزتر كند تا بتوانند در گل حفاري شناور شده و رو به بالاحركت كنند و بهمين دليل حفاري چاه مدت زمان بيشتري به طول خواهد كشيد.

چگونگي كنترل ريزش ديواره چاه

درون لايه‌هاي سست و منفصل آبدار، فشار ستون آب (P1) برابر فشار همان ستون آب در داخل چاه (P2) ميباشد. و عاملي كه باعث ريزش لايه‌ها به درون چاه مي‌گردد، فشار بين دانه‌اي رسوبات (PG) است. براي فائق آمدن بر فشار (PG) لازم است وزن مخصوص ستون مايع درون چاه و در نتيجه فشار (P2) افزايش يابد بطوريكه P2>P1+PG گردد.

هنگام حفاري با گل بنتونيت چون چاه پر از مايع است، ارتفاع ستون مايع درون چاه (H) از ارتفاع آب در داخل لايه با سطح ايستابي (h) بيشتر بوده و با توجه به بيشتر بودن وزن مخصوص مايع ، فشار آن (p2) بيشتراز مجموع فشار بين دانه‌اي (pg) و فشار آب لايه (p1) يعني p1+pg شده و ديواره چاه ريزش نمي‌كند. بعلاوه لايه نازك گل (Mud Cake) تشكيل شده بر روي ديواره چاه به جلوگيري از ريزش ديواره چاه كمك مي‌كند.



$p2 = p1$ و $p2 < p1+pg$ — چاه پر از آب (دیواره ریزش می کند)

$P2 > p1$ و $P2 > p1+pg$ — چاه پر از گل حفاری =(دیواره ریزش نمی کند)

اگر ميزان يونهاي mg^{++},ca^{++} آب مصرفي براي درست كردن گل حفاري بيشتر از ۱۴۰۰ ppm و يا نمك محلول بيش از ۱۰۰۰۰ ppm (آب شور) باشد، از حل بنتونيت بصورت امولسيون و ژله اي شدن گل جلوگيري مي‌كند. براي رفع اين مشكل از خاكستر سودا Soda Ash (Na2O3 يا NaHCO3) براي هيدراته كردن آب استفاده مي شود. در اين صورت مصرف بنتونيت به يك چهارم تقليل مي‌يابد. براي جلوگيري از ريزش زمينهاي درشت دانه سست بايد غلظت گل حفاري را بالا برد. فرمول كلي عمل چنين است:

الف – هيدراته كردن

ب – افزايش مقدار بنتونيت در واحد حجم

پ – افزودن كاستيك سودا (سود سوز آور Na OH)

مي توان بجاي كاستيك سودا از آهك هيدراته استفاده نمود.

۲-۳-۶- مديريت برنامه‌ريزي، تجهيز و راه‌اندازي كارگاه حفاري دوراني مكانيكي

براي تجهيز يك كارگاه حفاري دوراني مكانيكي قبل از انتقال دستگاه به محل حفاري لازم است موارد ذيل در نظر گرفته شوند:

۱ – آماده سازي راه دسترسي و محل استقرار دستگاه. محل استقرار دستگاه ممكن است فقط احتياج به تسطيح

داشته باشد. ليكن در زمينهاي سست و باتلاقي نياز به ساختن سكوي بتني مي‌باشد.
۲ -حفر حوض بنتونيت
۳ -شناسايي ارگانها و ادارات وابسته مثل امور آب، كشاورزي، نيروي انتظامي، مراكز درماني، مخابرات
۴ -بررسي نحوه تامين آب مورد نياز حفاري، سوخت و تداركات، محل اسكان پرسنل
۵ -پيش‌بيني تغييرات احتمالي در پروژه مثل افزايش عمق و يا قطر چاه و در نتيجه ارسال لوازم و ابزار كافي همراه دستگاه حفاري
۶ -تهيه مواد مصرفي كافي مثل بنتونيت و ارسال به محل پروژه
۷ -اعزام تيم حفاري كامل شامل يك نفر حفار – دو نفر كمك حفار – دونفر كارگر كمكي و يك نفر سرپرست حفاري و مسئول تداركات
۸ -در اختيار گذاردن حداقل يك وسيله نقليه مناسب
۹ -ايجاد هماهنگي با كارفرما و نمايندگان او
۱۰-كپي صلاحيت حفاري شركت و پروانه حفر چاه و مدارك شناسايي در كارگاه باشد
۱۱- هماهنگي با سازمان تامين اجتماعي و اداره دارايي

يك مدير با تجربه براي بالا بردن بهره‌وري در محيط كار مي‌بايد سعي در برقراري نظم و احساس همكاري و وظيفه شناسي در بين افراد گروه نمايد رفتار او بايد به گونه‌اي باشد كه دستوارت و قوانيني كه از سر دلسوزي و بخاطر حفظ جان و سلامت افراد اتخاذ مي‌شود، با استقبال و پذيرش همراه باشد. رعايت نكات ايمني در محيط كارگاهي در گرو تصميمات درست و بجاي مدير مي‌باشد. در اينجا به موارد و نكات ايمني اجمالاً اشاره مي‌گردد:

رعايت موارد و نكات ايمني

برقراري ايمني در كارگاه در گرو رعايت انظباط و

دقت بوده و يك فرهنگ رفتاري مي‌باشد. آموزش فنون انجام كار اگر بدون آموزش رعايت اصول اخلاقي و انضباطي و مسئوليت پذيري صورت گيرد عامل بروز بسياري از مشكلات و خطرات مالي و جاني مي‌گردد. اگر تيم حفار توجيه شده باشند كه انجام كار حفاري سالم بنفع همه بوده و مضرات هر اشتباهي مي‌تواند بطور مستقيم و يا غير مستقيم متوجه كل جامعه و كشور گشته و در درجه اول خود آنها را گرفتار كند، از بروز بسياري از حوادث جاني و يا خسارات مالي جلوگيري مي‌شود. حفاري يك حلقه چاه سالم با رعايت نكات فني و ايمني باعث شهرت تيم حفار، شركت پيمانكار، رضايت كارفرما و حفظ سرمايه‌ها و رشد ارزش افزوده و توليد ناخالص ملي و رشد ثروت مي‌گردد. و منافع آن عايد كشور و همه مردم جهان مي‌گردد. بسياري از حوادث در صورت رعايت نظم و ترتيب و نظافت در كارگاه و عدم عجله و سهل‌انگاري بوجود نخواهند آمد. كنترل دقيق و مرتب سلامت ابزار و قسمتهاي مختلف دستگاه توسط افراد گاردان و فني از الزامات است. هرگز به (فكر مي‌كنم، شايد، ممكنه، و ...) تكيه نكنيد و شخصاً وضعيت موجود را بررسي و از صحت اوضاع اطمينان حاصل نماييد. ممكن است حفار به اميد كمك حفار و يا بالعكس از نظارت و كنترل موارد مختلف غفلت كنند. كنترل نهايي و مسئوليت انجام وظايف بنحو صحيح و احسن بعهده سرپرست و يا حفار ميباشد.

در اينجا به پاره‌اي از علل بروز حوادث كه در نتيجه خطاي انساني بوجود مي‌آيند اشاره مي‌گردد:

الف- فقدان اطلاعات يا مهارت فني و بي‌خبري از وجود خطر و ناآگاهي از روش انجام بي‌خطر كارها. عدم هم‌آهنگي بين افراد گروه، ضعف مديريتي حفار و سرپرست و درنتيجه عدم پيروي از دستورات، راهنمايي‌ها و بي‌توجهي به مقررات توسط كاركنان و يا تلاش افراد كم سابقه براي خودنمايي و كسب امتياز از صاحب كار و كارفرما

ب- عواملي كه باعث تشديد وضعيت خطر ساز در محيط

مي‌گردد:
- عدم آموزش در مورد شناخت انواع خطرها وراههاي مقابله با آنها در محيط كاري
-عادات رفتاري غلط كه در محيطهاي كم خطر مشكلي را بوجود نمي‌آورد وليكن در شرايط خطر ساز موجب خسارات جبران‌ناپذيري مي‌گردد.
- عادات رفتاري غير محتاطانه و عدم تسلط عقلاني بررفتار و گفتار خود بهنگام بروز مشكل كه تا حدودي ريشه در عدم آگاهي و تخصص كافي دارد.
كارگراني كه از دستكش، كلاه، كفش ايمني، لباس كار و عينك حفاظتي استفاده نمي كنند در صورت بروز حادثه چه كسي را مقصر مي‌دانند، آنهايي كه جعبه كمكهاي اوليه را نگهداري نمي‌كنند و كپسول آتش خاموش كن را گم مي‌كنند آيا بجز خود بايد كس ديگري را متهم كنند؟
درهنگام استقرار دستگاه فضاي كافي در اطراف آن در نظر گرفته شود تا چنانچه در طول مدت حفاري ضرورتي براي جابجايي ناگهاني و سريع دستگاه از محل پيش آيد، وجود مانع مثل ديوار، كوه، دره، و ... كار را غير ممكن ننمايد. همچنين در اطراف دستگاه فضاي كافي براي تردد پرسنل شاغل وجود داشته باشد تا در هنگام بروز خطرهاي ناگهاني مثل سقوط اجسام ولوله‌ها از ارتفاع و يا تركيدن شلنگهاي روغن هيدروليك داغ ، امكان فرار وجود داشته باشد.
براي بر پا كردن دكل بايد دقت شود ابزار يا وسيله‌اي روي دكل جا نمانده باشد، ترمز دستگاه كشيده، دنده خلاص و سپس موتور روشن گردد. قبل از روشن شدن موتور كمپرسور شير مخزن باز باشد، نور محيط كافي بوده واز كابلهاي برق هوايي مراقبت گردد. براي جمع كردن دكل دستگاه احتياط شود كه: ابزار و وسايل اضافي روي دكل جا نمانده باشد، بخشهاي هيدروليكي كنترل گردد و وسايل سنگين به دقت و با رعايت ظرفيت بارگيري شوند.
در هنگام كار بايد محيط كارگاه مرتب و تميز باشد. ابزار و لوازم در محل مناسب چيده شوند و از ريختن

گل حفاري و روغن در محوطه و سكوي حفاري و دستگاه خودداري گردد زيرا باعث سرخوردن افراد مي گردد. لباس كار، كلاه، دستكش، كفش ايمني فراموش نشود. در شب نور به اندازه كافي باشد اطراف حوض بنتونيت و محوطه كارگاه حفاظ ايمني و چراغ هاي هشدار خطر نصب شود. كابلهاي برق زميني و هوائي، لوله هاي گاز، آب و فاضلاب مسيرقنات هاي قديمي كنترل شوند. محافظ قسمتهاي متحرك مثل گاردان، تسمه ها و زنجير ها، فلكه ها سر جاي خود باشد. وجود جعبه كمكهاي اوليه و كپسول آتش خاموش كن از ضروريات يك دستگاه حفاري مي باشد.

اتصالات كابل و قلاب ها، سلامت كابلهاي بكسل و سالم بودن قرقره هاي سردكل مرتباً چك شوند.

۲-۴- روش حفاري ضربه‌اي – دوراني

در اين روش از دستگاههاي حفاري دوّاري كه علاوه بر پمپ گل داراي كمپرسور مولد هواي فشرده هستند، استفاده مي‌شود. در موارد خاص كه استفاده از گل حفاري ميسر نباشد، از هواي فشرده و كف (Foam) بعنوان سيال حفاري براي خارج نمودن كاتينگ‌ها از چاه استفاده مي‌شود حفاري بر دو اصل ضربه و دوران مته انجام مي‌شود در اين روش، سرعت حفاري سه برابر بيشتر از حفاري دوراني مكانيكي با گل بنتونيت و همچنين دوام وعمر مته نيز خيلي بيشتر است.

۲-۴-۱- شناخت ساختمان دستگاه ضربه‌اي- دوراني

سيستم گرداننده سوزن حفاري مي‌تواند ميز دوّار (Rotary-Table) و يا دستگاه دوّار بالاسري هيدروليكي (Power Head) مستقر در روي دكل دستگاه حفاري باشد. اگر دستگاه گرداننده سوزن روي دكل باشد، به اين سيستم حفاري Top Drive Drilling يا سيستم حفاري حركت از بالا مي‌گويند. دستگاه‌هاي حفاري پيشرفته امروزي به گونه‌اي طراحي و ساخته شده‌اند كه بتوانند با حداقل هزينه در كوتاهترين زمان بالاترين راندمان حفاري را درانواع لايه‌ها و شرايط گوناگون داشته باشند. لذا با رعايت اصول كلي حفاري كه همان اعمال ضربه و دوران مته مي‌باشد، مجهز به وسايلي شده‌اند تا بتوانند با روشهاي مختلفي حفاري نموده و كاتينگ‌ها را از چاه خارج نمايند تا يك چاه حفاري شده با حداقل هزينه، حداكثر بازدهي را داشته باشد.

ساختمان كلي دستگاه حفاري دوراني ضربه‌اي مشابه دستگاه دوراني مكانيكي مي‌باشد وقسمتهاي مشترك فهرست وار و قسمتهاي متفاوت بصورت مفصل شرح داده مي‌شود.

شاسي دستگاه

شاسي همانند تمامي دستگاه‌هاي حفاري بصورت خود كششي، يدك كش و يا ثابت مي‌باشد.

موتور

موتور دستگاه براي توليد نيروي مورد نياز انجام حفاري مي‌باشد كه با توجه به مشخصاتي كه دستگاه براي آن طراحي شده است، انتخاب مي گردد. در دستگاه‌هاي خودكششي از نيروي موتور كاميون و در انواع غير خودكششي، از يك موتور مستقل و مخصوص توليد نيروي مولد استفاده مي‌گردد. در دستگاههاي حفاري مورد بحث قدرت موتور ممكن است تا ۱۰۰۰ اسب بخار هم برسد.

سيستم انتقال نيرو

انتقال نيروي حركتي موتور به قسمتهاي مختلف دستگاه به طرق مكانيكي، هيدروليكي، برقي و بادي (پنوماتيكي) صورت مي گيرد. در دستگاه‌هاي حفاري مورد بحث نيروي مولد اصلي توسط روغن (هيدروليكي) و يا هوا (پنوماتيكي) به بخش‌هاي مختلف دستگاه منتقل مي‌شود. در دستگاه‌هاي حفاري جديد، از انتقال نيرو با روشهاي مكانيكي به ندرت استفاده مي‌شود. نيروي دوراني مكانيكي موتور مادر مستقيماً به پمپهاي مولد نيروي هيدروليك (پمپ هيدروليك) منتقل مي‌شود. مزاياي سيستم هيدروليك در مقايسه با سيستم مكانيكي به شرح ذيل مي‌باشد:

۱ - انتقال نيروي هيدروليك به بخشهاي مختلف دستگاه به راحتي و توسط شلنگ و يا لوله‌هاي فشار قوي به مبدلهاي هيدروليك براى تبديل به نيروي حركتي مكانيكي (هيدروموتور ياجك‌هاي هيدروليكي) صورت مي‌گيرد.

۲ - استهلاك ناچيز بخش‌هاي حركتي مثل پمپ و موتور هيدروليك و يا جك ها بعلت تماس مستقيم با روغن هيدروليك و در نتيجه عمل روغن كاري مرتب آنها.

۳ - تغيير نيروي هيدروليكي جهت كم و زياد كردن نيرو هاي حركتي قسمتهاي مختلف با تغيير حجم روغن هيدروليك به كمك شيرهاي كنترل با سرعت و به راحتي ميسر مي‌باشد.

۴ - سيستم‌هاي هيدروليك نسبت به مشابه مكانيكي خود بسيار كم حجم و سبك بوده و سر و صداي كمي‌دارند.

۵ - خطرات و سوانح ناشي از برخورد افراد با قطعات

متحرك و گردان مثل گاردان، تسمه‌ها و زنجيرها بسيار كمتر از دستگاه‌هاي مكانيكي مي‌باشد .
در سيستم هيدروليك براي جلوگيري از بروز خطر تركيدن شلنگ و پاشيدن روغن داغ بر روي كارگران مي‌بايد سلامت شلنگها مرتباً كنترل شود.

دكل (Derrick)

دكل معمولاً از دو تكه درست شده كه در هنگام استقرار دستگاه و شروع حفاري آنرا افراشته و توسط پيچ و مهره به يكديگر متصل مي‌كنند. بدنه دكل داراي ريل‌هايي جهت حركت پاورهد و محل‌هايي براي استقرار جك‌هاي درون دكل مي‌باشد كه اين قسمت براي تحمل فشارهاي وارده، آهن كشي شده است.
در دستگاه‌هاي حفاري تاپ درايور Top Drive كه داراي پاورهد هستند، حركت بالا و پايين رفتن پاورهد در روي دكل توسط حفار كنترل مي‌شود و طول دكل تعيين كننده طول لوله‌هاي حفاري (سوزن) است. تاج دكل مي‌تواند نسبت به دكل ثابت يا متحرك باشد.

واحد هيدروليك

واحد هيدروليك شامل مخزن روغن هيدروليك، پمپ هيدروليك، سيستم انتقال و تنظيم نيرو، هيدروموتور و جك ها و تبديل كننده‌ها مي‌باشد. پمپ هيدروليك انرژي مكانيكي موتور اصلي مولد را به صورت نيروي فشار به روغن هيدروليك منتقل مي‌كند. اين نيرو توسط موتورهاي هيدروليكي (هيدروموتور) و جك ها به انرژي مكانيكي حركتي تبديل مي‌شود.
حجم مخزن روغن هيدروليك بايد بيش از حجم مجموع مدار هيدروليك شلنگ‌ها و لوله‌هاي انتقال و سيلندر جك ها باشد.
براي بالا بردن ظرفيت گرمايي روغن هيدروليك حجم مخزن و در نتيجه مقدار روغن هيدروليك را افزايش مي‌دهند براي كنترل سطح روغن در مخزن هيدروليك مي‌توان از يك لوله انعطاف پذير شفاف نشكن طبق قانون ظروف مرتبط استفاده كرد.
جنس و ضخامت بدنه مخزن بايد بتواند در مقابل تنشهاي وارده در حين كار مقاومت كند.

وجود اصطكاك باعث گرم شدن روغن هيدروليك و تاثير بر غلظت و خواص آن و نتيجتاً بروز آسيب به كاسه نمدها و قطعات لاستيكي مدارها مي‌شود. لذا يك سيستم خنك كننده راديـاتوري با پروانه در مجاورت مخزن روغن تعبيه شده است. پروانه با كمك يك ترموستات در مواقع لازم به كار مي‌افتد.
چنانچه پروانه درست عمل نكند و درجه حرارت روغن بالا رود، علاوه بر آنكه خاصيت خود را از دست داده و مي‌سوزد، سبب استهلاك شديد پمپهاي هيدروليك هيدروموتورها و جكها شده و در محل اتصالات ، روغن به بيرون نشت مي‌كند و قدرت واحد هيدروليك كاهش يافته و دستگاه ضعيف عمل مي‌نمايد. براي تميز ماندن روغن هيدروليك يك فيلتر در مسير برگشت روغن به مخزن نصب شده است.

پمپ هيدروليك

نيروي مكانيكي موتور اصلي توسط پمپ به نيروي هيدروليك تبديل مي‌گردد. پمپ هاي هيدروليك به سه نوع پره‌اي، دنده‌اي و پيستوني تقسيم بندي مي‌شوند.
نوع پره‌اي از يك پوسته يك روتور و تعدادي پره يا تيغه درست شده كه از يكطرف روغن را مكش نموده و از طرف ديگر با فشار خارج مي‌سازد. با تغيير سرعت دوران روتور ، حجم و فشار روغن خروجي تغيير مي‌كند.
نوع دنده‌اي از دو چرخ دنده درگير در داخل پوسته‌اي بصورت آب بند با ديواره پوسته درست شده است. دنده‌ها بصورت ساده، مارپيچ و يا جناغي هستند كه سطح تماس آنها با يكديگر كاملاً آب بند است. چرخش يك دنده، ديگري را نيز به چرخش در مي‌آورد و بدينوسيله روغن از يكطرف مكيده و از طرف ديگر با فشار خارج مي شود. تعمير و سرويس راحت اين پمپها باعث گرديده نسبت به دو نوع ديگر فراوان تر استفاده شود.
نوع پمپ پيستوني از مجموع چند پيستون، محفظه سيلندر، محور محرك و پوسته اصلي درست شده و نسبت به دو نوع ديگر پيچيده تر وليكن قدرتمندتر مي‌باشد.

شبكه انتقال نيروي هيدروليك

نيروي توليدي پمپ هيدروليك توسط شلنگها، لوله‌هاي

بدون درز، شير فلكه‌هاي ساده و قابل تنظيم، شيرهاي يكطرفه، فشار شكن‌ها، نشان دهنده‌هاي فشار روغن درمدارهاي هيدروليك به قسمتهاي مختلف دستگاه منتقل مي‌شود. اين مجموعه بنام شبكه انتقال و تنظيم نيروي هيدروليك ناميده مي‌شود.

مبدل نيروي هيدروليك به حركت

مبدلها بر دو نوع هستند:

نوع اول هيدروموتورها كه نيروي هيدروليك را به حركت دوراني تبديل مي‌كنند.

نوع دوم سيلندرها و جكها كه نيروي هيدروليك را به حركت طولي رفت و برگشتي تبديل مي‌كند.

در هيدروموتورها روغن تحت فشار ورودي سبب چرخش محور آن مي‌گردد و چنانچه محل ورود و خروج روغن را جابجا كنيم، جهت چرخش نيز عوض مي‌شود و به راحتي به چپ يا به راست دوران مي‌نمايد.

پمپ و موتور هيدروليك را مي‌توان در مجاورت هم در يك مجموعه واحد نصب كرد و يا در فاصله نسبتاً زيادي از هم قرار داد. هيدروموتورها نيز بر سه نوع پره‌اي دنده‌اي و پيستوني تقسيم مي‌شوند. هيدروموتورها نسبت به ساير موتورها مزيت‌هائي بشرح ذيل دارند:

- جهت دوران آنها با تغيير مسير ورود و خروج روغن هيدروليك به راحتي عوض مي‌شود. سرعت دوران با شيرهاي تنظيم به راحتي تغيير مي‌كند و يا تنظيم مي‌گردد.
- توقف موتور بهنگام اعمال بار اضافه، آسيبي به آن نمي‌زند.
- محفظه داخلي هيدروموتور كه مملو از روغن هيدروليك است، مرتباً روغن كاري مي‌گردد.

در جكها، حركت طولي پيستون توسط ورود روغن تحت فشار به درون سيلندر انجام مي‌شود. يك جك از سيلندر مجموعه پيستون و كاسه نمدها، دسته پيستون و درپوش‌هاي سيلندر تشكيل شده است ودر اثر روغن كثيف، گرماي بيش از حد روغن، استعمال بي جا و نصب نادرست بشدت آسيب پذير است.

پمپ گل (Mud Pump)

پمپ‌هاي مكش گل حفاري از نوع پيستوني واز سه قسمت تشكيل شده اند:

۱. دستگاه راه انداز
۲. جعبه دنده (گيربكس) و شاتون وميل لنگ
۳. واحد مكش و تزريق

نيروي حركتي پمپ گل توسط هيدروموتور تأمين مي‌شود. البته در دستگاه‌هاي دوراني مكانيكي نيروي موتور ديزل توسط گاردان و تسمه به پمپ گل منتقل ميشود.

جعبه دنده محفظه بزرگي پر از واسكازين مي‌باشد كه در درون آن يك شافت با چرخ دنده كوچك قرار دارد. فلكه پمپ گل به اين شافت متصل بوده و در اثر دوران، چرخ دنده بزرگ را كه محور آن به ميل لنگ وصل است، به دوران در مي‌آورد. ميل لنگ شاتون‌ها را و آنها نيز دو عدد ميل پيستون (راد Rod)را حركت مي‌دهد كه آن نيز موجب حركت رفت و برگشت پيستون‌هاي متصل به راد در درون لاينرها مي‌گردد.

لاستيك پيستونها در اخل سيلندر (لاينر) باحركت جلو و عقب ايجاد خلاء نموده و سبب مكش گل حفاري از يكطرف و تزريق همزمان آن از طرف ديگر مي‌شود. اگر قطر لاينر بزرگ شود حجم مكش گل زياد شده وفشار تزريق كم مي‌شود و بالعكس.

سوپاپ (ولو Valve) شامل درپوش جايگاه سوپاپ (Sit)، ميل سوپاپ و فنر مي‌باشد و تعداد آن معمولاً ۸ عدد است. قطر لوله مكش بين ۶ تا ۸ اينچ بوده و به قسمت پايين پمپ متصل مي‌شود. لوله تزريق به قسمت بالاي پمپ وصل مي‌شود و قطر آن كمتر از لوله مكش است.

در مسير لوله تزريق يك مخزن استوانه‌اي ضربه گير قرار دارد و ضربات ناشي از حركت تاخيري پيستونها راخنثي و به گل تزريقي جريان يكنواخت مي‌دهد. در بالاي اين مخزن يك فشار سنج جهت نشان دادن فشار داخلي مخزن و فشار گل تزريقي نصب شده بعلاوه براي مواقعي كه به دليل وجود موانع در مسير خروجي گل، فشار بيش از حد شود و براي ممانعت از خطر انفجار و تركيدگي، يك شير اطمينان بر روي مخزن ضربه گير تعبيه شده كه به طور

خود کار باز شده و گل تحت فشار را به بیرون هدایت میکند.
پمپهاي گل از نوع ۲ یا ۳ پیستوني میباشند. پمپهاي سه پیستوني داراي فشار بالا و لیکن حجم گل تزریقي کم میباشند و جهت حفاري چاههاي عمیق آب خصوصاً در مواردیکه قطر و عمق زیاد باشد مناسب نیستند.
در پمپهاي پیستوني دو زمانه پیستون درهر حرکت رفت و برگشت (کورس پیستون) به طور همزمان گل را از یکطرف از طریق لوله مکش از حوض بنتونیت میمکد و گل مکیده شده قبلي درون لاینر را به درون مخزن ضربه گیر تزریق میکند که از طریق لولههاي رابط و سوزن حفاري و سوراخهاي سر مته به درون چاه تزریق میشود. گل برگشتي از درون چاه به داخل حوض بنتونیت هدایت میشود.
بهنگام مکش، سوپاپ ورود گل در قسمت جلو باز و سوپاپ تزریق در همان قسمت بسته میباشد همزمان در پشت پیستون سوپاپ تزریق در همان قسمت بسته است و گل در مرحله تزریق به درون لوله هاي حفاري میباشد (پایان کورس اول). در شروع کورس دوم پیستون وضعیت سوپاپها بر خلاف حالت قبلي قرار میگیرد.
در پمپهاي یك زمانه فقط یك سوپاپ مکش و یك سوپاپ تزریق در جلو وجود دارد و پیستون از همان طرف که گل رامکش میکند (کورس اول)، گل مکیده را تزریق میکند (کورس دوم) . از این پمپ در حفاري هاي نفتي استفاده میکنند.
بهنگام تعویض لاینرها، دقت شود سطح درونی لاینرها با گریس پوشانده شود تا در اثر حرکات اولیه پیستون در داخل لاینر خالي از گل و وجود اصطکاك زیاد و حرارت ناشي از آن باعث آسیب لاینر، لاستیك و پیستون نگردد.

چند نکته در رابطه با طرز نگهداري و استفاده صحیح از پمپ گل:

۱- روغن واسکازین گیربکس از نظر کیفي و کمیمرتباً کنترل و بعد از هر ۲۰۰۰ ساعت کار مفید پمپ ، روغن تعویض گردد .
۲- بهنگام تعویض لاینر کهنه، دقت شود سطح درونی لاینر

نو گريس كاري گردد، در غير اينصورت حرارت ناشي از اصطكاك حركات اوليه پيستون در داخل لاينر خشك بدون گل حفاري سبب بروز آسيب به لاينرها و لاستيك پيستونها ميگردد.
۳- در فصول سرد براي جلوگيري از بروز خطر يخ زدگي گل و تركيدن پمپ بهنگام توقف كاري و بخصوص در شبها ميبايد گل حفاري ازداخل پمپ تخليه گردد.
سوپاپها (ولو) مرتباً بازديد و رسوبات و مواد دانه ريز ماسهاي كه در اطراف آن جمع شده است، پاك گردد.
۴- استفاده صحيح از كاتالوگها و دستورالعملهاي كارخانه سازنده

كمپرسورهوا

كمپرسورها براي توليد هواي فشرده بعنوان سيال اصلي حفاري به كار ميآيند در شرايط مناسب ميتوانند جايگزين پمپ گل شده كه از نظر هزينه و زمان انجام كار كاملاً اقتصادي ميباشند.
كمپرسورها بر دو نوع پيستوني و پيچشي (Screw) تقسيم بندي ميگردند:
در كمپرسورهاي پيستوني هوا از طريق سوپاپ ورودي به درون سيلندر مكيده شده و توسط پيستون از سوپاپ خروجي بصورت فشرده وارد مخزن باد ميشود.
حداكثر حجم و فشار هواي خروجي در اين كمپرسورها كم بوده و مناسب دستگاههاي حفاري نميباشند. لذا در دستگاههاي حفاري از كمپرسورهاي حلزوني پيچشي كه ميتوانند حجم زيادي از هواي فشرده قوي توليد كننده استفاده ميشود.
اين كمپرسورها به دو نوع خشك و روغني تقسيم ميشوند كه نوع روغني استهلاك كمتري داشته و در دستگاههاي حفاري استفاده ميشود. هواي فشرده بوسيله چرخش دو حلزون مارپيچي كه دندههاي آنها درون هم درگير است و توسط روغن مخصوص، روغنكاري ميشود، توليد ميگردد.
در صورتيكه كمپرسور بدون روغن كار كند در اثر اصطكاك زياد سطوح مارپيچ با يكديگر و ايجاد حرارت، اين مارپيچها سوخته و از كارميافتند. سطوح صيقلي

مارپیچ ها اگر خط بیفتد نمي‌تواند فشار لازم را ایجاد کند.
هر جفت دنده مارپیچي حلزوني را یك مرحله میگویند. کمپرسورهاي دستگاه حفاري ۲ یا ۳ مرحله‌اي هستند. فشار هواي تولیدي کمپرسورهاي حفاري ۲۵۰ تا ۳۵۰ پوند بر اینچ مربع (PSI) و حجم آنها ۲۵ تا ۳۵ متر مکعب در دقیقه است.
کمپرسورهاي پیچشي داراي فیلتر جداکننده روغن از هواي خروجی و خنك کننده روغن میباشند. به کار بردن خنك کننده سبب داغ کردن و استهلاك شدید کمپرسور مي‌گردد. خرابي جدا کننده روغن از هوا موجب تمام شدن ذخیره روغن کمپرسور در مدت چند ساعت و از بین رفتن حلزونهاي پیچشي میگردد. رطوبت هواي مکشي در اثر تراکم توسط کمپرسور، به مایع تبدیل شده و درکف مخزن جدا کننده و در زیر روغن جمع شده که روزانه باید خارج شود تا عمل روغنکاري کمپرسور مختل نگردد.
در هنگام تخلیه آب، باید هواي تحت فشار کمپرسور قبلاً خارج شده باشد.

واحد کف ساز

در روش حفاري مستقیم توسط هواي فشرده، مخلوط مواد کف زاي قوي (Foam) و آب توسط یك پمپ سه سیلندر کوچك بطور جداگانه به هواي فشرده خروجي کمپرسور اضافه میگردد تا همزمان از طریق لوله‌هاي حفاري به درون چکش حفاري و یا مستقیماً به مته‌هاي حفاري تزریق گردد. کف تزریقي پر فشار علاوه بر خنك کردن سر مته و روان کاري اجزاء داخلي چکش حفاري، سبب کاهش وزن مخصوص کاتینگها و خارج نمودن آنها از چاه میگردد.
واحد تزریق کف بر حسب عمق و قطر چاه ونوع لایه تحت حفاري توسط حفار تنظیم میگردد. اگر مایع کف زا و آب را مخلوط کرده در مخزن بریزیم، یك پمپ تزریق کافي است و چنانچه این دو از هم جدا باشند، دو پمپ تزریق لازم میباشد. این پمپ ها در اثر خشك کار کردن آسیب میبینند و در زمستان خطر یخ زدن و ترکیدگي آنها را تهدید میکند.

همچنين كثيفي مخازن آب و كف نيز به لاينر ها آسيب ميزند. نيروي محركه پمپ توسط هيدروموتور تامين ميشود.

پمپ تزريق روغن به چكش حفاري D.T.H

در زمان حفاري با چكش براي روانكاري پيستون و قطعات متحرك چكش، همزمان مقدار ۳ تا ۴ ليتر در ساعت روغن توسط يك پمپ روغن كوچك (Oiler) با فشار ۳۵ بار به درون سيال حفاري تزريق ميگردد.
نيروي محركه اين پمپها معمولاً باد ميباشد و كار نكردن آن موجب خسارت به چكش ميشود. ضمناً در هنگام اضافه كردن سوزن، يك ليتر روغن به درون آن ميريزند. تنظيم عمل پمپ روغنكاري در رابطه با ضربات چكش توسط حفار صورت ميگيرد.

وينچها

وينچها مشابه دستگاه هاي حفاري مكانيكي شامل يك وينچ دوقولو براي كلي، وينچ اصلي و لوله گذاري و يك وينچ تكي با سرعت زياد و به اسم وينچ بيلر ميباشد. قلاب وينچ اصلي روي دهانه چاه بصورت شاقول تنظيم است.
قدرت وينچها با قدرت دكل رابطه مستقيم دارد. نيروي محركه وينچها ميتواند مكانيكي، هيدروليكي و يا پنوماتيكي باشد. نوع مكانيكي نسبت به دو نوع ديگر بزرگتر بوده و استهلاك بيشتري داشته و دراثر خيس شدن لنت هاي ترمز و ياداغ شدن، دقت و حساسيت خود را در ترمز هاي ناگهاني از دست ميدهد. وينچ هاي هيدروليكي داراي استهلاك كم و قدرت كنترل خوبي هستند.

واحد كنترل دستگاه حفاري

حفار به كمك اهرمهاي كنترل، شيرها و نشان دهنده ها (واحد كنترل Control Panel) دستگاه حفاري را كنترل ميكند. واحد كنترل در مجاورت دكل تعبيه شده تا حفار بتواند كليه اعمال حفاري و شاقول بودن چاه و عمچنين عملكرد بخش هاي مهم دستگاه مثل وينچ ها و پاورهد را كنترل نمايد.

لوازم و ابزارمورد استفاده در دستگاه‌هاي حفاري كف و هوا در پاره‌اي موارد مشابه دستگاه‌هاي حفاري مكانيكي و بعضاً اختصاصي بشرح ذيل مي‌باشند:

لوازم جانبي حفاري

مته‌هاي حفاري

در اين سيستم حفاري از دو نوع مته‌هاي غلطكي معمولي و يا مته‌هاي ضربه‌اي دوراني استفاده مي‌شود.
در حفاري با هوا و كف به روش معكوس از مته‌هاي غلطكي كه بجاي سه سوراخ خروج گل حفاري بنتونيت داراي يك سوارخ بزرگ در وسط گلوي مته مي‌باشد. مواد حفاري شده از داخل اين سوراخ به درون لوله‌هاي حفاري مكيده مي‌شود. در مته‌هاي مخروطي كاجي دنده‌هاي مخروط‌ها در حين چرخيدن در فواصل خالي بين هم ديگر قرارمي‌گيرند و درنتيجه قطعات كنده شده راخرد مي‌كنند.
مته‌هاي ضربه‌اي دوراني كه به زير چكش حفاري نصب مي‌شوند و با اعمال ضربه‌هاي ناشي از چكش و دوران همزمان كه به وسيله سوزنها ايجاد مي‌گردد، حفاري را انجام مي‌دهند.

برقوها

برقو (Hole opener)براي گشاد كردن چاه گمانه حفاري شده استفاده مي‌گردد. برقو را بالاي مته مي‌بندند و براي جلوگيري ازانحراف چاه در بالاي آن از استابليزر استفاده مي‌شود. قطر مته‌اي كه در سر برقو بسته ميشود و به آن مته راهنما مي‌گويند معمولاً به اندازه قطر گمانه اوليه حفر شده مي‌باشد.

- وزنه

وزنه‌ها (Collar) براي اعمال فشار بر سر مته و بالا بردن سرعت حفاري و كمك به دوام عمر مته خصوصاً در زمينهاي قلوه سنگي و سنگهاي شكسته به كار مي‌رود و به قائم حفر شدن چاه نيز كمك مي‌كند.

پايدار كننده‌ها

پايدار كننده (Stabilizer) براي جلوگيري از انحراف چاه و صاف بودن ديواره چاه استفاده مي‌شود. اولين آن در بالاي سر مته و دومي‌در بالاي اولين وزنه حفاري بسته

مي‌شود و دو لوله حفاري (سوزن) به اين پايدار كننده متصل شده و سپس استابليزر سومي‌را مي‌بندند. بعلت حركت پاندولي استابليزر قطر پايدار كننده‌ها از اول به سوم بترتيب يك شانزدهم و يك هشتم و يك چهارم كوچكتر از مته مي‌باشد. اگر استابليزر هم اندازه مته باشد، ممكن است با چسبيدن به ديواره چاه باعث گير افتادن لوازم حفاري در چاه شود

لوله‌هاي حفاري

لوله‌هاي حفاري يا سوزنها كه بدون درز مي‌باشند در حفاري مستقيم و يا حفاري با چكش از نوع همان سوزنهاي معمولي هستند وليكن درحفاري با كف و هوا (Air Lift) و سيستم معكوس ، دو جداره مي‌باشند. سوزنهاي دو جداره از دو لوله داخل هم با اختلاف قطر حدود ۱۲ ميلي متر درست شده‌اند هوا از بين دو لوله به درون چاه تزريق شده و همراه با آب و كاتينگ‌ها از داخل لوله وسطي به بالا مكيده مي‌شود.

تبديل‌ها

تبديل‌ها براي اتصال مته و رشته‌هاي ابزار حفاري با دنده و قطر متفاوت به يكديگر استفاده مي‌شوند. تبديل‌ها به اشكال مختلف شامل دو سر نر (pin to pin) دو سر ماده (Box to Box) و يك سرنر به يك سر ماده (pin to box) ساخته مي‌شوند.

ضربه گير

براي خنثي كردن انتقال اثرات ارتعاشي مته‌هاي كاجي و يا كوبش هاي چكش حفاري به رشته ابزار حفاري و در نتيجه به مجموعه دستگاه حفاري، ضربه گير به بالاي مته يا چكش حفاري بسته مي‌شود.

۲ ۴ ۲ تشريح مراحل حفاري با دستگاه دوراني – ضربه‌اي

در روش حفاري ضربه‌اي – دوراني ته چاهي (D.T.H) Down The Hole از يك چكش حفاري كه مته مخصوصي مستقيماً به زير آن بسته شده و در ته چاه قرار دارد، براي حفاري استفاده مي‌شود. به استثناء زمينهاي سست و ريزشي در

كليه سازندهاي زمين شناسي مي‌توان از اين روش حفاري استفاده كرد.
هواي فشرده كمپرسور بهمراه مقداري فوم و روغن از طريق سوزنها وارد چكش شده و پيستون درون آنرا به حركت در مي‌آورد كه آنهم ضربات را پي در پي بر مته وارد مي‌كند. ضمناً هوا و كف تزريقي بعد از عبور از داخل چكش از طريق مجراي لوله‌اي گردن مته به ته آن رسيده و از كف مته خارج شده و كاتينگ‌ها را به طرف بالا و بيرون از چاه هدايت مي‌كند. براي دست يابي به حداكثر بازدهي، سرعت و متراژ حفاري به نكات ذيل توجه شود:

رعايت اصول صحيح حفاري با چكش

قبل از تماس مته سرچكش با كف چاه ابتدا جريان تزريق مخلوط هواي فشرده، فوم و روغن را برقرار و بعد چرخش را آغاز مي‌كنيم. حال مجموعه را به آرامي به كف چاه مي‌رسانيم تا ضربات مته سرچكش به زمين برخوردكند. تعداد دوران و فشار وارده بر چكش را براي دست يابي به يك كاركرد نرم و بدون سر و صدا تغيير مي‌دهيم. تعداد دور در دقيقه مته سرچكش به درجه سختي سازند بستگي دارد. در سازندهاي نرم حدود ۴۰ دور در دقيقه و در سازندهاي سخت و ساينده حدود ۱۲ دور در دقيقه مناسب است.
نحوه عمل بدينگونه است كه سرچكش با هر ضربه مقدار يك سانتي‌متر در زمين نفوذ كند و بهنگام وارد شدن ضربه بعدي مقداري چرخيده باشد تا در محل جديد فرود آيد. سرعت دوران بيش از اندازه سبب هدررفتن ضربات سرچكش و بروز صدمه به آن و كاهش سرعت حفاري مي‌گردد.
مي‌توان تعداد دور در دقيقه سرچكش را برابر نصف تعداد فوت(۳۰/۴۸ سانتيمتر)حفاري در يك ساعت را تنظيم كرد. براي مثال چنانچه سرعت حفاري سازندي ۵۰ فوت در ساعت باشد، تعداد دور در دقيقه سرچكش بايد ۲۵ دور باشد. البته تنظيم دقيق تعداد دور با كم و زياد كردن آن ميسر است. در صورت توقف دوران، چكش همچنان به ضربه زدن ادامه مي‌دهد كه بيدرنگ آنرا بمدت يك دقيقه و

حدود ۲۰ سانتي‌متر از كف چاه بلند مي‌كنيم تا هواي فشرده به راحتي به درون چاه وارد و زير سرچكش را از كاتينگ تميز نموده و باعث نرم كاركردن چكش گردد.
مقدار نيروي فشاري وارد بر سر چكش در سرعت حفاري و حفظ سلامت سرچكش موثر است مقدار اين نيرو در لحظه تماس سرچكش با زمين حداقل مي‌باشد و بعد از چند دقيقه مقدار آن را بر حسب نوع سازند براي دستيابي به سرعت نفوذ مطلوب اضافه مي‌نمائيم. مقدار نيرو در يكنوع سازند ثابت بوده و با افزايش عمق، معادل وزن سوزن اضافه شده از مقدار نيرو كاسته مي‌شود.
نيروي لازم براي چرخش چكش يا نيروي گشتاور (Torque) در مقايسه با مته‌هاي مخروطي خيلي كم و ناچيز است و چنانچه دستگاه نشان دهنده، مقدار نيروي گشتاور را زياد نشان دهد، حكايت از نيروي فشاري بالا و يا سرعت دوران بيش از حد داردو ادامه اين وضعيت سبب بروز آسيب جدي به سرچكش مي‌گردد.
براي جلوگيري از لغزش سرچكش در كف چاه و انحراف چاه، بايد از استابليزر متناسب با قطر چاه استفاده نمود.
سُر خوردن و لغزش چكش در چاه سبب شكستن دكمه‌هاي سرچكش و دو پهن شدن چاه و در نتيجه گير افتادن چكش مي‌شود.
اگر نيروي فشاري اعمال شده بر سر چكش بيش از حد مطلوب باشد، سبب فرو رفتن دكمه‌هاي سرمته تا انتها در سازند مي‌گردد و در نتيجه تمامي‌نيروي ضربه پيستون از طريق سطح كف سرچكش به پيستون منعكس و در نتيجه سبب آسيب جدي به اجزاء دروني چكش و پهن و پرچ شدگي لبه بالائي گلوئي سر چكش كه محل وارد آمدن ضربه‌هاي پيستوني چكش است مي‌گردد. ضربات كوتاه و قوي چكش در لايه‌ها و سنگهاي شكسته و حفره دار مشكلات متداول در ساير سيستمهاي حفاري را به حداقل مي‌رساند.
سرعت ضربه زدن چكش متناسب با نوع آن و ميزان هواي فشرده شده تزريقي از ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ضربه در دقيقه مي‌رسد. سرعت بالاي حفاري در اين روش در اثر همين ضربات كوتاه و قوي و به تعداد زياد مي‌باشد. از سرچكش متداول حفاري در سازندهاي سخت و متراكم براي برقوزني نبايد استفاده كرد زيرا فشار وارده از طرف پيستون بر

سطح دكمه‌هاي محيطي وارد مي‌شود كه به علت ثابت ماندن نيروي وارده و كم شدن تعداد دكمه‌هاي درگير با سطح سازند، بسرعت شكسته و از بين مي‌روند. چنين مته‌اي چاه را كوچكتر از سايز اسمي‌خود حفر و آنرا كج مي‌كند.
دراثر برخورد به غار و شكستگي‌هاي بزرگ و توقف خروج جريان كف و كاتينگ‌ها از چاه، بهتر است براي جلوگيري ازخطر گير افتادن چكش و متعلقات آن، چاه را سيمانكاري نمائيم زيرا چنانچه شيب غار و شكستگي بطرف چاه باشد، بعد ازادامه حفاري و دور شدن از اين ناحيه و برگشت كاتينگ‌ها به درون چاه و بعلت شكل خاص سرچكش امكان گير افتادن آن و نتيجتاً چكش و ابزار حفاري در چاه وجود دارد. اگر سيمانكاري چاره ساز نباشد بايد حفاري را با مته مخروطي و روش مستقيم تزريق هواي فشرده و كف ادامه داد.
در بعضي از انواع سرچكش دكمه‌هاي تنگستن كاربايد در پشت سرچكش كار گذاشته شده است تا درمواقعيكه تكه سنگي كوچك در پشت آن سقوط كند، بتواند آنرا خرد نمايد وليكن چنانچه ريزش شديد باشد، كاري از آن ساخته نخواهد بود.
توضيح اينكه نگين سرمته‌ها در اكثر موارد ازجنس تركيب كربن و تنگستن (تنگستن كاربايد) بوده و اصطلاح سر مته الماس به غلط به آنها اطلاق مي‌گردد.
ادامه حفاري با چكش در زير سطح آب تا عمقي ميسر است كه فشار آب وارده به زير سرچكش و از پايين به بالا كمتر ازفشار هواي كمپرسور وارد به پيستون چكش باشد. اگر اين دو فشار با هم برابر شوند عمل ضربه زني چكش متوقف و باعث گير افتادن چكش و مدفون شدن آن در زير كاتينگ‌ها مي‌گردد.
با پيشروي حفاري و بهنگام اضافه كردن سوزن، سرعت عمل خيلي مهم است در غير اينصورت سوراخ‌هاي عبور هوا در چكش توسط گل و رسوب درون چاه مسدود شده و لازم است چكش از چاه خارج و تميز گردد.
درون لوله‌هاي حفاري (سوزنها) كه قبلاً در روش حفاري مستقيم با گل بنتونيت استفاده شده باشند، قبل از حفاري با چكش بايد بوسيله آب پر فشار كاملاً شسته و

تميز گردند. همچنين درون سوزنهاي نو را نيز بمنظور پاك كردن ذرات و براده هاي باقيمانده از مراحل ساخت كارخانه بايد با فشار هوا كاملاً تميز نمود. درغير اينصورت ذرات گل و يا براده هاي آهن وارد چكش شده و با گير انداختن پيستون باعث توقف عمل ضربه زدن چكش مي‌گردد.

براي جلوگيري از جذب روغن تزريقي توسط سوزنهاي نو و يا شسته شده لازم است سطح داخلي ديواره سوزنها روغنكاري گردد. براي اين منظور بايد در درون هر شاخه سوزن ۶ متري حدود يك ليتر روغن بهنگام استفاده از آنها ريخته شود.

اگر فوم و آب تزريقي حاوي ذرات جامد خارجي باشد، باعث خراش و خط افتادن سطح داخلي چكش و سطح خارجي پيستون مي‌گردد. همچنين ممكن است درون قطعات پلاستيكي داخل Rigid Valve در بخش بالايي چكش و Foot Valve در قسمت پايين چكش خراشيده و نازك شده و سرانجام سوراخ و يا بشكند. سلامت شلنگهاي فشار قوي ميبايد مرتباً چك شود تا در اثر فرسودگي تكه‌ها و يا خرده هايي از ديواره داخلي جدا نشده و همراه جريان هوا و فوم وارد چكش نگردد. بروز چنين اتفاقي باعث قفل شدن پيستون در داخل چكش مي‌گردد.

در هنگام حفاري مقدار ۴/۵ ليتر روغن در هر ساعت توسط پمپ تزريق روغن همراه جريان فوم به درون چكش تزريق مي‌گردد. اگر جريان روغن قطع گردد، قطعات متحرك داخل چكش بسرعت مستهلك شده و بدنه داخلي آن را خورده و گشاد مي‌نمايد كه باعث كاهش قدرت آن مي‌گردد.

در چاه هائيكه پر از آب و گل مي‌باشند، چكش را بدون جريان هواي فشرده به حال خود رها نكنيد. اگر قرار باشد بيش از چند ساعت چكش كار نكند، ضروري است آنرا به اندازه كافي از كف چاه بالا آورده تا اتفاق ناگواري پيش نيايد.

مقدار نيروي لازم براي بستن اتصالات بالا و پايين چكش متناسب با گشتاور تعيين شده توسط سازنده و استفاده از گريس رزوه مناسب (Thread Compound) از آسيب ديدن رزوه‌ها و بروزمشكل بهنگام باز كردن آن جلوگيري

مي‌كند.
در خاتمه حفاري اتصالات بالا و پايين چكش را باز و بعد از روغنكاري مجدداً سر جاي خود مي‌بنديم. در درون چكش حدود يك ليتر روغن مي‌ريزيم تا از زنگ زدن قطعات داخلي جلوگيري نموده و بهنگام استفاده مجدد تا رسيدن روغن تزريقي به درون آن، مانع خشك كار كردن و خراب شدن قطعات داخلي چكش گردد. سرعت حفاري با چكش در مقايسه با ساير سيستمهاي حفاري بالاترين مي‌باشد بطوريكه در لايه‌هاي يكپارچه آهكي با قطر ۱۴ اينچ و يا بيشتر مي‌تواند در هر ساعت تا حدود ۱۵ متر حفاري نمايد.
اگر دكمه‌هاي سرچكش از بيخ بشكند، باقيمانده آنرا با سنگ زدن صاف كرده و در مجاورت آن بوسيله دريل سوراخي ايجاد ودكمه مناسبي را با فشار درون آن كار مي‌گذارند.
در صورتيكه بخشي از دكمه شكسته باشد، آنرا با سنگ زدن به شكل نيم كره يا كله قندي و يا هشتي شكل مشابه ساير دكمه‌هاي سرچكش در مي‌آورند.
چنانچه تركها خيلي ريز و سطحي از نوع پوست ماري باشد، با سنگ زدن مختصر، آنها را بازپرداخت مي‌كنند.
سنگ سمباده با دانه بندي بسيار ريز، تراكم و سختي بالا توسط دستگاه سنگ زني (Grinder) با حداقل ۲۵۰۰۰ دور در دقيقه استفاده مي‌شود. دستكش و عينك ايمني براي حفاظت از آسيب ديدگي توسط خرده قطعات تيز و برنده پرتابي از دكمه‌هاي تنگستن كار بايد ضروري است.

شناخت مشكلات عملكرد چكش حفاري و راه چاره آنها

الف - چكش ضربه نمي‌زند

الف – ۱- تفلون سرچكش شكسته است:

اگر بهنگام برقراي تماس سرچكش با كف چاه مقدار نيروي لازم گشتاور بيش از حد معمول افزايش يابد و درنتيجه دوران مجموعه متوقف شود، نشانه شكستن تفلون سرچكش (Foot Valve) مي‌باشد. زيرا هواي خروجي از چكش نمي‌تواند وارد سر چكش شده و كاتينگ‌ها را خارج و چاه را تميز نمايد.
اضافه كردن نيروي گشتاور و تلاش براي به چرخش در آوردن مجموعه ابزار حفاري موجب از بين رفتن دكمه‌هاي

سرچکش مي‌گردد. همچنين اگر پس از تماس سرچکش با کف چاه فشار هواي تزريقي نسبت به فشار هوا در زمانيکه چکش بصورت عادي کار مي‌کند مقدار کمي‌تغيير کند نشانه شکسته شدن تفلون سرچکش مي‌باشد. براي مثال در حالت کارکرد عادي چکش فشار هواي تزريقي درون لوله حفاري (۳ تا ۳/۵ بار) پس از تماس سرچکش با کف چاه به ۵/ ۶ تا ۷ (بار Bar) مي‌رسد در حاليکه در چنين موقعي فشار هوا با تغيير کمي مي‌بايد به ۴/۵ تا ۵ بار برسد.
در صورت بروز چنين مشکلي، چکش را از چاه خارج و تفلون را تعويض مي‌نمايند.
ابتدا تفلون را درون حفره بالايي سرچکش و با ضربات خفيف بر روي يك تکه تخته که روي آن گذاشته‌ايم، جاسازي مي‌کنيم بطوريکه معادل ۴۶ ميلي متر آن بيرون بماند. در دستگاه‌هاي داراي پاورهد، اين عمل را مي‌توان بوسيله پاورهد انجام داد.

الف-۲- گيرکردن پيستون و قطع ضربه

بعلت وجود ذرات جامد خارجي همراه سيال حفاري ورودي به داخل چکش، پيستون در داخل سيلندر گير کرده و ضربات متوقف مي‌گردد.
همچنين اگر چکش در چاه معلق بوده و با زمين در تماس نباشد، ضربه نمي‌زند. لذا در حين برخورد به غار و حفرات بزرگ، ضربات متوقف و به محض تماس مجدد با زمين، ضربات شروع مي‌شود.

ب- تضعيف ضربات چکش

ب-۱- کافي نبودن حجم هواي فشرده تزريقي cfm نسبت به حداقل هواي مورد نياز راه اندازي چکش که براي رفع اين اشکال بايد از کمپرسور قوي تري استفاده کرد.
مقدار حداقل و حداکثر هواي مورد نياز براي راه اندازي چکش توسط کارخانه سازنده مشخص شده است.
ب-۲- تفلون سرچکش بر عکس نصب شده بطوريکه قسمت کوتاه‌تر بيرون مانده در نتيجه طول ضربه‌ها کوتاه و قدرت آنها کمتر ازحد معمول مي‌شود.
ب-۳- اگر سوراخ درون chock مستقر در Rigid Vavle بزرگتر

از حد باشد، قدرت ضربه كم مي‌شود. اندازه سوراخ چوك بايدمتناسب با حجم هواي كمپرسور باشد.
اگر چوك ازمحل استقرار خود خارج شود، سرعت حفاري كاهش مي‌يابد.
ب-۴- شكستن و يا سوراخ شدن تفلون بالاي چكش
در صورت بروز چنين مشكلي فشار هوا به حد نرمال ۶/۵ تا ۷ (بار bar) نرسيده و ضربه‌ها قطع نشده وليكن خيلي ضعيف مي‌شود بطوريكه چكش قادر به ادامه حفاري نمي‌باشد.
در بعضي انواع چكش‌ها بجاي اين تفلون پلاستيكي از لوله فولادي استفاده مي‌كنند كه خطر آسيب ديدن سطح پيستون در اثر برخورد آنها با يكديگر وجود دارد.

ب-۵- گشاد شدن تبديل پايين چكش به سر چكش
بعلت تماس مداوم سر چكش با تبديل پايين چكش (Driver Sub) قسمت دروني تبديل خورده شده و گشاد مي‌شود. مقداري هواي فشرده از اين طريق به خارج از چكش و درون چاه فرار كرده و در نتيجه از حجم هواي مصرفي در عمل ضربه زدن پيستون كاسته و قدرت ضربه‌ها كم مي‌شود.
عدم روغن كاري صحيح و مرتب داخل چكش نيز منجر به ايجاد معايب فوق الذكر مي‌گردد.
بديهي است در چنين موردي مي‌بايد تبديل پايين چكش را تعويض نمود.
كليه موارد ذكر شده در بخش ۲ منجر به كاهش سرعت حفاري مي‌گردد.
توضيح اينكه سرعت حفاري در سازندهاي زمين شناسي واجد خاصيت پلاستيسيته مثل انيدريت و گچ پائين بوده كه نبايد با موارد فوق اشتباه گردد.

ج- افزايش غير عادي فشار هواي تزريقي هنگام حفاري با چكش

علل بالا رفتن غير عادي فشار هواي تزريقي درون چكش شامل:
ج-۱- روان نبودن پيستون در درون چكش
ج-۲- خوب تخليه نشدن چاه و انباشته بودن آن از

کاتینگ‌ها و در نتیجه فرو رفتن چکش درون آن
ج-۳- بسته شدن سوراخهاي سر چکش توسط مواد چسبنده سازند حفاري شده مثل مارن
ج-۴- ارتفاع زیاد آب درون چاه و فشار زیاد سفره آب زیر زميني

نکاتي در ارتباط با کار با چکش

۱ - متناسب با ظرفیت تولید هواي فشرده کمپرسور (cfm) چوك مناسب را انتخاب کنید.
۲ - نیروي گشتاور لازم براي بستن کلیه اتصالات چکش برابر مقدار توصیه شده کارخانه باشد.
۳ - زمینه‌هاي نمکي و حاوي آب‌هاي شور و املاح دار، قطعات داخلي چکش رادچار خوردگي مي‌کنند. لازم است بعد از پایان حفاري، چکش را باز کرده و بعداز شستشو و روغن کاري آنرا بسته و نگهداري نمائیم. همین کار رادرمواردیکه قرار است چکش به مدت طولاني استفاده نشود، نیز انجام مي‌دهیم.
۴ - براي اطمینان از عملکرد صحیح چکش و خروج کامل کاتینگ‌ها از چاه سرعت حفاري و حجم مواد خارج شده از چاه را با حجم چاه حفاري شده مقایسه مي‌نمائیم.
۵ - باید مراقب بود که گریس رزوه و یا سیم‌هاي برس سیمي‌و یا مواد خارجي به درون چکش ریخته نشود. بدین منظور، قسمت نري سوزنهاي حفاري را گریس بمالید.
۶ - عوامل موثر در استهلاك بالاي سر چکش:
- دوران نامناسب
- اعمال فشار حفاري نامناسب
- استفاده از چکش براي برقوزني
-حفاري بر روي قطعات فلزي سقوط کرده در چاه
-عدم پرداخت دکمه‌هاي کار کرده و پهن شده
-وجود سوزن حفاري کج شده که سبب توزیع ناهماهنگ نیرو بر روي دکمه‌هاي سر چکش و شکستن آنها مي‌شود.
-خارج کردن بقایاي دکمه‌هاي شکسته شده از چاه توسط آهنربا

۲-۴-۲-۱-حفاري مستقيم با تزريق هواي فشرده و كف

در روش حفاري مستقيم، هوا توسط كمپرسور مكيده شده و همراه كف و مقداري آب با فشار از درون لوله‌هاي حفاري و سوراخهاي سر مته به ته چاه تزريق مي‌شود.

اين سيال حفاري عمل خنك كردن مته و تخليه مواد حفاري شده را از درون چاه بعهده دارد. مقدار غلظت مايع كف ساز تزريقي با توجه به قطر و عمق چاه، جنس لايه و ميزان آبدهي لايه تنظيم مي‌گردد. همچنين بين قطر چاه و قطر لوله‌هاي حفاري براي تخليه مطلوب چاه از مواد حفاري شده رابطه مستقيم وجود دارد.

آبهاي شور و يا سخت قدرت كف كنندگي را كاهش داده و در نتيجه ميزان مصرف ماده كف‌زا را افزايش مي‌دهد. بطور كلي ميزان مصرف فوم حفاری درارتباط با سرعت تخليه كاتينگ‌ها و خنك شدن مته بصورت تجربي توسط حفار تعيين مي‌گردد. مته‌هاي حفاري مصرفي در اين سيستم در مقايسه حفاري با گل بنتونيت، طول عمر بيشتري دارند.

بهنگام حفاري قبل از اضافه نمودن سوزن براي جلوگيري از سقوط كاتينگ‌هاي معلق در چاه بعلت غلظت كم فوم در مقايسه با گل حفاري، مي‌بايد چاه را با جريان هواي فشرده وكف بخوبي تميز نمائيم.

اين روش حفاري در زمينهاي يكپارچه و رسوبات متراكم غير ريزشي بسيار مناسب است و به علت حجيم بودن فوم و ناچيز بودن وزن مخصوص آن، عملاً هرز روي و فرار فوم در آنها وجود ندارد. در برخورد به غار هاي آهكي (كارست karst) جريان فوم و كاتينگ به بيرون چاه قطع شده كه در اينصورت مي‌توان حفاري را بدون برگشت فوم (حفاري كور) ادامه داد. خطر حفاري كور در اين روش كمتر از حفاري كور با گل حفاري است. بطوركلي در مقايسه با روش حفاري با گل بنتونيت اين روش حفاري سريعتر و ارزانتر مي‌باشد.

۲-۴-۲-۲- روش حفاري معكوس

در روش حفاري مستقيم، سيال حفاري از داخل لوله‌هاي حفاري سوزنها و سوراخهاي سرمته وارد چاه شده و ازحد

فاصل ديواره چاه و سوزنها بالا آمده و از دهانه چاه به بيرون جاري مي شود. در روش حفاري معكوس، سيال حفاري از حد فاصل ديواره چاه و سوزنها وارد شده و در ته چاه از طريق سوراخهاي سرمته به درون سوزنها مكيده شده و در سطح زمين وارد حوضچه حفاري مي شود. براي ايجاد جريان مكش سيال حفاري مي‌توان از پمپ گل و يا كمپرسور هواي فشرده استفاده كرد. استفاده از پمپ گل را جت ساكشن (Jet Suction) و كمپرسور هوا را (Air Lift) مي‌نامند.

الف - حفاري به روش جت ساكشن

در اين روش حفاري دوراني معكوس براي مكش مواد حفاري شده همراه با سيال حفاري از پمپ گل استفاده مي‌شود. گل حفاري توسط پمپ گل با سرعت زياد از داخل قطعه‌اي كه بر روي لوله زانوئي بالاي پاورهد بسته شده در جهت خروج به طرف سطح زمين عبور كرده و با ايجاد خلاء و به حالت مكش، مواد حفاري شده زمين را از زير مته به درون سوزنهاي يك جداره مكيده و از چاه خارج مي‌كنند. عمق حفاري در اين روش به غلظت گل حفاري و قدرت پمپ گل بستگي دارد. در حفاري زمينهاي چسبنده رسي به علت افزايش غلظت گل حفاري قدرت مكش بيشتري نياز است . با پمپ هاي گل متداول تا اعماق ۳۰ الي ۳۵ متر مي‌توان حفاري نمود. البته از كمپرسورهاي هوا با قدرت نسبتاً كم مي‌توان بجاي پمپ گل استفاده كرد. شيوة عمل بدين صورت است كه ابعاد حوض بنتونيت را قدري بزرگتر از موارد معمول، انتخاب مي‌كنند. حوض را كاملاً از آب پر نموده بطوريكه آب از سطح زمين به راحتي به داخل چاه جريان يابد. بنابراين سطح آب در داخل حوض و چاه با هم يكسان خواهد بود. در اين صورت كمپرسور هوا كه در بالاي پاورهد به لوله زانوئي مرتبط مي‌شود، هوا را با سرعت به سمت بيرون مي‌دمد. در نتيجه خلاء ايجاد شده، مواد ته چاه از طريق سوراخهاي مته و سوزن‌ها به بيرون مكش مي شوند. با اين روش مي‌توان چاههاي تا عمق ۴۰۰ متر را حفاري نمود. قطر حفاري تأثيري در عمق حفاري ندارد. با اين روش مي‌توان چاه‌هاي قطور را حفاري كرد.

در زمينهاي سست ريزشي مي‌بايد از گل حفاري استفاده نمود. گل حفاري با نفوذ در بين دانه‌ها وايجاد لايه كيك حفاري مانع ريزش ديواره‌هاي سست چاه مي‌شود. طراحي حوض حفاري بايد طوري باشد كه كاتينگ هاي موجود در گل حفاري فرصت ته نشيني راداشته باشند. در غير اينصورت عمل تخليه چاه دچار اختلال شده سبب كندي حفاري مي‌گردد.

ب - حفاري به روش ايرليفت

در اين روش محتويات چاه و كاتينگ‌ها از طريق سوراخهاي سرمته و مجراي وسط سوزنها مكيده شده و در سطح زمين تخليه مي‌گردد. اين كار مشابه عمل جاروبرقي است زيرا افزايش قطر چاه كه در روش حفاري مستقيم دوراني با گل بنتونيت يك عامل منفي در قدرت تخليه كاتينگ‌ها مي‌باشد، در روش ايرليفت تاثيري در قدرت تخليه مواد ندارد. لذادر اين روش مي‌توان چاه‌هاي عميق و با قطر زياد را به راحتي حفاري نمود.

در زمينهاي سست و ريزشي مي‌توان از گل حفاري استفاده كرد و لذا در هر نوع سازندي به راحتي حفاري مقدور مي‌باشد. حفاري در سازندهاي آهكي آبدار با اين شيوه از بهترين راندمان برخوردار است و بهنگام برخورد به آب زيرزميني، ديگر نيازي به استفاده از آب جداگانه براي حفاري نمي‌باشد.

بطور كلي كارائي و سرعت عمل حفاري با روش ايرليفت نسبت به حفاري با روش دوراني تزريق مستقيم گل بنتونيت خيلي بيشتر است.

هواي فشرده كمپرسور از فضاي بين دو لوله سوزن حفاري به زير سطح آب تزريق مي‌شود. هواي فشرده كه ازانتهاي سوزنهاي دو جداره وارد مجراي لوله و سطي سوزن شده، با سيال داخل آن مخلوط و درنتيجه چگالي آنرا كاهش مي‌دهد. در اثر اين عمل اختلاف فشاري بين ستون سيال داخل چاه و لوله حفاري (سوزنها) بوجود مي‌آيد كه به علت افزون بودن چگالي سيال داخل چاه مواد حفاري شده به همراه سيال درون چاه از مجراي موجود در سرمته بداخل لوله‌هاي حفاري صعود مي‌نمايد. ميزان اختلاف

فشار كه عامل انتقال مواد حفاري شده مي‌باشد بستگي به حجم هواي فشرده تزريقي (CFM كمپرسور)، عمق تزريق و ارتفاع انتقال مواد دارد.

مته‌هاي حفاري در اين روش از نوع مخروطي هستند كه بجاي داشتن سه سوراخ جانبي متداول درمته‌هاي حفاري مورد استفاده در روش حفاري با تزريق مستقيم گل حفاري، داراي يك سوراخ وسط به قطر حداقل ۵ سانتي متر مي‌باشند. مواد حفاري شده از طريق اين سوراخ وسط به درون سوزنهاي دو جداره مكيده مي‌شوند.

چنانچه فشار و حجم هواي تزريقي به اندازه كافي باشد، قطعات سنگهاي بزرگ كه بتوانند از اين مجرا عبور كنند به درون سوزنها مكيده و به بيرون چاه هدايت و تخليه مي‌شوند.

چنانچه قطر سوراخ كمتر از ۵ سانتي متر باشد، مواد چسبنده لايه‌هاي حفاري شده مرتباً باعث انسداد آن و اتلاف وقت جهت باز كردن مجدد سوراخ مي‌شود.

سوزنهاي دو جداره از دو لوله داخل هم كه فاصله بين آنها حدود ۷ ميلي متر مي‌باشد، ساخته شده‌اند. ضخامت و جنس لوله مياني بايد بتواند در مقابل ضربات ونيروي سايشي حركت قطعات حفاري شده مقاومت نموده و سريعاً سوراخ نگردد.

نوع تشكيلات	حفاري ضربه‌اي	حفاري روتاري	حفاري روتاري -ضربه‌اي (كف‌چاهي با هوا)
شن روان	مشكل	سريع	توصيه نميشود
شن و ريگ ناپيوسته	مشكل	سريع	
ماسه روان	مشكل مگر در لايه‌هاي نازك احتياج به چندين لوله حفاري دارد	سريع	
قلوه‌سنگهاي ناپيوسته	مشكل - كند است ولي كلاً بكمك لوله حفاري امكان‌پذير ميباشد	مشكل و اغلب غيرممكن است	
مخروط‌افكنه يا يخ رُفت (مورن)	كند	سريع	
رس و سيلت	سريع	سريع	
شيل محكم	كند	سريع	
شيل چسبناك	سريع	سريع	
شيل شكننده	سريع	سريع	
ماسه‌سنگ - با سيمان ضعيف	سريع معمولاً شامل شرايط استراليا ميگردد	سريع	
ماسه‌سنگ - با سيمان قوي	متوسط	سريع كند	
نودول‌هاي چرت (CHERT NOD ULES)	كند	سريع كند	
سنگ آهكي	كند	سريع	خيلي سريع
سنگ آهكي با نودول‌هاي چرت	خيلي كند	كند	خيلي سريع
سنگ آهكي با ترك‌ها يا شكستگي‌هاي كوچك	خيلي كند	كند	خيلي سريع
سنگ آهكي مجوف	خيلي كند	كند و غيرممكن	مشكل
دولوميت	خيلي كند	سريع	خيلي سريع
بازالت بصورت لايه‌هاي نازك در سنگهاي رسوبي	كند	كند	خيلي سريع

۳-متغيرهاي موثر در پيشرفت عمليات حفاري

عوامل مؤثر درپيشرفت حفاري به سه دسته تقسيم مي‌شوند:

۳-۱- متغيرهاي غير مستقل (وابسته)

اين عوامل قابل كنترل بوده و شامل مته، لوله‌هاي حفاري (سوزن، وزنه، استابليزر)، سيال حفاري (گل حفاري يا هواي فشرده تزريقي)، پمپ گل و كمپرسور باد و بالاخره نيرو و انرژي در ارتباط با قدرت موتور مي‌باشند.

۳-۲- متغيرهاي جانبي:

اين عوامل شامل شرايط توپوگرافي، جغرافيائي و آب و هوايي منطقه- جاده هاي دسترسي و فاصله تا امكانات شهري، تداركاتي و تعميراتي- نزديكي به منابع آب مصرفي و انرژي مورد نياز حفاري و بالاخره مهارت و تخصص نيروي اجرائي كار مي‌باشد.

۳-۳- متغيرهاي مستقل و غير وابسته

اين عوامل غير قابل كنترل بوده و نيروي انساني، ماشين‌آلات و ابزار در آن تأثيري نداشته و عبارتند از:

۳-۳-۱-خواص فيزيكي و مكانيكي سنگها

۳-۳-۲- فشار

۳-۳-۳-حرارت

۳-۳-۴- فشار هيدروستاتيكي گل حفاري

۳-۳-۵- عوامل زمين‌شناسي و تكتونيكي

۳-۳-۶- بار روي مته، دور مته و نوع آن

۳-۳-۷- عوامل هيدروليكي

۳-۳-۱- خواص فيزيكي و مكانيكي سنگها

سنگها را از نظر نحوه تشكيل به سه گروه تقسيم‌بندي مي‌كنند.

الف: سنگهاي رسوبي (Sedimentary Rocks)

ب: سنگهاي آذرين (Igneous Rocks)

پ: سنگهاي دگرگوني (Metamorphic Rocks)

خواص فيزيكي سنگها شامل نيروي بهم چسبيدن ذرات يا ميزان سنگ شدگي، مقدار تخلخل، جرم مخصوص، بافت و ساختمان سنگ مي‌باشد.

خواص مكانيكي سنگها معرف ميزان مقاومت و تحمل پذيري آنها در برابر هر گونه تغيير شكل و شكستگي در اثر نيروهاي خارجي وارده مي‌باشد. اين خواص شامل مقاومت، سفتي، سختي، الاستيسيته، و پلاستيسيته مي‌شود.

توضيح اينكه اگر نيروي وارده بر يك جسم بتدريج افزايش يابد، در مرحله اول دچار تغيير شكل الاستيك و سپس پلاستيك و در نهايت شكستگي مي شود. تغيير شكل الاستيك با حذف نيروي وارده از بين مي‌رود و در تغيير شكل پلاستيك با حذف نيرو شكل جسم به حالت اول بر

نمي‌گردد. موادي مثل گچ و نمك در اثر اعمال نيروي تدريجي تغيير شكل پلاستيكي دارند.
با شناخت خواص فيزيكي و مكانيكي سنگها ميتوان براي انجام عمليات حفاري نسبت به تعيين موارد ذيل تصميم‌گيري نمود:

- انتخاب روش و شيوه حفاري، نوع ماشين‌آلات، ابزار و مته‌هاي حفاري
- پيش‌بيني نياز به لوله‌هاي محافظ، سرعت حفاري، زمانبندي اجرا طرح، ميزان هزينه‌هاي مربوطه و در نتيجه برآورد قيمت تمام شده.

۳-۳-۱-۱- نيروي بهم چسبي: همان نيروي جاذبه بين ملكولي ذرات مي‌باشد كه در مقابل نيروهاي خارجي جدا كننده ملكولها جسم را مقاوم مي‌كنند. ماسه و گراول فاقد نيروي بهم چسبي مي‌باشند وليكن بوسيله كاني ديگري مثل سيمان آهكي و يا سيليسي مي‌توانند به يكديگر متصل شوند.

۳-۳-۱-۲- تخلخل: درصد نسبت بين حجم كل منافذ (V_v) يك نمونه سنگ به حجم كل آن (V) را تخلخل (ϕ) گويند.

$$\phi = \frac{V_V}{V} \times 100$$

مقدار تخلخل درسنگهاي مختلف از ۰ تا ۵۰ درصد متغير بوده و با افزايش عمق و در نتيجه فشار كاهش مي‌يابد.

۳-۳-۱-۳- نسبت پوكي: نسبت كل حجم فضاهاي خالي (V_v) به حجم بخش جامد (V_s) نمونه را نسبت پوكي (e) گويند.

$$e = \frac{V_V}{V_S = V - V_V}$$

۳-۳-۱-۴- چگالي

نسبت بين جرم مخصوص سنگ (ρ_S) به جرم مخصوص آب (ρ_W) را چگالي (S_G) مي‌گويند كه با افزايش تراكم سنگ نسبت مستقيم و با سرعت نفوذپذيري موته حفاري نسبت معكوس دارد.

$$S_G = \frac{\rho_S}{\rho_W}$$

۳-۳-۱-۵- بافت

شكل، اندازه و نحوه قرارگيري ذرات تشكيل دهنده سنگ را بافت (Texture) گويند. خواص فيزيكي و مكانيكي سنگها تابع بافت آنها مي‌باشد. از انواع بافتهاي تخريبي مي‌توان قلوه‌اي، شني، ماسه‌اي، سيلتي، رسي و يا مخلوطي از آنها را نام برد. در يك تقسيم‌بندي بر اساس اندازه و شكل كانيهاي تشكيل دهنده سنگ چهار گروه بافت شامل: دانه‌اي (Granular) مثل گرانيت - دانه‌اي در متن ريز بلور (Porphyry) مثل ديوريت- شيشه‌اي (Glassy) مثل سنگهاي آذرين خروجي بازيك نظير سنگ پا و بازالت- تخريبي (Clastic) مثل كنگلومرا و ماسه سنگ مي‌باشند.

۳-۳-۱-۶- ساختمان سنگ

نحوه استقرار كانيهاي تشكيل دهنده سنگ در كنار يكديگر در ارتباط با شرايط آب و هوايي و دماي تشكيل آن را ساختمان سنگ (Structure of Rock) گويند و به ۵ دسته تقسيم مي‌شود:

الف- ساختمان توده‌اي Massive كه كانيها به طور نامنظم در كنار هم مستقر شده‌اند و بيشتر در سنگهاي آذرين ديده مي‌شود.

ب- ساختمان لايه‌اي (Bedded) در سنگهاي رسوبي ديده مي‌شود.

ج- ساختمان شيستي (Schistosity) خاص سنگهاي دگرگوني با خاصيت تورق مي‌باشد.

د- ساختمان دانه‌اي جدا (Single grain) شامل ماسه و گراول بدون سيمان و يا با سيمان كم مي‌باشد.

ه- ساختمان ناهماهنگ (Anisotropy) كه خواص فيزيكي و مكانيكي سنگ در جهات مختلف فرق مي‌كند.

۳-۳-۱-۷- سختي

مقاومت كاني يا سنگ دربرابر خراش پذيري را سختي (Hardness) مي‌گويند. سرعت نفوذپذيري و عمر مته با درجه سختي نسبت عكس دارد. درجه سختي سنگها به عوامل ذيل بستگي دارد:

۱ -نوع و جنس كانيهاي تشكيل دهنده سنگ

۲ -نيروي بهم چسبيدن كانيها

۳ -شكل دانه‌ها كه در نوع گوشه‌دار نيروي ساييدگي سنگ زيادتر است.

۴ -اندازه دانه‌ها كه معمولاً دانه‌هاي درشت فرسايش بيشتري را بر روي مته ايجاد مي‌كنند.

۵ -درجه يكنواختي، سنگهايي كه از يك نوع كاني تشكيل شده باشند درجه سختي يكنواختتري داشته و فرسايش كمتري را ايجاد مي‌كنند.

۶ -مقدار آب موجود در سنگ كه با درجه سختي و ساينده‌گي نسبت عكس دارد.

كانيها بر اساس درجه سختي به ۱۰ گروه، به ترتيب ذيل تقسيم مي‌شوند:

۱ -تالك، كائولن (خاك چيني) و كلريت به راحتي با ناخن خط بر مي‌دارند.

۲ -ژيپس (گچ) گوگرد و ميكاي سفيد با ناخن سختر از گروه اول خط بر مي‌دارند.

۳ -سنگ آهك، كلسيت ودولوميت با فلزات نسبتاً نرم مثل سكه مسي يا برنجي خط بر مي‌دارند.

۴ -فلوئورين و منيزيت با فلزات نيمه سخت نوك تيز خط بر مي‌دارند.

۵ -آپاتيت، كرومديت و هورنبلند با فلزات سخت مثل چاقو خراش بر مي‌دارند و سختي آنها تا ۵/۵ مي‌رسد.

۶ -اوليوين، پيريت و اورتوكلاز با شيشه خط برداشته و درجه سختي آنها تا ۶/۵ مي‌رسد.

۷ -سيليس يا كوارتز بر روي شيشه خط مي‌اندازد.

۸ -توپاز برروي كانيهاي تا درجه سختي ۷ خط مي‌اندازد.

۹ -کرندوم Al_2O_3 (سنگ سمباده) که بجز الماس تمامي کانيها و فلزات را خط مي‌اندازد.
۱۰- الماس يا کربن خالص که سختترين ماده موجود در طبيعت است و بر همه چيز خط مي‌اندازد.
سنگهاي تا سختي ۴ را با مته‌هاي مخروطي چرخشي و سنگهاي با سختي ۴ تا ۶/۵ را معمولاً با مته‌هاي چکشي ضربه‌اي - دوراني حفاري مي‌نمايند.

۳-۳-۱-۸- سفتي:
توانايي تحمل سنگ در برابر مجموع تنش (نيرو) هاي خارجي را سفتي (Toughness) مي‌گويند. مقاومت سنگ در برابر يك نوع تنش (برشي يا کششي يا فشاري) و سفتي سنگ را در رابطه با ترکيب مجموع اين تنش‌ها مي‌سنجند. سفتي (F) سنگها معادل يکصدم مقاومت فشاري تك محوري آنها (Δu) است.

$$F = \frac{\Delta u}{100}$$

۳-۳-۲- تاثير فشار
فشارهائي که از طرف لايه‌ها بر عمليات حفاري تاثير مي‌گذارند عبارتند از:
۳-۳-۲-۱- فشار قائم يا فشار وزن لايه‌هاي پوششي
Overburden pressure
۳-۳-۲-۲- فشار افقي طبقات
Horizontal pressure
۳-۳-۲-۳- فشار هيدروستاتيکي يا فشار نرمال طبقات
Normal formation pressure

۳-۳-۲-۱- فشار وزن لايه‌هاي پوششي يا فشار قائم
فشار سنگهاي پوششي همان فشار ناشي از وزن سنگهاي فوقاني بر روي هر نقطه معيني از عمق زمين است که در دو جهت قائم و افقي وارد مي‌شود. فشار قائم از رابطه زير بدست مي‌آيد:
طول عمق مورد نظر (h) × متوسط وزن مخصوص سنگ $pv = (\gamma v)$
(فشار قائم سنگ)

در شرايط نرمال مقدار (P_v) به ازاء هر فوت ضخامت برابر يك PSI مي‌باشد.

۳-۳-۲-۲- فشار افقي طبقات

فشار افقي يا جانبي سنگها از رابطه ذيل محاسبه مي‌شود.

$$\text{(فشار افقي سنگها) } P_h = 0.33 \text{ (عدد ثابت)} \times \frac{\text{(فشار قائم سنگها) } P_v}{}$$

براي مثال اگر وزن مخصوص سنگي ۲۵۰۰۰ نيوتن بر متر مكعب و ضخامت آن ۱۰۰۰ متر باشد فشار قائم و افقي آن عبارتست از:

فشار قائم (مگا پاسكال $P_V = 25000 \times 1000 = 25000000 \frac{N}{m^2} = 25 MP_a$)

فشار افقي (مگا پاسكال $P_h = 0.33 \times 25 = 8.25\ M\ P_a$)

۳-۳-۲-۳- فشار هيدروستاتيكي طبقات

فشار نرمال هيدروستاتيكي طبقات ناشي از آب موجود در حفرات سنگ مي‌باشد كه هميشه از فشار سنگهاي پوششي كمتر است.

اگر لايه‌اي از سطح زمين تا عمق معين حاوي آب باشد، مقدار فشار آب در منافذ سنگ برابر $0.433\ {}^{psi}/_{ft}$ است.

براي غلبه بر فشار هيدروستاتيكي طبقات در هر عمق زمين از فشار هيدروستاتيكي گل حفاري استفاده مي‌نمايند.

۳-۳-۳- تاثير حرارت

درجه حرارت زمين با افزايش عمق بالا مي‌رود. اگر چنانچه درجه حرارت زمين از ۲۰۵ درجه سانتيگراد بيشتر شود بايد از مته و لوازم حفاري درون چاهي با جنس مخصوص استفاده نمود. بالا رفتن درجه حرارت سبب ناپايداري تركيبات گل حفاري خصوصاً خاك رس مي‌شود. به

ازاء هر ۶۰ الي۱۰۰ فوت افزايش عمق، درجه حرارت معادل يك درجه فارنهايت افزايش مي‌يابد. براي محاسبه متوسط دماي سنگها در اعماق براي مناطق خشكي در صنعت حفاري از فرمول زير استفاده مي‌شود.

$T = \frac{D}{64} + 70$ (دما در هر عمق بر حسب فارنهايت)

در اين فرمول D مقدار عمق موردنظر بر حسب فوت و 70 مقدار متوسط دماي سطح زمين بر حسب فارنهايت مي‌باشد.
در چاههايي كه عمق آنها بيش از چند صد متر باشد اختلاف دماي سنگها در اعماق با دماي سطح زمين محسوس بوده و در نتيجه گل حفاري در حين گردش در داخل چاه چنانچه به كندي جريان داشته باشد در هر عمقي، درجه حرارت زمين (ژئوترمال) همان عمق را خواهد داشت و بعد از ورود به داخل حوض بنتونيت حرارت خود را از دست مي‌دهد. اگر سرعت تزريق گل بيش از ۳۵۰۰ ليتر در دقيقه باشد در اينصورت درجه حرارت آن از سطح تا عمق تغيير نخواهد كرد. دماي زمين تابع خواص حرارتي سنگها، شامل ظرفيت حرارتي، هدايت يا انتقال حرارت، انبساط و انقباض و توزيع حرارت در آنها مي‌باشد كه در حفاري خاصيت انتقال حرارت مهم است.

۳-۳-۴- فشار هیدروستاتیکي گل حفاري

در حالت عادي فشار هیدروستاتیکي گل حفاري از فشار هیدروستاتیکي آب لایه‌ها قدري بیشتر است. اگر فشار هیدروستاتیکي گل حفاري از فشار سنگهاي پوششي بیشتر شود، موجب شسته شدن دیوارة چاه مي‌گردد. توصیه شده است فشار گل حفاري حداکثر ۷۰ درصد فشار سنگهاي پوششي باشد.

مقدار فشار گل حفاري (P) از حاصلضرب وزن مخصوص گل ($m\gamma$) در ارتفاع ستون گل درون چاه (h) بدست مي‌آید.

$$P = \gamma m \times h$$

براي مثال اگر وزن مخصوص گل حفاري ۱۲۵۰۰ نیوتن بر متر مکعب باشد مقدار فشار هیدروستاتیکي آن در عمق ۵۰۰ متري برابر است با :

(Mpa مگا پاسکال) $6.25 = (N/m^2$ نیوتن بر متر مربع)

$$P = 12500 \times 500 = 6625000$$

۳-۳-۵- تأثیر عوامل زمین‌شناسي و تکتونیکي در حفاري

شناخت مشخصات ساختمان ظاهري لایه‌ها و سنگها مي‌تواند کمك بزرگي در موفقیت اجرا پروژه هاي حفاري باشد. در اینجا به آن دسته از خصوصیات ساختماني و زمین‌شناسي مرتبط با حفاري اشاره مي‌گردد.

۳-۳-۵-۱- شیب و امتداد لایه‌ها

اکثر مواد رسوبي در محیط هاي آبي و یا خشکي داراي لایه‌بندي بوده که بعداً تحت تاثیر نیروهاي تکتونیکي وارده دچار چین‌خوردگي مي‌گردند. سطوح لایه‌ها بخش ضعیف آن مي‌باشد و لایه‌هاي کم ضخامت به علت خردشدگي، راحتتر حفاري مي‌گردند. لایه‌هاي ضخیم داراي یکنواختي بیشتري بوده و خردشدگي کمتري دارند بهمین دلیل حفاري آنها در مدت زمان بیشتري صورت مي‌گیرد. تغییر وضعیت لایه‌ها ممکن است سبب انحراف چاه خصوصاً در روش هاي حفاري ضربه‌اي کابلي گردد. استفاده از استابلیزر در حفاري هاي دوراني از انحراف چاه جلوگیري مي‌نماید. حفاري در لایه‌هاي متناوب ضخیم و کم ضخامت چین خورده

به علت امکان وجود شکستگي، خطر انحراف چاه و گيرافتادن مته ولوازم حفاري را افزايش مي‌دهد.
شيب (Dip) بزرگترين زاويه بين سطح لايه با افق است و امتداد (Strike) عمود بر شيب مي‌باشد.

۳-۳-۵-۲- چين‌خوردگي

در نواحي چين‌خورده و در محل طاقديس‌ها خصوصاً در محدوده محور آنها به علت وجود بازشدگي و شكستگي و در نتيجه خردشدگي، عمليات حفاري مشكل آفرين است.
همچنين در محل ناوديس‌ها نيز به علت تمايل لايه‌ها به لغزش روي يكديگر و وجود قطعات خرد شده، حفاري مشكلات خاص خود را دارد. بطور كلي در مناطق چين خورده مي‌بايد اصول فني و دقت در حفاري براي جلوگيري از انحراف چاه، ريزش و گيرافتادن ابزار و فرار سيال حفاري رعايت گردد.

۳-۳-۵-۳- گسل‌ها

گسل‌ها محل جدا شدن لايه‌ها و جابه‌جايي آنها در امتداد يك سطح مي‌باشد. سنگها در مجاورت سطح گسل معمولاً خردشده و ضعيف مي‌باشند و بعضاً ممكن است محل جريان آب بوده و خرده سنگهاي اطراف را بتدريج وارد چاه نمايد كه در اينصورت بايد مراقب ريزش و گيرافتادن لوازم بود.
گاهي ممكن است در اثر گسل و جابجائي، دو لايه با جنس و سختي متفاوت روي هم قرار گرفته باشند. بطور كلي براي حفاري در سازندهاي گسله و يا داراي درز و شكاف، روش حفاري دوراني با استفاده از گل بنتونيت براي جلوگيري از ريزش سنگها و فرار گل اولويت دارد. حفاري با سيستم ضربه‌اي – دوراني در اين قبيل مناطق خطر گيرافتادن چكش و مته مربوطه را به دنبال خواهد داشت.

۳-۳-۵-۴- هوازدگي و فرسايش

تغييرات درجه حرارت و ميزان رطوبت و بطور كلي عوامل جوي باعث فرسايش سنگها و كاهش مقاومت فشاري و سختي آنها مي‌گردد. البته عمق نفوذي اين پديده چندان زياد نمي‌تواند باشد. در زمان تصميم گيري براي عقد قرارداد در مناطق كوهستاني و ناهموار، مطالعه وضعيت سلامت سنگها و تشخيص تاثيرات تكتونيكي بر آنها براي ارائه پيشنهاد قيمت بسيار مهم است. گاه ممكن است سنگهاي بظاهر خرد شده و فرسايش يافته سطحي در عمق به سنگهاي سالم و سخت با حفاري مشكل تبديل شوند. اين مسئله در مورد سنگهاي آذرين بشدت صدق مي‌كند.

بطور كلي در انتخاب سيستم حفاري عوامل ذيل را بايد در نظر گرفت:

نوع و جنس زمين، قطر و عمق چاه، برآورد اقتصادي، نوع و مدت زمان اجرا پروژه

۳-۳-۶- بار روي مته، دور مته و تاثير آنها در سرعت حفاري

مقدار متناسب بار روي مته و تعداد دور در دقيقه آن بر سرعت حفاري، كاهش هزينه‌ها و استهلاك و افزايش طول عمر دستگاه موثر است.

۳-۳-۶-۱-بار روي مته

بار روي مته (تراست Thrust) همان نيروي وارده بر مته است كه با كنترل آن مي‌توان از انحراف چاه جلوگيري و سرعت حفاري را افزايش داد مقدار بار مته با نوع و قطر مته و تيزي دندانه‌ها، مقاومت و سختي سنگها و سيستم حفاري بستگي دارد. مقدار نيروي وزن وارده بر مته به ازاء هر اينچ مته براي زمينهاي نرم (Soft) بين ۲۲۷ تا ۹۰۸ كيلوگرم و براي زمينهاي نسبتاً نرم بين ۴۵۴ تا ۱۱۳۵ كيلوگرم و در زمينهاي سخت سنگي بين ۹۰۸ تا ۱۸۱۶ كيلوگرم است.

قطر مته (اينچ)	حداقل و حداكثر بار پيشنهادي روي مته (كيلوگرم)

	نرم	متوسط	سخت
$8\frac{1}{2}$	۱۹۲۹-۷۷۱۸	۳۸۵۹-۹۶۴۷	۷۷۱۸-۱۵۴۳۶
$12\frac{1}{2}$	۲۸۳۷-۱۱۳۵۰	۵۶۷۵-۱۴۱۸۸	۱۱۳۵۰-۲۲۷۰۰
$17\frac{1}{2}$	۳۹۷۲-۱۵۸۹۰	۷۹۴۵-۱۹۸۶۲	۱۵۸۹۰-۳۱۷۸۰

(بار یا نیروي وزن پیشنهادي وارده بر مته به اقطار مختلف)

در هر عمقي اززمین در اثرفشار نیروي وزن لایه‌هاي فوقاني دو نوع فشار به صورت افقي یا فشار جانبي و بصورت عمودي یا فشار عمودي وارد مي‌شود. میزان سرعت حفاري در هر عمقي با مقدار فشار جانبي افقي وارده بر سنگ نسبت عکس دارد که در نتیجه سرعت حفاري با افزایش عمق کاهش مي‌یابد. در مته‌هایي که بار روي آنها زیاد است این تغییرات محسوس‌تر مي‌باشد. بنابراین سختي و مقاومت سنگ در سرعت حفاري تأثیر دارد.

اگر بار روي مته (تراست) کم باشد، به علت عدم انتقال انرژي نیروي وارده از طرف مته به سنگ و تبدیل آن به گرماي اصطکاکي و بالا رفتن دماي مته و لوله‌هاي حفاري علاوه بر بروز خسارت به این لوازم موجب کاهش سرعت حفاري مي‌گردد. اگر بار مته بیش از حد مجاز باشد مته تحرك لازم را بطور آزاد نداشته و سرعت حفاري کم مي‌شود. بار روي مته براي سنگهاي سخت زیاد و دور مته کم مي‌باشد. و در سنگهاي نرم این موضوع برعکس است. ضمناً با افزایش قطر مته تعداد دور در دقیقه کاهش مي‌یابد. مگر در مورد حفاري در سنگهاي شکافدار که براي جلوگیري از گیرافتادن مته تعداد دور در دقیقه را افزایش مي‌دهند.

مقدار بار روي مته در سیستم دوراني بیش از سیستم ضربه‌اي – دوراني مي‌باشد. در سیستم دوراني، نیروي وارده علاه بر امکان برقراري تماس مته با سنگ، کار نفوذ مته در زمین و چرخش آنرا نیز بعهده دارد در

صورتيكه در سيستم ضربه‌اي – دوراني فقط برقراري تماس و انتقال انرژي را به سنگ انجام مي‌دهد.
اگر دندانه‌هاي مته تيزي خود را از دست بدهند، بار روي مته را بايد اضافه نمود تا جائيكه اين افزايش نه تنها نمي‌تواند سرعت حفاري را اضافه نمايد بلكه باعث استهلاك مته و كاهش عمر آن مي‌شود.

۳-۳-۶-۲- دور مته

هر چه تعداد دفعات تماس دندانه‌هاي سر مته با زمين بيشتر باشد، ميزان نفوذ سر مته و در نتيجه سرعت حفاري بيشتر مي‌گردد. البته چنانچه دور مته در دقيقه بيش از حد مجاز گردد به علت عدم فرصت كافي تماس مته با سنگ و عدم انتقال انرژي به زمين، سرعت حفاري ثابت و يا حتي كاهش مي‌يابد.
در سيستم حفاري دوراني – ضربه‌اي تعداد دور مته در دقيقه به قدرت ضربه پيستون و ميزان زاويه چرخش مته پس از ضربه بستگي دارد. كم يا زياد بودن زاويه چرخش مي‌تواند سبب هدر رفتن ضربات وارده باشد. زيرا به ازاي هر ضربه پيستون لازم است سطح تازه‌اي از سنگ در زير نگين‌هاي مته قرار گيرد. اگر زاويه چرخش كم باشد ضربات وارده سر مته سبب ريزتر شدن قطعات خرده شده قبلي مي‌گردد و چنانچه زياد باشد قطعات سنگهاي حفاري شده، درشت و خرده نشده باقي مانده و نتيجتاً در هر دو حالت سبب كاهش سرعت حفاري مي‌گردد.
تعداد دور در دقيقه Round per Minute (RPM) از رابطه زير بدست مي‌آيد.

$$R.P.M = \text{تعداد ضربات پيستون} \times \frac{\text{زاويه چرخش سر مته } \alpha}{360}$$

كاهش تعداد دور مته در دقيقه موجب كاهش سرعت حفاري مي‌گردد و از طرفي افزايش تعداد دور مته بيش از حد مجاز به علت عدم تماس كافي دندانه‌هاي سر مته با زمين و عدم انتقال كامل انرژي فشاري، موجب از بين رفتن دندانه‌هاي مته و كاهش سرعت حفاري مي‌گردد. بطور كلي در سيستم حفاري دوراني سعي مي‌شود دور مته را كاهش

داده و با افزايش بار روي مته مقدار سرعت حفاري در حد مطلوب حفظ گردد.

۳-۳-۷- تاثير عوامل هيدروليكي

سرعت پيشروي حفاري علاوه بر وابستگي به بار روي مته و تعداد دور آن در دقيقه به خصوصيات سيال حفاري شامل نوع و تركيب آن، سرعت و فشار تزريق و حجم سيال بستگي مستقيم دارد.

حفاري با هوا به علت چگالي كمتري كه نسبت به ساير سيالهاي حفاري نظير آب، گازوئيل و يا تركيب آب و گازوئيل، آب و رس و يا باريت دارد از سرعت بيشتري برخوردار است بطور كلي كاهش جرم مخصوص سيال حفاري باعث افزايش سرعت حفاري مي‌شود.

كاهش خاصيت گرانروي يا چسبندگي سيال حفاري سبب افزايش سرعت انتقال كاتينگ‌ها و نتيجتاً افزايش سرعت حفاري مي‌گردد. بر همين اساس براي كاهش گرانروي و چگالي گل حفاري، مقدار بنتونيت را به حداقل كاهش مي‌دهند. در اثر اين عمل علاوه بر آنكه سرعت حفاري زياد مي‌شود عمر متوسط مته نيز افزايش مي‌يابد.

با افزايش حجم يا شدت جريان سيال حفاري در دقيقه، سرعت حفاري افزايش مي‌يابد. علاه بر عوامل ذكر شده، خصوصيات سنگها شامل مقاومت فشاري، برشي و سايشي و قابليت حفاري آنها و همچنين ژئومتري چاهها شامل عمق و قطر چاه بر سرعت حفاري تاثير دارد.

۴- شناخت مته‌هاي حفاري (Bits)

در سيستم حفاري دوراني مستقيم و معكوس مته‌هاي حفاري تقريباً مشابه مي‌باشند وليكن در سيستم حفاري ضربه‌اي – دوراني كه با چكش حفاري صورت مي‌گيرد، نوع مته مخصوص و متفاوت با ساير انواع است: مته‌ها به سه گروه اصلي تقسيم مي‌شوند: مته‌هاي چرخشي (تيغه متحرك)، مته‌هاي تيغه ثابت و مته‌هاي كاربرد ويژه

۴-۱- مته‌هاي تيغه‌اي ثابت (Fix Cutter or Blade or Drag Bits)

اين مته‌ها از تعداد ۲، ۳ و يا ۴ تيغه تيز كه با

زواياي ۱۸۰، ۱۲۰ و ۹۰ درجه نسبت به هم، ساخته شده و مناسب حفاري در زمينهاي سست و نرم مثلرس، مارن و ماسه ميباشند.
مقدار بار روي مته (تراست Trust) در سنگهاي نيمه سخت بين ۴۵۳/۵ تا ۹۰۷ كيلوگرم بر هر اينچ مته است و نيروي بيشتر سبب فرورفتن بيش از حد تيغهها در زمين شده كه در اينصورت نيروي زيادي براي چرخاندن آن مورد نياز خواهد بود كه ممكن است از آستانه تحمل سوزنها افزون بوده و باعث بريدن آنها شود.
براي تسريع در خرد كردن سنگها و انتقال قطعات به سطح زمين توصيه ميگردد كه سرعت گل حفاري بين ۰/۸ تا ۱/۲ متر بر ثانيه باشد . سرمته دم ماهي داراي دو تيغه برّنده با پوشش فلز مقاوم كربور تنگستن و يا بدون آن ميباشد. بدنه سر مته تو خالي بوده و دو سوراخ در طرفين تيغهها دارد كه مايع حفاري با فشار روي تيغهها پاشيده شده و آنها را تميز نگه ميدارد. سر مته سه پر در سازند نيمه پيوسته عملكرد بهتري دارد و خطر انحراف چاه با آن كمتر است وليكن سرعت حفاري آن در تشكيلات نرم كمتر از سر مته دم ماهي است. سر مته شش پر (پيلوت) داراي سه تيغه كوچك در راس و سه تيغه بزرگتر در زير آن است. سه تيغه اول به صورت پيشرو گمانه را حفر و بدنبال آن سه تيغه بعدي قطر گمانه را بزرگتر ميكند. در زمينهاي آبرفتي فشرده بهتر از دو نوع ديگر عمل كرده وليكن مناسب سنگ نيستند. تيغههاي سائيده شده آنها را ميتوان باعمل جوشكاري به شكل و اندازه اوليه در آورد.
در انواعي ديگر بر روي تيغههاي فولادي و يا بدنه ماتريسي مته ذرات الماس قرار گرفته است. الماسهاي مصنوعي بر دو نوع شامل(Thermally Stable Polycrystaline (TSP و , Polycrystyalline Diamond Compact (PDC) ميباشد توليد كنندگان مته از الماسهاي طبيعي، الماسهاي مصنوعي TSP, PDC و يا مجموع اين سه نوع در ساخت مته ها استفاده ميكنند.

۴-۱-۱- مته‌هاي با الماس طبيعي

به دليل خاصيت شكنندگي الماس طبيعي و درجه سختي بالا،

شکل این مته‌ها با انواع مته‌هاي مخروطي متفاوت است و از سه بخش اصلي تیغه‌ها، بدنه و ساقه (Shank) درست شده‌اند. الماسها روي سطح بدنه قرار دارند و قسمت باریکتر پایه متصل به بدنه را ساقه مي‌گویند که رزوه‌هاي اتصال به لوله حفاري روي آن تعبیه شده است. بدنه (سرمته) از جنس ماتریس (ترکیبي از پودر تنگستن کار باید و کبالت) درست شده و در برابر سایش از فولاد مقاوم تر است.

۴-۱-۲- مته‌هاي PDC

مته‌هاي PDC جزو مته‌هاي تیغه ثابت محسوب و بدنه آنها مي‌تواند فولادي یا ماتریسي باشد. دانه‌هاي درشت الماس مصنوعي PDC توسط جوش تنگستن کار باید به تیغه مته متصل شده‌اند.

۴-۱-۳-مته‌هاي TSP

جدیدترین نوع الماس مصنوعي است که نسبت به PDC مقاومت حرارتي بالاتري دارد و تقریبا همطراز الماس طبیعي است. مته‌هاي TSP مشابه مته‌هاي الماس طبیعي ساخته شده‌اند. به دلیل کوچکتر بودن اندازه دانه‌هاي TSP نسبت به دانه‌هاي PDC، سرعت حفاري این مته‌ها کمتر از نوع PDC مي‌باشد.

۴-۲- مته‌هاي چرخشي مخروطي (Roller Cone Bits)

این مته‌ها داراي مخروطهاي (Cones) دندانه‌دار و یا دکمه دار قابل چرخش حول محور خود مي‌باشند. بر روي مخروطها دو تا چهار ردیف دندانه بشکل عدد ۸ قرار دارد که بهمین دلیل به آنها مته‌هاي چرخي دندانه‌دار (Toothed Wheel Bit) مي‌گویند.بلندي دندانه‌ها و فاصله آنها از یکدیگر در مته‌هاي مخصوص زمین هاي نرم، زیاد و براي زمین هاي سخت تر طول و فاصله آنها از یکدیگر کم مي‌شود. جنس دندانه‌ها از فولاد سخت و بعضاً با پوشش پودر فلز مقاوم ضد سایش کربور تنگستن مي‌باشد.
این مخروطها حول محور اتصال خود به بدنه مته در اثر دوران مته توسط سوزن حفاري، مي‌چرخند و با فشاري که

از بالا به پايين بر مته وارد مي‌شود زمين را حفاري مي‌نمايند. مقدار فشار لازم براي هر اينچ از قطر مته برابر ۱/۵ تن مي‌باشد. براي مثال يك مته ۸ اينچ نيروئي معادل ۱۲ تن نياز دارد تا به راحتي عمل حفاري را انجام بدهد.
قطر سر مته‌ها بعد ازمدتي كه كار كنند در اثر سايش كم مي‌شود لذا چاه حفاري شده در قسمتهاي پايين داراي قطر كمتري مي‌باشند. بهتر است حفاري با سر مته‌هاي نو آغاز شود و قسمتهاي پايين با سر مته‌هاي كوچك شده كاركرده حفاري گردند. البته چنانچه دستگاهي فاقد سيستم‌هاي اعمال فشار اوليه بر مته در شروع كار باشد، براي جلوگيري از استهلاك زودرس آن، بهتر است از مته‌هاي كهنه قديمي‌براي آغاز حفاري استفاده كرد. انواع سرمته‌هاي مخروطي عبارتند از :

۴-۲-۱- سرمته‌هاي دندانه فولادي

سرمته‌هاي دندانه فولادي (Steel Toothed type Bits) به سه دسته سخت بر، متوسط بر و گل بر با كاسه نمد و بدون كاسه نمد تقسيم مي‌شوند. در نوع كاسه نمددار، در داخل هر مخروط يك ياتاقان وجود دارد كه مخروط بر روي آن مستقر و مي‌چرخد. داخل مخروط كاملاً آب بندي شده و گريس مخصوصي مرتب آنرا روغنكاري مي‌كند.
نوع كاسه نمددار براي حفاري در سنگهاي شكسته و يا قلوه سنگهاي متراكم مناسب است تا فشار وارده بر روي مته سبب نفوذ دندانه‌ها در زمين و حركت دوراني آرام آن باعث كندن مواد بشود. از طرفي در سنگهاي فشرده و يكدست با درجه سختي پايين مثل آهك، مي‌بايد ازمته‌هاي سخت بر بدون كاسه نمد استفاده نمود.
وجود كاسه نمد باعث مي‌گردد مخروط‌ها به نيروي زيادي براي چرخيدن احتياج داشته باشند و چون دندانه‌هاي مخروط‌ها نمي‌توانند در زمين فشرده سخت نفوذ كنند به همان وضع ثابت روي سنگ سر مي‌خورند. بديهي است كه دندانه‌ها در يك سطح ثابت سائيده شده واز بين مي‌روند. در مته‌هاي سخت بر تعداد دندانه‌ها به نسبت افزايش درجه سخت بري مته، افزايش مي‌يابد. يك نوع ديگر سر

مته سخت بر، نوع چهار مخروطي است كه مخروطها دردو امتداد عمود بر هم بصورت صليبی يا ضربدري قرار دارند و بنام مته‌هاي مخروطي شكل متقاطع (Cross Type Bit) مي‌باشند.
دو عدد از مخروطها بصورت قائم و دو مخروط ديگر بصورت مايل قرار دارند. دو عدد مخروط قائم قسمت حاشيه‌اي چاه را برش مي‌دهند و دو مخروط مايل قسمت وسط چاه را حفاري مي‌كنند. به مخروطها Cutter (برّنده) مي‌گويند.
جنس مته‌ها بايد در مقابل سختي سنگها و فشار و حرارت اعماق زمين مقاومت كند كه با توجه به عملكرد آنها براساس سه اصل طراحي شده‌اند:
الف- مته‌هاي مخصوص مواد نرم شامل شيلهاي رسي و مارني كه با تراش و ريز كردن سنگها حفاري مي‌نمايند. (Crushing – Chipping action)
ب – مته‌هاي سنگهاي نيمه سخت تا سخت با عمل برش در اثر نيروي مماسي (Shearing action) موجب نفوذ در سنگ مي‌شوند.
ج – مته‌هاي سنگهاي سخت و نيمه سخت و سنگهاي با خاصيت پلاستيكي مثل سنگ گچ كه با ايجاد بريدگي و سايش (Cutting – abrasive action) در سنگ نفوذ ميكند.

۴-۲-۲- سرمته دگمه‌اي Tungsten carbide insert Bits or Button Bit

در اين نوع سر مته دندانه‌هاي مخروط مته را از جنس كربورتنگستن به فرمول شيميايی (WC) يا تنگستن كارباید Tungsten Carbide (TC) كه سختي زيادي دارد درست كرده‌اند. به اين سرمته‌ها نگيني نيز مي‌گويند. نگين‌ها بشكل بادام با نوك گرد و يا كمي‌تيز شده مي‌باشد. در انواعي كه براي زمينهای قلوه سنگي درشت و يا سنگهاي شكسته استفاده مي‌شوند، بلندي نگين‌ها تا سه سانتي متر مي‌رسد. در انواعي كه براي سنگهاي يكپارچه سالم با درجه سختي تا ۴ استفاده مي‌شود نگين‌ها به بلندي ۱/۵ تا ۲ سانتي‌متر هستند. بعضي از انواع اين مته‌ها داراي نگين هاي ساچمه‌اي يا فندقي مي‌باشند و براي حفاري سنگهاي سخت با درجه سختي ۶تا۷ استفاده مي‌شوند.

بطور كلي با افزايش درجه سختي سنگ و ميزان درز و ترك، اندازه نگين‌ها كاهش و تعداد آنها در هر مخروط افزايش مي‌يابد. در مته‌هاي بدون كاسه نمد در داخل هر مخروط دو رديف رول برينگ در نوك و قاعده آن و يك عدد بلبرينگ در وسط قرار دارد. مقدار نيروي لازم كه براي مته‌ها در هنگام حفاري اعمال مي‌گردد معادل ۳۶۲۸ كيلوگرم بر هر اينچ مته است.

۴-۳- مته‌هاي كاربرد ويژه

اين قبيل مته‌ها براي حفاري‌هاي خاص استفاده مي‌شوند و عبارتند از مته‌هاي تك مخروطي، دو مخروطي، مغزه‌گيري ضد انحراف و نا متقارن كه بشرح ذيل مي‌باشند.

۴-۳-۱- مته‌هاي تك مخروطي

براي حفاري لايه‌هاي شيبدار و سنگهاي با سختي متوسط حاوي ذرات و دانه‌هاي سايشي با سختي بالاتر از ۶ Mohs و همچنين سنگهاي داراي شكستگي و شكاف از اين نوع سرمته استفاده مي‌گردد. زيرا خطر انحراف و كج كردن چاه به حداقل مي‌رسد. قسمت غلطكي مته تقريباً كروي شكل است كه روي سطح آن نگين‌هاي نيمه كروي و يا باداميشكل از جنس كربورتنگستن كار گذاشته شده است.
مته‌هاي چرخشي را مي‌بايد هر بار بعد از استفاده كاملاً با آب شسته و سپس آنها را در بشكه گازوئيل فروكرده و دور از نفوذ رطوبت و آب نگهداري نمود در غير اينصورت قطعات و بلبرينگ داخل مخروطها زنگ زده و حالت گريپاژ پيدا مي‌كنند.

۴-۳-۲- مته‌هاي دو مخروطي

مته‌هاي دو مخروطي براي حفاري در سازندهاي نرم و يا سازندهاي شيبدار كاربرد دارد و مانع انحراف چاه مي‌شود.

۴-۳-۳- مته مغزه گيري

مته‌هاي نمونه گيري از سنگها (Core Bits) در مغزه گيري از درون چاه هنگام حفاري كارآيي دارد و به دو گروه غير الماس (مته‌هاي تنگستن كارباييد يا فولادي) و مته‌هاي

الماسي تقسيم مي‌شوند اين مته‌ها حلقه‌اي شكل هستند و ذرات برنده در لبه حلقه كار گذاشته شده است.
اين مته‌ها به سر لوله‌اي مخصوص بنام كربارل بسته شده و همزمان با چرخش لوله، سنگها را برش داده وبه داخل لوله كربارل (Core Barrel) مي‌فرستد.

۴-۳-۴- مته‌هاي ضد انحراف (Antiwhirl Bits)

اين مته‌ها در رفع مشكل انحراف چاه كارآيي دارند و سرعت حفاري آنها به دليل عدم اتلاف انرژي منتقل شده به مته در مقايسه با ساير انواع مته‌ها بيشتر است.

۴-۳-۵-مته‌هاي نامتقارن (Eccentric Bits)

اين نوع مته به دليل عدم تقارن، چاه را نسبت به قطر خود مته گشادتر حفر مي‌كند و براي حفاري لايه‌هاي شيلي كه بعد از حفاري بعلت جذب آب متورم مي‌شوند و يا لايه‌هاي نمكي كه به علت خاصيت پلاستيكي تغيير شكل داده و متورم مي‌شوند كاربرد دارد.

فرآيند ساخت مته‌هاي دندانه فولادي

براي ساخت اين مته‌ها از فولاد كم آلياژ مثل ۹۳۱۰ ، ۹۳۱۵، ۴۱۴۰، ۴۱۳۰ استفاده مي‌شود.
براي ساخت مخروط‌ها ابتدا بدنه مخروط فورج (آهنگري) شده و سپس بوسيله ماشين كاري دندانه‌ها را بوجود مي‌آورند. سطوح داخلي مخروط نيز ماشين كاري مي‌شود. درمرحله بعدي سطح دندانه‌ها توسط پوششي از مخلوطي از ذرات ريز تنگستن كاربايد و فلز كبالت، سخت كاري مي‌شود. هر سه مخروط را به يكديگر جوش داده و سپس تراشكاري و رزوه مي‌نمايند.

فرآيند ساخت مخروط مته نگيني

در ساخت مخروط اين نوع مته نيز از فولادهاي كم آلياژ استفاده مي‌شود و بعد از فورجينگ (عمليات آهنگري) و انجام ماشين كاري سطوح داخلي و بيروني عمليات كربوره كردن و بلافاصله كوئينچ وتمپر صورت مي‌گيرد. سپس سوراخها براي جاگذاري نگينها توسط ماشين كاري احداث مي‌شود. اندازه سوراخها كمي‌كوچكتر از اندازه نگين‌ها

است و دانه‌هاي نگين يا اينزرت (Insert) كه از جنس تنگستن كار بايد هستند و با آلياژهاي نيكل پوشش داده شده‌اند، در داخل سوراخها پرس مي‌شوند.

نحوه عملكرد مته هاي مخروطي

نيروي فشار وارده بر مته حفاري از طريق دندانه‌هاي مته به زمين منتقل مي‌شود و چنانچه اين فشار بيشتر از مقاومت فشاري سنگ باشد، باعث كندن يا خرد شدن آن مي‌گردد راندمان مته به سرعت انتقال ذرات حفاري شده از ته چاه به بيرون و همچنين نحوه قرارگيري سوراخهاي تعبيه شده در مته براي جريان گل حفاري از درون آنها بستگي مستقيم دارد.

در بعضي از انواع سرمته های سخت بر سوراخهاي (Nozzles) سرمته طوري طراحي شده اند كه مايع حفاري با فشار به كف چاه برخورد كرده و خرده سنگهاي حفاري شده را به سرعت از زير مته شسته و خارج كند. در درون اين سوراخها بوشهايي تعبيه شده كه با توجه به جنس زمين و وزن مخصوص مواد تشكيل دهنده آن مي‌توان از بوشهاي با قطر سوراخ داخلي متفاوت استفاده نمود تا فشار تزريق گل حفاري به فضاي زير سر مته را بر حسب نياز تغيير داد. به اين نوع مته‌ها فوراني Nozzel or Jet Type Bit هم مي‌گويند.

در نوع ديگر سوراخ عبور گل در وسط مته قرار دارد. مايع حفاري از اين سوراخ مستقيماً بر روي دندانه‌هاي مخروط ها پاشيده مي شود و ضمن خنك كردن آنها خرده سنگها را نيز از چاه خارج مي‌كند. مته‌هاي سوراخ وسط در سيستم حفاري معكوس نيز استفاده مي‌شوند.

۵- چگونگي انتقال ذرات حفاري شده (Cutting) از عمق به سطح

مته هاي مخروطي با چرخش دوراني خود و نيروي فشاري وارده سنگها را خرد مي‌نمايند. براي جابجايي و انتقال ذرات حفاري شده به بيرون از چاه از سيال حفاري استفاده مي‌گردد.

سرعت حفاري و دوام مته در گرو سرعت انتقال ذرات حفاري شده به بيرون چاه مي‌باشد و همه اينها در رابطه با فشار و مقدار سيال حفاري تزريقي و طرز قرار گيري سوراخهاي سرمته براي خروج سيال به جهت رسيدن به ته چاه مي‌باشد. در اكثر مته هاي سه مخروطي تعداد سوراخهاي تعبيه شده سه عدد است كه در ديواره بدنه مته و حد فاصل مخروط ها قرار گرفته و سيال حفاري با فشار مستقيماً به كف چاه مي‌خورد و ذرات خرد شده را بسرعت رو به بالا بلند كرده و ضمناً باعث خنك شدن مته مي‌شود. در داخل اين سوراخها بوشهايي قرار دارد كه قابل تعويض هستند. با توجه به جنس زمين براي تغيير فشار و حجم سيال تزريقي ميتوان از بوشهاي داراي قطر داخي متفاوت استفاده كرد. اين نوع مته ها را بنام مته هاي فوراني Nozzel or Jet type Bits مي‌گويند.

در بعضي از انواع مته هاي مخروطي يك سوراخ نسبتاً بزرگ در وسط گلوي مته وجود دارد كه سيال حفاري از درون آن مستقيماً بر روي دندانه هاي مخروط پاشيده شده و بدينوسيله سبب خنك شدن مته و انتقال ذرات حفاري شده به بيرون مي گردد. اين نوع مته ها بيشتر در سيستم حفاري معكوس كاربرد دارند. در اين سيستم سيال حفاري همراه قطعات حفاري شده از اين سوراخ وسط به درون سوزنها مكيده مي‌شود.

انواعي از مته هاي مخروطي نيز وجود دارند كه داراي هر دو نوع سوراخ وسط و جانبي هستند. براي افزايش سرعت و بازدهي حفاري و دوام مته، لازم است خرده سنگهاي حاصل از حفاري هر چه سريعتر از ته چاه به سطح زمين منتقل شوند. براي اينكار از انواع سيال حفاري بشرح ذيل استفاده مي‌شود.

- هوا

-مايعات شامل آب شيرين و شور و روغن و يا تركيبي از آنها
-گل حفاري كه از مخلوط آب شيرين يا آب شور، روغن و يا گازوئيل همراه با افزودني هايي نظير پودر بنتونيت و باريت درست مي‌شود.

انتقال ذرات از ته چاه به سطح زمين توسط سيال حفاري به دو روش صورت مي‌گيرد.

۵-۱- جريان مستقيم (Normal circulation) كه سيال حفاري از درون لوله‌هاي حفاري عبور كرده و بعد از خروج از سوراخهاي مته، قطعات كنده شده را از فضاي بين ديواره خارجي لوله‌هاي حفاري و ديواره چاه به سطح زمين منتقل مي‌كند.

۵-۲- جريان معكوس (Reverse circulation) سيال حفاري از فضاي بين ديواره چاه و لوله‌هاي حفاري (سوزنها) وارد شده و در ته چاه همراه خرده سنگها از وسط لوله حفاري مكيده شده و در سطح زمين تخليه مي‌شود.

بازدهي سيال حفاري به سرعت حركت و چگالي آن بستگي دارد. هوا به علت چگالي كم نسبت به آب، خرده سنگها را با سرعت بيشتري به سطح زمين منتقل مي‌نمايد. در حفاري زمينهايي كه چگالي آنها ۳ و يا كمتر است حداقل سرعت هوا ۱/۵۲ متر در ثانيه و سرعت مناسب براي گل حفاري در حدود ۰/۶۱ متر در ثانيه مي‌باشد.

۶-عمليات نهائي حفر چاه

بعد از خاتمه عمليات حفاري، لوله گذاري و آزمايش پمپاژ چاه مي‌بايد عمليات نهائي ذيل بترتيب صورت گيرد:

- مهار لوله‌هاي جدار فولادي بوسيله ۴ قطعه تيرآهن و يا ناودانی نمره ۱۲ يا ۱۴ شامل دو قطعه بلند به طول ۱/۲ الي ۱/۵ متر كه به وسيله دو قطعه كوتاه به طول برابر با قطر لوله جدار كه در بين دو قطعه بلند جوش داده شده انجام مي‌شود. اين قطعه را روي لوله جدار گذاشته و محل اتصال آنرا با لوله محكم جوش مي‌دهند. طول تير آهن‌ها بستگي به قطر لوله جدار دارد. براي

مثال چنانچه قطر لوله جدار ۱۲ اینچ باشد طول تیر آهن بترتیب ۱/۲ و ۰/۴ متر کفایت میکند.
ب- نصب یك ورق آهني در پوش در دهانه لوله جدار
ج- تعبیه یك سوراخ بقطر حدود ۵ سانتيمتر در بدنه لوله جدار در قسمت بیرون از زمین براي ارسال سوند دستگاه اندازهگیري سطح آب
د- تعبیه یك قطعه لوله فولادي بقطر حدود ۴ اینچ در داخل سکو و مجاور لوله جدار براي ایجاد امکان شنریزي دور لوله در طول دوره بهرهبرداري در صورت نشست تدریجي ستون گراول پك دور لوله جدار در اثر پمپاژ آب.
- ساخت سکوي بتني به ابعاد (ضخامت متر ۰/۵ × عرض متر ۱/۵ × طول متر ۱/۵) در اطراف لوله جدار بطوریکه حدود ۲۵ سانتیمتر از ضخامت سکو بالاتر از سطح زمین باشد. ضمناً لوله جدار نیز مقدار ۱۵ سانتيمتر از سطح سکو بیرون قرار گیرد.
براي پاك سازي محیط که در سیستمهاي حفاري دوراني مطرح میباشد، مهمترین کار، ایمن سازي حوض بنتونیت است. چون خارج نمودن گل و لاي همراه با کاتینگ از داخل حوضچه مشکل میباشد در مناطقي که خطر سقوط افراد به درون حوضچه وجود دارد میباید اطراف آنرا میله گذاري و حصارکشي نمود و در صورت امکان مقداري سنگ به درون حوضچه ریخت تا کف آن بالا بیاید در غیر اینصورت باید منتظر گذشت زمان و خشك شدن مواد درون آن شد و سپس چاله باقیمانده را با مواد کنده شده از محل حوض در قبل از شروع عملیات حفاري، پر نمود. اگر چاه به روش روتاري در مناطق مسکوني حفر گردد، در طول دوره انجام حفاري باید کاتینگهاي استخراجي از چاه را در محلي که زمین آن نفوذ پذیر باشد پخش نموده تا آب آن گرفته شود و بعد از سفت شدن و در پایان حفاري، این مواد به درون حوضچه ریخته شوند.

۷- گراول ریزي دور لوله جدار

از مراحل مهم و تأثیر گذار در نتیجه حفاري اجراء عملیات شن ریزي دور لوله جدار (Gravel Packing) میباشد.

اين عمل علاوه بر جلوگيري از ورود ذرات ريز ماسه و سيلت به داخل چاه، از ريزش ديواره ها در اثر مرور زمان جلوگيري مي‌كند.
در زمنيه‌هاي آبرفتي متشكل از مخلوط دانه‌هاي ريز و درشت با فشردگي و تراكم كافي، چنانچه ديواره چاه حفاري شده در اثر بهره‌برداري و با گذشت زمان دچار ريزش نگردد، براي جلوگيري از كاهش ميزان آبدهي ميتوان از شن‌ريزي دور لوله جدار خودداري كرد زيرا در نتيجه اين عمل از ميزان آبدهي چاه حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد كم مي‌شود.
در رسوبات منفصل آبدار بعد از خاتمه عمليات حفاري و نصب لوله جدار، حتماً نسبت به شن‌ريزي اقدام مي‌گردد.
براي تعيين اندازه دانه‌هاي شن مي‌بايد نمونه‌هاي لايه‌هاي حفاري شده در اعماق مختلف از نظر دانه‌بندي، بررسي گردد تا بر حسب اندازه دانه‌هاي زمين، نوع و اندازه شن مورد نياز مشخص گردد.
براي مثال در زمين ريزدانه ماسه‌اي، چاهي به قطر حداقل ۲۰ اينچ با دستگاه حفاري روتاري و استفاده از گل بنتونيت براي جلوگيري از از ريزش ديواره‌هاي چاه، حفاري مي‌كنند.
بعد از نصب لوله جدار ۱۲ اينچ، بر اساس نتايج آزمايش دانه‌بندي نمونه‌هاي زمين، گراول طبيعي رودخانه‌اي گردشده با اندازه دانه‌هاي ۵ تا ۶ برابر قطر متوسط نمونه دانه‌هاي زمين، به دور لوله جدار ريخته و بلافاصله عمل شستشو، توسعه و آزمايش پمپاژ را آغاز مي‌كنند. ريختن گراول توسط بيلدستي و به آرامي در تمام طول دورة شستشو، توسعه و آزمايش پمپاژ صورت گرفته و براي جلوگيري از پل بستن دانه‌ها در پشت لوله جدار، مرتباً به لوله‌ها ضربه زده شود. مقداري گراول اضافه در سر چاه نگهداري شود تا در طول دورة بهره‌برداري آب از چاه و در صورت نشست شن، جايگزين فضاي خالي بوجود آمده گردد. جنس دانه‌هاي شن بهتر است از نوع سنگهاي سيليسي و يا ناچاراً از جنس سنگهاي آهكي باشد. بنابراين گراول ها مي‌بايد كروي و بدون گوشه و يا زاويه باشند تا بعلت دارا بودن حداكثر

تخلخل، سرعت رسوب مواد محلول آب و نتيجتاً مسدود شدن فضاهاي خالي، كم شود.
نظر به اينكه لوله‌هاي اسكرين ساخته شده نمي‌توانند جلوي ورود ذرات ريز ماسه و سيلت را به درون چاه بگيرند، لذا در اين قبيل رسوبات، حتماً اطراف لوله جدار را شن‌ريزي مي‌نمايند.
فضاي خالي بين دانه‌هاي شن با بزرگ شدن اندازه دانه‌ها، بزرگ مي‌شود و بهمين دليل در چاههايي كه در زمينهاي خيلي ريزدانه حفر مي‌گردند از شنهاي دانه نخودي براي گراول پكينگ استفاده مي‌كنند.
در زمينهاي بسيار ريزدانه متشكل از مخلوط ماسه، سيلت و رس براي جلوگيري از ورود ذرات خيلي‌ريز به داخل لوله اسكرين، ابتدا چاهي بقطر حدود ۳۰ اينچ با سيستم روتاري و گل بنتونيت حفاري نموده و لوله جدار دائم ۱۲ اينچ را در وسط آن نصب كرده و سپس دو لوله جدار موقت تداخلي بقطر هاي ۱۶ و ۲۰ اينچ متحدالمركز با لوله جدار اصلي در چاه نصب مي‌كنند. سپس حد فاصل ديواره چاه و لوله‌هاي جدار ۲۰ و ۱۶ و ۱۲ اينچ را بترتيب از سمت ديواره چاه بطرف لوله جدار اصلي با دانه‌هاي شن از ريزدانه تا درشت دانه مثلاً لايه اول بقطر ۳ تا ۵ ميلي‌متر و دومي به قطر ۶ تا ۸ ميلي‌متر و لايه سوم بقطر ۱۰ تا ۱۲ ميلي‌متر پر مي‌كنند.
بعد از اتمام شن‌ريزي، لوله‌هاي جدار موقت ۲۰ و ۱۶ اينچ را از چاه خارج مي‌كنند.
به اين نوع شن‌ريزي، شن‌ريزي تكراري يا چند باره (Multy Gravel Packing) مي‌گويند. مي‌توان از لوله‌هاي مشبك نوع Multy Gravel Pre packed براي اين نوع زمينها استفاده كرد.
بر روي بدنه اين قبيل لوله‌ها، دانه‌هاي شن بصورت چند لايه با دانه‌بندي متفاوت چسبانده شده است. بطور كلي قطر دانه‌هاي گراول بايستي از عرض شبكه‌هاي اسكرين و همچنين قطر ذرات تشكيل دهنده آبخوان بيشتر باشد.
براي صرفه‌جويي در هزينه تهيه گراول، مي‌توان فقط در طول ضخامت لايه آبدار (اكيفر) نسبت به شن‌ريزي اقدام و بقيه چاه را با خاك و مواد معدني پر نمود.

۸- کنترل مستقیم و شاغول بودن چاه

چاههاي حفاري شده حتي‌الامكان علاوه بر مستقيم بودن مي‌بايد شاغول هم باشند. ساده‌ترين راه براي تعيين مستقيم بودن چاه حفاري شده پايين بردن يك شاخه لوله جدار فولادي به طول ۱۲ متر و قطر بيروني يك الي دو اينچ كوچكتر از قطر حفاري شده، به درون چاه مي‌باشد. چنانچه اين لوله بتواند آزادانه تا ته چاه پايين رود نشانه قابل قبول بودن وضعيت شاغولي و امتداد مستقيم چاه است.

ممكن است نصب پمپ در چاهي مستقيم كه انحراف كمي نسبت به خط شاغول دارد، به راحتي انجام شود و حال آنكه در چاهي با همين مشخصات كه حالت شاغولي آن قابل قبول وليكن غير مستقيم باشد، نصب پمپ به راحتي ميسر نگردد. بنابراين مستقيم بودن چاه از شاغول بودن آن مهمتر است. شاغول نبودن چاه سبب مي‌گردد تا پمپ نصب شده در امتداد محور مركزي چاه قرار نگرفته و از يكطرف به لوله جدار بچسبد و در موقع كار كردن در اثر ارتعاشات وارده، به بدنه لوله جدار برخورد كند كه در نتيجه اين ضربات و فشارهاي وارده به شافت و غلاف و يا اجزاء داخلي پمپ آسيب وارد شود.

بايد توجه داشت ميزان انحراف چاه تا حدي مجاز است كه پمپ با قطر مناسب بدون گير كردن به بدنه لوله جدار به راحتي در آن نصب شود.

عواملي كه سبب انحراف و غير مستقيم شدن چاه مي‌گردند عبارتند از:

- ناهمگن بودن جنس زمين
- وجود قطعات بزرگ سنگهاي خصوصاً گرد شده در لابه‌لاي مواد ريزدانه زمين مثل رسوبات آبرفتي و يخچالي
- بهم خوردن تراز دستگاه در طول دوره حفاري
- تراز نبودن لوله‌هاي جدار نصب شده در چاه

لازم است در طول دوره حفاري به روش ضربه‌اي، مستقيم بودن چاه توسط حفار به كمك كابل ضربه مرتباً كنترل شده وليكن در حفاري به روش روتاري مستقيم بودن چاه بعد از خاتمه لوله‌گذاري جدار چاه و قبل از سيمانكاري پشت لوله‌ها كنترل شود.

براي اندازه‌گيري ميزان شاغول و مستقيم بودن چاه از يك وزنه متصل به كابل كه از روي قرقره سه پايه عبور كرده، استفاده مي‌شود. ارتفاع سه‌پايه از دهانه چاه ۳ متر است. يك صفحه پلاستيكي شفاف با دوايرمتحدالمركز و يك شكاف براي برقراري امكان جابجائي كابل از مركز صفحه تابيرون آن در امتداد يكي از شعاع‌هاي دايره بمنظور اندازه‌گيري ميزان انحرافات استفاده مي‌شود. وزنه‌اي استوانه‌اي به نام شاغول به ارتفاع حدود ۱۰ اينچ و قطر يك چهارم اينچ كوچكتر از قطر داخلي لوله جدار چاه كه به يك رشته سيم بكسل به قطر ۴ ميلي‌متر متصل است بوسيله سه پايه در داخل چاه آويزان مي‌كنند بطوريكه امتداد سيم بكسل درست در مركز سطح مقطع دايره چاه قرار گيرد. ضمناً قرقره‌هاي سه پايه بوسيله پيچ‌هاي رگلاژي مي‌توانند تنظيم شوند تا اثر جابجايي كابل روي قرقره را بهنگام باز شدن خنثي كنند.

شروع اندازه‌گيري از سطح دهانه چاه مي‌باشد و هر ۳ متر كه وزنه پايين مي‌رود، يكبار ميزان انحراف را بوسيله صفحه شفاف با دوايرمتحدالمركز اندازه مي‌گيرند. در آغاز كار صفحه پلاستيكي را روي دهانه لوله جدار طوري قرار مي‌دهند كه يكي از دايره‌هاي آن بر دهانه لوله جدار منطبق شود و سيم بكسل شاغول درست از مركز اين صفحه عبور كند. حال با پايين رفتن تدريجي وزنه شاغول در درون چاه در صورت وجود انحراف در امتداد چاه، وزنه و سيم بكسل متصل به آن از مركز چاه به طرف ديواره آن متمايل مي‌شود كه در اين صورت صفحه را با خود چرخانده و در داخل شيار آن قرار مي‌گيرد. مقدار جابجايي كابل را نسبت به شعاع چاه يعني فاصله مركز تا ديواره چاه اندازه‌گيري مي‌كنند.

مقدار انحراف چاه در هر نقطه برابر است با مقدار اندازه‌گيري شده انحراف سيم بكسل از مركز دايره در دهانه چاه ضرب در طول سيم بكسل باز شده از سر قرقره تا نقطه اندازه‌گيري داخل چاه تقسيم بر فاصله قرقره تا دهانه چاه.

براي مثال: اگر طول رشته سيم باز شده از محل قرقره تا نقطه اندازه‌گيري انحراف ۳۰ متر يعني ده برابر

فاصله قرقره سه پایه تا لبه چاه (۳ متر) باشد چنانچه مقدار انحراف اندازه‌گیري شده در دهانه چاه ۳ سانتي‌متر شده باشد، لذا مقدار انحراف از خط شاغول در عمق ۲۷ متري چاه برابر ۳۰ سانتي‌متر خواهد بود. تساوي مقدار انحراف به ازا هر ۳ متر عمق چاه نشانه مستقيم بودن اين چاه غير قائم مي‌باشد. چنانچه مقدار انحراف در يكي از فواصل ۳ متري بيشتر از فواصل قبلي يا بعدي باشد نشانه وقوع انحراف و ايجاد پله و در نتيجه غير مستقيم بودن چاه در آن نقطه است.

براي نشان دادن مقدار انحرافات و رسم مقطع عمودي چاه مي‌توان از دو محور مختصات افقي و عمودي استفاده كرد. محور عمودي معرف عمق چاه و محور افقي معرف ميزان انحراف است.

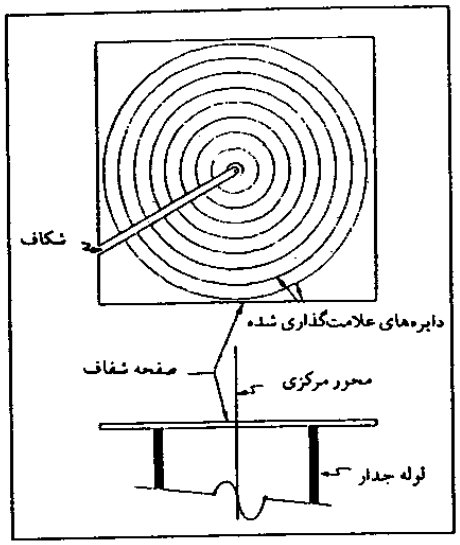
با توجه به نمودار مشخص مي‌گردد كه اين چاه تا عمق ۴۰ فوت (۱۲/۲ متر) شاغول و مستقيم بوده و از اين عمق به بعد دچار انحراف شده است. لوله جدار در فاصله عمق ۴۰ تا ۱۰۰ فوت (۱۲/۲ تا ۳۰/۵ متر) مستقيم بوده وليكن غير شاغول است.

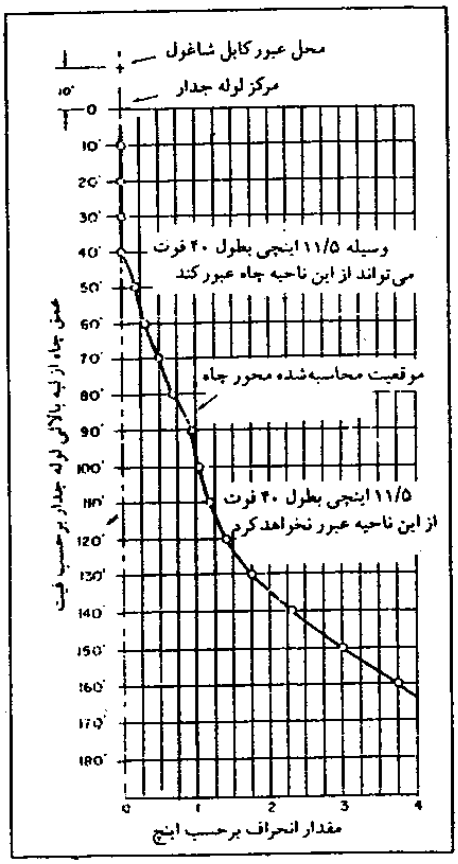
مقطع عمودي چاه از عمق ۱۰۰ فوت به بعد غير مستقيم و غير شاغول است.

اگر مقدار انحراف اندازه‌گيري شده در يك نقطه بيش از نصف اختلاف بين قطر لوله جدار و پمپي كه قرار است در داخل چاه نصب شود، گردد اين پمپ از اين نقطه پايين‌تر نخواهد رفت.

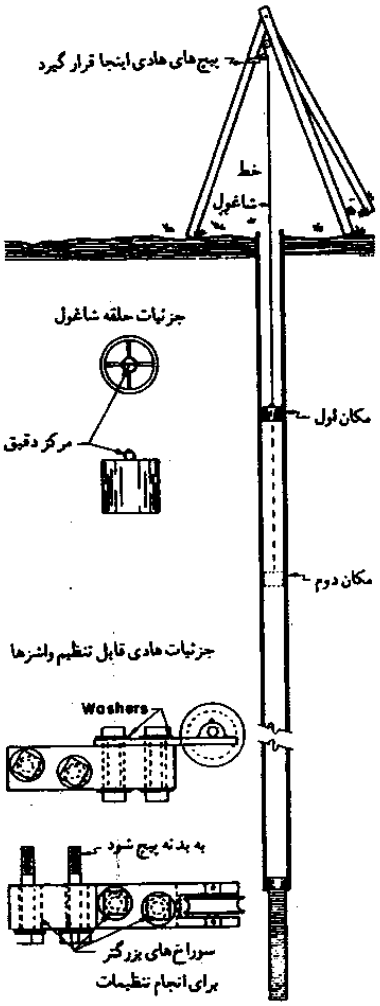
بنابراين در اين مثال مقدار جابجائي در عمق ۵۰ فوت برابر $\frac{3}{16}$ اينچ است كه پمپ به راحتي از محل شكستگي يا پله جدار چاه عبور مي‌كند و حال آنكه از عمق ۷۲ فوتي (۲۲ متري) (كه مقدار انحراف نيم اينچ مي‌باشد، عبور پمپ بطرف پايين غير ممكن مي‌گردد. توضيح اينكه اختلاف قطر لوله جدار ۱۲ اينچ با پمپ نصب شده بقطر۱۱ اينچ در اين مثال فقط يك اينچ مي‌باشد. نقطه وقوع شكستگي و انحراف چاه يا لوله جدار از حالت قائم را اصطلاحاً Dag-Leg مي‌گويند.

چنانچه صفحه شفاف و یا سه پایه مخصوص در اختیار نباشد، میزان انحراف را بطور تقریبي میتوان بوسیله کابل ضربه دستگاههاي ضربه‌اي و پایین بردن ابزار استرینگ در داخل چاه اندازه‌گیري نمود.





به کمک صفحه‌ای پلاستیکی که روی آن دوایری ترسیم گردیده و روی لبهٔ فوقانی لوله جدار گذاشته میشود سنجش انحراف خط شاغول از مرکز دایره میسر است.



ـ ترتیبات و وسایل اندازه‌گیری شاغول و مستقیم بودن چاه

۹- جداسازي سفره‌هاي آبي با كيفيت متفاوت

براي جداسازي سفره‌هاي آبي از يكديگر و عايق نمودن ديواره چاه جهت ممانعت از ورود آب آلوده سفره‌هاي سطحي و يا نفوذ آب از سطح زمين و از پشت لوله جدار به داخل چاه مي‌بايد از موادي نظير سيمان و يا خاك رس و در مواردي از بنتونيت استفاده نمود. در چاه هاي داراي دو لوله جدار علاوه بر تزريق اين مواد در حد فاصل ديواره چاه با لوله جدار مي‌بايد فضاي بين دو لوله نيز با آن پر شود، براي عايق‌بندي كامل ديواره چاه سعي شود لوله جدار كاملاً در مركز چاه قرار گيرد. براي اينكار ميتوان چهار قطعه آهن به ضخامت فاصله لوله جدار با ديواره چاه به چهار طرف اين لوله درفواصل ۲۰ متر در طول لوله جوش داد. دوغ آب سيمان (Cement Grout) تزريقي، از مخلوط يك پاكت ۵۰ كيلوگرمي سيمان پرتلند با مقدار ۲۳ تا ۲۷ ليتر آب ساخته مي‌شود. چنانچه حجم آب زيادتر از ۲۷ ليتر باشد، سيمان به حالت تعليق درآمده و گيرش آن متوقف مي‌شود و اگر حجم آب كمتر از ۲۳ ليتر شود به علت غلظت زياد در حفرات كوچك نفوذ ننموده و فقط سطح ديواره چاه را مي‌پوشاند كه كارآئي مثبتي نخواهد داشت.

در مواردي براي افزايش سياليت مخلوط سيمان تزريقي و كاهش درجه سفتي آن، از اختلاط مقدار ۱/۵ تا ۲/۵ كيلو خاك بنتونيت به هر كيسه ۵۰ كيلويي سيمان همراه با ۲۰ ليتر آب استفاده مي‌شود.

در مناطق شور براي مقاوم سازي سيمان و كاهش حرارت زائي آن از سيمان‌هاي پوزولاني استفاده مي‌شود. پوزولان نوعي ماده معدني سيليسي است كه در محيط آبي فعال شده و با يونهاي مثبت موجود در سيمان تشكيل سيليكاتهاي سخت مي‌دهد.

چنانچه لايه‌اي داراي حفره ها و شكستگي‌هاي بزرگ باشد براي عايق كاري آن مي‌توان از مخلوط پوكه معدني يا صنعتي بنام پرليت با حدود ۲ تا ۶ درصد بنتونيت در دوغ آب سيمان استفاده نمود. درجه سختي يا ميزان املاح آب مصرفي براي ساخت دوغ آب سيمان نبايستي بيشتر از ۲۰۰۰ ميلي‌گرم در ليتر باشد. بالا بودن مقدار سولفات

آب نيز يك عامل منفي است. براي عايق كاري بخش خشكي چاه، ميتوان از دوغاب خاك رس با ماسه ريزدانه استفاده كرد.

۹-۱- سفره‌هاي آب زيرزميني آزاد

چنانچه طبقات فوقاني زمين حاوي آب شور باشد حفاري را تا سطح پايييني لايه آبدار شور ادمه داده و سپس سرتاسر چاه را با لوله غير مشبك بدون هر گونه درز و شكاف، تجهيز مي‌كنند. لوله را با كمك ضربه مقداري در زمين فرو كرده و پشت آن را براي جلوگيري از ورود آب شور به لايه‌هاي پايين و يا به داخل چاه، بتون ريزي مي‌كنند. سپس براي دستيابي به آب شيرين در اعماق پايين‌تر، حفاري ادامه مي‌يابد. چنانچه در حين حفاري در طبقات بالا به آب شيرين و در اعماق پائين به سفره آب شور برخورد شود حفاري را متوقف و آن مقدار از چاه را كه درون سفره آب شور حفاري شده است با خاك رس پر مي‌كنند. براي اين منظور گلوله‌هاي رسي از مخلوط خاك رس با آب درست كرده و در چاه مي‌اندازند.

براي جلوگيري از ورود آب آلوده سفره‌هاي سطحي به داخل چاه بهره برداري خصوصاً در مناطق مسكوني ضروري است مقدار ۳۰ الي ۵۰ متر اول چاه را با لوله‌هاي به قطر ۲۰ الي ۲۲ اينچ تجهيز كرده و پشت آن را با تزريق سيمان كاملاً ايزوله كنند. براي آنكه سيمان بتواند تا عمق نهايي در پشت لوله هادي پايين برود لازم است قطر چاه حداقل ۸ اينچ بزرگتر از قطر لوله هادي باشد.

در روش ديگر ميتوان با محاسبه حجم دوغ آب سيمان مورد نياز براي پر كردن فضاي پشت لوله هادي، ابتدا چاه حفاري شده را با اين مقدار سيمان پر كرده و سپس لوله هادي را كه دهانه آن بوسيله يك صفحه چوبي يا پلاستيكي قابل حفاري بسته شده است با فشار به درون چاه وارد نمود تا دوغاب را بطرف بالا و درون فضاهاي خالي ديواره براند.

۹-۲- سفره هاي آب زيرزميني تحت فشار

آب سفره هاي تحت فشار در ارتباط با لايه هاي خشك و يا آبدار آزاد به دو حالت از بين مي‌رود:

الف- آب سفره تحت فشار تحتاني از پشت لوله جدار و حد فاصله ديوار چاه با لوله جدار به طرف بالا حركت كرده و داخل لايه هاي متخلخل خشك و يا كم آب فوقاني مي‌شود.

ب- آب تحت فشار در مسير حركت به سمت بالا از طريق سوراخ هاي لوله جدار به بيرون فرار كرده و وارد لايه نفوذپذير خشك و يا كم آب فوقاني مي‌شود. براي حل اين مشكل مي‌بايست حد فاصل لوله جدار با ديواره چاه به شيوه تزريق سيمان با فشار زياد كاملاً ايزوله گردد. ضمناً دقت شود لوله هاي جدار كاملاً سالم و بدون هر گونه درز و يا حفره باشد.

در حفاري چاه هاي كم عمق به روش ضربه اي در زمين هاي سست ريزشي، ابتدا براي متوقف كردن ريزش ديواره ها، حفاري در داخل لوله جدار موقت تا قبل ازرسيدن به سفره آب تحت فشار انجام مي‌شود. حال براي سيمانكاري ديواره چاه و عايق نمودن آن، لوله جدار سرتاسري به قطر ۴ اينچ كمتر در داخل چاه كارگذارده و بعد از تزريق سيمان از طريق سطح زمين در حد فاصل دو لوله، لوله جدار موقت را از زمين خارج مي‌نمايند. مدت زمان لازم براي گيرش سيمان حداقل ۷۲ ساعت مي‌باشد. در مرحله بعدي براي رسيدن به سفره تحت فشار، حفاري ادامه مي‌يابد.

براي تزريق سيمان در چاههاي عميق كه مي‌بايد با اعمال نيروي فشار زياد صورت گيرد، از روش راندن سيمان به كمك آب يا گل حفاري از داخل لوله جدار و انتهاي چاه به پشت لوله جدار استفاده مي‌شود.

در چاههاي نيمه عميق، بعد از حفاري تا عمق مورد نظر و نصب لوله جدار در چاه با محاسبه حجم سيمان مورد نياز براي پر كردن حد فاصل ديواره چاه و لوله جدار، مقداري بيشتر از اين مقدار سيمان را به درون چاه ريخته و بعد از قرار دادن يك صفحه چوبي يا پلاستيكي جدا كننده در سطح سيمان بقيه قسمت خالي بالاي لوله جدار را از آب پر مي‌كنند. دهانه چاه را با پكر كاملاً

مسدود کرده و آب را تحت فشار زیاد به طرف پایین میرانند تا سیمان را از انتهای چاه به پشت لوله جدار هدایت و به طرف بالا حرکت دهد. برای اطمینان از گیرش سیمان میباید برای مدت مشخصی آب تزریقی درون لوله جدار همچنان تحت فشار باشد تا سیمان به طرف پایین و درون چاه برگشت نکند.
حجم سیمان مصرفی باید بدقت کنترل شود تا چنانچه لایه‌ای به علت وجود فضاهای خالی بزرگ، سیمان را به درون خود بکشد، مقدار سیمان باقیمانده در داخل لوله جدار تا چند متر بالاتر از کف چاه قرار گیرد زیرا در غیر اینصورت ورود آب به پشت لوله جدار سبب از بین رفتن نتیجه کار میشود.
در چاههائی که باروش ضربه‌ای کابلی در زمینهای سست ریزشی با استفاده از لوله جدار موقت حفاری شده‌اند، همزمان با تزریق آب پرفشار و بالا آمدن سیمان در پشت لوله جدار میباید لوله جدار موقت نگهدارنده دیواره سست را از چاه خارج نمود تا سیمان بتواند حفرات لایه را پر کرده و روی دیواره را پوشش دهد.
در حالت دیگر بعد از حفاری چاه توسط دستگاه ضربه‌ای، درون لوله جدار موقت را پر از گل حفاری نموده و سپس لوله را از چاه خارج میکنند. فشار هیدروستاتیکی گل حفاری باعث تثبیت دیواره چاه و جلوگیری از ریزش آن میشود. حال لوله جدار دائمی را به قطر حداقل ۶ اینچ کمتر از قطر چاه حفاری شده در چاه قرار داده و سیمان را از دهانه لوله به درون چاه تزریق میکنند. برای جلوگیری از مخلوط شدن سیمان با گل حفاری واقع در زیر آن میتوان از یک توپک سیمانی، چوبی و یا پلاستیکی قابل حفاری هم قطر لوله جدار استفاده نمود. سیمان را به وسیله پمپ به ظرفیت ۲۳۰ لیتر در دقیقه و فشار ۳۵۰۰ کیلو پاسکال بدرون لوله جدار تزریق میکنند و برای راندن آن به انتهای چاه و حرکت رو به بالا از پشت لوله جدار از نیروی فشار آب استفاده میشود. حرکت سیمان باعث راندن بنتونیت به طرف بالا و جاری شدن در سطح زمین میشود. حجم سیمان را طوری انتخاب میکنند که مازاد آن چند متری در ته چاه باقی بماند. بعد از

حدود ۷۲ ساعت که سیمان خودش را گرفت ادامه حفاري از داخل لوله انجام مي‌شود.
در عايق كاري جداره چاه هاي خيلي عميق و جهت راندن سيمان به ته چاه و حركت رو به بالاي آن مي‌بايد از گل حفاري رقيق كه وزن مخصوص آن از آب بيشتر است استفاده نمود. نحوه عمل بدين صورت است كه ابتدا يك قطعه توپي قابل حفاري در دهانه لوله جدار مملو از گل حفاري قرار داده و سپس سيمان را به درون لوله جدار تزريق مي‌كنند. حركت سيمان سبب رانده شدن توپي و گل حفاري موجود در لوله جدار به طرف انتهاي چاه مي‌گردد.
بعد از آنكه مقدار معين سيمان به اتمام رسيد مجدداً يك توپي در دخل لوله جدار قرار داده و اين بار گل حفاري را با فشار پمپ به داخل چاه تزريق مي‌كنند تا جاييكه گل حفاري اوليه از حد واسط ديواره چاه و پشت لوله جدار به بيرون از چاه ريخته شود و سيمان تزريقي جايگزين آن گردد. توپي و سيمان باقيمانده در چاه را بعداً حفاري نموده و عمليات تكميلي چاه ادامه مي‌يابد.
نكته حائز اهميت در تزريق فشاري سيمان، تحت فشار نگه داشتن مواد تزريق شده به مدت ۷۲ ساعت براي گيرش سيمان و جلوگيري از برگشت آن به داخل لوله جدار است.
چنانچه در زير لايه آبرفتي سست سطحي، ضخامتي از لايه‌هاي سنگي داراي غار و حفرات بزرگ نظير سنگ‌هاي آهكي موجود باشد و سفره آبدار تحت فشار در اعماق پايين‌تر قرار گرفته باشد، به علت آن كه سيمان تزريقي به پشت لوله جدار وارد حفرات مي‌شود و نتيجتاً كار مثبتي صورت نمي‌گيرد، ميتوان از لوله جدار با پوشش پلاستيكي كه در مقابل عوامل خوردگي و فرسايش مقاوم مي‌باشند براي عايق‌بندي استفاده نمود. نحوه عمل بدين صورت است كه لايه سست فوقاني را توسط لوله جدار مهار مي‌كنند. بعد از حفاري تا چند متر در زير لايه حفره‌دار، براي عايق‌كاري ديواره‌ها، لوله جدار با پوشش پلاستيكي را در چاه قرار داده و تزريق سيمان انجام مي‌شود.
براي تزريق دو غاب سيمان تا عمق ۵۰ متر ميتوان از لوله ترمي بقطر يك اينچ استفاده نمود. اين لوله را

از فضاي حد فاصل ديواره چاه و لوله جدار وارد چاه كرده و دوغاب سيمان را بوسيله پمپ از درون آن به داخل چاه تزريق مي‌كنند. ضمناً انتهاي لوله جدار توسط يك قطعه چوب يا پلاستيك جهت جلوگيري از ورود سيمان به داخل آن بايد مسدود گردد.

بديهي است سيمان در پشت لوله جدار تا ارتفاعي بالا مي‌آيد كه به غار برسد. بعد از گيرش سيمان، حفاري را از درون لوله جدار تا رسيدن به سفره آبدار تحت فشار ادامه مي‌دهند.

چنانچه امكان راندن لوله ترمي به پشت لوله جدار وجود نداشته باشد، آنرا از درون لوله جدار وارد چاه مي‌كنند. ابتدا در انتهاي لوله جدار يك قطعه فلزي لوله مانند بنام كفشك سيمانكاري يا Float shoe نصب و سر لوله ترمي را به آن متصل مي‌كنند. در داخل اين وسيله يك سوپاپ يكطرفه پلاستيكي براي جلوگيري از برگشت سيمان تزريقي به داخل لوله ترمي وجود دارد. همچنين صفحه‌اي در داخل آن تعبيه شده كه مانع ورود مواد به داخل لوله جدار مي‌گردد. بعد از خروج سيمان تزريقي از پشت لوله جدار به سطح زمين كه نشانه پر شدن تمام فضاي خالي پشت لوله جدار است، با تزريق آب به درون لوله ترمي تا جائيكه سيمان موجود در آن به داخل چاه تخليه شود، اين لوله را از چاه خارج مي‌كنند. در ادامه عمليات حفاري اين وسيله را توسط ضربات مته خرد كرده و از چاه خارج مي‌كنند. بديهي است اين روش تزريق در چاههاي حفاري شده با دستگاه ضربه‌اي كابلي عملي است.

براي جلوگيري از شناور شدن لوله جدار در داخل دوغاب سيمان تزريق شده به داخل چاه ميتوان لوله جدار را با پر كردن آب سنگين نمود.

براي تزريق سيمان بدون استفاده از كفشك سيمانكاري ميتوان لوله ترمي را از درون يك سرپوش فلزي به نام (Staffing Box) كه در سر لوله جدار نصب مي‌شود، وارد چاه كرد.

اين سرپوش داراي يك شير تخليه هوا و يك فشارسنج مي‌باشد. ابتدا لوله جدار را تا كمي مانده به كف چاه،

نصب مي‌كنند. سپس لوله هادي تزريق سيمان را تا حدود يك متر مانده به انتهاي لوله جدار، نصب مي‌نمايند. چاه مي‌بايد مملو از آب يا گل حفاري باشد. با تزريق دوغاب سيمان توسط پمپ به داخل لوله ترمي، چون آب يا گل حفاري موجود در لوله جدار به علت بسته بودن شير تخليه سرپوش، نمي‌تواند بطرف بيرون حركت كند، به ناچار سيمان تزريقي از طريق انتهاي لوله جدار به پشت آن هدايت شده و بطرف بالا حركت كرده تا از دهانه چاه خارج شود. مقدار سيمان تزريق شده را تا جائيكه حدود يك متر انتهاي داخل لوله جدار را پر كند ادامه مي‌دهند. حال لوله ترمي را به اندازه‌اي كه بيرون از سيمان موجود در داخل لوله جدار قرار گيرد، از چاه خارج مي‌كنند و با بسته نگاه داشتن شير تخليه سرپوش لوله جدار، مجموعه لوله ترمي و لوله جدار را تا گيرش كامل سيمان، تحت فشار قرار مي‌دهند. براي جلوگيري از باقي ماندن سيمان در لوله هادي، لازم است مقداري آب به داخل آن تزريق كنند تا سيمان درون آن در لوله جدار تخليه شود.

چنانچه در مناطق ناشناخته چاه حفاري شده به سفره آب تحت فشار برخورد نمايد، با نصب لوله‌هاي جدار عايق بندي شده در سرتاسر چاه و اعمال مقداري ضربه براي داخل نمودن لوله در ته چاه، پشت لوله را با تزريق سيمان ازطريق لوله‌هاي ترمي، عايق‌بندي مي‌نمايند. در صورتيكه نخواهند از آب سفره تحت فشار استفاده نمايند براي مسدود كردن بخش حفاري شده انتهايي، ابتدا يك قطعه چوب هم قطر چاه به ضخامت نيم متر به كمك ابزار حفاري در ته چاه كار مي‌گذارند. اين چوب بعد از گذشت ۷۲ ساعت متورم شده و به ديواره چاه مي‌چسبد. حال لوله ترمي را تا ته چاه نصب كرده و مقدار ۲ متر گراول در ته چاه ريخته و سيمان زودگير را بوسيله لوله ترمي به ته چاه تزريق نموده و بلافاصله لوله ترمي را از چاه خارج مي‌نمايند. اگر كارگذاشتن كنده چوب مشكل باشد در سيستم حفاري روتاري، ميتوان غلظت و وزن مخصوص گل حفاري را با افزودن بنتونيت و باريت افزايش داد تا بر فشار آب فائق آمده و مانع بالا آمدن آب تحت فشار

شود و سپس با گراول ريز در ته چاه و ريختن گلوله‌هاي رسي و سپس تزريق سيمان، ته چاه را مسدود و از خارج شدن آب جلوگيري كرد.

۱۰- نمونه‌گيري

در حفاري چاه هاي عميق آب نمونه‌گيري از لايه‌هاي زمين در حين حفاري كار دقيقي نمي‌باشد وليكن انجام آن كمك بزرگي به شناسايي نسبي لايه‌هاي زمين و وضعيت سفره‌هاي آبي مي‌كند. چنانچه وضعيت لايه‌هاي زمين در منطقه‌اي بدون هر گونه سابقه حفاري مشخص نباشد لازم است نمونه‌گيري و شناسايي لايه‌ها توسط دستگاههاي حفاري مخصوص نمونه‌برداري انجام شود. در اين روش نمونه لايه‌هاي زمين به همان شكل و وضعيت طبيعي خود توسط سرمته و لوله مخصوص به نام كربارل (Core Barrel) تهيه مي‌شود كه با مطالعه آنها مي‌توان وضعيت روشني از موقعيت لايه‌ها در زير زمين به دست آورد.

براي مشخص كردن وضعيت تقريبي لايه‌هاي زمين در حين حفاري چاه آب، چنانچه عمليات با دستگاه حفاري ضربه‌اي صورت گيرد، موادي كه توسط گل كش از چاه خارج مي‌شود. تا حدودي معرف وضعيت زمين است. البته چون مواد حفاري شده در اثر ضربات مته خرد و به صورت مخلوطي از شن و ماسه در مي‌آيد. كارشناس خبره مي‌بايد با اطلاعاتي كه از حفار دستگاه در مورد وضعيت حفاري و عكس‌العمل ابزار و دستگاه در حين انجام حفاري مي‌گيرد، ميزان تراكم و فشردگي زمين را مشخص كند. گاهي اوقات قطعات درشتي همراه با خرده سنگها از چاه خارج مي‌شود كه كمك بزرگي در پي بردن به جنس زمين مي‌نمايد. نمونه‌گيري بهتر است به ازاء هر يك متر حفاري صورت گيرد. خصوصاً اگر هدف از نمونه‌گيري تعيين نوع اسكرين باشد. نمونه‌گيري توسط دستگاه ضربه‌اي در مقايسه با ساير سيستم‌هاي حفاري از دقت بيشتري برخوردار است.

نمونه‌ها در سر چاه توسط زمين شناس بررسي و نتايج آن ثبت مي‌گردد. چنانچه مطالعات بيشتري نياز باشد در حدود نيم كيلو نمونه را بلافاصله در كيسه نايلوني

ريخته و بعد از كدگذاري توسط ماژيك ضد آب به آزمايشگاه ارسال مي‌كنند.
كارشناس مي‌بايد يك سري اطلاعات اوليه مثل ريزي و درشتي دانه‌ها، مقدار گردشدگي، درصد دانه‌هاي شكسته و سالم، ميزان خاك رس و يا سيلت، همراه نمونه، ميزان سيمان شدگي و نوع سيمان، جنس دانه‌ها (رسوبي، آذرين يا دگرگوني) و رنگ نمونه را در سر چاه و بهنگام نمونه‌گيري يادداشت و به آزمايشگاه ارسال دارد. بطور مثال:
الف- رس محكم مرطوب قهوه‌اي روشن، خميري همراه مقداري شن ريزدانه.
ب- دانه‌هاي شن بادامي و نخودي نيمه گرد به هم سيمان شده به رنگ قهوه‌اي تيره همراه با دانه‌هاي بسيار ريز ماسه و گاهي اوقات داراي مقدار كمي ذرات خرد شده صدف دريايي. نامگذاري نمونه‌ها بدين ترتيب انجام مي‌گيرد: ضخامت لايه، نام سنگ، اندازه دانه‌ها و درصد آن، رنگ، درجه سختي، ميزان سيمان شدگي و نوع آن و بافت. براي مثال ميتوان نوشت: از عمق ۱۵ تا ۱۷ متر ماسه سنگ با ذرات به قطر ۱ تا ۲ ميلي‌متر به رنگ خاكستري، كمي سخت با سيمان رسي، نازك لايه و نسبتاً متخلخل.
عمل نمونه‌گيري مي‌بايد با دقت انجام شود و از مخلوط كردن آنها به يكديگر در اثر بي‌توجهي پرهيز شود بسيار مشاهده شده كه حفار نمونه‌ها را بر روي نايلون يا پاكت‌هاي خالي بنتونيت قرار داده كه بعضاً ممكن است با وزش باد شديد جابه‌جا شده و با يكديگر يا خاك‌هاي سطحي آغشته شود. لذا قرار دادن نمونه‌ها در كيسه نايلوني بلافاصله بعد از استخراج از چاه حائز اهميت است.
بهتر است هر نيم تا يك متر يك نمونه گرفته شود و ضمناً حفار بايد با هر تغيير در وضعيت لايه‌ها كه از روي ضربات مته و ارتعاشات دستگاه متوجه مي‌شود، نسبت به نمونه‌گيري مبادرت كند.
در روش حفاري روتاري با گل بنتونيت براي تهيه نمونه مي‌بايد مقداري از گل حاوي ذرات كاتينگ خروجي از چاه را به وسيله الك صاف كرده و محتويات باقيمانده را مطالعه و بررسي نمود. نمونه‌گيري از زمينهاي از جنس

رسوبات خيلي ريزدانه رسي يا مارني كه با آب حفاري تشكيل مخلوط گل آب مي‌دهند، مشكل است. لذا وجود چنين لايه‌هائي را مي‌توان از حالت كاركرد دستگاه حفاري و يا غليظ شدن گل حفاري در چرخش شناسائي نمود. معمولاً سرعت حركت گل حفاري حدود ۴۵ متر در دقيقه مي‌باشد بنابراين براي نمونه‌برداري از عمق ۱۱۰ متري بايد ۲/۵ دقيقه صبر نمود تا كاتينگ هاي حفاري شده همراه با گل بنتونيت به سطح زمين برسد.

سرعت حركت كاتينگ‌ها در حفاري با هوا برابر ۹/۵ متر در دقيقه است بنابراين نمونه عمق ۱۱۰ متري در مدت ۷ ثانيه به سطح زمين مي‌رسد. در حفاري با مخلوط هوا و كف سرعت حركت كاتينگ‌ها حدود ۹۰ متر در دقيقه مي‌شود.

در حفاري سيستم معكوس كه با سوزن ۶ اينچ انجام مي‌شود سرعت صعود سيال حفاري محتوي كاتينگ حدود ۳۷ متر در دقيقه برآورد مي‌گردد.

براي نمونه‌گيري با دستگاه حفاري دوراني مي‌بايد ابتدا حفاري را متوقف نموده وليكن حركت سيال حفاري همچنان برقرار باشد تا كليه كاتينگ‌هاي موجود در چاه تخليه گردد. سپس حفاري را شروع نموده و بلافاصله نمونه عمق مورد نظر گرفته شود.

براي تهيه نمونه آب مقداري از گل حفاري شده را توسط گل كش از چاه خارج و در ظرفي مي‌ريزند تا بعد از مدتي گل آن ته نشين و آب زلال باقيمانده را در بطري ريخته آن را كاملاً پر مي‌كنند. درب بطري را با چوب پنبه محكم بسته و براي جلوگيري از نفوذ هوا به داخل آن با پارافين مذاب كاملاً مي‌پوشانند تا از اكسيداسيون آهن محلول، تبديل كربنات‌ها به بي‌كربنات‌ها در اثر واكنش با گازكربنيك و تغيير pH آب و يا افزايش شوري به علت تبخير آب جلوگيري شود.

كيفيت شيميايي آبها را از روي مشخصه‌هاي ذيل معين مي‌كنند:

- ميزان يونهاي مثبت نظير ca^{++} و Mg^{++} درجه سختي را و H^{+} درجه اسيديته يا PH و Na^{+} درجه شوري و K^{+} درجه تلخي آب را نشان مي‌دهد .

-قابليت هدايت الكتريكي يا EC معرف ميزان يونهاي مثبت يا املاح آب است. قابليت هدايت الكتريكي (Electrical Conductivity) براي آبهاي شيرين مطلوب كمتر از هزار ميكرو اهم در سانتيمتر است.

گاز كربنيك محلول در آب باعث افزايش PH آن ميشود. آبهاي جاري با حل كردن گازكربنيك خاكهاي غير اشباع و يا حاصل از فساد مواد آلي موجود در خاك و همچنين آب باران با حل كردن گاز كربنيك موجود در هوا و يا گازهاي ازت و گوگرد هوا در مناطق صنعتي، خاصيت اسيدي پيدا ميكند كه بدينوسيله سبب انحلال سنگها و كانيهاي موجود در آنها ميگردد. اكثر مواد شيميايي محلول در آبهاي زيرزميني بصورت يونهاي كربنات، بيكربنات و سولفات كلسيم، منيزيم و سديم هستند. ضمناً نيتراتها، سيليكاتهاي آهن و فلوئور و بور بصورت املاح فرعي در آبها ديده ميشوند.

نمونهگيري آب در چاههاييكه با استفاده از گل بنتونيت حفاري ميشوند، نتيجه درستي نميدهد و بعد از خاتمه حفاري و در هنگام پمپاژ عملیتر است. براي تعيين شوري و شيريني آب لايهها تا حدود زيادي به كمك كاروتاژ انجام پذير است. در چاههائيكه با استفاده از كف حفاري شدهاند، نمونه آب بايد بعد از شستشوي چاه گرفته شود.

هنگام تهنشيني گل و لاي براي تهيه آب صاف بايد براي جلوگيري از تبخير تدابير خاصي انديشه شود تا ميزان درصد املاح محلول زياد نشود.

با توجه به اهداف آزمايش، نمونه آب را در ظروف مختلف ميريزند. در تمام موارد ميتوان آب را در بطري شيشهاي نگهداري كرد بجز وقتيكه هدف تعيين مقدار سديم و يا سيليكاتها باشد. براي اندازهگيري مقدار گاز از ظرف پلياتيلن استفاده نشود. به طور كلي در نمونهگيري از مواد حفاري شده بايد موارد ذيل مورد توجه قرار گيرد:

الف- قطعات درشت همراه مواد حفاري شده كه توسط گل كش از چاه خارج ميشود ممكن است از طبقات فوقاني چاه سقوط كرده باشد كه ميبايد با نمونههاي طبقات فوقاني مقايسه گردد.

ب- چگونگي تغييرات جنس لايه‌ها يا ليتولوژي بوسيله روش‌هاي راديومتريك و يا الكتريكي كنترل گردد. همچنين ميتوان لاگ چاهاي مجاور را براي مقايسه و دستيابي به نتايج دقيقتر مورد بررسي قرار داد.
ج- از نقشه‌ها و گزارشات زمين‌شناسي منطقه براي شناسايي اوليه جنس سنگها و نوع ساختمانهاي تكتونيكي بمنظور تعيين روش حفاري و انتخاب نوع دستگاه، استفاده شود.
نمونه‌ها ممكن است در سر چاه توسط زمين‌شناس بررسي و مطالعه شود و يا اينكه لازم باشد به آزمايشگاه ارسال گردد. براي بررسي نمونه‌ها در سر چاه ابزار لازم عبارتست از: ذره‌بين دستي با بزرگنمايي ۱۰X ، يك تكه محك يا چيني بدون لعاب، ورق كاغذ شطرنجي ميلي‌متري براي اندازه‌گيري ذرات ريز، آهن ربا و چاقو و اسيدهيدروكلريك رقيق يا جوهرنمك.
براي مطالعه نمونه‌ها موارد ذيل مشخص شود.
درجه سختي، رنگ خاكه (پودر) از روي اثر آن بر روي سنگ محك، رنگ نمونه، درخشش (جلا) شامل جلاي فلزي و غيرفلزي (شيشه‌اي- صمغي- روغني- صدفي- مومي و كدر)، شكل تبلور كاني‌ها (دانه‌اي يا Granular- متورق يا Foliated - تخم ماهي شكل يا Oolitic- نخودي يا Pisolitic اليافي يا Fibrous و توده‌اي يا Massive)، سطح شكست، وزن مخصوص.
نمونه‌هاي به دست آمده در حفاري به روش ضربه‌اي را نبايد شست و به همان حالت به دست آمده از چاه بايد بررسي كرد.
نمونه سنگ يا خاك چاهي را كه به روش روتاري با استفاده از گل بنتونيت حفاري شده بر روي الك ريز شستشو مي‌دهند تا فقط گل بنتونيت آن شسته شده و ذرات خيلي ريز محفوظ بماند خصوصاً در مواقعيكه نمونه‌ها براي تعيين نوع اسكرين چاه، بررسي مي‌شوند.

۱۰-۱- نحوه بررسي نمونه‌ها

براي مطالعه نمونه‌ها در سر چاه توسط زمين‌شناس وجود يك عدد ذره بين و يك ورق كاغذ شطرنجي كه بتوان نمونه‌هاي ريز را روي آن پهن كرده و اندازه دانه‌ها را

به دست آورد، لازم و ضروري است. نكات مهم براي مطالعه نمونه‌ها عبارتند از:
الف- اندازه نسبي دانه‌ها و شكل آنها از نظر ميزان گردشدگي و يا زاويه‌دار بودن.
ب- ميزان سيمان شدگي و نوع سيمان نظير كربنات كلسيم، اكسيدهاي آهن، اكسيد سيليسيم و....
ج- وجود عوارض ساختماني ثانويه مثل ترك و شكاف، وجود تورق و لايه‌بندي نازك شيلي
د- ميزان جورشدگي و يكنواختي دانه‌ها و در نتيجه پي بردن به درجه نفوذپذيري رسوبات.
ه- رنگ نمونه كه معرف شرايط تشكيل در حوضه رسوبي مي‌باشد.
سنگ‌هاي كربناته يا آهكي ممكن است مستقيماً از رسوب شيميايي آهك محلول در آب دريا و يا تجمع بقاياي موجودات دريايي با اسكلت آهكي مثل مرجانها، اسفنج‌ها و يا صدفها و يا اينكه از به هم چسبيدن خرده سنگ‌هاي آهكي تخريبي قديمي‌تر در حوضه رسوبي به وجود آمده باشند.
تركيب سنگ‌هاي كربناته ممكن است از كربنات كسيم $Ca\ Co_3$ و يا تركيبات كربنات كلسيم و منيزيم $MgCa\ Co_3$ بنام دولوميت باشد. براي تشخيص سنگ آهك از دولوميت ميتوان از اسيد هيدروكلريك رقيق استفاده كرد. سنگ آهك با اسيد به راحتي مي‌جوشد و گازكربنيك متصاعد مي‌كند. دولوميت فقط بشكل پودر با اسيد واكنش ملايم مي‌دهد. ستون سنگ شناسي و زمين‌شناسي چاه (Well Log) توسط زمين‌شناس در سر چاه تهيه مي‌گردد.

۱۱- لوله‌هاي جدار چاه

لوله‌هاي جدار چاه (Casing) از نوع فولادي، مواد پلاستيكي PVC و يا سيماني و سفالي مي‌باشند.

۱۱-۱- لوله‌هاي فولادي

اين لوله‌ها از پيچيدن ورق‌هاي فلزي در دو نوع درزدار (Seam Pipe) و درز مخفي ساخته مي‌شوند. لوله فولادي بدون درز (Seamless pipe) از طريق عبور دادن يك ميله آهني

مقاوم سمبه‌اي شكل از درون يك ميله فولادي گداخته قطورتر ساخته مي شود. لوله‌هاي بدون درز نسبت به لوله‌هاي درزدار از مقاومت بيشتري برخوردار بوده و به همين دليل در چاه‌هاي ريزشي كه با سيستم ضربه‌اي كابلي حفاري مي شوند و نصب لوله در چاه با اعمال ضربه و فشار زياد ميسر مي‌گردد، از لوله‌هاي فولادي بدون درز با ضخامت حداقل ۷ ميلي‌متر استفاده مي‌شود لوله‌هاي درز مخفي در مقابل ضربه و فشار از لوله‌هاي درزدار هم ضخامت خود مقاوم‌تر مي‌باشند.

براي محاسبه وزن لوله‌هاي فولادي فرض مي‌كنيم اگر ورق لوله شده را باز كنيم به شكل يك مستطيل به عرض برابر با محيط دايره (قطر ضربدر عدد پي ۳/۱۴) و طول مورد نظر تبديل مي شود. حال براي محاسبه حجم اين مكعب مستطيل مي‌بايد مساحت آن را در ضخامت ضرب نمايند. وزن چنين مكعبي از حاصلضرب حجم در جرم مخصوص به دست مي‌آيد بنابراين خواهيم داشت:

وزن= جرم مخصوص آهن ۸/۷۵× ضخامت × طول × ۳/۱۴ × قطر

براي مثال وزن يك متر لوله ۱۲ اينچ به ضخامت ۷/۵ ميلي‌متر عبارت است از:

قطر لوله (سانتي‌متر) ۳۰/۴۸= ۲/۵۴× ۱۲

ضخامت لوله (سانتي‌متر) ۰/۷۵= ۱۰÷ ۷/۵

طول لوله (سانتي‌متر) ۱۰۰= ۱۰۰× ۱

كيلوگرم ۶۲/۸ = گرم ۶۲۸۰۷/۸ = ۸/۷۵ × ۳/۱۴ × ۳۰/۴۸ × ۰/۷۵ × ۱۰۰

لوله‌هاي جدار يك چاه بايد همگي از يك جنس باشند در غير اينصوت به شكل پيل الكتريكي با دو قطب مثبت و منفي عمل كرده و در محل تماس با يكديگر به سرعت دچار خوردگي مي شوند. لوله‌هاي آهني را مي توان به شيوه آبكاري با پوشش يك لايه نازك از فلز روي گالوانيزه نمود.

جنس لوله جدار با توجه به عمق و قطر چاه و نتيجه آزمايش شيميائي آب مثل pH، H_2S, CO_2, Do cl^- و T.D.S انتخاب مي‌شود. لوله‌هاي جدار متداول در مصرف چاههاي آب عبارتند از:

(Poly Tetra Flouro Ethylene)PTFE, (Acrilonitrile Butydine Styrene)ABS, PVC از جنس مواد پتروشيمي و SS(Stainless steel).
مناسبترين لوله جدار براي چاههاي با عمق بيش از ۳۷۰ متر، لوله‌هاي SS مي‌باشد. ضمناً لوله‌هاي SS در چاههايي كه آب آنها داراي $DO>2PPm, PH<7, CO_2>50PPm, cl^->500PPm, T.D.S>1000\ PPm, H_2S>1PPm$ Co_2 باشد، توصيه نمي‌گردد.

۱۱-۲- لوله‌هاي PVC

لوله‌هاي PVC ساخته شده از مواد پتروشيمي به نام پلي ونيل كلرايد هستند. نوع سخت شده آن به نام اولتراپلي ونيل كلرايد(Ultra Poly Vinyle Choloride (UPVC است كه ذرات سازنده آن كه در شرايط خاصي سخت شده با ساختمان پليمري ويژه در برابر فرسايش شيميايي و يا بيو شيميايي و در نتيجه خوردگي و پوسيدگي كه خاص لوله‌هاي فلزي مي‌باشد و همچنين در مقابل تشكيل رسوب آب بر روي فضاهاي مشبك‌ها مقاوم بوده و به صورت خنثي عمل مي‌كند.
دو سر اين لوله‌ها داراي رزوه نر و ماده بوده كه به هنگام نصب در چاه به يكديگر پيچ مي‌شوند. به طور كلي روزه‌هايي كه "V" شكل هستند داري مقاومت ضربه‌اي يا فشاري كمتري نسبت به روزه‌هاي مربع شكل (Square Thread) بوده و بنابراين رزوه لوله‌هاي UPVC از نوع مربعي شكل است. ممكن است لوله‌ها توسط كاپلينگ رزوه‌دار به هم متصل شوند. در سالهاي اخير از فايبرگلاس مسلح نوعي لوله‌هاي اپوكسي ساخته شده كه در برابر خوردگي و تشكيل رسوب روي شبكه‌ها مقاوم و مناسب چاه هاي عميق كم‌قطر مي‌باشند.
بطور كلي اين قبيل لوله‌ها از نظر اقتصادي با لوله‌هاي فولادي ضدزنگ رقابت مي‌كنند. ويژگي هاي مهم فيزيكي و شيميايي اين نوع لوله‌ها كه در كشورهاي توسعه يافته و يا در حال توسعه مورد استفاده وسيعي قرار گرفته‌اند عبارتند از:

۱۱-۲-۱- ويژگي‌هاي فيزيكي

۱۱-۲-۱-۱- توان آبدهي بالا

يكي از مشخصه‌هاي اصلي اين لوله‌ها بالا بودن ميزان درصد فضاي باز لوله يا نسبت سطح كل شبكه‌ها به سطح كل لوله مي‌باشد كه با افزايش توان آبدهي مانع افت آب در چاه مي‌شود. با افزايش عرض شبكه‌ها مي‌توان درصد سطح فضاهاي باز را در واحد متر طول لوله اضافه كرد.
رابطه بين عرض شبكه‌ها و درصد فضاي باز لوله طبق جدول زير مي‌باشد.

عرض شبكه (ميليمتر)	۳	۲/۵	۲	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۳
فضاي باز (درصد)	۲۵	۲۲	۲۰	۱۶	۱۱	۹	۶	۴

۱۱-۲-۱-۲- آساني و تضمين سلامت نصب

اين لوله‌ها با اتصالات روزه‌اي به صورت كاملاً مستقيم و بدون انحراف به يكديگر پيچ شده و خطر كج شدگي و شاغول نبودن لوله‌ها در اعماق پايين و در نتيجه مشكلات نصب را در مقايسه با لوله‌هاي فلزي نخواهد داشت.

۱۱-۲-۱-۳- نصب سريع با صرف هزينه كم

نصب اين لوله‌ها بدون نياز به جوشكاري و تسمه‌گذاري و همچنين با صرفه‌جويي در وقت به علت عدم احتياج به شاغول كردن و تراز در مقايسه با نصب لوله‌هاي فلزي با سرعت بالايي انجام مي‌شود. همچنين نيازي به دستگاه جوش و مصرف سيم جوش نمي‌باشد.

۱۱-۲-۱-۴- پوشش گراول پيش ساخته و نصب توري

امكان نصب توري مخصوص و يا پوشش گراول پيش ساخته (Prepack) از جنس دانه‌هاي سيليسي بر روي اين لوله‌ها بر اساس نتايج آزمايش دانه‌بندي لايه آبدار وجود دارد.
بر اساس نتايج آزمايشات انجام شده مناسبترين ضخامت گراول پك بدون در نظر گرفتن سرعت جريان آب از داخل آن، ۱۵ ميلي‌متر است كه در چنين لوله‌هائي امكان‌پذير است.

۱۱-۲-۱-۵- طراحي مناسب شبكه

شبكه‌ها در اين نوع لوله‌ها به صورت افقي و به تعداد زياد در طول لوله وجود دارد كه باعث كاهش مقاومت لوله در برابر ورود آب و در نتيجه كم شدن مقدار افت جدار به حداقل و عدم افت آب داخل لوله هنگام بهره‌برداري مي‌گردد.

در زمين هاي رسوبي حاوي مواد ريزدانه سيلت و ماسه براي جلوگيري از ماسه دهي چاه استفاده از اين لوله‌ها توصيه مي‌گردد.

۱۱-۲-۲- ويژگي‌هاي شيميايي

از مزاياي عمده لوله‌هاي UPVC مي‌توان مقاومت آنها را در برابر عوامل خورندگي و پوسيدگي شيميايي و بيوشيميايي نظير باكتري‌هاي آهن‌خوار ذكر نمود. عوامل فوق سبب كاهش مقاومت لوله‌هاي فلزي و بسته شدن شبكه‌ها و نقصان آبدهي و در نتيجه كم‌شدن عمر مفيد چاه مي‌گردد.

اين لوله‌ها در حرارت ۲۰ درجه سانتيگراد در مقابل هر نوع آب با كيفيت‌هاي گوناگون مقاوم بوده و در سفره‌هاي آبي به شرح ذيل قابل استفاده هستند:

-نصب در سفره‌هاي آبي با بدترين كيفيت و با املاح زياد مثل آب‌هاي تلخ و شور و يا سخت.

-نصب در سفره‌هاي آبي اسيدي و قليايي

اين لوله‌ها در برابر هر نوع ماده شيميايي و يا مواد تصفيه‌كننده آب و تميز كننده چاه ها مثل كلر، پلي فسفات سديم و اسيدها كاملاً مقاوم بوده و هيچگونه تاثيري بر كيفيت آب نمي‌گذارند، لذا توصيه مي شود چاه هاي مخصوص آب آشاميدني حتماً با اين قبيل لوله‌ها جداربندي شوند. استحكام و مقاومت اين لوله‌ها در مقابل نيروهاي كششي و يا نيروهاي فشاري جانبي وارده تابع ضخامت ديواره آنها مي‌باشد.

۱۱-۳-لوله‌هاي سيماني و سفالي

ديواره چاه هاي دستي را معمولا با لوله‌هاي سيماني جداربندي و محافظت مي‌كنند. همچنين قنات‌ها را مي‌توان با لوله‌هاي سيماني و يا سفالي تجهيز نمود.
لوله‌هاي سيماني را مي‌توان به صورت پيش ساخته و يا با قالببندي در همان محل مصرف، ساخت.

۱۱-۴-انواع كاربردي لوله‌هاي جدار

لوله‌هاي جدار فلزي و يا پلاستيكي در دو نوع ساده بدون مشبك و يا مشبك كاربرد دارند.

۱۱-۴-۱- لوله جدار غيرمشبك

بخش خشك و بدون آب چاه را با لوله‌هاي غيرمشبك يا اصطلاحاً لوله‌كور جداربندي مي‌كنند.

۱۱-۴-۲-لوله جدار مشبك

لوله‌هاي جدار مشبك براي برقراري امكان ورود آب لايه آبدار اكيفر به داخل چاه كاربرد دارند. لوله‌هاي مشبك بر دو نوع لوله‌هاي مشبك شده غير كارخانه‌اي و لوله‌هاي مشبك ساخته شده در كارخانه‌هاي مخصوص بنام لوله‌هاي اسكرين تقسيم‌بندي مي‌شوند.

۱۱-۴-۲-۱- لوله‌هاي مشبك معمولي

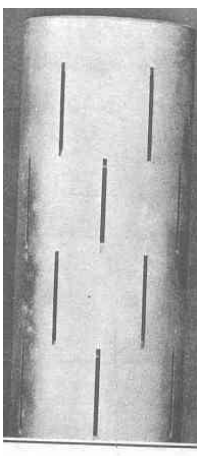
اين لوله‌ها را از مشبك‌كردن لوله‌هاي ساخته شده فولادي و يا PVC درست مي‌كنند. مشبك‌كاري لوله‌ها توسط مته، اره برقي، جوش الكتريكي، مشعل اكسيژن و گاز صورت مي‌گيرد. طول شبكه‌ها براي لوله فولادي ۲۰ سانتي‌متر و عرض آنها معمولاً ۳ ميلي‌متر است.
تعداد شكافها در يك رديف دور لوله ۱۲ اينچ برابر ۸ عدد به فواصل جانبي تقريباً ۱۲ سانتي‌متر از يكديگر و به تعداد ۵ رديف در طول يك متر لوله مي‌باشد. بنابراين مساحت شبكه‌ها در يك متر طول لوله عبارت است از:

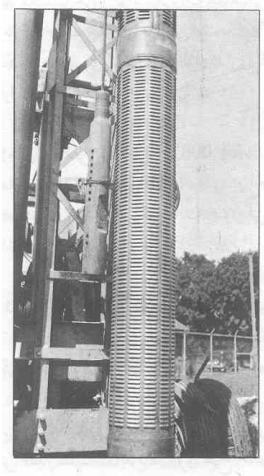
(سانتي‌متر مربع) ۲۴۰=۰/۳ × ۲۰× ۵×۸

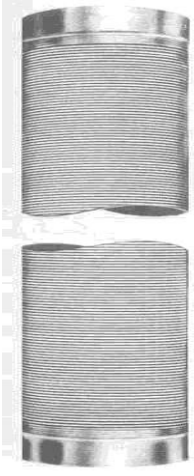
مساحت يك متر لوله ۱۲ اينچ برابر ۹۵۷۱ سانتي‌متر مربع و مقدار درصد شبكه‌ها برابر ۲۵/۱ مي‌شود.

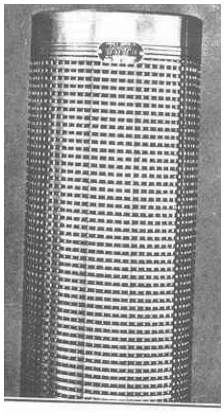
براي مشبك كردن لوله‌هاي فولادي معمولي بهتر است از روشي به غير از برشكاري هوا-گاز استفاده كرد زيرا اشك‌هاي فلز ذوب شده در اثر برشكاري به ديواره داخلي لوله چسبيده و هنگام عمل پيستون زني براي توسعه چاه موجب آسيب به لاستيك پيستون مي‌شود. عرض شبكه‌ها در مشبك‌كاري شعله‌اي توسط دست به علت لرزش دست يكنواخت نبوده و بهتر است دستگاه برش بر روي ريل نصب و با سرعت ثابت حركت كنند. از معايب لوله‌هاي شكافدار مي‌توان عدم يك اندازه بودن طول و عرض شكاف‌ها، كم بودن درصد سطح شكاف‌ها نسبت به سطح كل لوله، عدم امكان ايجاد شكاف با عرض كم براي ممانعت از ورود ماسه‌هاي ريز و متوسط به درون چاه را نام برد. ضمناً لبه‌هاي برشكاري شده شبكه‌ها محل مساعدي براي انجام واكنش‌هاي تخريبي گالوانيكي، رسوبگذاري و ممانعت از جريان آب بوده و لذا عمر اين قبيل لوله‌ها كوتاهتر از نوع سالم آن مي‌گردد.

مشبك‌كاري با شعله احتياج به تجربه و مهارت دارد. براي مثال لازم است در حين مشكب كردن لوله آنرا مرتباً چرخانده و عمل مشكبكاري در سطوح مختلف به طور متناوب صورت گيرد. در غير اينصورت به علت اختلاف دما لوله دچار پيچيدگي شده و تاب بر مي‌دارد. چنانچه تعداد مشبك‌ها از حد معيني بيشتر شود مقاومت لوله به شدت كاهش مي‌يابد. لوله‌هاي UPVC توسط اره مشبك شده و درصد فضاهاي خالي آن مي‌تواند تا ۲۵٪ و عرض شبكه‌ها از ۰/۳ تا ۳ ميلي‌متر متغير باشد. اين نوع لوله‌هاي مشبك براي زمين‌هاي درشت دانه و لايه آبدار با ضخامت زياد كاملاً مناسب مي‌باشند.









«لوله هاي اسكرين»
«لوله مشبك معمولي»

۱۱-۴-۲-۲-لوله هاي اسكرين

اين لوله ها در طرح هاي گوناگون در كارخانه هاي مختلف ساخته مي شوند همانگونه كه از نام آن پيداست طراحي فضاهاي باز در اين لوله ها به صورت هم شكل با پراكندگي يكنواخت در كل سطح لوله، شكلي شبيه به تورهاي سيمي يا الك مي‌سازد.

اسكرين‌ها را از آلياژهاي مختلف نظير فلز برنج سرخ حاوي سيليسيوم به نام اوردور EverDur، فولاد ضد زنگ و يا ورق گالوانيزه مي‌سازند.

قطر لوله اسكرين با توجه به شرايط هيدروليكي چاه انتخاب مي‌شود. سطح كل فضاهاي خالي اسكرين كه به صورت درصد عددي توسط كارخانه سازنده اعلام مي‌شود بايد به گونه‌اي باشد كه بر روي خطوط جريان آب ورودي به داخل چاه اثر نگذارد.

البته ثابت شده است كه دو برابر نمودن قطر لوله اسكرين ميزان آبدهي چاه را فقط ده درصد افزايش مي‌دهد. طول لوله اسكرين به ضخامت سفره آبدار و تعيين اندازه روزنه‌ها و به نتيجه آزمايش دانه‌بندي اكيفر بستگي دارد.

اندازه فضاهاي شبكه اسكرين از تقسيم شماره اسكرين بر عدد يك هزارم اينچ مشخص مي گردد. مثلا اندازه قطر سوراخ‌هاي اسكرين نمره ۶ برابر $\frac{6}{1000}$ و نمره ۱۰ برابر $\frac{10}{1000}$ يا $\frac{1}{100}$ و نمره ۱۰۰ برابر $\frac{100}{1000}$ يا ۰/۱ اينچ مي‌باشد.

چنانچه سرعت عبور آب از درون شبكه‌هاي اسكرين به داخل چاه حداكثر ۰/۱ فوت در ثانيه باشد. افت ارتفاع آب در اثر عبور از اسكرين، رسوبگذاري روي شبكه‌ها و خوردگي در اثر عوامل شيميايي و بيوشيميايي به حداقل كاهش مي‌يابد.

خصوصيات يك اسكرين خوب عبارت است از:

الف- مقطع منافذ به شكل v باشد به طوريكه از داخل به طرف سطح بيروني لوله فضاي شبكه به تدريج كوچك شود.

ب- درصد سطح منافذ به سطح كل لوله، حداكثر باشد.

ج- تمام اجزاء لوله بايد از يك جنس بوده و آبكاري يا لعابكاري شود.

د- پراكندگي منافذ در كل سطح لوله يكنواخت بوده و با هم متقاطع نباشند.

ه- قدرت تحمل كليه فشارها و نيروهاي كششي وارده را دارا بوده و قابليت نصب در شرايط مختلف سازندها را داشته باشد.

و- قدرت تحمل شستشو با جريان قوي آب را بدون آسيبپذيري داشته باشد.

۱۱-۴-۲-۲-۱- انواع اسكرين

الف- اسكرينهاي پانچ شده كه به دو صورت ساخته شده اند.

كركرهاي عمودي (shutter) و كركرهاي افقي (Louver) كه در سفرههاي تحت فشار همراه با گراول پك مصنوعي كاربرد دارند. توسعه طبيعي چاه توسط اسكرين افقي به علت تاثير در كاهش فشار آب شستشو، مقدور نيست. اين اسكرينها را ازلوله كردن ورق هاي با قابليت فنري سوراخ شده به ضخامت ۳ ميليمتر ميسازند. اسكرينهايي كه لبه سوراخهاي آن روي هم قرار گرفته باشد در برابر نيروي كشش داراي مقاومت بيشتر و در برابر نيروي فشاري مقاومت كمتري هستند. عرض شكافها حداقل ۰/۷ ميليمتر و ميزان درصد شكافها بين ۲۰ الي ۳۰ درصد است.

ب- لوله اسكرين با منافذ ممتد (Coat Slot) را به وسيله چند رديف ميلگرد فولادي به طول موردنظر كه به وسيله سيمهاي حلقوي با سطح مقطع مثلثي و به موازات يكديگر به هم متصل شدهاند، در كارخانه ميسازند. به اين نوع اسكرين wire wrap ميگويند.

منافذ آن به شکل "v" بوده و اتصالات سیم‌ها به یکدیگر به وسیله جوشکاري و یا عمل پرچ کردن صورت مي‌گیرد. این اسکرین‌ها براي زمین هاي ریزدانه منفصل مناسب مي‌باشند. نسبت مساحت کل فضاهاي ممتد در واحد سطح از سایر انواع اسکرین‌ها بیشتر مي‌باشد. به علت زیاد بودن منافذ، سرعت حرکت آب عبوري از اسکرین کم و در نتیجه عمل رسوبگذاري و گرفتگي شبکه‌ها ناچیز مي‌باشد که خود موجب افزایش راندمان هیدرولیکي و عمر مفید چاه مي‌گردد.

شبکه‌هاي لوله اسکرین با فضاهاي به شکل "V" توسط ذرات ماسه مسدود نمي شود، زیرا چنانچه ذره‌اي بتواند از منفذ ریز موجود در سطح لوله وارد شود به راحتي از بخش عریض سوراخ عبور کرده وارد لوله مي‌گردد.

چون ذرات فقط در دو نقطه با منافذ "V" شکل در تماس هستند، دانه‌هایي که درشت‌ترند و پشت اسکرین باقي مي‌مانند نمي‌توانند منافذ را مسدود کنند لذا این نوع اسکرین‌ها در توسعه و تکمیل چاه خیلي موثرند.

اسکرین‌هاي جوشي با دو قطر متفاوت ساخته مي شوند.

اسکرین‌هاي تلسکوپي (OD Size) که قطر بیروني آنها برابر قطر دروني لوله‌هاي جدار بوده و به راحتي از درون آنها عبور مي‌کنند. براي مثال قطر خارجي اسکرین تلسکوپي سایز ۱۰۱/۶ میلي‌متر (۴ اینچ) عملاً ۹۵/۲ میلي‌متر است و بنابراین از داخل لوله ۴ اینچ عبور کرده و در عمق موردنظر نصب مي‌شود.

اسکرین‌هاي هم قطر لوله جدارمستقیماً به لوله جدار متصل شده و در چاه نصب مي‌شود. حداقل قطر منافذ ممتد اسکرین‌ها ۰/۱۵ میلي‌متراست.

نمره اسکرین معرف اندازه منافذ آن است براي مثال عرض یك ردیف منفذ اسکرین نمره ۲۰ برابر ۰/۰۲ اینچ یا ۰/۵ میلي‌متر مي‌گردد.

بازدهي لوله‌هاي اسکرین کارخانه‌اي بعلت بالا بودن نسبت درصد فضاهاي باز در مقایسه با لوله‌هاي مشبك شده معمولي بیشتر است. در اثبات این موضوع مقایسه‌اي بین

لوله اسكرين و لوله شكاف دار معمولي بشرح ذيل صورت گرفت.
در يك چاه حفاري شده ابتدا لوله شكافدار بقطر ۱۲ اينچ به طول ۶ متر نصب و مقدار آبدهي ۶ ليتر در ثانيه و افت آب ۲/۲۹ متر اندازه‌گيري شد. در مرحله بعدي اين لوله از چاه خارج و لوله اسكرين ۸ اينچ بطول ۳ متر نصب و مقدار آبدهي ۱۲ الي ۱۸ ليتر در ثانيه با افت آب ۰/۷۶ تا ۱/۶۸ متر اندازه‌گيري گرديد كه علت آن چندين برابر بودن مساحت منافذ لوله اسكرين نسبت به مساحت شكافهاي لوله شكافدار ۱۲ اينچ بود. در بهترين حالت درصد فضاهاي اسكرين بايد معادل و يا كمي بيشتر از درصد تخلخل لايه آبدار در مجاورت لوله اسكرين باشد.

۱۱-۴-۲-۲-۲- نصب اسكرين

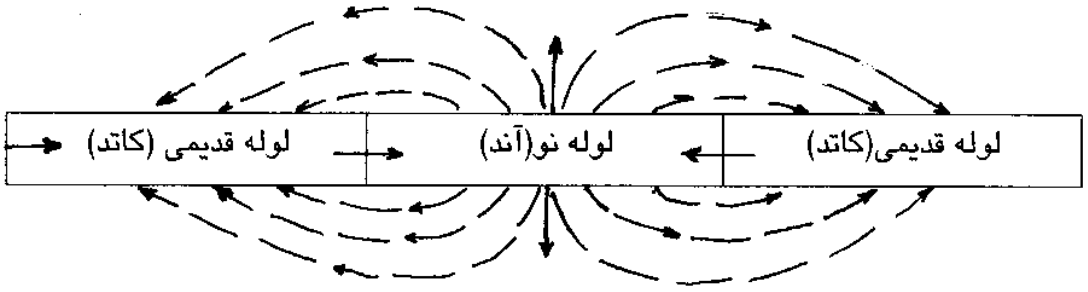
نصب لوله‌هاي اسكرين به روشهاي مختلف صورت مي‌گيرد.
الف- اسكرين نوع تلسكوپي OD-size از داخل لوله جدار موقت يا دائم در عمق موردنظر قرار گرفته و سپس لوله جدار را به طور كامل و يا به اندازه‌اي كه اسكرين در مقابل لايه آبدار قرار گيرد، از چاه خارج مي‌كنند. به اين روش Pull Back گفته و بيشتر خاص چاههاي حفاري شده به روش ضربه‌اي مي‌باشد.
اگر چاه با روش روتاري حفاري شده باشد، ابتدا بخش بدون آب را با لوله جدار غير مشبك لوله‌گذاري كرده و پشت آنرا سيمان‌ريزي مي‌كنند. سپس اسكرين موردنظر را از درون اين لوله به داخل چاه وارد كرده و بعد از استقرار در مقابل لايه‌هاي آبدار، لبه بالايي آن را در داخل لوله جدار مهار مي‌كنند. در لبه بالايي لوله اسكرين يك تكه لوله ساده از جنس نرم به طول حدود نيم متر كار گذاشته شده كه به وسيله راندن يك قطعه مخروطي به درون آن بتواند به سهولت باز شده و به ديواره داخلي لوله جدار بچسبد.
ب- اسكرين‌هاي هم قطر لوله جدار ID كه به وسيله كوپلينگ و يا جوشكاري به لوله‌هاي جدار متصل و در چاه نصب مي‌شوند.

۱۱-۴-۲-۲-۳- معايب اسكرين‌ها

الف- خوردگي

يكي از نقاط ضعف لوله‌هاي اسكرين كارخانه‌اي قابليت خورندگي و كاهش عمر مفيد آنها در آب‌هاي حاوي املاح نمكي و گاز هاي محلول در اثر پديده الكترو شيميايي مي‌باشد. عوارض تخريبي اين پديده منجر به گشاد شدن روزنه‌ها و ورود ذرات ريز به درون چاه و استهلاك شديد پمپ بهره‌برداري، كم شدن مقاومت لوله اسكرين و سرانجام تشكيل رسوب و گرفتگي منافذ و كاهش آبدهي چاه مي‌گردد.

همان گونه كه دو فلز با جنس متفاوت در داخل يك ظرف محتوي آب نمك همانند يك پيل الكتريكي عمل مي‌كنند در مورد لوله‌هاي فلزي موجود در چاه خصوصاً در زمين هاي شور نيز اين فعل و انفعال الكتريكي به نام جريان گالوانيك برقرار شده و نتيجه آن وقوع خوردگي در لوله‌ها مي‌باشد. علاوه بر غير هم جنس بودن فلزات اگر يك قطعه لوله نو در بين دو تكه لوله زنگ زده قديمي در چاه نصب شود همين پديده را به وجود مي‌آورد. پوشش زنگ زدگي باعث حفاظت لوله قديمي گشته وليكن لوله نو شروع به خوردگي مي‌كند.



«لوله نو در بين دو قطعه لوله كهنه خاصيت آندي پيدا مي‌كند»

ب- رسوب بستن

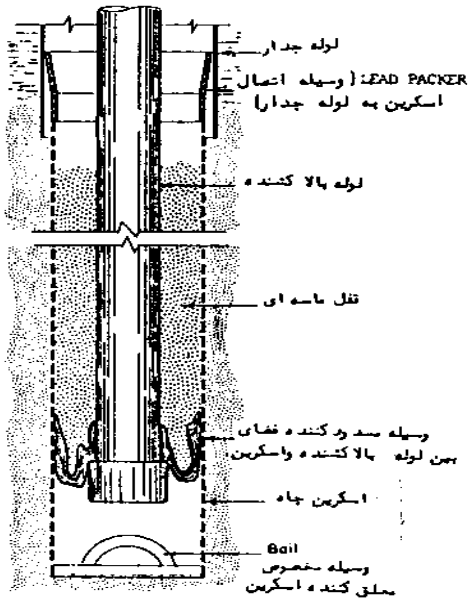
مواد معدني محلول در آب در اثر پايين‌رفتن سطح ايستابي و افت فشار آب به هنگام بهره‌برداري به صورت غير محلول درآمده و بر روي شبكه‌هاي لوله‌ها اعم از فلزي يا پلاستيكي به صورت پوسته ته نشست مي‌كند. با افزايش مقدار مشبك در واحد سطح و كاهش دور پمپ براي جلوگيري از افت زياد سطح آب و كنترل سطح ديناميك آب كه بايد بالاتر از سطح فوقاني اسكرين قرار گيرد تا مانع اكسيد شدگي آن در مجاورت هوا گردد، مي‌توان عمل تشكيل رسوب كربنات كلسيم و اكسيد آهن را به حداقل رساند. حدود ۹۰ درصد پوسته‌ها در اثر تشكيل كربنات كلسيم و زنگ زدگي ايجاد مي‌شود. اين رسوبات را به روش شستشو با جوهر نمك رقيق مي‌توان از بين برد.

تشكيل پوسته بر روي شبكه‌ها و بدنه لوله علاوه بر علت شيميايي كه ذكر شد، دراثر فعاليت باكتري‌هاي هوازي آهن خوار نيز به وجود مي‌آيد. اجتماع اين باكتري‌ها به شكل رشته‌هاي نازك لزج مي‌باشد كه فلزات آهن و منگنز را اكسيد و در داخل خود جمع مي‌كنند. در اثر رسوب تركيبات اكسيد آهن و تكثير سريع باكتري‌ها ماده‌اي به

وجود مي‌آيد كه باعث انسداد شبكه‌هاي لوله و خلل و فرج دانه‌هاي گراول دور لوله جدار مي‌گردد كه با كاهش ظرفيت ويژه آبدهي چاه همراه است اين نوع پوسته‌ها خاص لوله‌هاي اسكرين فلزي است.
چنانچه بعد از خاتمه عمليات حفاري و لوله‌گذاري و نصب پمپ بهره‌برداري، چاه را با پودر كلر ضدعفوني كنند، از رشد جلبك‌ها و باكتري‌ها جلوگيري مي‌شود.

۱۱-۴-۲-۲-۴- خارج كردن اسكرين از چاه

براي خارج نمودن اسكرين چاه، يك لوله فولادي محكم به قطر مثلاً ۳ اينچ را داخل لوله اسكرين كرده و سپس حدفاصل آنها را به وسيله شن‌پر مي‌كنند تا بدين وسيله در داخل يكديگر قفل شوند.
اين لوله را با نيروي كشش از زمين خارج مي‌كنند تا همراه خود لوله اسكرين را نيز بيرون آورد. براي آنكه شن‌ها از پايين لوله به ته چاه نريزند مطابق شكل كيسه‌اي محكم به وسيله مفتول به انتهاي لوله وسطي وصل مي‌كنند كه سر ديگر آن به ديواره اسكرين گير كند.



۱۲- لوله‌گذاري

ديواره چاههاي آب حفاري شده در زمين هاي آبرفتي سست منفصل و يا زمين هاي سخت سنگي كه در اثر نيروهاي تكتونيكي دچار شكستگي و خرد شدگي گشته اند، مي‌بايد توسط لوله‌هاي جدار عايق‌بندي شوند. در غير اينصورت با گذشت زمان دچار ريزش شده و چاه به همراه تجهيزات درون آن از بين مي‌رود.

در چاههاي بدون لوله جدار واقع در زمين هاي آبرفتي غيرريزشي در اثر بهره‌برداري و پمپاژ به علت پايين‌رفتن سطح آب در لايه آبدار در فاصله حد واسط سطح ايستابي با سطح ديناميك و خالي شدن چاه از آب و ايجاد اختلاف فشار هيدروستاتيكي در بخش خالي و بدون آب چاه نسبت به بخش آبدار لايه، به مرور زمان دانه‌هاي تشكيل دهنده لايه به تدريج ريزش مي‌نمايند. چنين چاهي بعد از گذشت مدتي غير قابل استفاده مي‌شود و چه بسا با يك ريزش شديد باعث گير افتادن پمپ و متعلقات در درون چاه گردد.

لوله گذاري در زمينهاي غير ريزشي در خاتمه عمليات حفاري و بصورت آزاد و در زمينهاي سست ريزشي كه بوسيله دستگاه ضربه‌اي كابلي حفاري مي‌شوند همزمان با اجراء عمليات حفاري به كمك ضربه و يا نيروي فشاري يكنواخت صورت مي‌گيرد.

نحوه لوله‌گذاري با توجه به نتايج بررسي‌هاي زمين‌شناسي و آبشناسي يعني جنس زمين، ميزان آبدهي و حجم آب مصرفي مورد نياز، قطر و عمق چاه و شرايط حفاري تعيين مي‌گردد.

در هنگام لوله‌گذاري توجه به نكات ذيل ضروري است:

- ضخامت لوله با عمق چاه متناسب باشد.
- ضخامت لوله در چاههائيكه با ضربه و فشار نصب مي شود بيشتر و از نوع فولادي مرغوب بدون درز باشد.
- جوشكاري لوله‌هاي درزدار توسط كارخانه و يا بهنگام نصب در چاه با دقت و بدون درز و ترك موئي صورت گيرد.

-لبه‌هاي لوله‌هاي فولادي كونيك بوده و به دقت تراز شوند.
-لوله‌ها تاب و خم نداشته و بدون خردگي و يا زنگ زدگي درمحل جوشكاري باشند.
-سوراخهاي ايجاد شده در بدنه لوله بهنگام نصب در چاه بايستي بدقت جوشكاري و بسته شوند.

توجه به ضخامت لوله براي تحمل نيروي فشار لايه‌هاي مجاور خصوصاً در زمينهاي ريزشي كه با افزايش عمق چاه، مقدار اين نيرو و همچنين نيروي وزن لوله‌ها زياد مي‌گردد. لوله‌هاي كم ضخامت در مقابل پوسيدگي دوام زيادي نداشته و با گذشت زمان كمي دچار شكستگي شده و متلاشي مي‌شوند. بارگيري و تخليه لوله‌ها حتي‌الامكان با جرثقيل صورت گيرد و در صورت نبود آن در هنگام تخليه مي‌بايد از لاستيك بزرگ كاميون براي گرفتن ضربه و جلوگيري از تغيير فرم بدنه و دهانه لوله، استفاده شود.

در چاههاي با عمق زياد و يا زمينهاي داراي لايه‌هاي رس و شيل كه در اثر جذب آب باد كرده و مانع عبور آزاد لوله در چاه مي‌شوند و يا در زمينهاي حاوي لايه‌هاي سست ريزشي، سرعت عمل نصب لوله در چاه بسيار اهميت دارد. در اينگونه موارد ضروري است عمل جوشكاري همزمان توسط دو نفر و با دو دستگاه جوش صورت گيرد.

ضمناً لوله‌هاي ضخيم را بايد با دستگاههاي جوشكاري قوي و سيم جوش‌هاي نمره ۴ يا بيشتر جوشكاري نمود. براي افزايش قدرت تحمل وزن لوله‌هاي جوش شده به هم و تقويت جوشكاري لبه لوله‌ها به يكديگر لازم است اتصال هر دو لوله را با جوش چهار قطعه تسمه آهني به طول ۱۵ سانتي‌متر در امتداد طولي لوله در چهار طرف آن، مستحكم نمائيم.

چگونگي آرايش لوله‌هاي جدار براي نصب در چاه با اطلاعات بدست آمده از چاههاي حفاري شده قبلي و نتايج حاصل از پمپاژ آنها مشخص مي‌شود، در اينصورت لوله‌هاي جدار بالاتر از سطح ديناميك آب بدون شبكه و از نوع ساده بوده و در بخش آبده سفره لوله مشبك نصب مي‌شود. يك شاخه لوله ۶ متري انتهايي چاه را بمنظور رسوب گير

از نوع ساده که انتهاي آن بصورت موشکي و يا قيفي بسته شده است، قرار مي‌دهند. ضمناً چنانچه عمق نصب پمپ بهره برداري مشخص مي‌باشد، بهتر است يك شاخه ۶ متري لوله ساده در آن محل قرار داده و پمپ را در درون آن نصب کنند. رعايت اين موضوع خصوصاً در زمينهاي ريزدانه ماسه‌اي و سيلتي سبب جلوگيري از مکش مستقيم ذرات لايه‌ها توسط پمپ به درون چاه مي‌گردد.

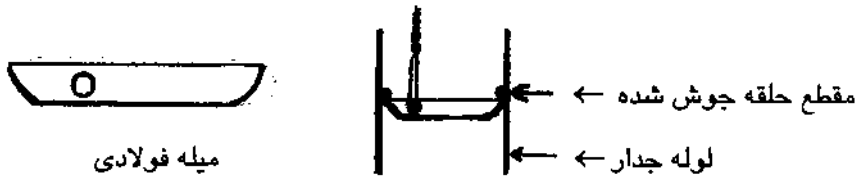
۱۲-۱- لوله‌گذاري آزاد در چاه

انتهاي اولين شاخه لوله جدار را با برشکاري و جوشکاري بشکل قيفي (موشکي) مي‌بندند. سپس آنرا از ميان يك کلمپسclamps يا انگشتي Casing ring & slips که در دهانه چاه قرار داده شده، عبور مي‌دهند. کلمپس کار نگهداي لوله‌ها را بعهده دارد و در اين مورد ميتوان از الواتور نيز استفاده کرد. سپس لوله بعدي را بوسيله لوله‌گير Elevator با قلاب لوله‌گذاري از زمين بلند کرده و به روي اين لوله تراز نموده و جوشکاري مي‌نمايند.

در مواردیکه براي جلوگيري از نفوذ آبهاي آلوده سطحي حدود ۳۰ متر اول چاه از سطح زمين توسط لوله هادي بقطر بزرگتر از لوله جدار اصلي و بتن ريزي پشت آن، عايق‌بندي شده باشد، براي صرفه‌جوئي در هزينه‌ها ميتوان لوله جدار اصلي را از انتهاي لوله هادي يعني از عمق ۳۰ متر به بعد در چاه نصب کرد براي اين منظور طول لوله جدار اصلي را به گونه‌اي انتخاب مي‌کنند که يك متر بالاي آن به حالت تداخل تلسکوپي در داخل لوله هادي قرار گيرد. بهتر است دهانه بالائي لوله جدار را با برشکاري بصورت قيفي باز نمايند تا بهنگام نصب پمپ مشکلي پيش نيايد.

براي کارگذاري لوله‌هاي جدار در عمق پائين‌تر از سطح زمين به دو روش ميتوان عمل کرد. در روش لوله‌گذاري با دستگاه حفاري ضربه‌اي کابلي بعد از اتمام جوشکاري لوله‌ها سر مته را در دهانه لوله جدار قرار داده و خال جوش مي‌زنند. سپس لوله‌ها را در چاه پائين برده و

وقتي در ته چاه نشست، با يك حركت ضربه، جوش شكسته شده و مته آزاد مي‌شود.
در روش دوم، يك حلقه آهني در دهانه لوله جوش مي‌دهند. سپس يك ميله فولادي را از يك سوراخ كه محل آن نزديك به يكي از دو سر اين ميله است به قلاب كابل بكسل لوله گذاري متصل مي‌كنند بطوريكه به حالت كج آويزان شود. طول اين ميله كمي كمتر از قطر داخلي لوله است و وقتي درون لوله قرار گيرد دو سر آن در زير لبه حلقه آهني گير مي‌كند. بدين صورت لوله را به حالت آويزان به ته چاه برده و با شل كردن كابل ميله را آزاد و از چاه خارج مي‌كنند.



۱۲-۲- لوله‌گذاري غير آزاد

در زمين هاي ريزشي كه با دستگاههاي ضربه‌اي كابلي حفاري مي‌گردند، براي جلوگيري از ريزش ديواره چاه عمليات حفاري در داخل لوله جدار موقت انجام مي‌گيرد و همزمان لوله را با ضربات چكش در زمين پائين مي‌برند. بعد از توقف ريزش، حفاري بدون ادامة لوله‌گذاري و در داخل لوله موقت انجام مي‌شود. حال اگر مجدداً چاه در اعماق پائين‌تر ريزش نمايد، سرتاسر طول چاه را لوله‌گذاري كرده و ادامه حفاري در داخل اين لوله صورت گرفته و تا پايان حفاري لوله را با ضربات چكش به درون زمين مي‌رانند. در خاتمه كار ميتوان آن مقدار از لوله جدار سرتاسري را كه در داخل لوله جدارموقت اول قرار گرفته بوسيله ابزار مخصوص بريده و از چاه خارج نمايند. اين وسيله يك قطعه لوله آهني است كه در داخل ديواره آن چند تيغه فولادي سخت آهن بر قرار گرفته، با چرخاندن ميله محور آن كه تا سطح زمين مي‌رسد اين تيغه‌ها از داخل بدنه به بيرون مي‌آيند و با چرخاندن

لوله آهن بر مي‌توان لوله جدار را در محل موردنظر برش داده و جدا نمود.
چنانچه قبل از اقدام به لوله گذاري مرحله دوم، عمق نهائي چاه را بدانيم، در اينصورت دو عدد تبديل رزوه دار نر و ماده را به دو سر لوله جدار در محلي كه بايد از هم جدا شوند، جوش مي‌دهند. لوله‌ها را در اين محل به يكديگر متصل كرده و بعد از خاتمه حفاري و لوله گذاري با پيچاندن آنها از سطح زمين اين لوله‌ها از محل تبديل باز مي‌شوند.
در حالت ديگر ميتوان لوله جدار موقت را از چاه خارج نمود و لوله‌هاي اصلي را تا سطح زمين در چاه باقي گذاشت.
چنانچه در چاههاي غير ريزشي در حين عمليات حفاري در اعماق پائين‌تر، زمين ريزش كند قبل از اقدام به لوله‌گذاري ابتدا چاه حفاري شده را برقو زده و گشادتر از قطر لوله‌اي كه قرار است در داخل آن نصب شود، مي‌نمايند. اين عمل موجب مي‌گردد كه لوله به نيروي كمتري براي پائين رفتن در بخش ريزشي نياز داشته باشد.
در مواقعيكه دو يا سه قطر مختلف لوله بصورت تداخلي در چاه كار گذاشته شود (روش تلسكوپي)، هميشه ابتداي لوله داخلي را حدود ۲ متر بالاتر از انتهاي لوله بيروني قرار مي‌دهند. اين حالت تداخلي لوله‌ها (Overlapping) از ورود مواد ريزشي ديواره‌ها به درون لوله جدار جلوگيري مي‌كند.
بطوركلي در زمينهاي ريزشي ماسه‌اي و يا سيلتي شولاتي كه داراي ريزش شديد مي‌باشد، از لوله فولادي به قطر حداقل ۱۸ اينچ براي توقف ريزش استفاده مي‌نمايند. بعد از خاتمه حفاري لوله جدار اصلي به قطر حداقل ۶ اينچ كمتر در سرتاسر چاه حفاري شده نصب مي‌گردد. لوله جدار اوليه را از چاه خارج ننموده و به چنين چاهي دو جداره مي‌گويند. بين دو جدار را تا سطح ايستابي شن‌ريزي كرده و از سطح ايستابي تا سطح زمين را با خاك رس پر مي‌كنند.

در چاههايي كه در زمينهاي سنگي حفاري شده اند، بخش خرد شده و ريزشي را لوله‌گذاري نموده و براي صرفه‌جوئي از نصب لوله در بخش سنگهاي سالم خودداري مي‌نمايند.
در زمينهاي آبرفتي ريزشي چنانچه حفاري به روش دوراني با استفاده از گل بنتونيت صورت بگيرد، ريزش طبقات متوقف شده و لوله گذاري بصورت آزاد انجام مي شود. وليكن در روش حفاري ضربه‌اي كابلي براي توقف ريزش و امكان ادامه حفاري از لوله جدار موقت استفاده مي‌شود. بعد از خاتمه حفاري با شنا سائي و ضعيت دانه‌بندي لايه‌ها، اگر اكثريت طبقات آبدار قابليت توسعه با لوله‌هاي مشبك معمولي را داشته باشند طبقات آبدار دانه‌ريز را كه براي توسعه احتياج به لوله اسكرين گران قيمت دارند با نصب لوله غير مشبك مسدود و در مقابل لايه‌هاي درشت دانه‌تر لوله مشبك معمولي قرار مي‌دهند و در غير اينصورت با توجه به منحني دانه‌بندي اين لايه‌ها، لوله اسكرين با نمره مناسب را بهمراه لوله غير مشبك در سرتاسر چاه نصب و لوله موقت اوليه را خارج مي‌نمايند. بهنگام خارج نمودن لوله جدار موقت، حد فاصل لوله اصلي و ديواره چاه را از ته چاه تا سطح ايستابي با شن و از سطح ايستابي تا سطح زمين را با خاك رس پر مي‌كنند. خاكهاي رس از نفوذ آبهاي آلوده سطحي به داخل چاه جلوگيري مي‌كند.
اگر تهيه لوله اسكرين مقرون به صرفه نباشد از لوله‌هاي مشبك شده معمولي استفاده مي‌كنند. در اينصورت لوله جدار موقت بايد حداقل ۶ اينچ از لوله جدار اصلي بزرگتر باشد تا بتوان با ايجاد يك فيلتر شني به ضخامت كافي، چاه را توسعه داد. پس از خاتمه توسعه و آزمايش پمپاژ ميتوان آن مقدار از لوله جدار اصلي را كه در داخل لوله جدار موقت قرار گرفته است با روشهايي كه قبلاً توضيح داده شد از چاه خارج نمود. اگر لوله سرتاسري اصلي تا سطح زمين نصب شده باشد ميتوان لوله جدار موقت را از زمين خارج كرد و در حين خارج كردن آن، فضاي بين لوله داخلي و ديواره چاه را با شن مناسب تا سطح ايستابي و سپس با خاك رس از سطح

ايستابي تا سطح زمين براي جلوگيري از ورود آبهاي آلوده سطحي به داخل چاه، پر نمود.

۱۲-۳- خارج کردن لولهها از زمين

گاهي براي خارج کردن لولههاي جدار از چاه نياز به اعمال نيروي کششي ميباشد در اين گونه موارد از جرثقيل و يا جکهاي هيدروليکي استفاده ميکنند. مقدار نيروي مجاز براي خارج نمودن لولهها بدون آسيب رساندن به آنها از حاصل ضرب عدد سيگماي آهن که ۱۴۰۰ کيلوگرم بر سانتيمتر مربع ميباشد در سطح مقطع لوله به دست ميآيد.

عدد سيگما مقدار نيروي کششي اعمال شده بر يک ميله آهني است تا منجر به پارگي آن شود که در آزمايشگاه برابر ۳۴۰۰ کيلوگرم بر سانتيمتر مربع است و براي ضريب اطمينان در محاسبات عملي آن را ۱۴۰۰ در نظر ميگيرند.

براي مثال مقدار نيروي مجاز جک براي خارج نمودن ۱۵۰ متر لوله فولادي ۱۲ اينچ به ضخامت ۰/۷۵ سانتيمتر عبارت است از:

سانتيمتر مربع ۷۱/۸= ۳/۱۴×۰/۷۵×۳۰/۴۸= سطح مقطع لوله فلزي

سانتيمترمربع/ تن ۱۰۰/۵= سانتيمترمربع/ کيلوگرم ۱۰۰۵۲۰= ۷۱/۸×۱۴۰۰= نيروي مجاز

در جکهاي هيدروليکي، فشاري که عقربه نشان ميدهد بر حسب آتمسفر ميباشد و آتمسفر عبارت است از نيروي فشار يک کيلوگرم بر سطح مقطع يک سانتيمتر مربع. بنابراين اگر مقدار فشاري که عقربه نشان ميدهد در سطح مقطع پيستون جک ضرب نماييم مقدار نيروي واقعي و توليدي جک به دست ميآيد.

براي مثال چنانچه سطح مقطع پيستون جک برابر ۲۵۰ سانتيمتر مربع و مقدار نيروي وارده توسط جک دو اتمسفر باشد نيروي فشار جک در اين حالت برابر ۵۰۰ کيلوگرم بر سانتيمتر مربع خواهد بود.

۱۳- ساخت دستگاههاي حفاري آب

ساخت دستگاههاي حفاري چاههاي آب به سالهاي قبل از انقلاب اسلامي بر مي‌گردد. در آنزمان صنعتكاران كشورمان با ساخت دستگاه حفاري ضربه‌اي بر اساس مدلهاي آمادة خارجي نظير رستون ۶۰، رستون ۲۲، اسپيد استار، داندو ۸۰۰ كار را شروع كردند. بعد از پيروزي انقلاب اسلامي و در دوران جنگ تحميلي كه كشور با كمبود منابع ارزي و در نتيجه محدوديت واردات مواجه گرديد، از طرفي رشد جمعيت و توسعه شهرها و درنتيجه افزايش روز افزون نياز به تأمين آب مصرفي از منابع زيرزميني، كشور را با كمبود دستگاههاي حفاري قوي و پيشرفته با كارآيي بهتر مواجه نمود.

بنا به دلايلي، سازندگان داخلي بفكر ساخت دستگاههاي حفاري روتاري افتادند و تا كنون موفق شده‌اند دستگاههاي روتاري مكانيكي با قدرت حفاري زياد و كارآئي مطلوب، توليد و به بازار عرضه كنند. اسامي افراد و ياكارگاههاي سازنده بترتيب حروف الفبا بشرح ذيل اعلام مي‌گردد.

۱- آذر پمپ- ارومیه- میدان شهداء- تراشكاري و ماشين سازي كاظمي ساخت پمپ گل
۰۴۴۱-۲۷۷۸۴۱۹
۰۹۱۴۳۴۰۷۸۴۷

۲- آقاي پارسا- جواد تهران - كيلومتر جاده قديم كرج (۶۵ متري فتح) ۰۹۱۲۱۸۳۶۸۳۱-۶۶۴۹۰۶۷۲

۳- آقاي پارسا- محمد- تهران- خيابان قزوين- خيابان مخصوص - گاراژ مرندي ۰۹۱۲۱۹۷۷۱۹۹- ۵۵۴۱۰۵۲۹-

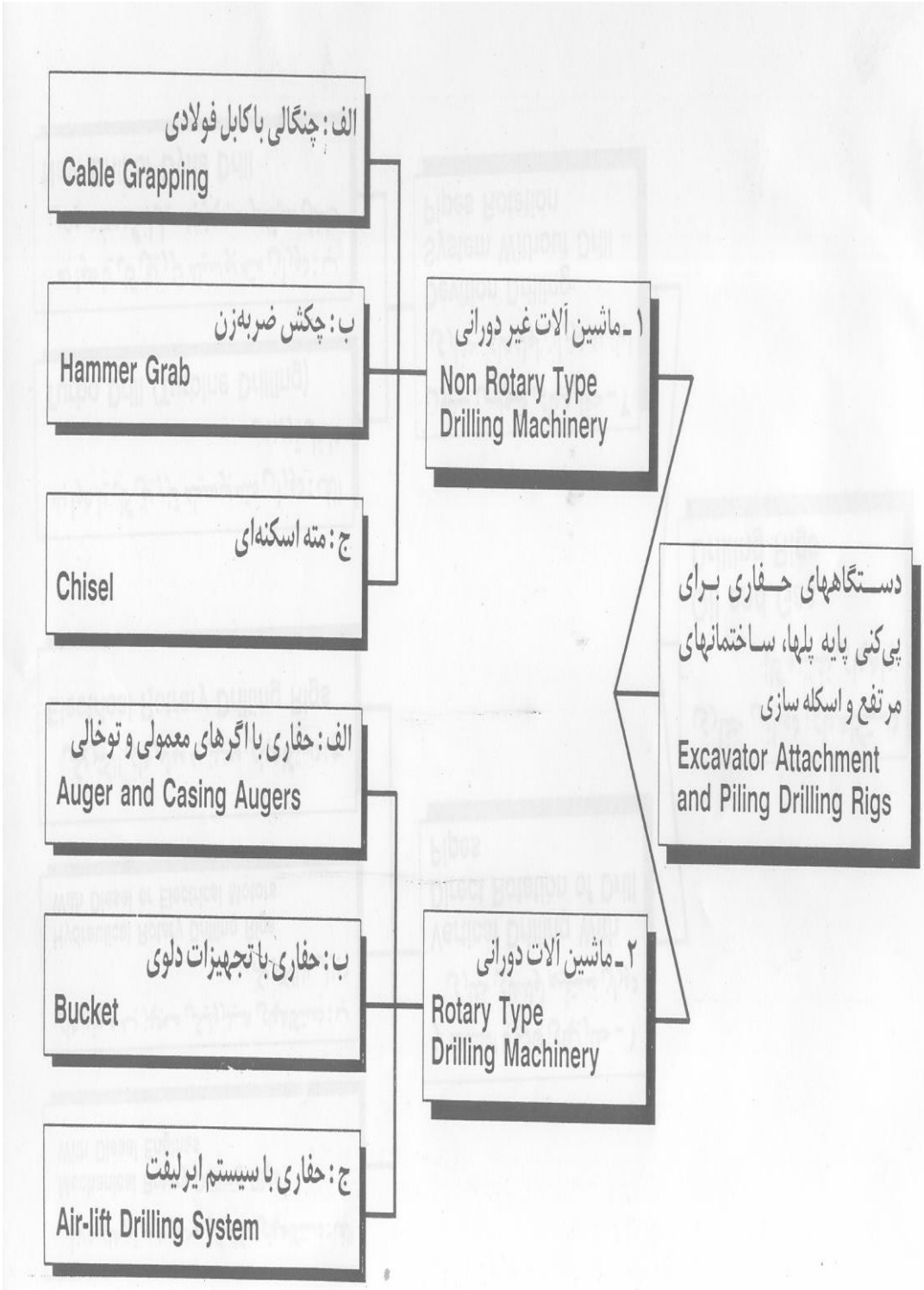
۴- آقاي چراغي- نادر- تهران - شهرك صنعتي چهاردانگه - ۰۹۱۲۱۷۵۳۶۱۸-
۵۵۲۵۱۸۹۸-۹

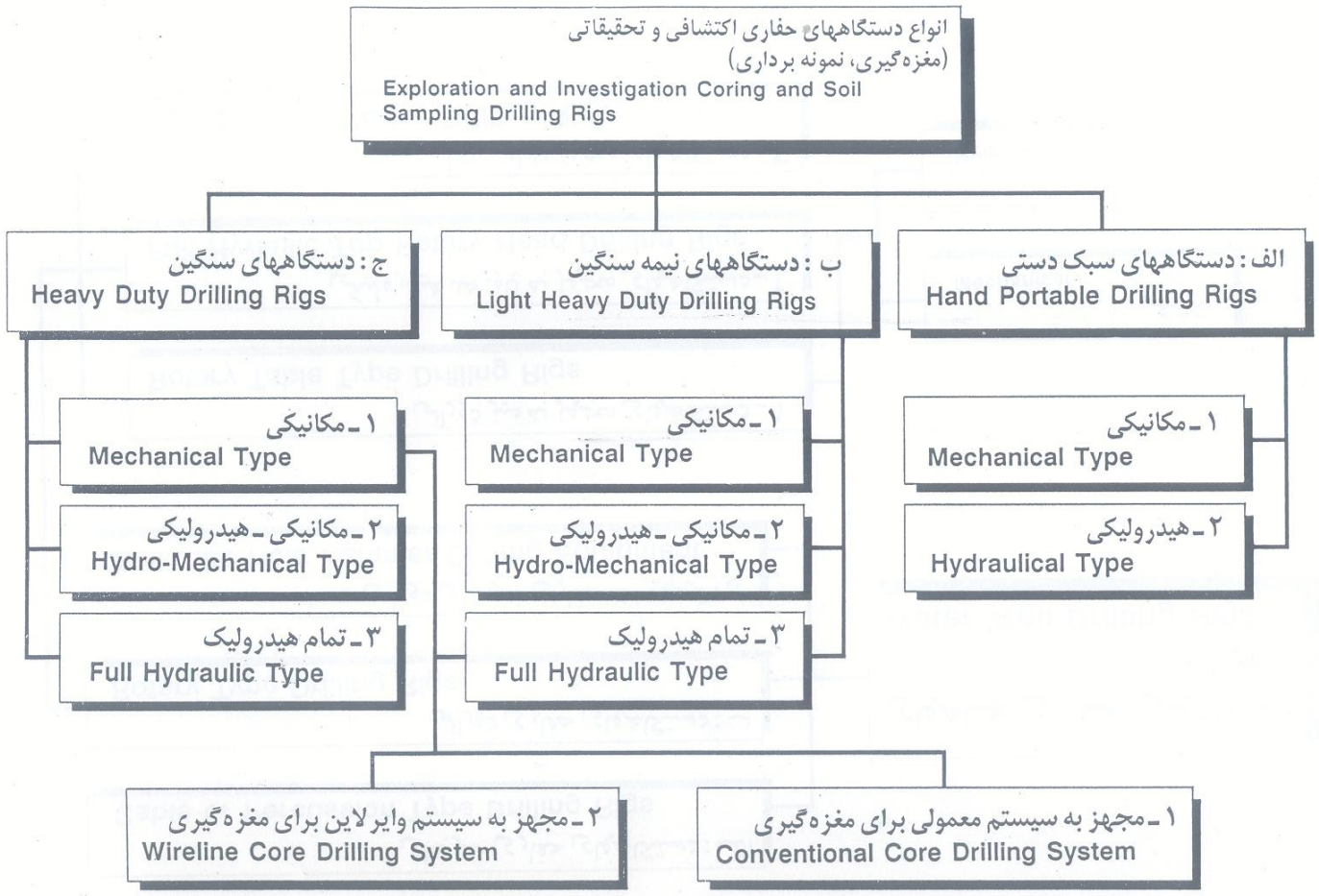
۵- آقاي خيام باشي - محمود - تهران - كيلومتر ۶ جاده ساوه - ايستگاه گل صحرا - تعميرگاه قائم ۵۵۲۴۹۸۲۵

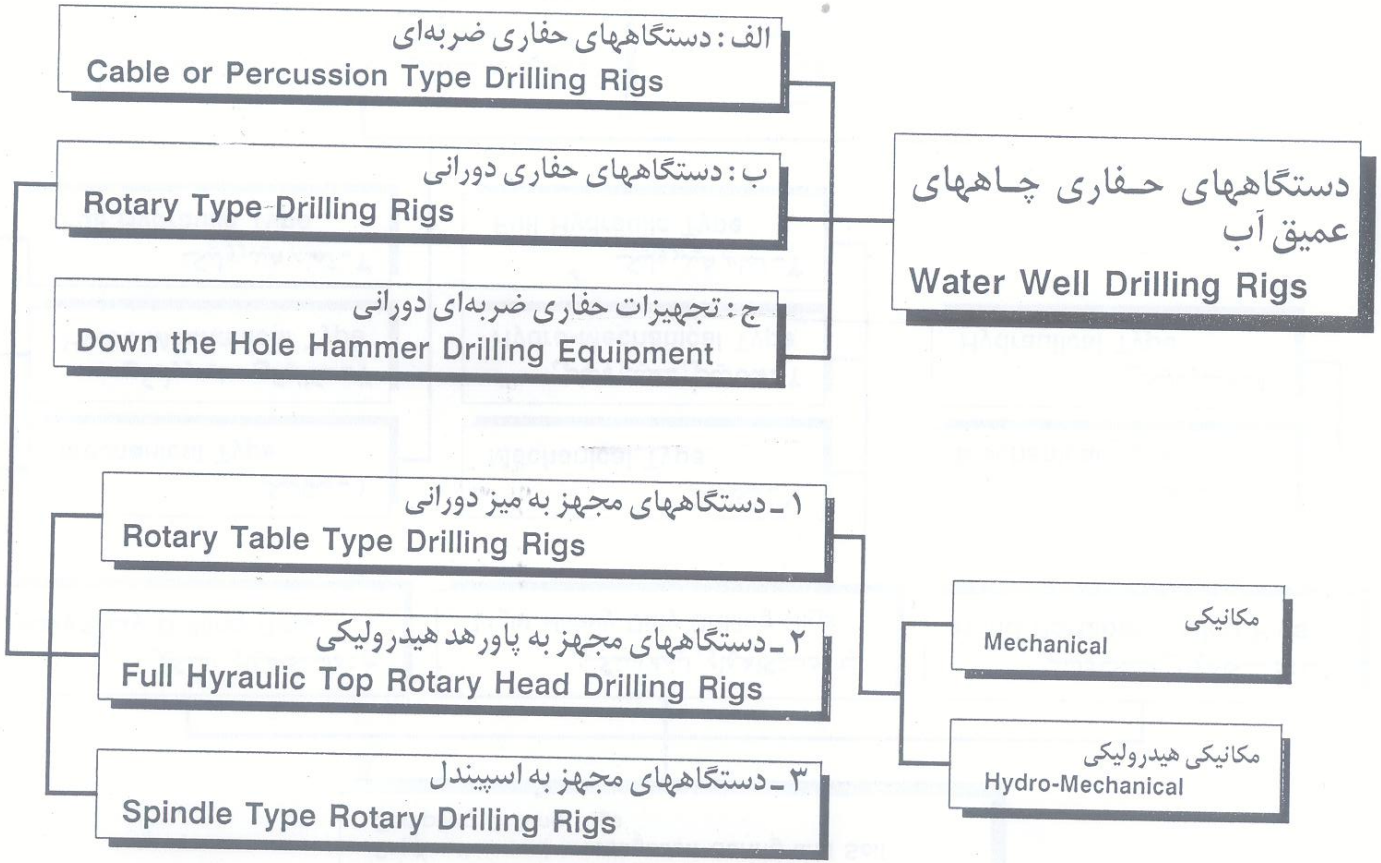
۶- آقاي داور شاد سعيد- تهران - تقاطع اتوبان سعدي- با كمربندي آزادگان- گاراژ شركاء ۰۹۱۲۲۶۲۰۲۴۹

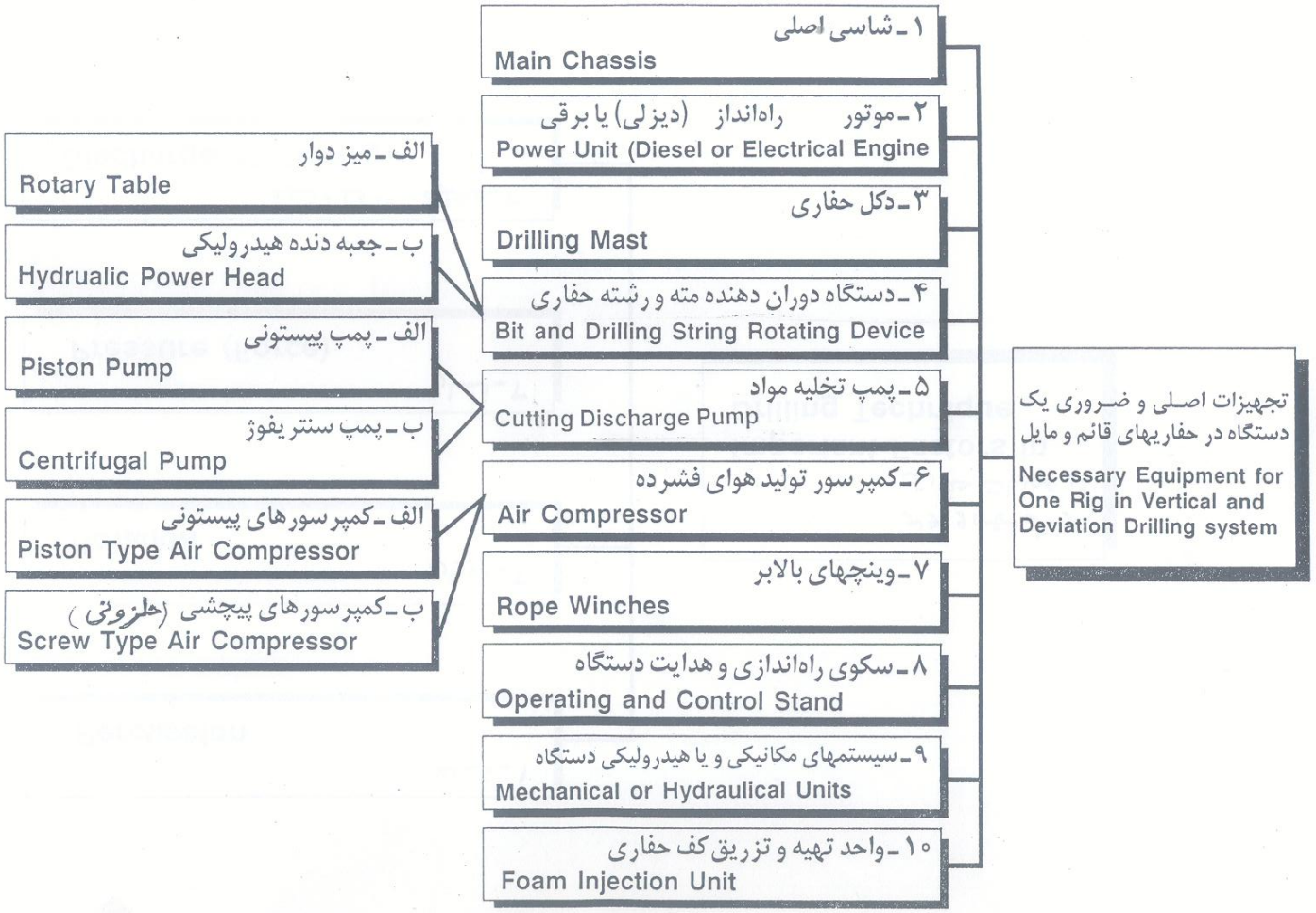
۷- آقاي گرجي - تهران- جاده ساده - خيابان خلازير - گاراژ ثانوي ۰۹۱۲۳۰۲۲۶۵۸-۵۵۸۳۷۳۴۸

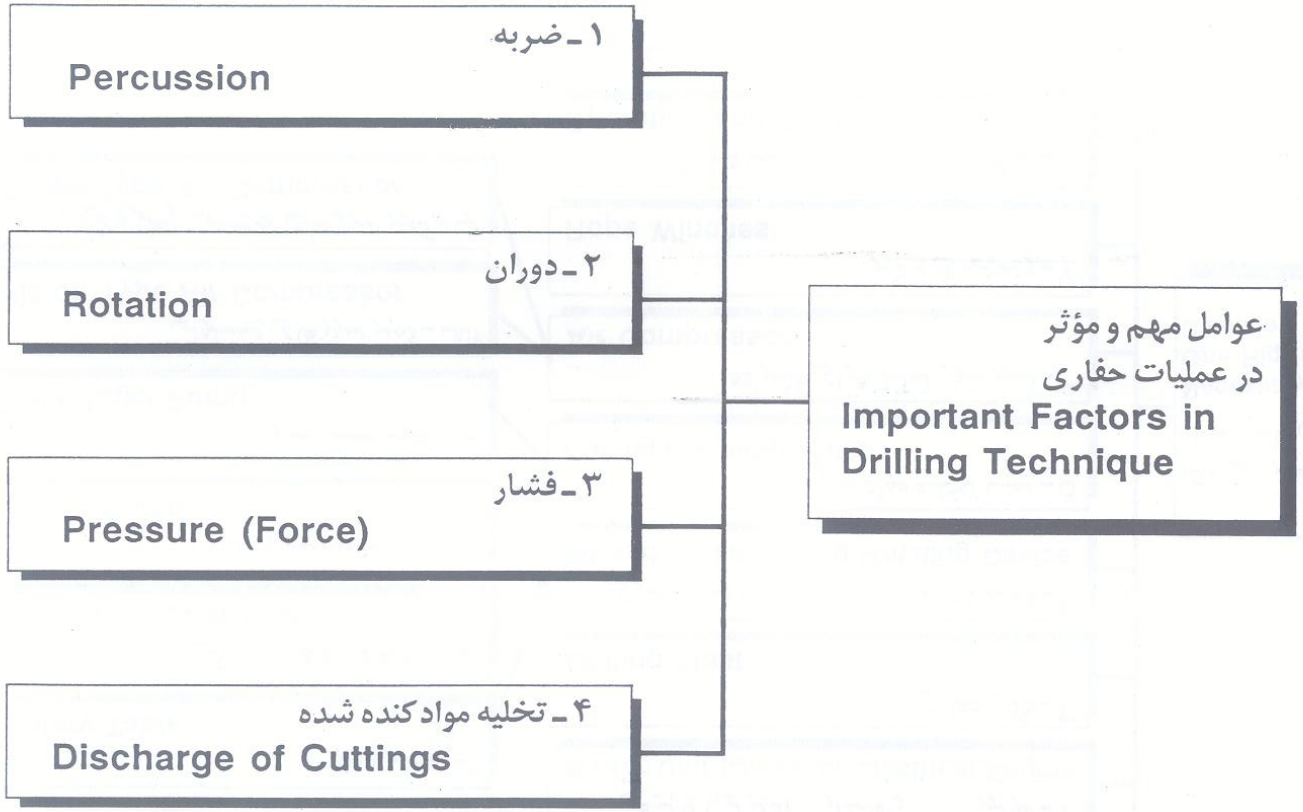
۸- آقاي محمودي قاسم- تهران- شهرك صنعتي چهاردانگاه
۵۵۲۵۸۱۰۸-۰۹۱۲۱۴۶۱۸۹۶
۹- آقاي محمودي يوسف - تهران - جاده ساوه- پاسگاه نعمت آباد - گاراژ ماشاء ا....
۰۹۱۲۱۹۷۰۷۲۵-۵۵۸۶۲۳۹۷

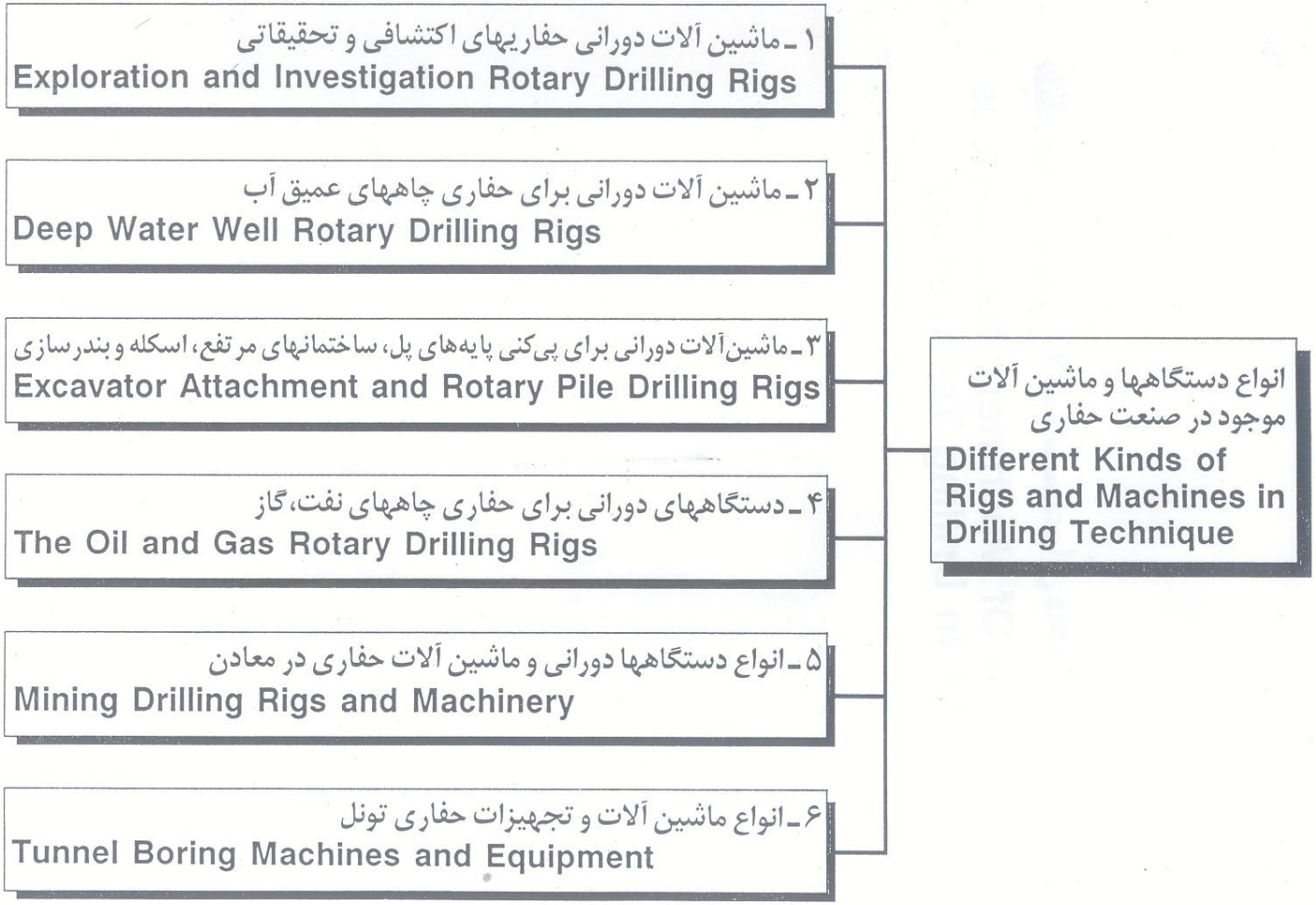

دستگاههای حفاری برای پی‌کنی پایه پلها، ساختمانهای مرتفع و اسکله سازی
Excavator Attachment and Piling Drilling Rigs
۱ـ ماشین آلات غیر دورانی
Non Rotary Type Drilling Machinery
الف: چنگالی با کابل فولادی
Cable Grapping
ب: چکش ضربه‌زن
Hammer Grab
ج: مته اسکنه‌ای
Chisel
۲ـ ماشین آلات دورانی
Rotary Type Drilling Machinery
الف: حفاری با اگرهای معمولی و توخالی
Auger and Casing Augers
ب: حفاری با تجهیزات دلوی
Bucket
ج: حفاری با سیستم ایرلیفت
Air-lift Drilling System

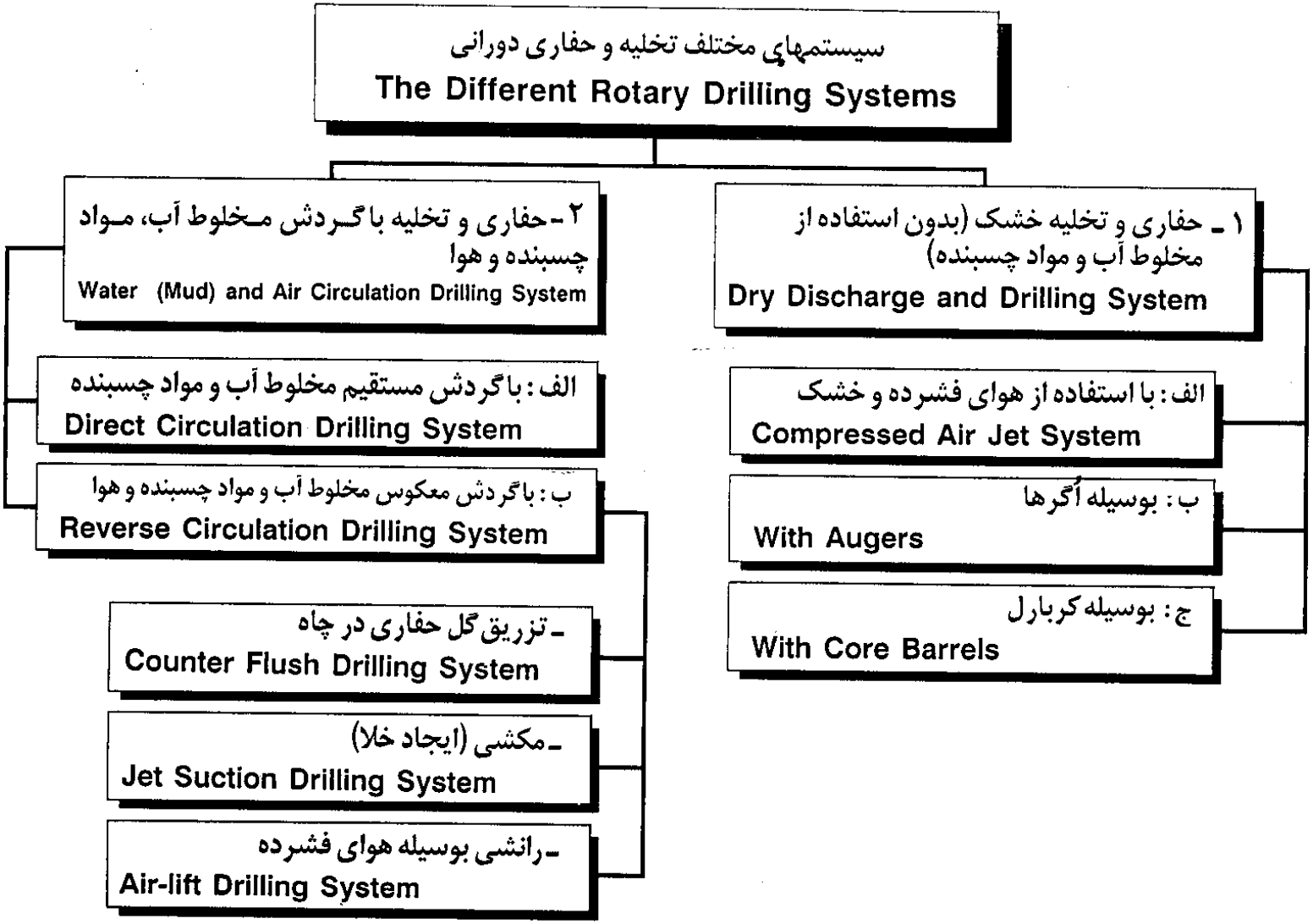

انواع دستگاههای حفاری اکتشافی و تحقیقاتی
(مغزه‌گیری، نمونه برداری)
Exploration and Investigation Coring and Soil Sampling Drilling Rigs
الف : دستگاههای سبک دستی
Hand Portable Drilling Rigs
ب : دستگاههای نیمه سنگین
Light Heavy Duty Drilling Rigs
ج : دستگاههای سنگین
Heavy Duty Drilling Rigs
۱ ـ مکانیکی
Mechanical Type
۲ ـ هیدرولیکی
Hydraulical Type
۱ ـ مکانیکی
Mechanical Type
۲ ـ مکانیکی ـ هیدرولیکی
Hydro-Mechanical Type
۳ ـ تمام هیدرولیک
Full Hydraulic Type
۱ ـ مکانیکی
Mechanical Type
۲ ـ مکانیکی ـ هیدرولیکی
Hydro-Mechanical Type
۳ ـ تمام هیدرولیک
Full Hydraulic Type
۱ ـ مجهز به سیستم معمولی برای مغزه‌گیری
Conventional Core Drilling System
۲ ـ مجهز به سیستم وایرلاین برای مغزه‌گیری
Wireline Core Drilling System

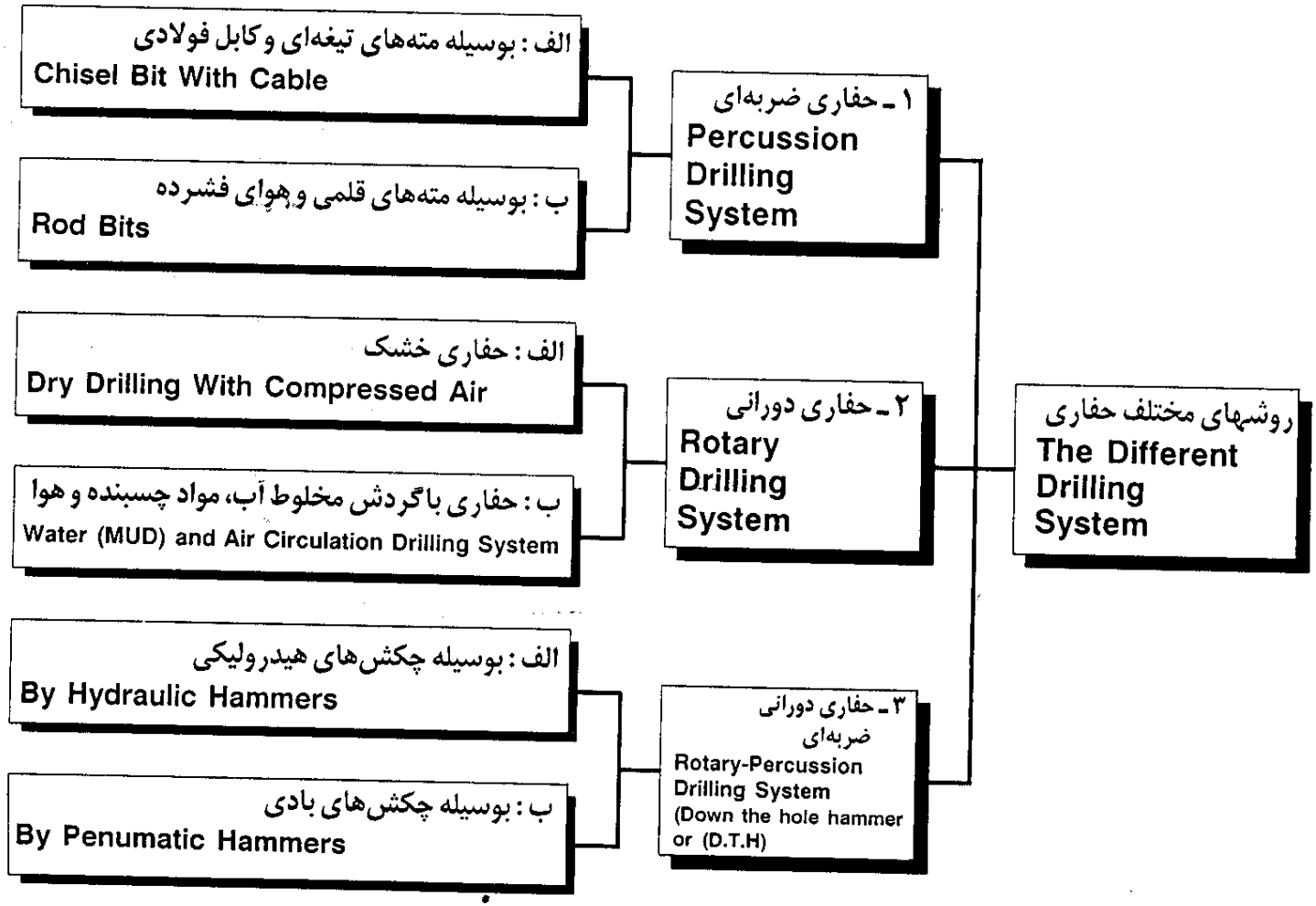

دستگاههای حفاری چاههای عمیق آب
Water Well Drilling Rigs
الف : دستگاههای حفاری ضربه‌ای
Cable or Percussion Type Drilling Rigs
ب : دستگاههای حفاری دورانی
Rotary Type Drilling Rigs
ج : تجهیزات حفاری ضربه‌ای دورانی
Down the Hole Hammer Drilling Equipment
۱ ـ دستگاههای مجهز به میز دورانی
Rotary Table Type Drilling Rigs
۲ ـ دستگاههای مجهز به پاورهد هیدرولیکی
Full Hyraulic Top Rotary Head Drilling Rigs
۳ ـ دستگاههای مجهز به اسپیندل
Spindle Type Rotary Drilling Rigs
مکانیکی
Mechanical
مکانیکی هیدرولیکی
Hydro-Mechanical


تجهیزات اصلی و ضروری یک دستگاه در حفاریهای قائم و مایل
Necessary Equipment for One Rig in Vertical and Deviation Drilling system
۱ـ شاسی اصلی
Main Chassis
۲ـ موتور راه‌انداز (دیزلی) یا برقی
Power Unit (Diesel or Electrical Engine
۳ـ دکل حفاری
Drilling Mast
۴ـ دستگاه دوران دهنده مته و رشته حفاری
Bit and Drilling String Rotating Device
الف ـ میز دوار
Rotary Table
ب ـ جعبه دنده هیدرولیکی
Hydrualic Power Head
۵ـ پمپ تخلیه مواد
Cutting Discharge Pump
الف ـ پمپ پیستونی
Piston Pump
ب ـ پمپ سنتریفوژ
Centrifugal Pump
۶ـ کمپرسور تولید هوای فشرده
Air Compressor
الف ـ کمپرسورهای پیستونی
Piston Type Air Compressor
ب ـ کمپرسورهای پیچشی (حلزونی)
Screw Type Air Compressor
۷ـ وینچهای بالابر
Rope Winches
۸ـ سکوی راه‌اندازی و هدایت دستگاه
Operating and Control Stand
۹ـ سیستمهای مکانیکی و یا هیدرولیکی دستگاه
Mechanical or Hydraulical Units
۱۰ـ واحد تهیه و تزریق کف حفاری
Foam Injection Unit


عوامل مهم و مؤثر
در عملیات حفاری
Important Factors in
Drilling Technique
۱ـ ضربه
Percussion
۲ـ دوران
Rotation
۳ـ فشار
Pressure (Force)
۴ـ تخلیه مواد کنده شده
Discharge of Cuttings


انواع دستگاهها و ماشین آلات موجود در صنعت حفاری
Different Kinds of Rigs and Machines in Drilling Technique
۱ـ ماشین آلات دورانی حفاریهای اکتشافی و تحقیقاتی
Exploration and Investigation Rotary Drilling Rigs
۲ـ ماشین آلات دورانی برای حفاری چاههای عمیق آب
Deep Water Well Rotary Drilling Rigs
۳ـ ماشین‌آلات دورانی برای پی‌کنی پایه‌های پل، ساختمانهای مرتفع، اسکله و بندرسازی
Excavator Attachment and Rotary Pile Drilling Rigs
۴ـ دستگاههای دورانی برای حفاری چاههای نفت، گاز
The Oil and Gas Rotary Drilling Rigs
۵ـ انواع دستگاهها دورانی و ماشین آلات حفاری در معادن
Mining Drilling Rigs and Machinery
۶ـ انواع ماشین آلات و تجهیزات حفاری تونل
Tunnel Boring Machines and Equipment


سیستمهای مختلف تخلیه و حفاری دورانی
The Different Rotary Drilling Systems
۱ ـ حفاری و تخلیه خشک (بدون استفاده از مخلوط آب و مواد چسبنده)
Dry Discharge and Drilling System
الف: با استفاده از هوای فشرده و خشک
Compressed Air Jet System
ب: بوسیله اُگرها
With Augers
ج: بوسیله کربارل
With Core Barrels
۲ ـ حفاری و تخلیه با گردش مخلوط آب، مواد چسبنده و هوا
Water (Mud) and Air Circulation Drilling System
الف: با گردش مستقیم مخلوط آب و مواد چسبنده
Direct Circulation Drilling System
ب: با گردش معکوس مخلوط آب و مواد چسبنده و هوا
Reverse Circulation Drilling System
ـ تزریق گل حفاری در چاه
Counter Flush Drilling System
ـ مکشی (ایجاد خلا)
Jet Suction Drilling System
ـ رانشی بوسیله هوای فشرده
Air-lift Drilling System


روشهای مختلف حفاری
The Different Drilling System
۱ـ حفاری ضربه‌ای
Percussion Drilling System
الف : بوسیله مته‌های تیغه‌ای و کابل فولادی
Chisel Bit With Cable
ب : بوسیله مته‌های قلمی و هوای فشرده
Rod Bits
۲ـ حفاری دورانی
Rotary Drilling System
الف : حفاری خشک
Dry Drilling With Compressed Air
ب : حفاری با گردش مخلوط آب، مواد چسبنده و هوا
Water (MUD) and Air Circulation Drilling System
۳ـ حفاری دورانی ضربه‌ای
Rotary-Percussion Drilling System
(Down the hole hammer or (D.T.H)
الف : بوسیله چکش‌های هیدرولیکی
By Hydraulic Hammers
ب : بوسیله چکش‌های بادی
By Penumatic Hammers

محدودیت‌های حفاری چاه آب ناشی از تغییر در تشکیلات

تشکیلات	دستگاه حفاری	روش حفاری	گردش سیال	تشکیلات	آب	مشکلات و محدودیت‌ها	تکمیل چاه	توسعه چاه
۳ـ مواد ناپیوسته	روتاری (دورانی)	حفاری با چکش	مخلوط آب وهوا کف.	قطعات کنده‌شده (کاتینگها)	حفاری با فشار هوا گِل کش	ثبات چاه: حفاری با چکش با استفاده از کف حفاری در بعضی تشکیلات امکان‌پذیر است مستقیم بودن چاه : ثبات مته و لوله‌های حفاری مستقیم‌بودن چاه راتضمین می‌کند(تعویض کننده)	لوله جدار لوله جدار مشبک اسکرین	حفاری با هوای فشرده گِل کش پمپها
الف ـ قلوه‌سنگ ریگ		مته مخصوص حفاری درسنگ	مخلوط آب وهوا کف آب گِل حفاری	قطعات کنده‌شده (کاتینگها)	حفاری با فشار هوا. الکترولاگینگ (چاه پیمایی) (کاروتاژ)	ثبات چاه : برای حفاری در سنگها و قلوه‌سنگها نیاز مبرم به کف حفاری غلیظ و گِل حفاری غلیظ می‌باشد ولی حفاری در دل سنگهای بزرگ بسیار محدود می‌باشد.	همانند حفاری‌چکش D.T.H	همانندحفاری‌چکش D.T.H
		حفاری معکوس	آب گِل حفاری	قطعات کنده‌شده (کاتینگها)	الکترولاگینگ (چاه پیمایی) (کاروتاژ)	ثبات چاه: قبل از چاه‌پیمایی و با لوله جدارگذاری گِل داخل چاه باید رقیق گردد. اندازه قطر چاه و اندازه قلوه سنگها و قطر سنگها و قطر لوله‌های حفاری و سختی مواد حاصل از خرد شدن قلوه سنگها، کارآئی حفاری معکوس را معین می‌نماید.	همانند حفاری D.T.H	همانند حفاری D.T.H
	ضربه‌ای	چاه بدون‌کیسینگ مته مخصوص حفاری همراه باکیسینگ	گِل حفاری	گِل	گِل کش	ثبات چاه: نیاز به لوله جدار و گِل حفاری می‌باشد قائم بودن چاه: نیاز به حفاری دوباره است بخصوص اگر قلوه‌سنگ داشته باشد. لوله جدار بایستی به ته چاه نزدیک باشد و قلوه‌سنگها یا باید شکسته شده باشند و یا به خارج چاه فشرده شوند. حفاری پیرسته کیسینگ شو را به خطر می‌اندازد.	لوله جدار	گِل کش پمپ پلانگر حفاری با هوا ـ فشار آب پمپ توربینی
ب ـ شن	دورانی	مته حفاری مته‌های تیغه بلند	هوا هوا و آب کف آب گِل	قطعات کنده شده قطعات کنده شده لوله نمونه‌گیری	حفاری با هوا گِل کش کاروتاژ	ثبات چاه: حفاری با هوا در چاههای کم عمق و تشکیلات بی‌ثبات محدود می‌گردد. مته‌های تیغه بلند ـ گردش سیال مفید و توجه به مونومترها در حفاری در ماسه سنگها الزامی است گِل حفاری مفید ـ کیک کافی بر دیواره چاه هرز روی کم آب برای جلوگیری از گیرکردن لوله‌های حفاری در چاه لازم است فرسایش پمپ ـ پاک نمودن گِل حفاری لازم است حوضچه گِل ـ مخلوط کن ـ صافی گِل نمونه گیری ـ استفاده از نمونه گیر	لوله جدار لوله جدارمشبک لوله‌جدارگراول شده	حفاری با هوا ـ فشارآب پمپ‌ها

محدودیت‌های حفاری چاه آب ناشی از تغییر در تشکیلات

تشکیلات	دستگاه حفاری	روش حفاری	گردش سیال	تشکیلات	آب	مشکلات و محدودیت‌ها	تکمیل چاه	توسعه چاه
۲ ـ تشکیلات پیرسته	روتاری	D.T.H	هوا هوا و آب	مواد کنده شده لوله نمونه گیر نمونه گیری از جدار	حفاری با هوا گِل کش الکترولاگینگ	هزینه خیلی کند ثبات چاه: ریزش جدار چاه ـ باد کردن سنگهای رُسی لزوم اضافه نمودن آب وجود دارد	لوله‌جدار / چاه‌بدون‌لوله‌جدار لوله جدار مشبک اسکرین	حمل با فشار هوا پمپ‌ها
الف ـ سنگهای اکسیده و نرمتر ـ تخته‌سنگ و سنگهای رُسی ـ سنگ گِل‌سنگ آهک ـ سنگ آهک فسیلی و غیره		ته مخصوص حفاری در سنگ	هوا هوا و آب کف آب گِل حفاری (بنتونیت)	مواد کنده شده لوله نمونه گیر نمونه گیر از جدار خارجی چاه (کاروتاژ)	حفاری با هوای فشرده D-S-T الکترولاگینگ مناطق تلف کننده سیال نباز به بتد آورنده	ثبات چاه: مانند D.T.H بالا سیال گل در سنگهای رُسی ـ تخته سنگ ـ سنگ گِل احتیاج به مواد باز دارنده دارند. ترکیبات گل (گل حفاری) و یا اضافه نمودن لوله جدار دارند.	مساوی D.T.H بالا	فشار آب بر اسکرین‌ها (مارن و فسیل‌ها احتمالاً حمل با فشار هوا)
	ضربه‌ای	چاه بدون لوله جدار حفاری با لوله جدار برقو زدن		گِل نمونه ته‌ای لوله نمونه گیر مغزه گیری از جدار چاه	گِل کش اضافه نمودن یک شاخه لوله جدار الزامی	مناطق تلف کننده سیال در گردش: بود، تا بتوان مسیر خود رفتن سیال مسدود و سفره آب را مسدود نمود.	مساوی D.T.H بالا	گِل کش پمپ پلانگر حفاری با فشار هوا فشار آب
ب ـ رُسها ـ تشکیلات ناپیرسته	روتاری	ته مخصوص حفاری درسنگ	هوا هوا و آب کف آب و گِل حفاری	قطعات کنده شده لوله مغزه گیر لوله نمونه گیر نمونه‌برداری از دیواره خارجی چاه	حفاری با فشار هوا گِل کش	پُر شدن شیارهای سرمته ـ سرته‌ها با تیغه‌های بلند ـ حفاری با سیستم جت ـ مایع شستشو دهنده جداره چاه رُسهای متورم شونده ـ گل باز دارنده ـ گِلهای ممکن ـ ته‌های تانگستن کار باید مخصوص مغزه‌گیری ـ ابعاد متغیر می‌باشند ـ مقدار مواد منفجره را به نسبت سختی تشکیلات رُسی تعیین می‌کنند.		
		تپه ته‌های انگشتی ته‌های حلزونی	مانند حالت بالا ته‌های حلزونی توخالی و مسند	مانند حالت بالا قطعات کنده شده خاک خرد شده مغزه گیری لوله نمونه گیری	همانند ته مخصوص حفاری در سنگ	ته‌های انگشتی ـ گلوله شدن رُس و بازیابی نمونه.		
		حفاری معکوس	هوا هوا و آب	قطعات کنده شده		رُسهای متورم شوند: شیلنگهای خروجی را مسدود نموده و ایجاد اشکال می‌نمایند.		
	ضربه‌ای	چاه بدون لوله جدار حفاری با استفاده از کیسینگ. کیسینگ برای برقوزدن		نمونه‌گیر از ته نمونه‌گیری از لوله نمونه‌برداری از دیواره خارجی چاه	گِل کش	ثبات چاه ـ تبدیل در حفاری همیشه تمایل به باز شدن دارد. لوله‌جدارمناسب ـ درروش‌خشک‌لوله‌جدارباید آزادباشد. برقو زدن با کیسینگ شو بزرگتر لازم خواهد شد.	لوله جدار (کیشینگ)	

محدودیت‌های حفاری چاه آب ناشی از تغییر در تشکیلات

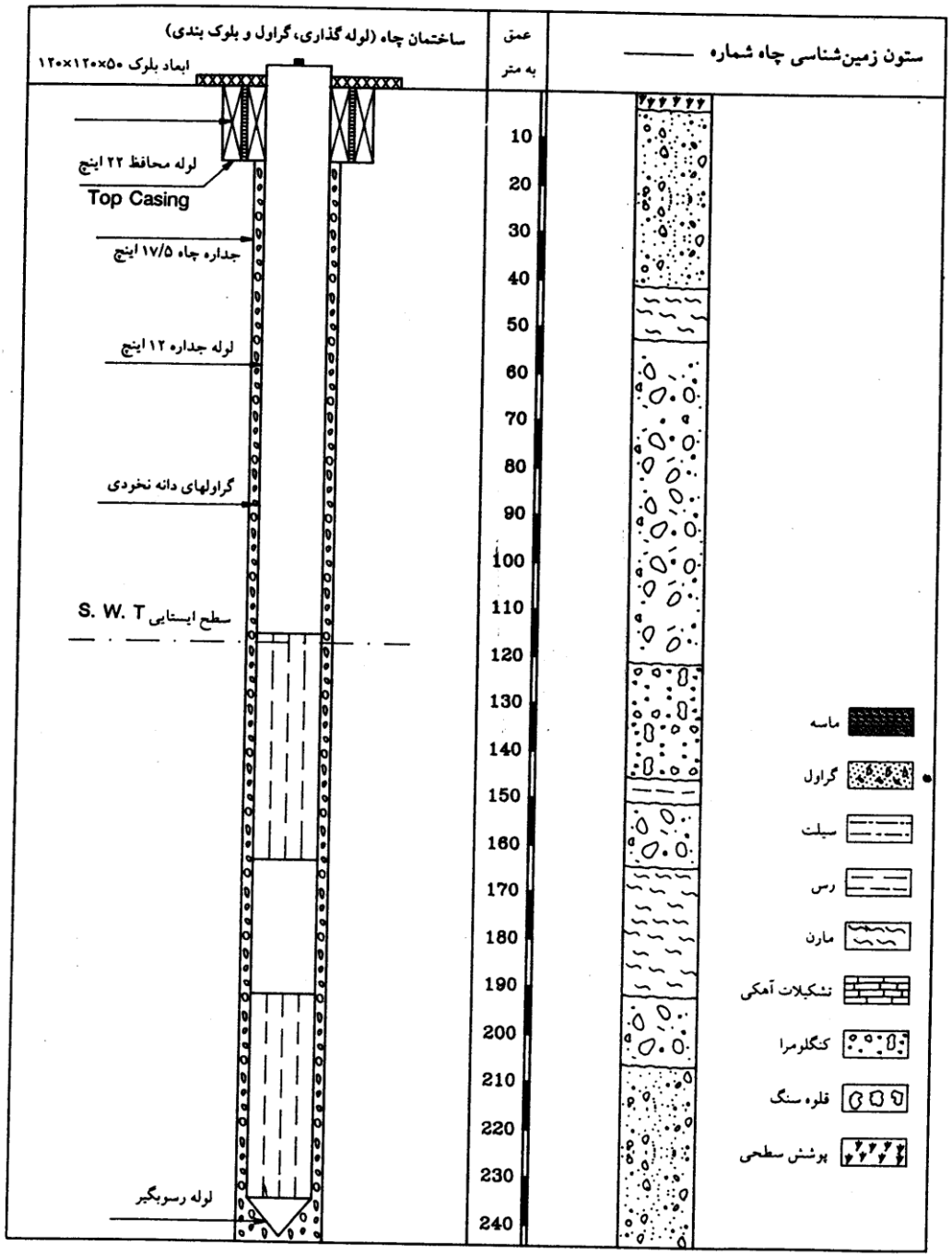
تشکیلات	دستگاه حفاری	روش حفاری	گردش سیال	تشکیلات	آب	مشکلات و محدودیت‌ها	تکمیل چاه	توسعه چاه
		مته حلزونی پیچشی	اُگر ممتد اُگر توخالی اُگر کوتاه	خاک کنده شده قطعات کنده شده رخنه‌سنج استاندارد لوله نمونه‌گیر نمونه‌گیری لوله‌ای	گِل کش	ثبات چاه: محدود به چاههای تحقیقاتی کم عمق و بدون عملیات تکمیلی. نمونه‌گیری: اخذ نمونه از داخل مته توخالی امکان‌پذیر است. مشکل کنترل فشار تشکیلات به هنگام بیرون آوردن لوله‌های نمونه‌گیری وجود دارد.		
		گردش معکوس	آب گِل حفاری	قطعات کنده شده	الکترولاگینگ (کارروتاژ)		لوله جدار ساده لوله جدار مشبک لوله‌جدارگراول‌شده	همانند مته سنگی
	ضربه‌ای	چاه بدون لوله جدار (کیسینگ)	گِل حفاری	پمپ گِل برای نمونه‌برداری‌ازلوله حفاری.(سوزن) پمپ مخصوص گِل برای نمونه‌برداری از داخل کیسینگ	الکترولاگینگ گِل کش	ثبات چاه: مته حفاری و یاگِل کش حرکتی ملایم‌داشته باشد از ابزار کم قطر استفاده شود تا به‌صورت سمبه عمل نکنند. نمونه‌گیری: پوشیده از گل ـ نمونه‌گیر NX مخصوص ثبات چاه: برای جلوگیری از ریزش فشار هیدرواستاتیک باید حفظ گردد. کیسینگ‌های غیر قابل استفاده تعداد لوله‌های جدار که می‌توان داخل شن نصب کرد بستگی به عمق داشته و محدود می‌باشد. در استفاده از چند لوله جدار، فشار هیدرواستاتیک داخل چاه بایستی متعادل حفظ گردد.	لوله جدار لوله جدار مشبک لوله جدار شده	گِل کش پمپ پلانگر فشار آب و هوا پمپ توربینی

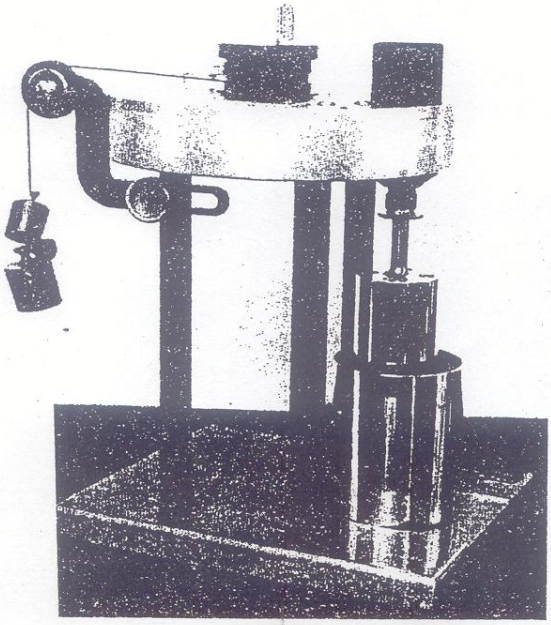
محدودیت‌های حفاری چاه آب ناشی از تغییر در تشکیلات

تشکیلات	دستگاه حفاری	روش حفاری	گردش سیال	تشکیلات	آب	مشکلات و محدودیت‌ها	تکمیل چاه	توسعه چاه
۱ـ سنگ سخت	روتاری		مخلوط آب وهوا	قطعات کنده شده	حمل با فشار هوا	قائم بودن چاه: حداکثر تعادل محور حفاری. انتخاب سرعت مناسب. جاری نمودن آب کافی در چاه.	چاه بدون لوله جدار لوله گذاری موقت نوع : P.V.C	حمل با فشار هوا (پمپاژ) حمل با پمپ پلانگر (") حمل با پمپ توربینی (")
الف ـ کوارتز مقاوم گرانیت بازالت دولومیت سنگ آهک و غیره		مته مخصوص حفاری در سنگ	آب و گل حفاری آب و هوا	قطعات کننده شده لوله نمونه گیر D-S-T الکترولاگینگ (چاه پیمایی)	حمل با فشار هوا گل کش	هزینه : استفاده از مته‌های الماسی		
	ضربه‌ای	چاه بدون جداربند کیسینگ با استفاده از		گل	گل کش	قائم بودن چاه: حداکثر تعادل محور حفاری انتخاب سرعت مناسب اطمینان از چرخش لوازم موجود در چاه. چرخش آهسته	چاه بدون لوله جدار لوله جدار سطحی (موقت)	گل کش حفاری با هوای فشرده پمپ پلانگر پمپ توربینی
ب ـ سنگ سخت شکسته همانند تشکیلات فوق احتمالاً اکسیده	روتاری	D.H.Hammer	هوا مخلوط هوا و آب کف	قطعات کننده شده	حمل با فشار هوا گل کش الکترو لاکینگ، (کارونات)	قائم بودن چاه: مانند روتاری فوق مخصوصاً اگر لایه شیب‌دار دارای سختی متناوب باشد. مخلوط آب و هوا ممکن است سختی تشکیلات را تشدید نماید. استفاده از کف مفید خواهد بود	لوله جدار موقت / چاه بدون‌لوله جدار(کیسینگ) لوله جدار مشبک	حفاری با هوای فشرده حفاری با پمپ احتمالاً با فشار آب
		مته مخصوص حفاری درسنگ	هوا مخلوط آب و هوا کف آب گل حفاری	قطعات کننده شده لوله نمونه گیر	حفاری با هوای فشرده گل کش D-S-T الکترولاکینگ (چاه پیمایی یا کارونات)	قائم بودن چاه: همانند روتاری D.H.H ثبات چاه: همانند روتاری D.H.H استفاده از کیسینگ : اگر کیسینگها جوش داده و یا سیمان شده باشند خطر جدا شدن قسمت تحتانی در هنگام حفاری و یا تعویض کردن وجود دارد برای جدانمودن آب‌شور فوقانی باید لوله جدار را سیمان کرد.	لوله جدار موقت / چاه بدون لوله جدار لوله جدار مشبک اسکرین ترجیحاً پمپ بایستی در قسمت جداربندی شده کار گذارده شود	حفاری با هوای فشرده پمپ پلانگر پمپ توربینی
	ضربه‌ای	گمانه مته ستاره‌ای تعویض کننده		گل	گل کش	قائم‌بودن چاه:حفاری آرام وپیوسته‌ضروری است استفاده از کیسینگ: احتمال آسیب رسیدن به کفشک کیسینگ وجود دارد. آب‌شور قسمت بالا: مسدود نمودن آن مشکل است	لوله جدار ـ گمانه لوله جدار مشبک لوله جدار	گل کش پمپ پلانگر حفاری با فشار هوا پمپ توربینی

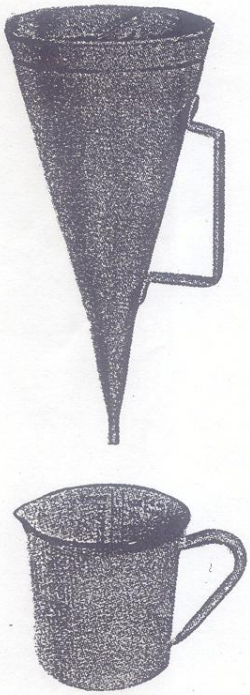
محدودیت‌های حفاری چاه آب ناشی از تغییر در تشکیلات

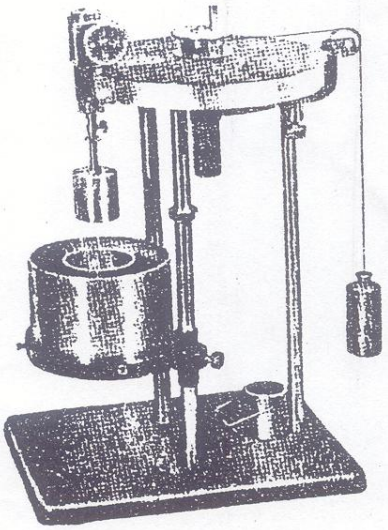
تشکیلات	دستگاه حفاری	روش حفاری	گردش سیال	تشکیلات	آب	مشکلات و محدودیت‌ها	تکمیل چاه	توسعه چاه
۲ ـ تشکیلات پیوسته	روتاری	D.T.H	هوا و آب	مواد کنده شده لوله نمونه‌گیر نمونه‌گیری از جدار	حفاری با هوا گِل کش الکترولاکینگ	هزینه خیلی کند ثبات چاه: ریزش جدار چاه ـ بادکردن سنگهای رُسی لزوم اضافه نمودن آب وجود دارد	لوله‌جدار/چاه‌بدون‌لوله‌جدار لوله جدار مشبک اسکرین	حمل با فشار هوا پمپ‌ها
الف ـ سنگهای اکسیده و نرمتر ـ تخته‌سنگ و سنگهای رُسی ـ سنگ گِل‌وسنگ آهک ـ سنگ آهک فسیلی و غیره		ته مخصوص حفاری در سنگ	هوا هوا و آب کف آب گِل حفاری (بنتونیت)	مواد کنده شده لوله نمونه‌گیر نمونه‌گیر از جدار خارجی چاه (کارروتاژ)	حفاری با هوای فشرده D-S-T الکترولاگینگ مناطق تلف کننده سیال نیاز به بند آورنده	ثبات چاه: مانند D.T.H بالا سیال گل در سنگهای رُسی ـ تخته سنگ ـ سنگ گِل احتیاج به مواد باز دارنده دارند. ترکیبات گل (گل حفاری) و یا اضافه نمودن لوله جدار دارند.	همانند D.T.H بالا	فشار آب بر اسکرین‌ها (مارن و فیل‌ها احتمالاً حمل با فشار هوا)
	ضربه‌ای	چاه بدون لوله جدار حفاری با لوله جدار برقو زدن		گِل نمونه ته‌ای لوله نمونه‌گیر مغزه‌گیری از جدار چاه	گِل کش اضافه نمودن یک شاخه لوله جدار الزامی	مناطق تلف کننده سیال در گردش: بود، تا بتوان مسیر خود رفتن سیال مسدود و سفره آب را مسدود نمود.	همانند D.T.H بالا	گِل کش پمپ پلانگر حفاری با فشار هوا فشار آب
پ ـ رُسها ـ تشکیلات ناپیوسته	روتاری	ته مخصوص حفاری درسنگ	هوا هوا و آب کف آب و گِل حفاری	قطعات کنده شده لوله مغزه‌گیر لوله نمونه‌گیر نمونه‌برداری از دیواره خارجی چاه	حفاری با فشار هوا گِل کش	پُر شدن شیارهای سرمته ـ سرمته‌ها با تیغه‌های بلند ـ حفاری با سیستم جت ـ مایع شستشو دهنده جداره چاه رُسهای متورم شونده ـ گِلهای همکن ـ ته‌های تانگستن کار باید مخصوص مغزه‌گیری ـ ابعاد متغیر می‌باشند ـ مقدار مواد منفجره را به نسبت سختی تشکیلات رُسی تعیین می‌کنند.		
		تیغه ته‌های انگشتی ته‌های حلزونی	مانند حالت بالا ته‌های حلزونی توخالی و ممتد	مانند حالت بالا قطعات کنده شده خاک خرد شده مغزه‌گیری لوله نمونه‌گیری	همانند ته مخصوص حفاری در سنگ	ته‌های انگشتی ـ گلوله شدن رُس و بازیابی نمونه.		
		حفاری معکوس	هوا هوا و آب	قطعات کنده شده		رُسهای متورم شوند: شیلنگهای خروجی را مسدود نموده و ایجاد اشکال می‌نمایند.		
	ضربه‌ای	چاه بدون لوله جدار حفاری با استفاده از کیسینگ. کیسینگ برای برقوزدن		نمونه‌گیر از ته نمونه‌گیری از لوله نمونه‌برداری از دیواره خارجی چاه	گِل کش	ثبات چاه ـ تبدیل در حفاری همیشه تمایل به باز شدن دارد. لوله‌جدارمناسب ـ دررُس‌خشگ‌لوله‌جداربایدآزادباشد. برقو زدن با کیسینگ شو بزرگتر لازم خواهد شد.	لوله جدار (کیشینگ)	


ساختمان چاه (لوله گذاری، گراول و بلوک بندی)
ابعاد بلوک ۵۰×۱۲۰×۱۲۰
لوله محافظ ۲۲ اینچ
Top Casing
جداره چاه ۱۷/۵ اینچ
لوله جداره ۱۲ اینچ
گراولهای دانه نخودی
S. W. T سطح ایستابی
لوله رسوبگیر
عمق
به متر
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
ستون زمین‌شناسی چاه شماره
ماسه
گراول
سیلت
رس
مارن
تشکیلات آهکی
کنگلومرا
قلوه سنگ
پوشش سطحی



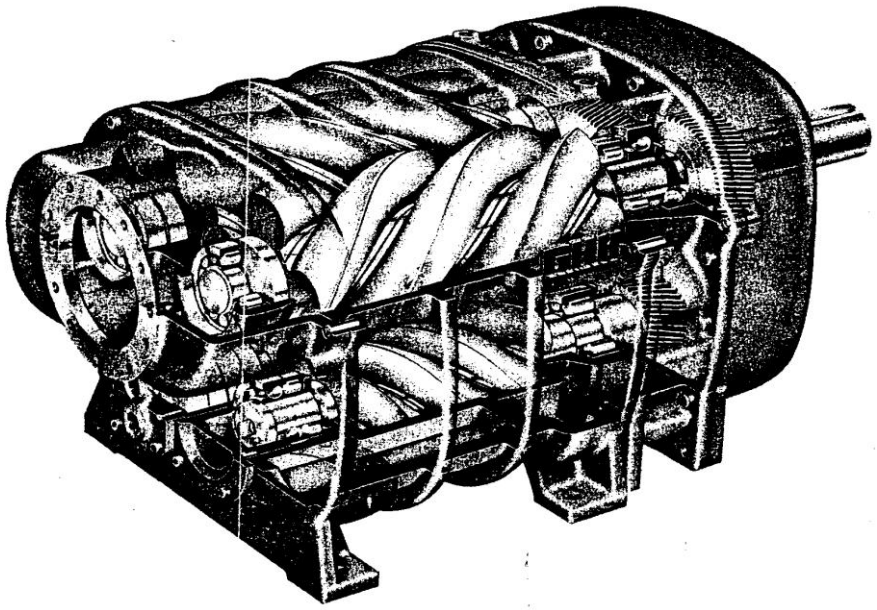
یک نمونه از قیف مارش.

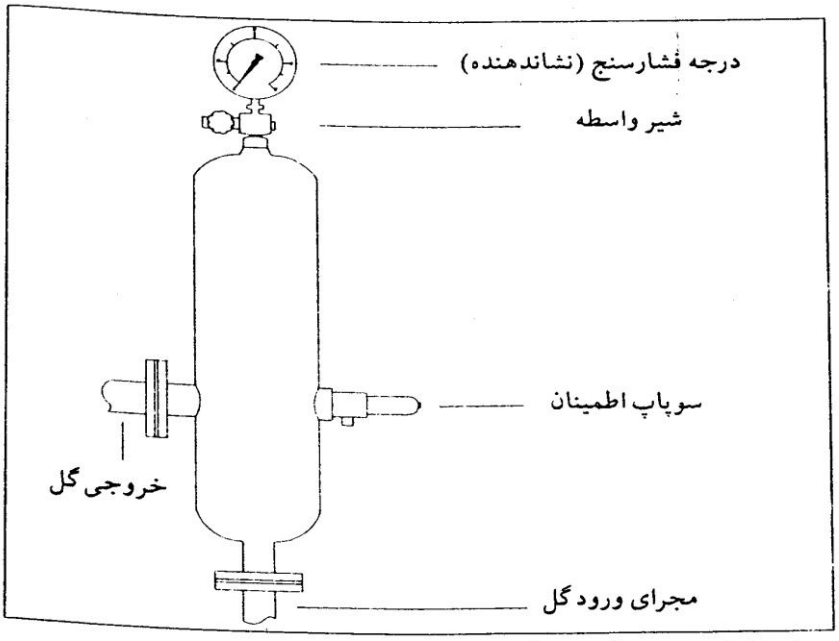




دو نمونه از گرانروی‌سنج استورمر.

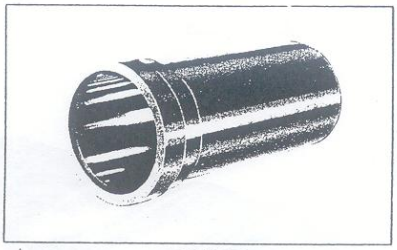
کمپرسور حلزونی



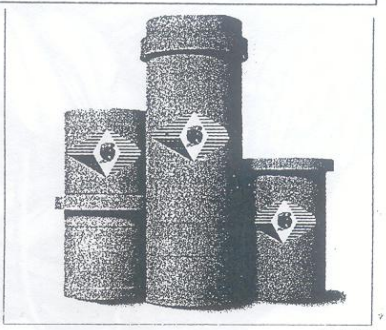


شمای کلی کوزه ضربه گیر پمپ گل AIR CHAMBER

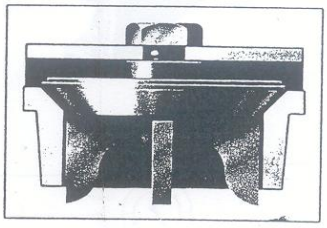
نمای یک لوله آستری (لاینر)



قسمتهای مختلف یک پیستون دوزمانه

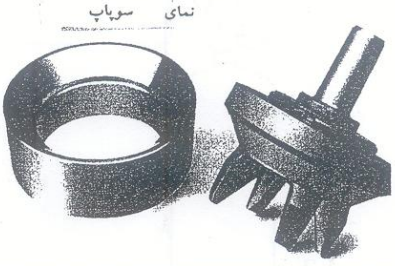


Imperial Liner

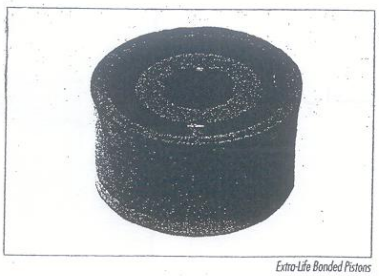


نمای سوپاپ

ساختمان یک پیستون کامل



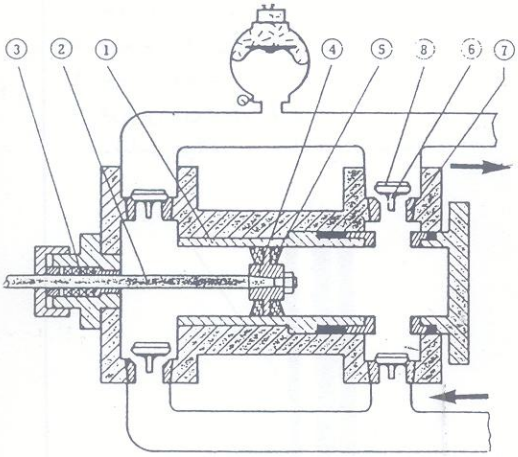
FK-N valves and seats use a full-open, wing-guided design.



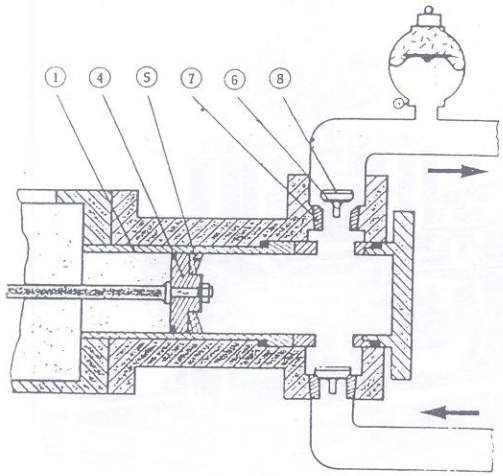
Extra-Life Bonded Pistons

میل پیستون

پمپ گل



۱ ـ لوله آستری
۲ ـ راد پیستون
۳ ـ کاسه‌نمدهای رادپیستون
۴ ـ پیستون
۵ ـ لاستیک پیستون
۶ ـ ساق سوپاپ
۷ ـ مقر سوپاپ
۸ ـ سوپاپ

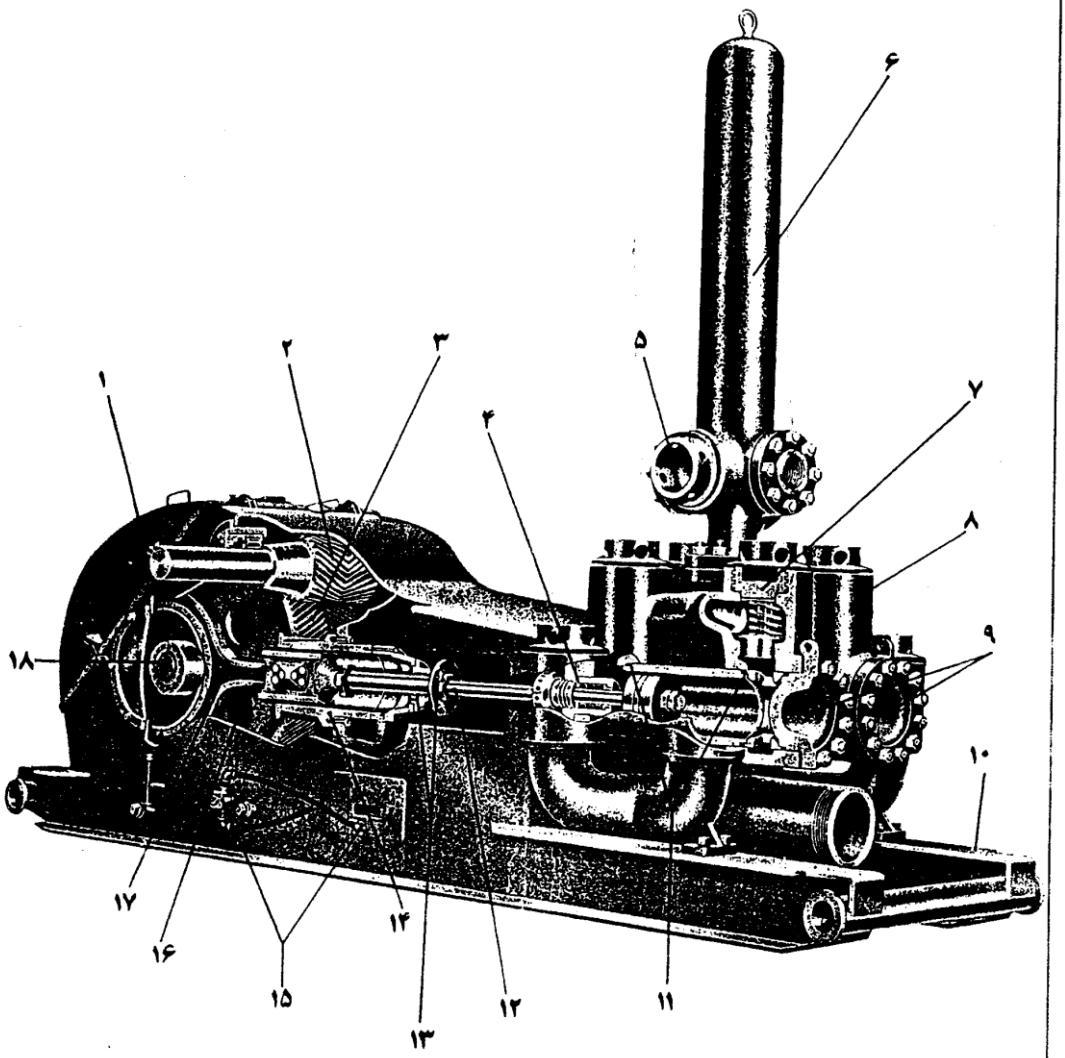


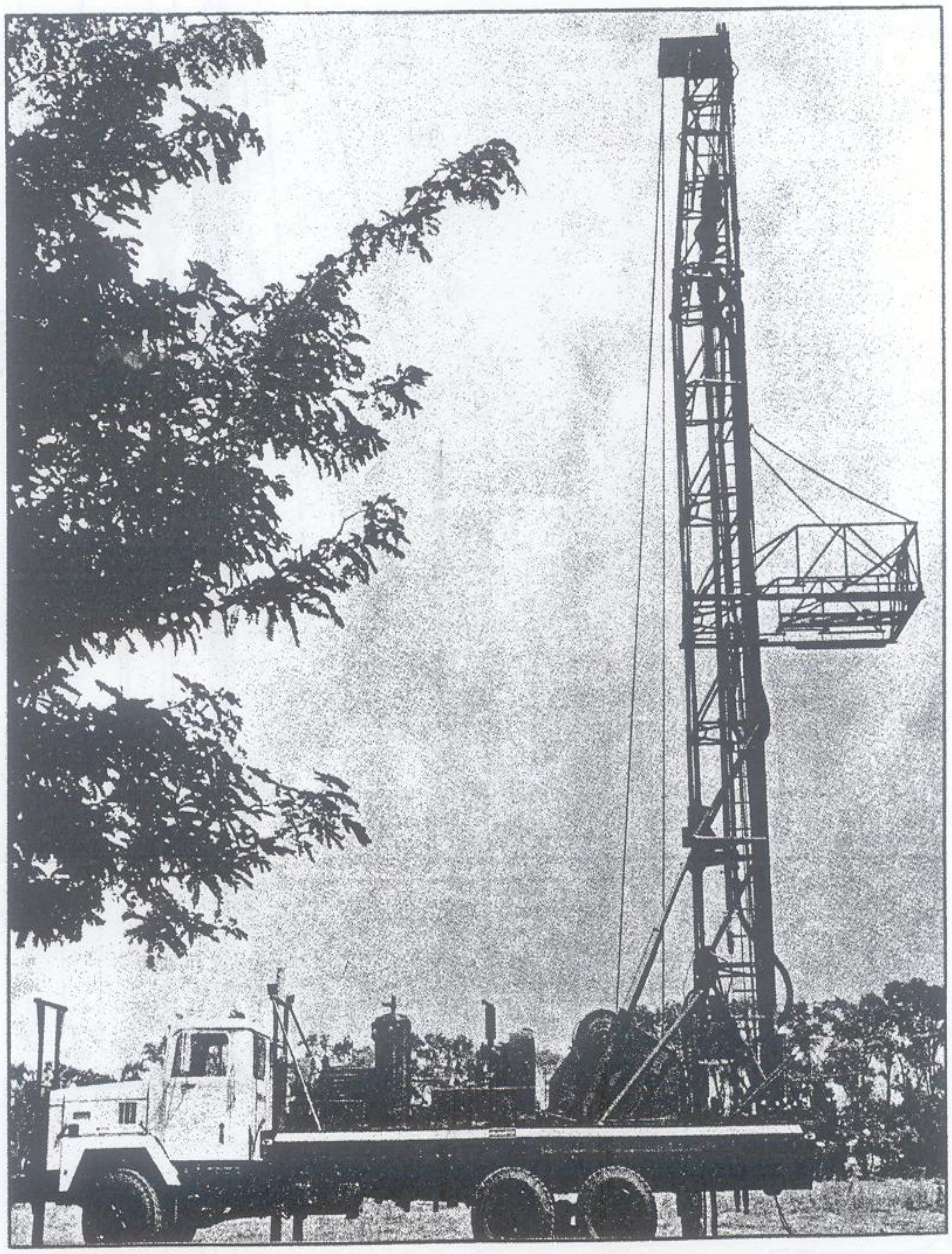
1 - LINER
2 - PISTON ROD
3 - PACKING
4 - PISTON
5 - PISTONRUBBER
6 - VALVESTEAM
7 - SEATVALVE
8 - VALVE

شمای‌کلی پمپهای دوزمانه و یک‌زمانه ـ در حالات مکش و تزریق گل حفاری (شکل بالا)، در حالت تزریق ـ (شکل پائین)

برش مقطعی نمای درونی یک پمپ گل

۱ ـ درپوش محفظه روغن
۲ ـ شفت و پیستون یکپارچه فولادی
۳ ـ چرخ‌دنده اصلی گیربکس
۴ ـ قرینه کاسه‌نمدهای رادپیستون
۵ ـ درپوش رزوه‌ای
۶ ـ کوزه ضربه‌گیر
۷ ـ درپوش رزوه‌ای سوپاپ
۸ ـ پوسته سوپاپ
۹ ـ درپوش‌های فلنچی لاینر
۱۰ ـ شاسی فولادی پمپ از نوع اسکیت
۱۱ ـ مقر لاینرها
۱۲ ـ شفت رابط بین رادپیستون و شاتون
۱۳ ـ کاسه‌نمد شفت رابط و لاستیک جداکننده
۱۴ ـ مجرای هدایت شفت رابط
۱۵ ـ لوله تغذیه‌کننده روغن چرخ‌دنده‌ها
۱۶ ـ مجرای پاشیدن روغن‌دنده
۱۷ ـ شاتون
۱۸ ـ رولر بیرینگ مخصوص اتصال شاتون به چرخ‌دنده بزرگ



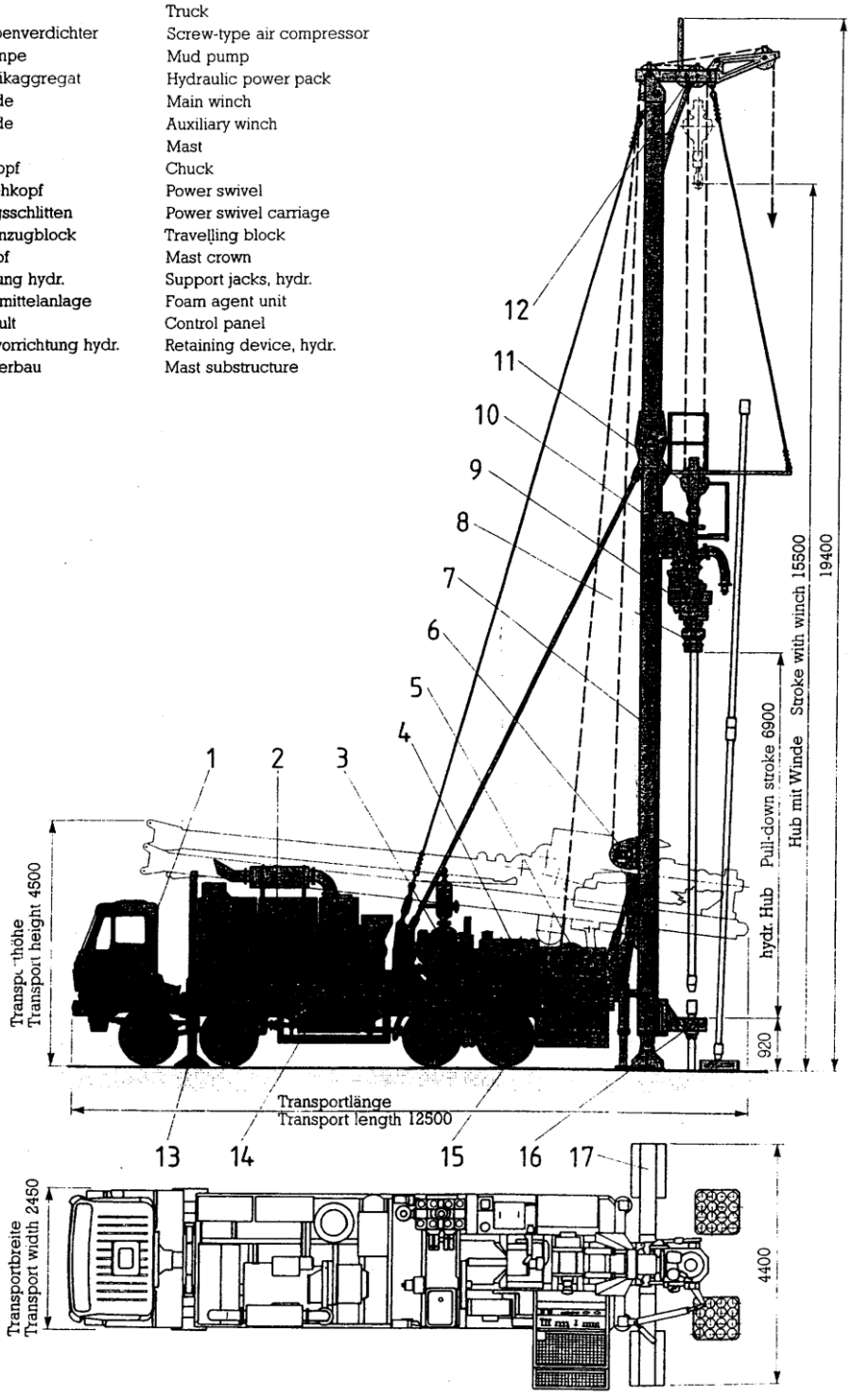


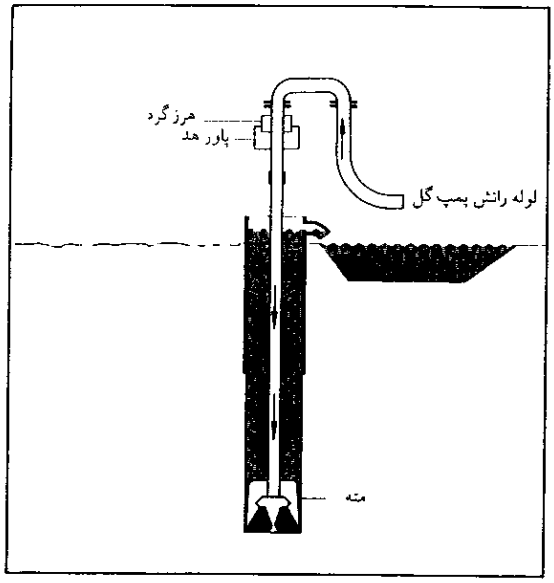
نمونه یک دکل نردبانی (DERRICK)

ohrgerät B 2 A - B 3 A
uit Mastverlängerung

Drilling rig B 2 A - B 3 A
with mast extension

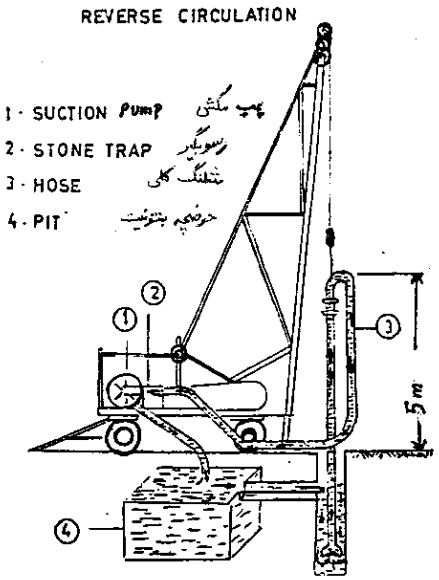
1 LKW	Truck
2 Schraubenverdichter	Screw-type air compressor
3 Spülpumpe	Mud pump
4 Hydraulikaggregat	Hydraulic power pack
5 Seilwinde	Main winch
6 Seilwinde	Auxiliary winch
7 Mast	Mast
8 Spannkopf	Chuck
9 Kraftdrehkopf	Power swivel
0 Führungsschlitten	Power swivel carriage
1 Flaschenzugblock	Travelling block
2 Mastkopf	Mast crown
3 Abstützung hydr.	Support jacks, hydr.
4 Schaummittelanlage	Foam agent unit
5 Steuerpult	Control panel
6 Abfangvorrichtung hydr.	Retaining device, hydr.
7 Mastunterbau	Mast substructure





شیوه حفاری با گردش مستقیم گل با استفاده از پمپ پیستونی

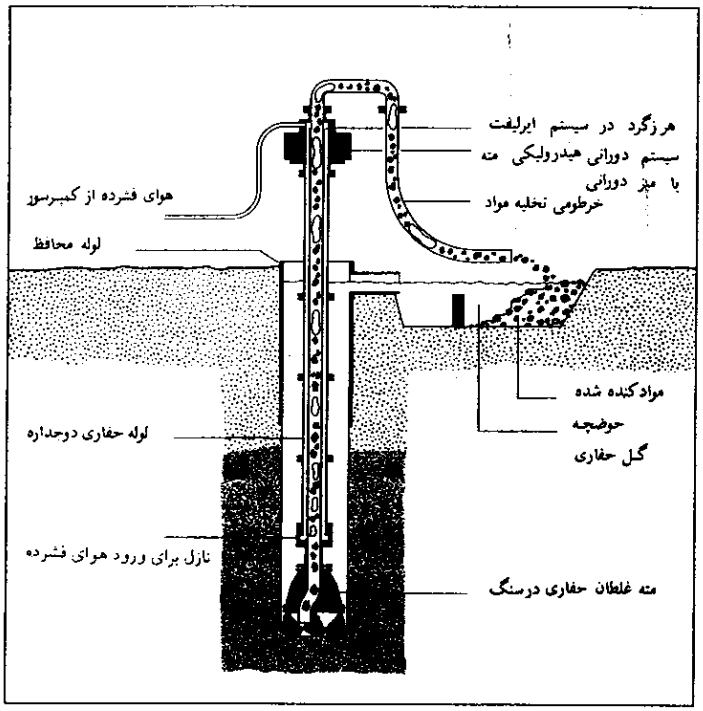
Direct Circulation Drilling System



جریان معکوس گل

جت ساکشن

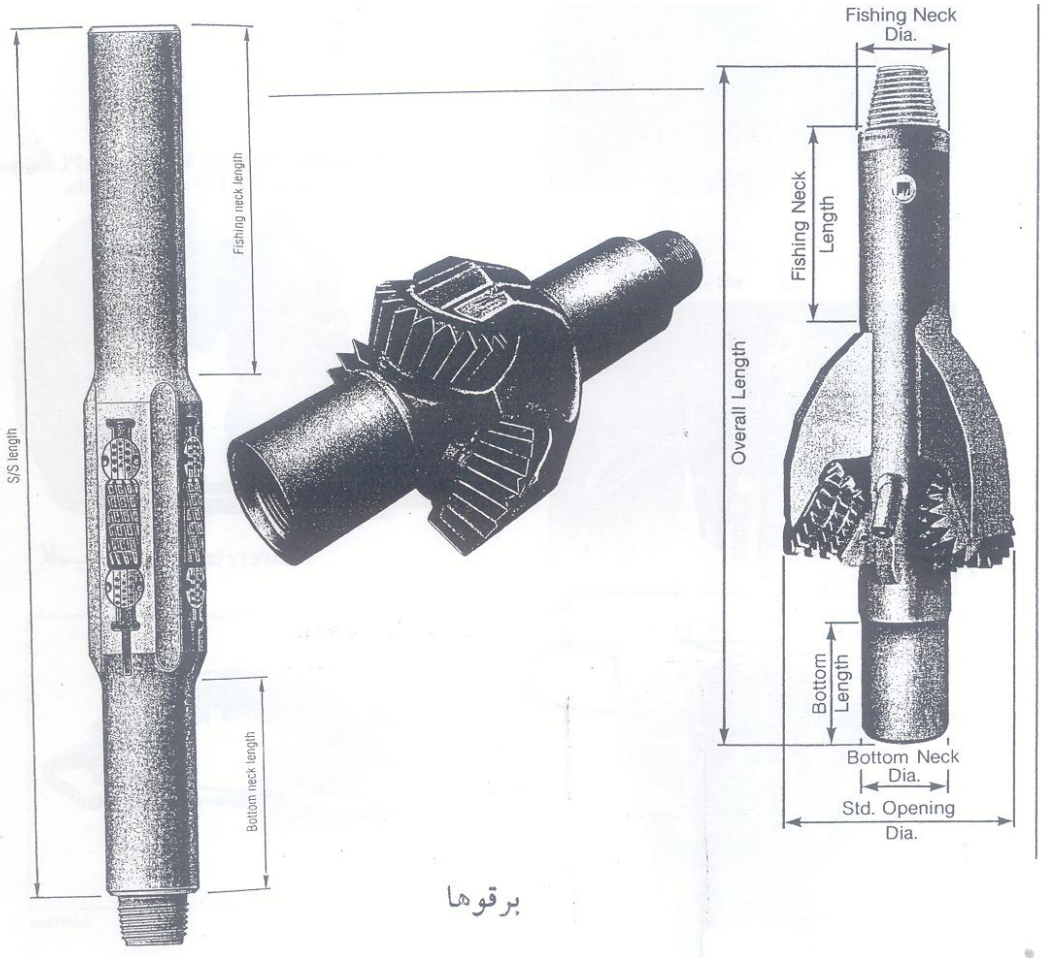
(Jet suction)



حفاری با گردش معکوس گل و تخلیه با استفاده از هوای فشرده

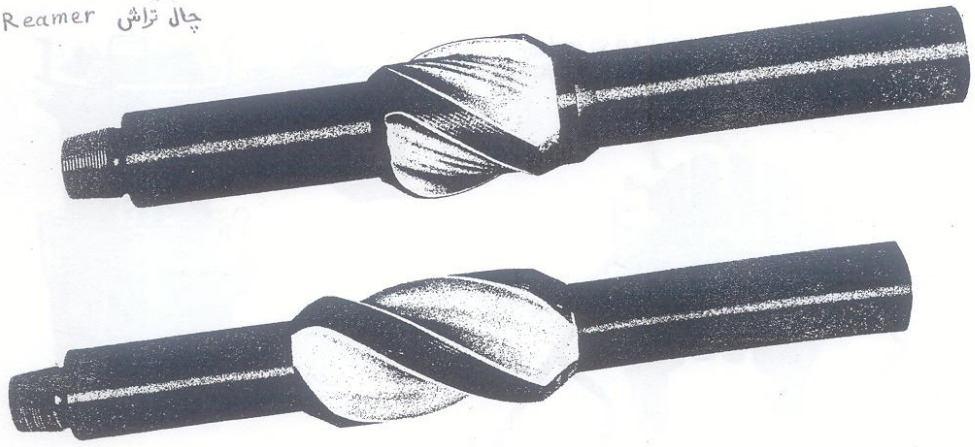
Air-Lift Drilling System

حفاری با روش ایرلیفت

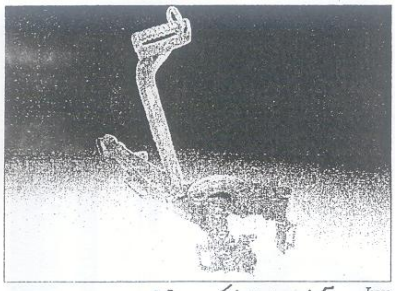


برقوها

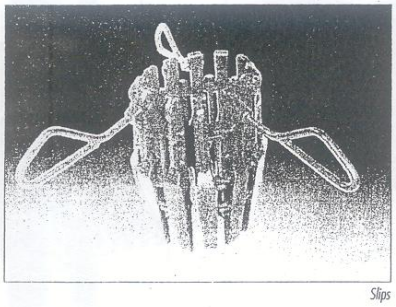
Reamer چال تراش



پایدارکننده‌ها

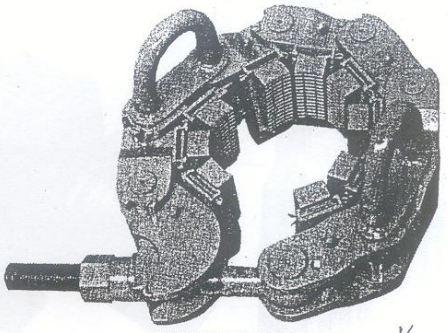


BJ کچار سوزن بازکن Tongs

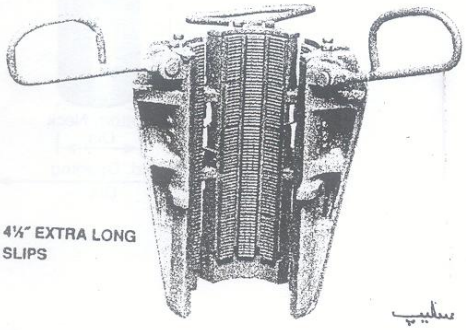


Slips

MULTI-SEGMENT CASING SLIPS for API sizes of Casings from 6⅝″ to 30″ OD are available.

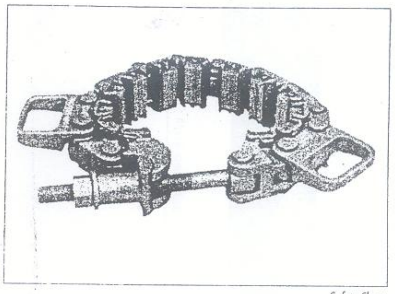


7″ SAFETY CLAMP کلمپ



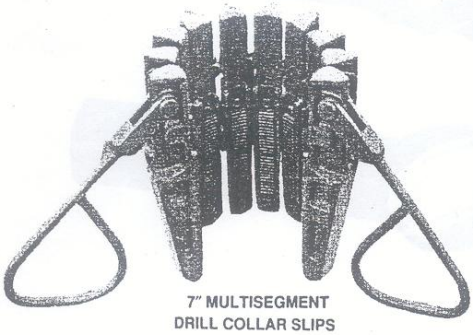
4¼″ EXTRA LONG SLIPS

سلیپ

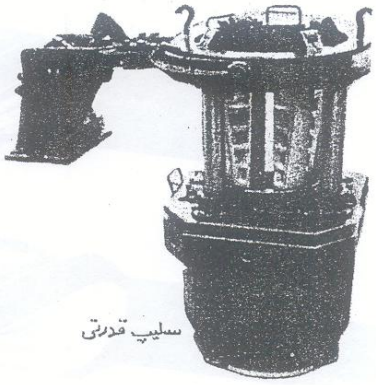


Safety Clamp

MULTI-SEGMENT DRILL COLLAR SLIPS for standard API Drill Collars from 3½″ to 11¼″ OD are available.



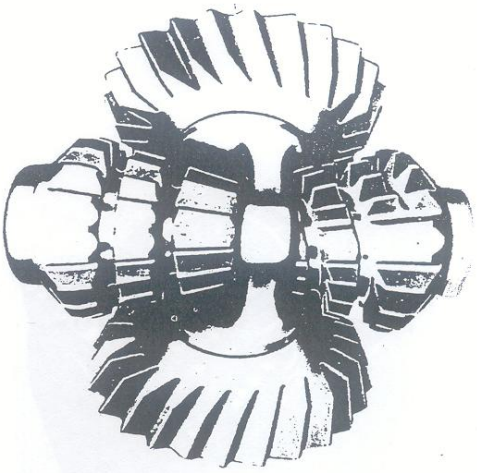
7″ MULTISEGMENT DRILL COLLAR SLIPS



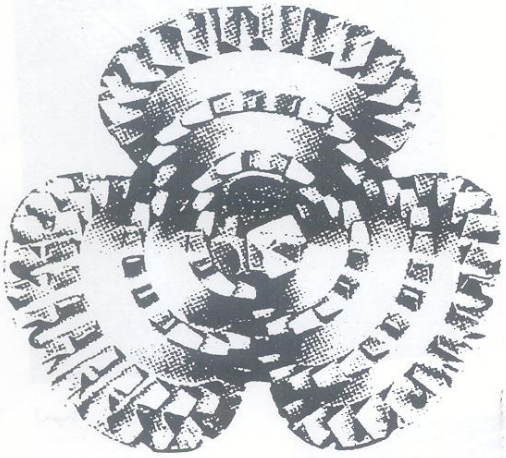
سلیپ قدرتی

PMP-1 POWER SLIPS

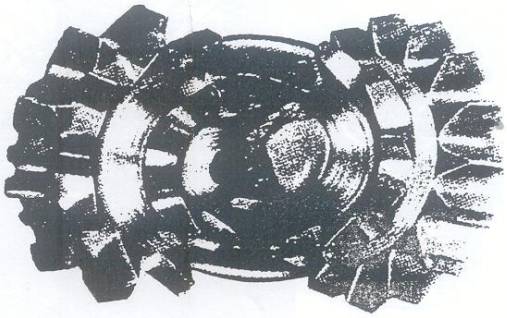
لوله گیرها



(الف)



(ب)



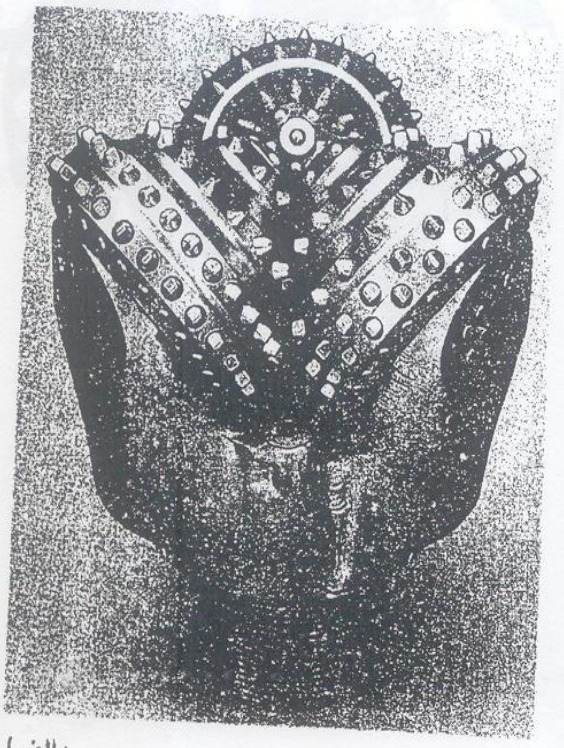
(ج)

ـ مته‌های غلطکی

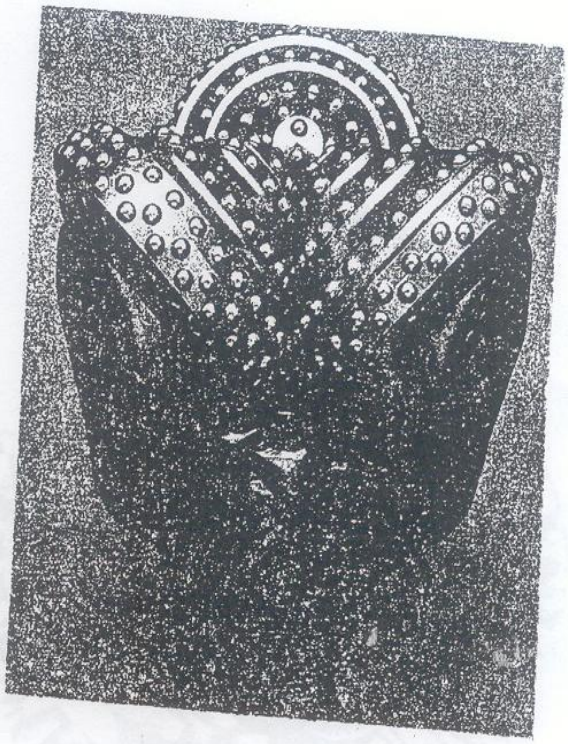
الف) مته چرخش از نوع تقاطعی یا بعلاوه‌ای (+)، در این مته‌ها مخروطها به‌صورت تقاطعی نسبت به یکدیگر قرار دارند.

ب) مته چرخش سه مخروطه که دندانه‌ها به روی آن تعبیه شده برای سنگهای سخت مورد استفاده دارد. چرخش هر مخروطه به‌طور مستقل صورت می‌گیرد.

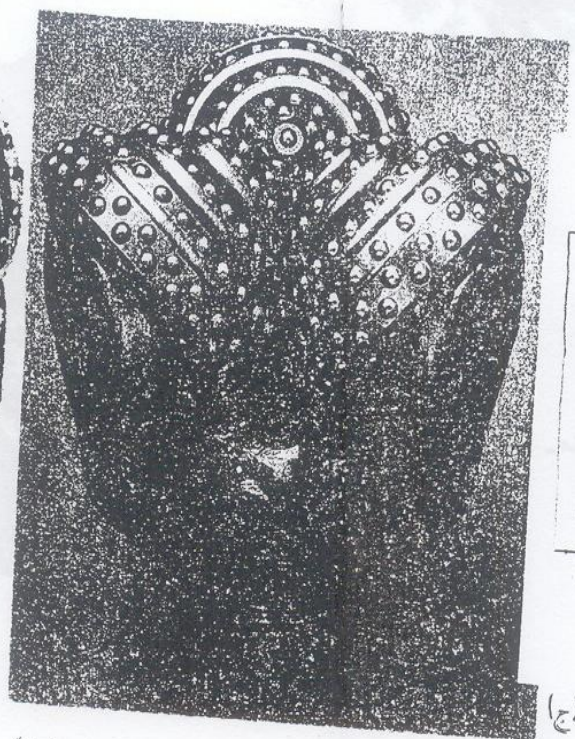
ج) مته‌های دو مخروطه که برای سنگهای نیمه‌سخت استفاده می‌شود.



(الف)

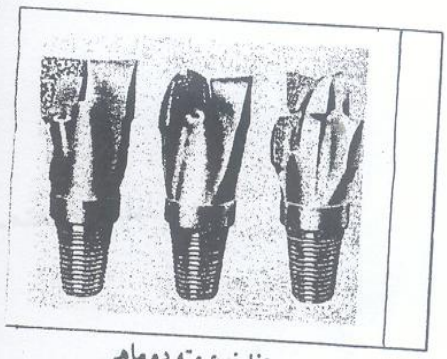


(ب)



(ج)

مته یک مخروطهٔ



چند نوع مته دم ماهی

مته‌های سه مخروطه ۱۵ اینچی (۳۸۱ میلی‌متر) به وزن ۱۶۰ کیلوگرم و قطر نازل در حد $\frac{1}{16}$ اینچ.

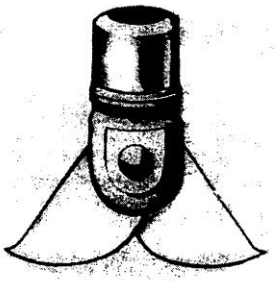
الف) متهٔ خاص طبقات نرم تا نیمه‌سخت.

ب) مته خاص طبقات نیمه‌سخت تا سخت.

ج) مته خاص طبقات سخت تا خیلی سخت.

سرمتهٔ قلمی ساده

سرمتهٔ قلمی آبپاش



سرمتهٔ قابل انبساط (باز)

سرمته قابل انبساط (بسته)

سرمته «پری»

سرمته افته

سرمته چپ و راست

سرمته سه بر

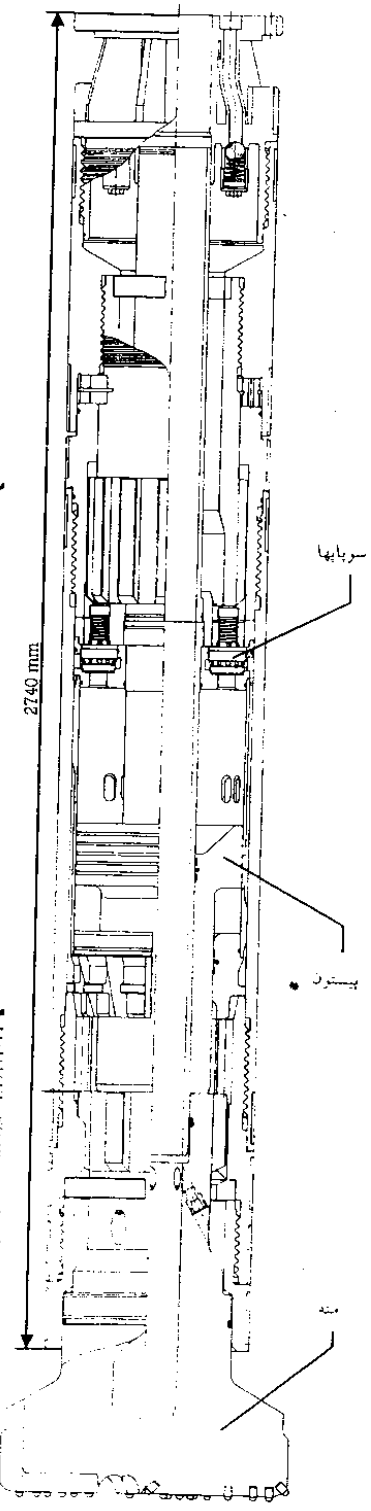
سرمته یک بر

مته‌های تیغه‌ای

مته الماس PDC

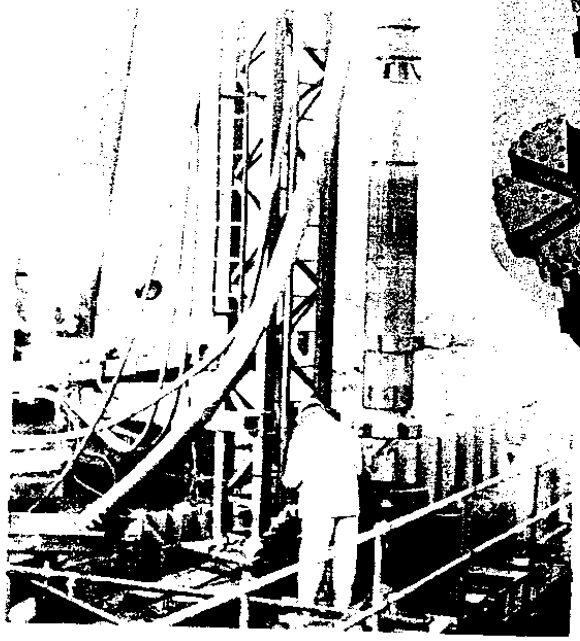
متهٔ مخروطی

مته غلطان دکمه‌ای تنگستن کاربایِد

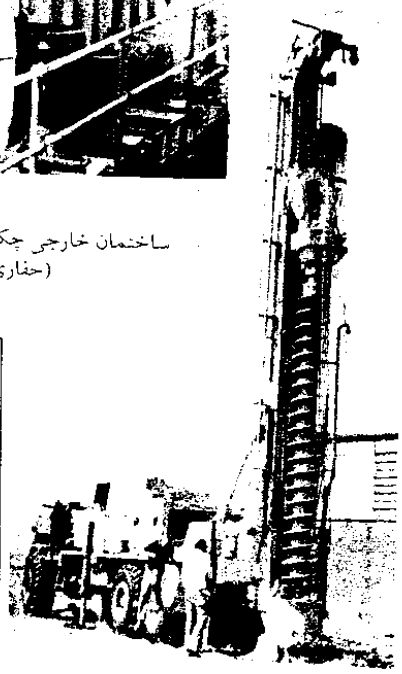


ساختمان داخلی چکش حفاری

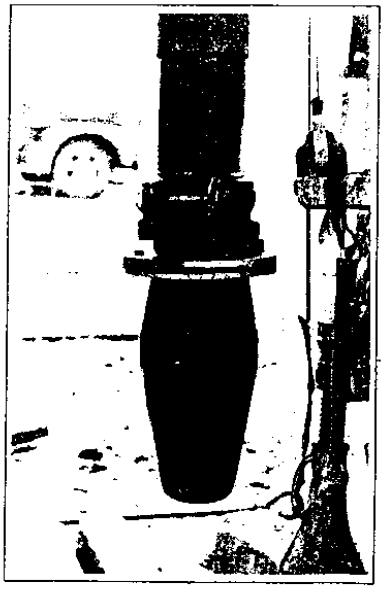
سر چکش



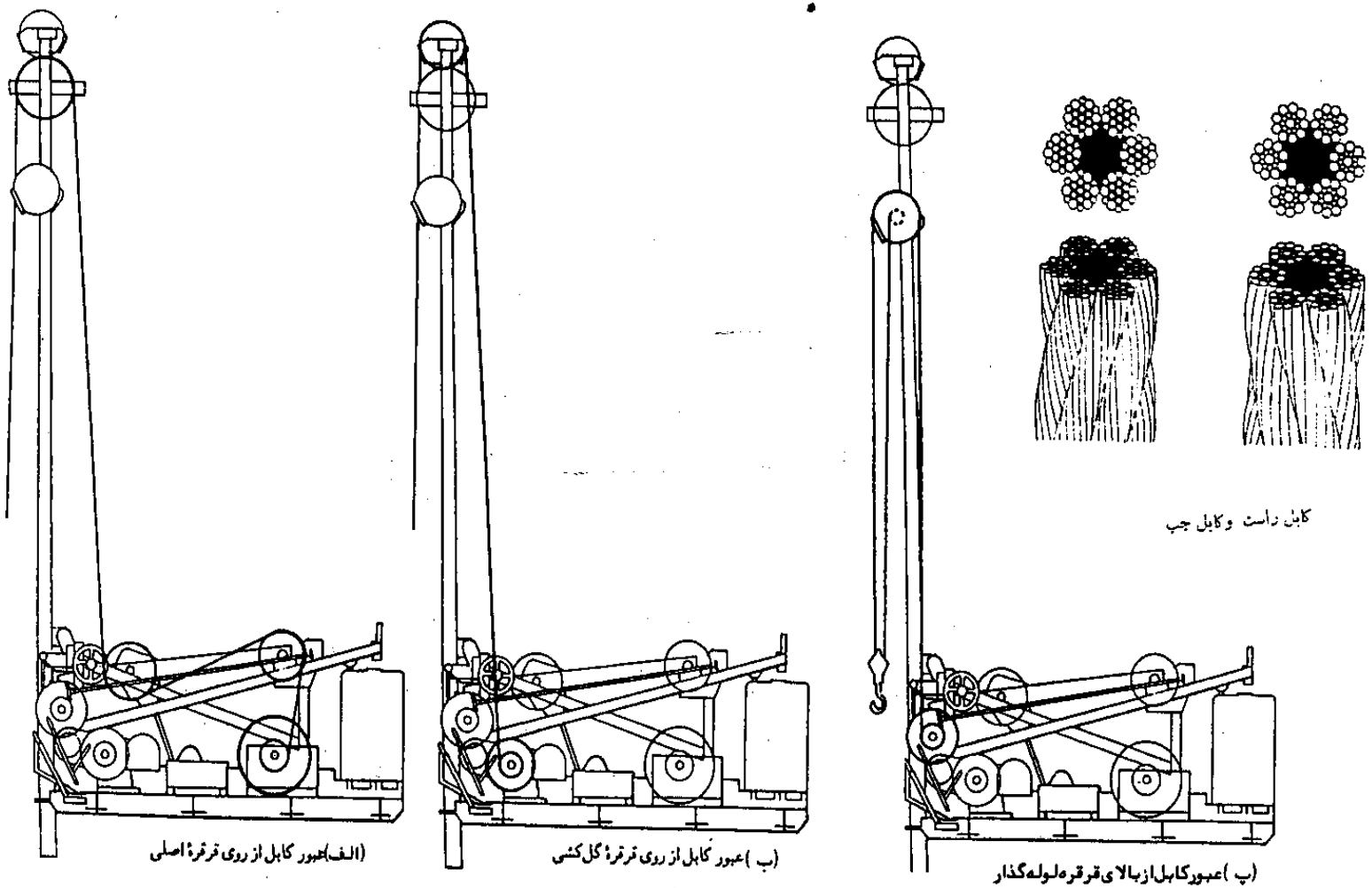
ساختمان خارجی چکش حفاری در موقعیت ورود به چاه
(حفاری سنگهای سخت آهکی)



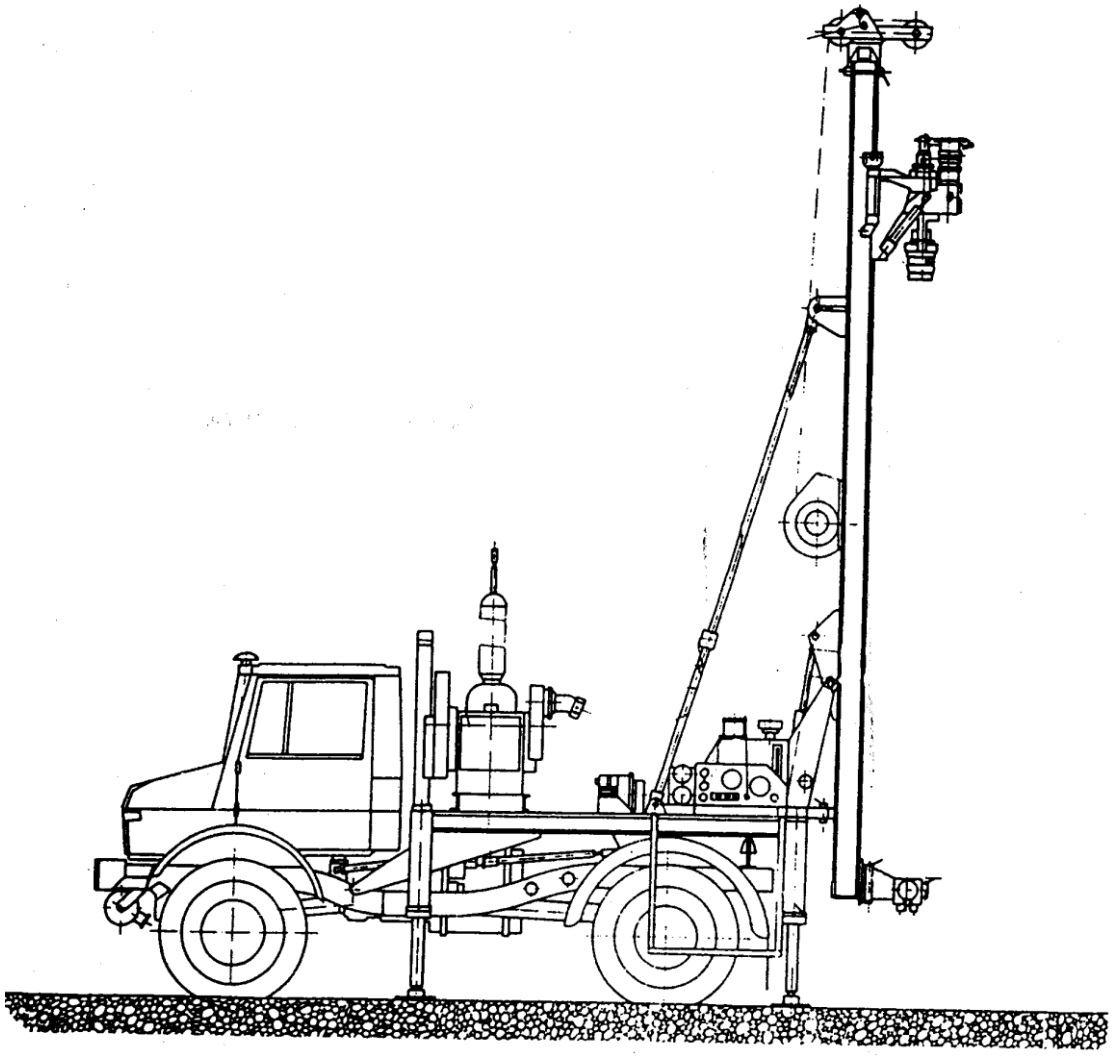
دستگاه تمام هیدرولیک دورانی جهت حفاری فونداسیون پایه پلها، ساختمانهای مرتفع و بندرسازی مجهز به انواع آگرها و تجهیزات حفاری تا قطر ۱/۵ متر



این شکل یک سنبه پیستون از نوع سخت را نشان می‌دهد که آماده فرود است.

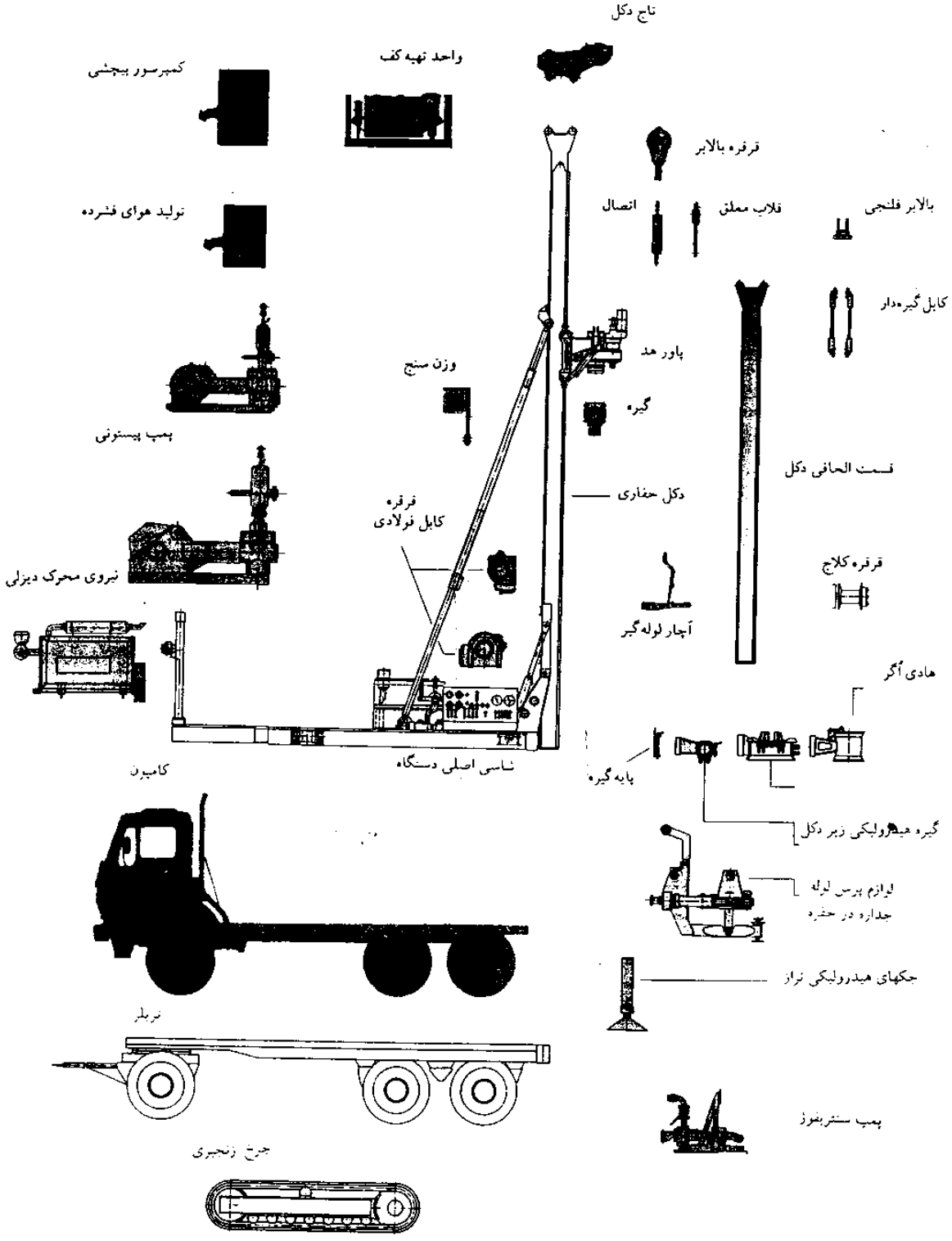


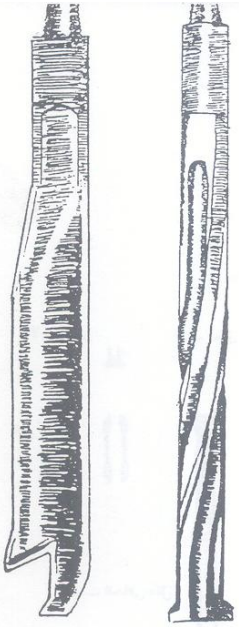
عبورکابل (الف) کابل‌حفاری (ب) کابل‌گل‌کش (پ)کابل‌لوله‌گذاری ، خرك، چرخ‌لنگ ، شافت‌حفاری‌را نشان میدهد



نمونه یک دکل جعبه‌ای (BOX TYPE)

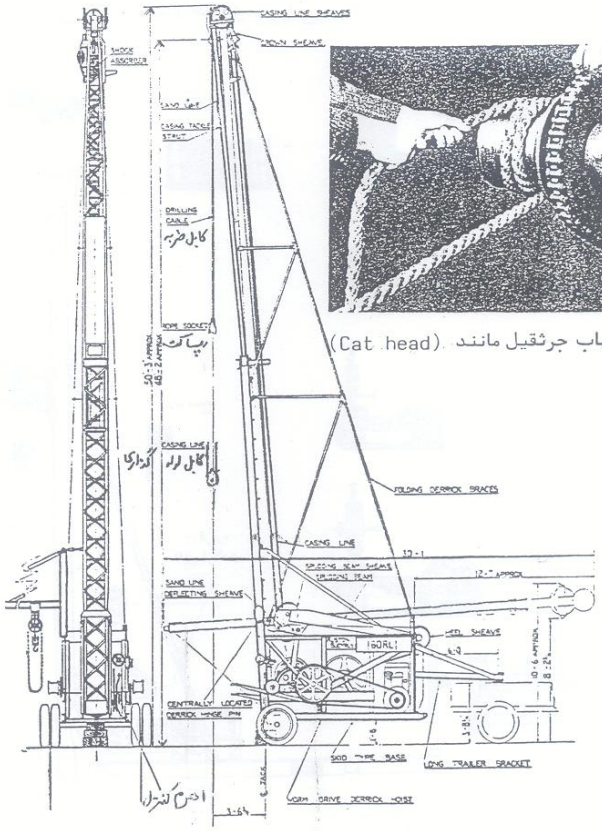
تجهیزات عمومی یک دستگاه حفاری دورانی



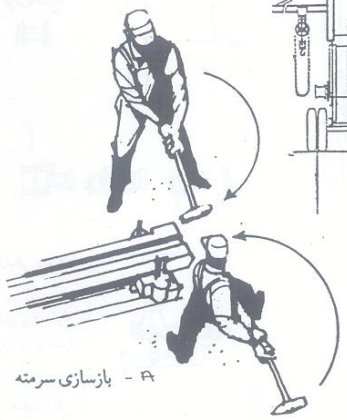


مته توبست ومته اکسانتریك ضربه‌ای

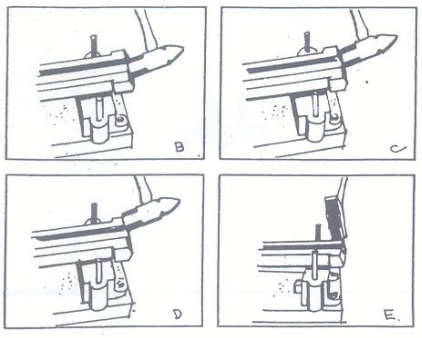
اسباب جرثقیل مانند (Cat head)

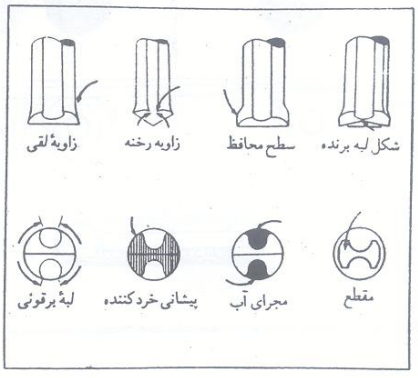


ماشین حفاری **ضربه‌ای**

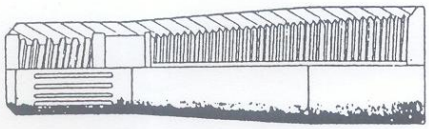


A - بازسازی سرمته

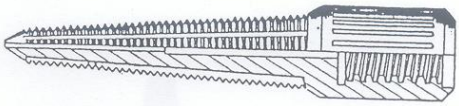




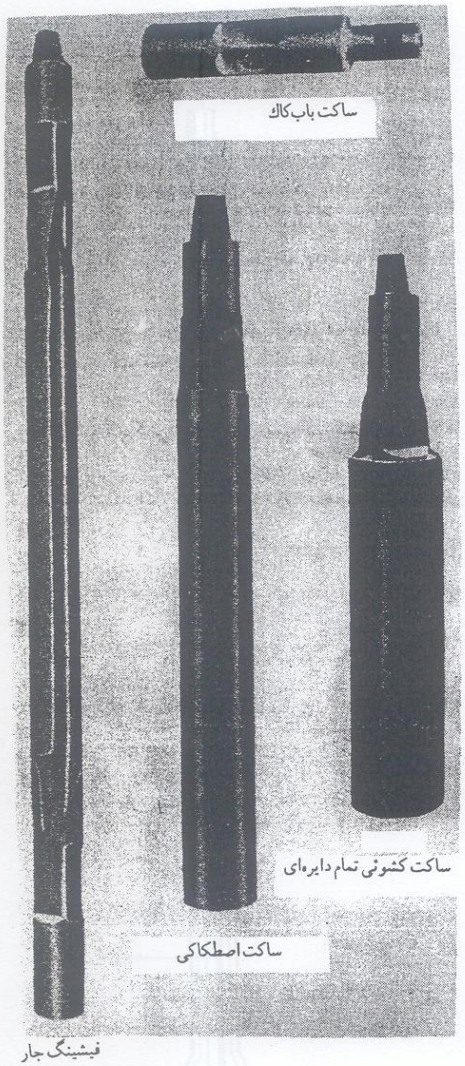
قسمت‌های مختلف یك سرمتهٔ حفاری ضربه‌ای



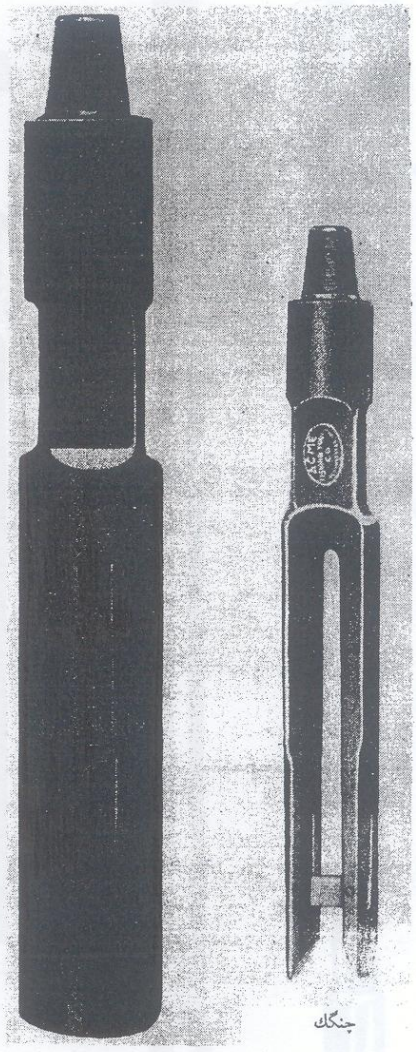
حدیده



قلاویز مخروطی



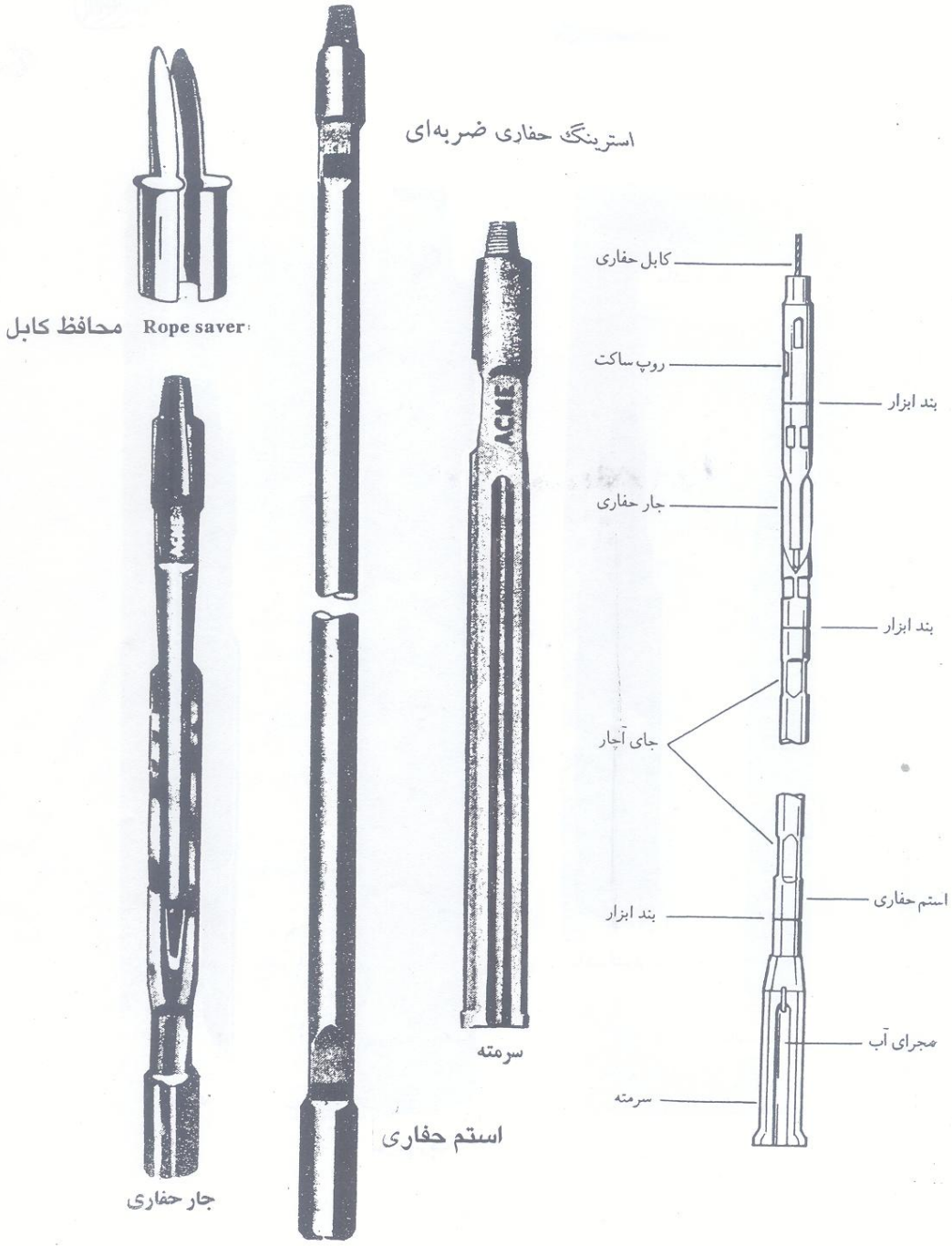
فیشینگ جار



سربیج مرکب

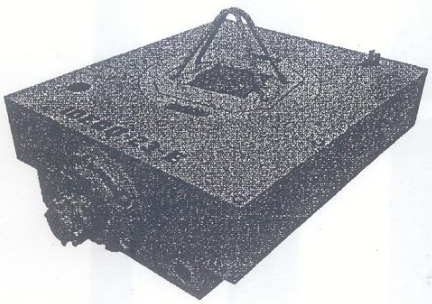
چنگک

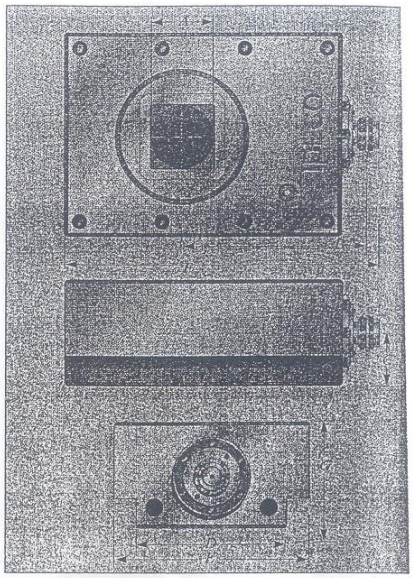
انواع ابزار مانده‌یابی

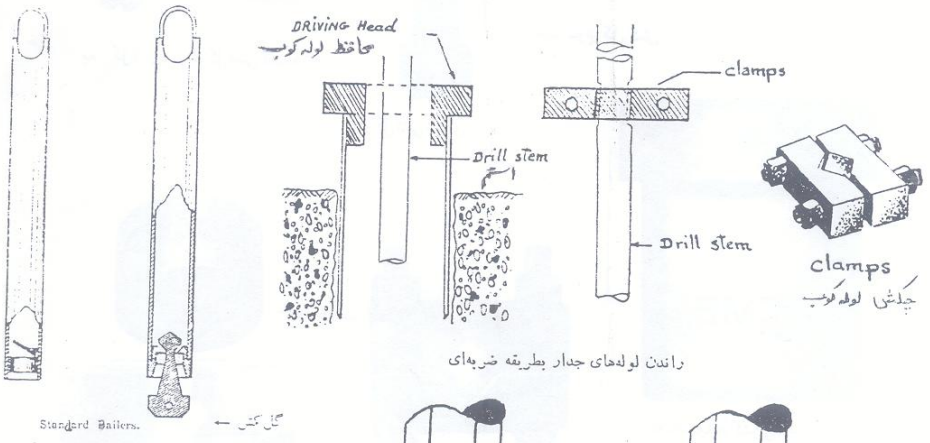

محافظ کابل Rope saver
جار حفاری
استرینگ حفاری ضربه‌ای
سرمته
استم حفاری
کابل حفاری
روپ ساکت
بند ابزار
جار حفاری
بند ابزار
جای آچار
بند ابزار
استم حفاری
مجرای آب
سرمته

Rotary Tables

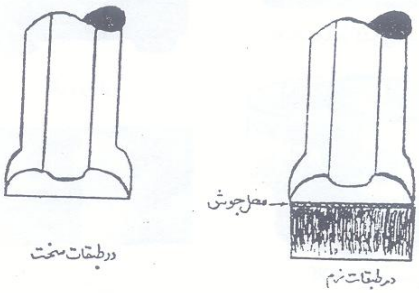
میز دوّار





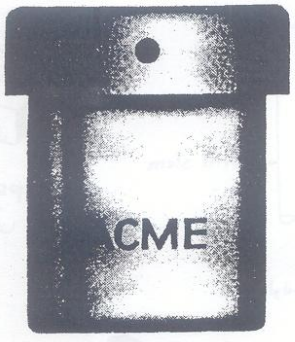


راندن لوله‌های جدار بطریقه ضربه‌ای

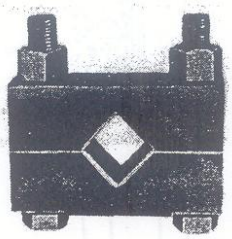


مته حفاری ضربه‌ای

پمپ گل‌کشی دلو گل‌کشی کف تخت دلو گل‌کشی نیزه‌ای چند نوع گل کش



کلاهک محافظ کشوئی داخلی

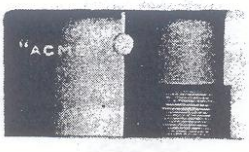


گیره لوله کوبی

Drive Shoe
شوه کفشک

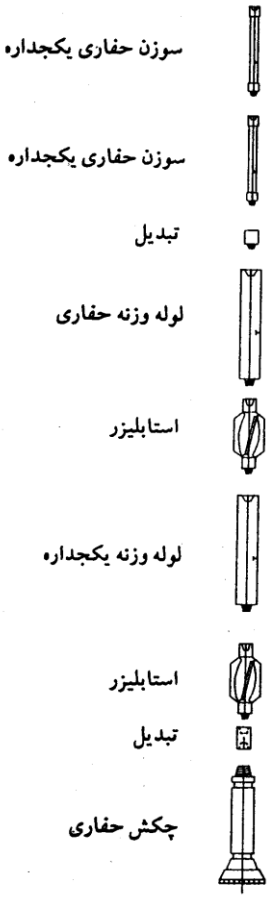
کلاهک محافظ کشوئی خارجی

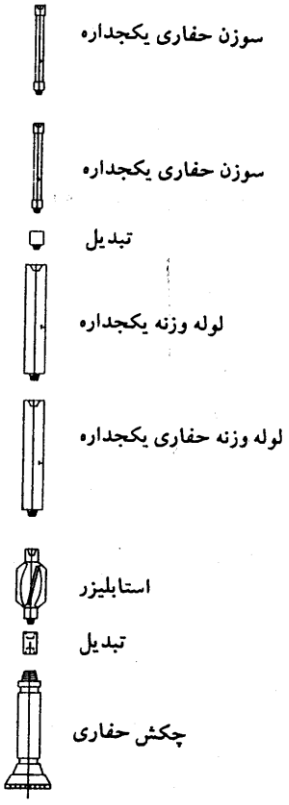
کلاهک محافظ پیچی

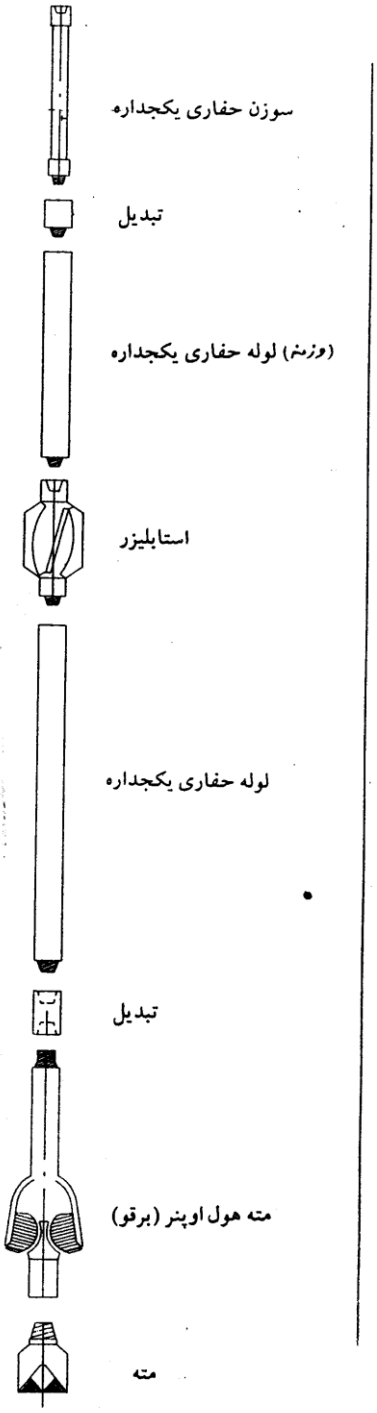


گیره لوله کوبی

نمونه ساقهای متداول برای حفاری با چکش (D.T.H)

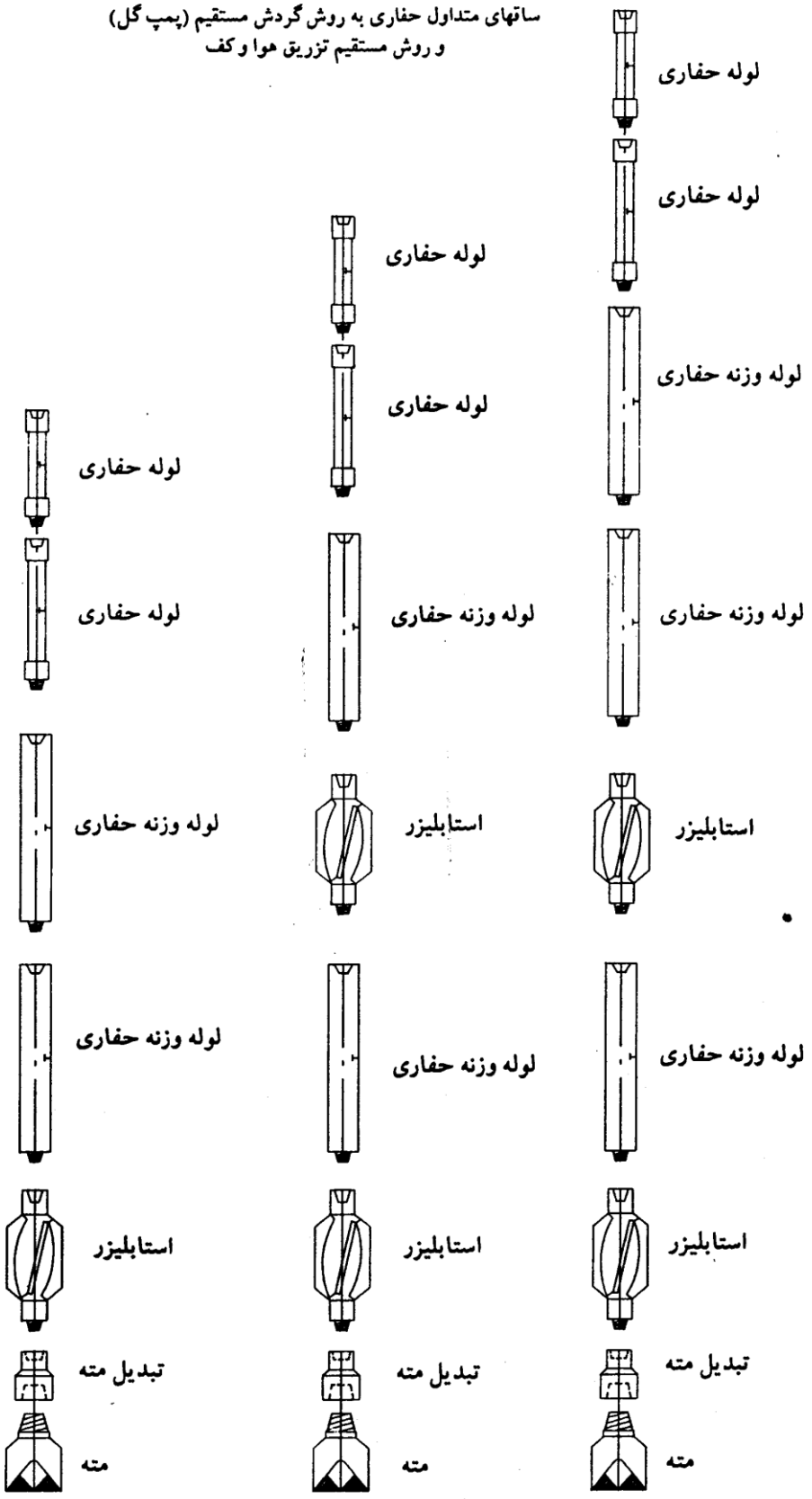






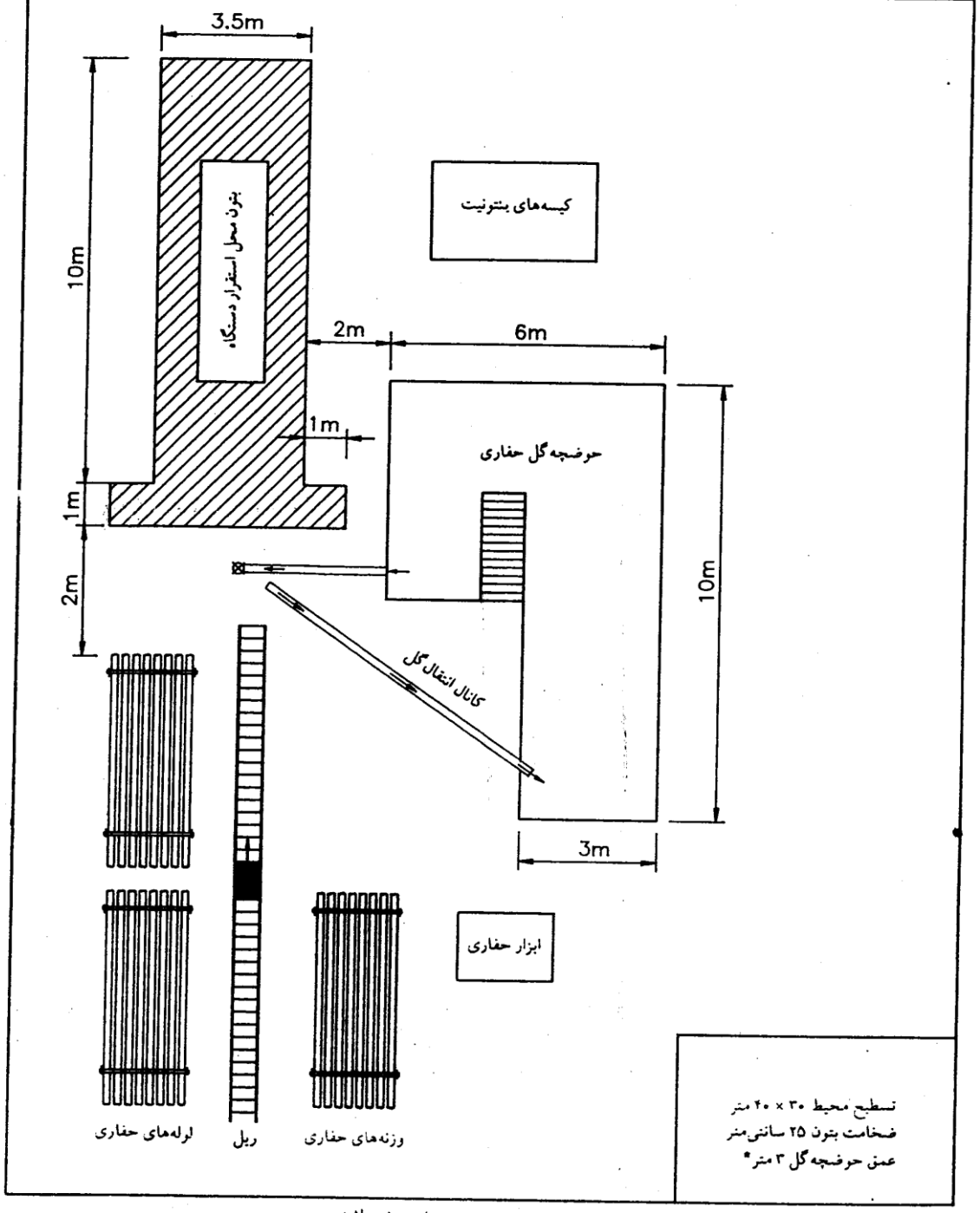
نمونه یک ساق حفاری با مته هول‌اوپنر (برقو)

ساقهای متداول حفاری به روش گردش مستقیم (پمپ گل)
و روش مستقیم تزریق هوا و کف



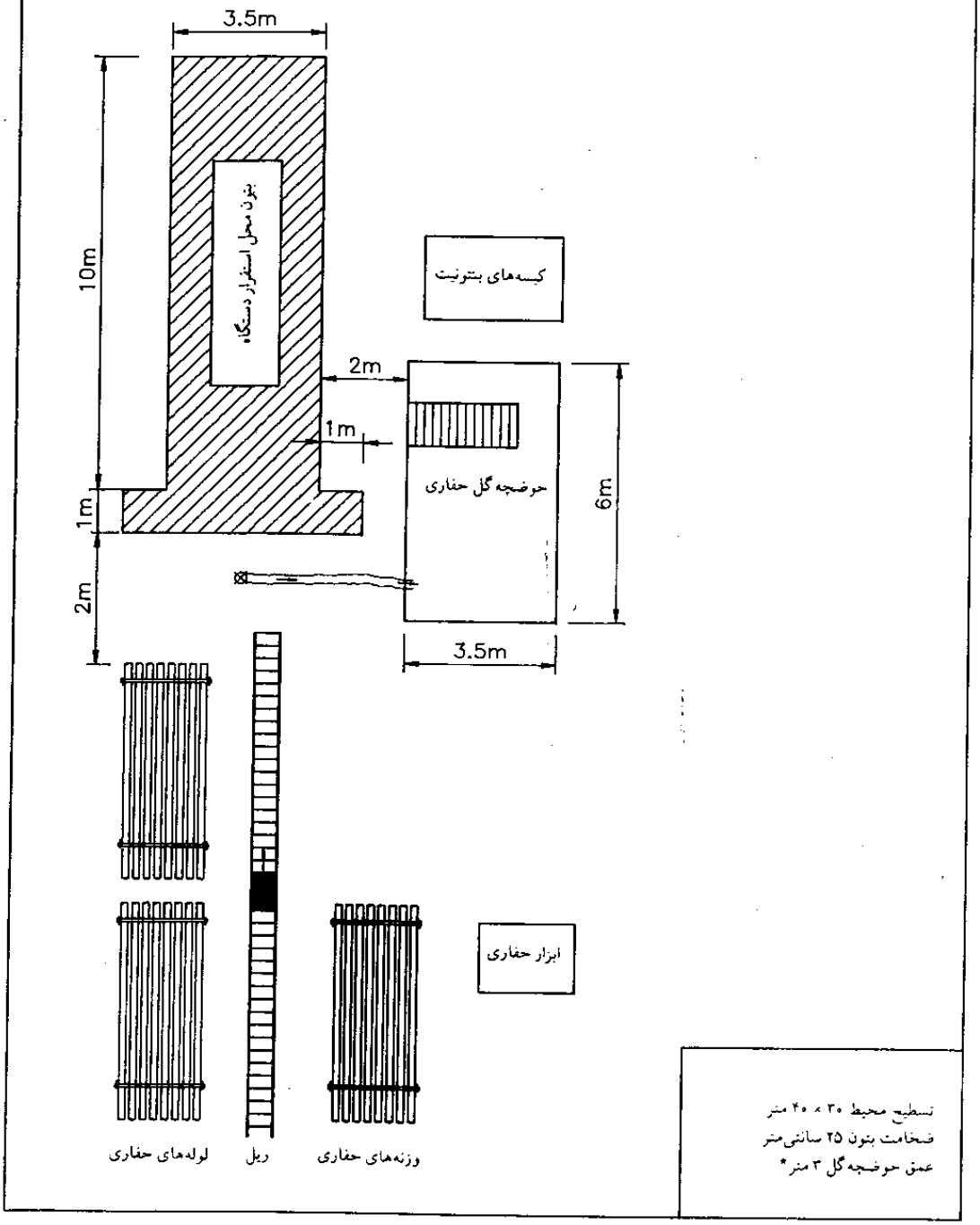
نقشه افقی آماده‌سازی محل حفاری و چگونگی استقرار لوازمات در سیستم حفاری ایرلیفت

Air Lift Drilling System



* عمق حوضچه حفاری متناسب با عمق چاه و یا امکانات تخلیه مواد کنده شده می‌تواند متغیر باشد.

نقشه افقی مربوط به آماده‌سازی محل حفاری و چگونگی استقرار لوازمات در حفاری با گردش مستقیم
(direct Circulation Drilling System)



* عمق حوضچه حفاری متناسب با عمق چاه و با امکانات تخلیه مواد کنده شده می‌تواند متغیر باشد.

گزارش عملیات حفاری چاه شماره _____

کروکی محل حفاری	
موقعیت محل حفاری: شماره چاه: کارفرما: هدف از حفاری: بهره‌برداری،پیزومتر،اکتشافی تاریخ و شماره پروانه: تاریخ تشکیل کارگاه: تاریخ شروع حفاری: سیستم حفاری: قطر حفاری اولیه: طول لوله محافظ: قطر لوله محافظ:	قطر حفاری چاه: عمق کلی: قطر لوله جداره: طول لوله جداره سطح برخورد به آب: نوع و درصد لوله‌های مشبک: آزمایش الکترولاگینگ: ساعات شستشوی چاه قبل از پمپاژ: سیمانتاسیون دیواره چاه: بلوک‌بندی سرچاهی: مسئول شیفت حفاری

تعیین کیفیت مقدماتی آب چاه (صحرائی)			
درجه حرارت C°	مقدار PH	مقدار کلر Mg / Lit	کنداکتیویته EC × 10^6