INSO
20195
1st. Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۱۹۵
چاپ اول
۱۳۹۴

حفاری اکتشافی سنگ‌ها- مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها برای اکتشاف صحرایی- آیین‌کار

Rock Drilling - Coring and Sampling of Rocks for Site Exploration - Code of Practice

ICS: 93.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) را به عهده دارد.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۹/۲۶ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی می‌شود و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط [4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC) [5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1-International Organization for Standardization
2-International Electrotechnical Commission
3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«حفاری اکتشافی سنگ‌ها- مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها برای اکتشاف صحرایی- آیین‌کار»

رییس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
سعیدی رضوی، بهزاد (دکتری زمین شناسی)	عضو هیأت علمی پژوهشگاه استاندارد ایران
دبیر:	
باقری ثانی، مهدی (کارشناس ارشد مهندسی معدن)	اداره کل استاندارد استان گلستان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی، منصوره (کارشناس ارشد زمین شناسی)	مدیر فنی آزمایشگاه بنیاد بتن کاسپین
اسمعیلی آتشگاه، سیدمحمد (کارشناس مهندسی عمران)	آزمایشگاه پی بتن گرگان
آریا خواه، علی اصغر (کارشناس مهندسی عمران)	مدیر آزمایشگاه بتن استراباد استان گلستان
تات هشتیکه، ولی (کارشناس مهندسی عمران)	مدیر فنی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان گلستان
تبریزیان، محمد رضا (کارشناس مهندسی معدن)	مسئول فنی شرکت کاوشگران عمق زمین
جعفری ایوری، سیدعلی (کارشناس مهندسی عمران)	اداره کل استاندارد استان گلستان
جعفری جوزانی، حسین (کارشناس مهندسی عمران)	شرکت ساختمانی ایستافر

حسینی، سیدمرتضی (کارشناس مهندسی صنایع)	مدیر فنی آزمایشگاه گرگان زمین
رقیمی، مصطفی (دکتری زمین شناسی)	عضو هیأت علمی دانشگاه گلستان
شریعت علوی، حسین (کارشناس ارشد مهندسی معدن)	شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس
عمرانی، هادی (دکتری زمین شناسی)	عضو هیأت علمی دانشگاه گلستان
فرمانی، محمود (کارشناس ارشد مدیریت)	مدیر کل استاندارد گلستان
قاسمی، رضا (دانشجوی دکتری مهندسی معدن)	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی
مدنی، مطهره سادات (کارشناس ارشد آمار)	دانشگاه پیام نور واحد گرگان
یزدی، محسن (کارشناس مهندسی مواد)	معاون شرکت مصالح ساختمانی گرگان زمین

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش گفتار	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ کلیات	۴
۵ اهمیت و کاربرد	۵
۶ وسایل	۶
۷ معرف‌ها و مواد	۳۰
۸ اقدامات احتیاطی	۳۱
۹ فرآیند انجام کار	۳۱
۱۰ محاسبات	۳۵
۱۱ گزارش	۳۶
۱۲ دقت و اریبی	۳۷

پیش‌گفتار

استاندارد «حفاری اکتشافی سنگ‌ها- مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها برای اکتشاف صحرایی– آیین‌کار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در ششصد و نوزدهمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد ساختمان و مصالح ساختمانی مورخ ۹۴/۱۱/۱۷ مورد تصویب قرار گرفتـه است، اینک به استنـاد بند یک ماده ۳ قانون اصـلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفـظ همگامی و هماهنگی با تحولات وپیشرفت‌های ملـی و جهانی در زمینـه صنایع، علـوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهـادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمـیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، برای مراجعه به اسـتانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آن‌ها استفاده کرد.

در تهیه وتدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورداستفاده قرارگرفته به شرح زیر است:

ASTM D2113: 2014, Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Exploration

حفاری اکتشافی سنگ‌ها- مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها برای اکتشاف

صحرایی- آیین‌کار

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد می‌باشد.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین و معرفی راهنمایی‌ها، تجهیزات و فرآیندهای مورد استفاده جهت حفاری، مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها به منظور اکتشاف مناطق مورد بررسی می‌باشد. گمانه[1]ها می‌توانند عمودی، افقی یا زاویه‌دار حفر شوند. در این استاندارد روش به‌دست آوردن داده‌ها برای طراحی، ساخت و نگهداری سازه‌ها شرح داده شده که جهت حفاری‌های سطحی و نیز حفاری در گذرگاه‌های افقی[2] و تونل‌های اکتشافی کاربرد دارد. این استاندارد شامل حفاری با مغزه‌گیری در سنگ‌های نرم و سخت می‌شود.

هشدار۱- این استاندارد دربرگیرنده ملاحظاتی که مربوط به حفاری مغزه‌گیری برای تعیین ویژگی‌های زمین‌زیست‌شناسی مناطق و نصب وسایل پایش کیفیت آب زیرزمینی می‌شود، نمی‌باشد.

هشدار۲- این استاندارد نمی‌تواند به‌طور جامع تمامی روش‌های مرتبط با مغزه‌گیری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها را بیان کند. بنابراین کاربر باید اشخاص یا شرکت‌های واجد شرایطی که قادر به تصمیم‌گیری برای انتخاب تجهیزات و روش‌های مناسب با بیشترین امکان موفقیت در منطقه مورد نظر کاربر باشند را جستجو کند. ممکن است روش‌های حفاری دیگری نیز برای حفاری و نمونه‌برداری از سنگ‌ها کاربرد داشته باشند، بنابراین اشخاص و شرکت‌های واجد شرایط باید این انعطاف‌پذیری را داشته باشند که بتوانند در مورد یک روش جایگزین که در این استاندارد ذکر نشده، داوری کنند و کاربر نیز باید قبل از شروع عملیات با سازندگان و سرمایه‌گذاران به‌منظور تعیین ویژگی‌های برنامه عملیاتی مشورت نماید.

هشدار۳- این استاندارد مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را برای انجام یک یا چند عملیات مخصوص ارائه می‌دهد. این استاندارد نمی‌تواند جایگزین مطالعات یا تجربیات انجام شده باشد و باید همراه داوری‌های حرفه‌ای افراد متخصص مورد استفاده قرار گیرد. تمام جنبه‌های ذکر شده در این استاندارد در همه شرایط کاربردی نیست. همچنین این استاندارد نباید بدون در نظر گرفتن شرایط خاص محل عملیات، مورد استفاده قرار گیرد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزیی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D653, Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids.

1- Bore hole
2- Adit

2-2 ASTM D4380, Test Method for Density of Bentonitic Slurries.

2-3 ASTM D4630, Test Method for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Low-Permeability Rocks by In Situ Measurements Using the Constant Head Injection Test.

2-4 ASTM D5079, Practices for Preserving and Transporting Rock Core Samples.

2-5 ASTM D5434, Guide for Field Logging of Subsurface Explorations of Soil and Rock.

2-6 ASTM D5782, Guide for Use of Direct Air-Rotary Drilling for Geoenvironmental Exploration and the Installation of Subsurface Water-Quality Monitoring Devices.

2-7 ASTM D5783, Guide for Use of Direct Rotary Drilling with Water-Based Drilling Fluid for Geoenvironmental Exploration and the Installation of Subsurface Water-Quality Monitoring Devices.

2-8 ASTM D5876, Guide for Use of Direct Rotary Wireline Casing Advancement Drilling Methods for Geoenvironmental Exploration and Installation of Subsurface Water-Quality Monitoring Devices.

2-9 ASTM D6032, Test Method for Determining Rock Quality Designation (RQD) of Rock Core.

2-10 ASTM D6151, Practice for Using Hollow-Stem Augers for Geotechnical Exploration and Soil Sampling.

2-11 API RP 13B, Recommended Practice Standard Procedure for Testing Drilling Fluids.

2-12 NSF/ANSI 60-1988, Drinking Water Treatment Chemicals-Health Effects.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۳-۱

گمانه

bore hole

حفاری است با قطر کم و عمق زیاد که در هر زاویه‌ای قابل حفر بوده و به منظور به‌دست آوردن داده‌ها برای طراحی، ساخت و نگهداری سازه‌ها یا دستیابی مستقیم به ماده معدنی و همچنین نمونه‌برداری از عمق و انجام سایر مطالعات حفر می‌شود.

۳-۲

گمانه کور

blind hole

گمانه‌ای است که در آن سیال حفاری به‌کاررفته، قابل بازیابی نمی‌باشد.

۳-۳

لوله نگهدارنده

casing

شامل یک لوله فولادی توخالی است که برای نگهداری دیواره گمانه و یا جایی که باید مشکل ازدست‌رفتن سیال حفاری متوقف شود، به‌کار می‌رود.

۴-۳

گمانه ریزشی

caving hole

گمانه‌ای است که دیواره‌ها یا کف آن ناپایدار بوده و به داخل گمانه حفرشده ریزش می‌کند.

۵-۳

لوله مغزه‌گیر

core barrel

یک لوله فولادی توخالی که جهت جمع‌آوری مغزه‌های حاصل از حفاری سنگ‌ها به‌کار می‌رود.

۶-۳

مته مغزه‌گیر

core bit

یک مته حفاری است که برای بریدن نمونه‌های استوانه‌ای از سنگ استفاده می‌شود و شامل یکی از موارد ذیل است: یک مته الماسه یا الماسه که با کاربیدتنگستن و فولاد سخت تقویت شده، مته پلی‌کریستاله، یا کاربیدتنگستن محکم شده بر روی یک مته استوانه‌ای که نمونه‌های استوانه‌ای از سنگ جدا می‌کند.

۷-۳

تجهیزات حفاری

drill rig

شامل واحد تأمین‌کننده نیروی حفاری، دکل حفاری، پمپ‌های انتقال‌دهنده سیال حفاری و سکوی تثبیت حفاری.

۸-۳

میله حفاری

drill rod

لوله‌های فولادی توخالی هستند که از یک طرف به مته حفاری یا لوله مغزه‌گیر و از طرف دیگر به سر چرخنده واحد تأمین نیرو متصل می‌شوند.

۹-۳

سکوی حفاری

drill platform

سکویی برای استقرار تجهیزات حفاری.

۳-۱۰

اُورِشات

overshot

یک مکانیسم قفل‌کننده در انتهای کابل بالابر است که به‌طور ویژه برای قفل کردن یا باز کردن مته پیشرو یا مجموعه لوله مغزه‌گیر هنگام استفاده از روش حفاری کابلی، به‌کار می‌رود.

۳-۱۱

مته پیشرو

pilot bit

برای اتصال به انتهای میله حفاری در روش حفاری کابلی بدون نمونه‌برداری طراحی شده است. مته پیشرو می‌تواند سخت‌بُر، مخروطی یا الماسه باشد. این مته بسته به نوع سازندهای درحال حفاری، می‌تواند به صورت یک قطعه برآمده در انتهای میله حفاری نصب شود.

۳-۱۲

گمانه فشارنده

squeezing hole

گمانه‌ای که دیواره‌های آن به طرف مرکز گمانه حرکت کرده و میله‌های حفاری را تحت فشار قرار می‌دهند.

۳-۱۳

کابل حفاری

wireline

یک کابل ساخته‌شده از رشته‌های فولادی که به غلتک بالابر متصل بوده و برای بالا و پایین بردن لوله مغزه‌گیر، میله حفاری یا سایر تجهیزات مورد نیاز داخل گمانه به‌کار می‌رود.

۳-۱۴

حفاری کابلی

wireline drilling

یک نوع حفاری دورانی با میله‌های حفاری با قطر داخلی زیاد است که دارای مته پیشرو مخصوص یا لوله مغزه‌گیر بوده که درون میله حفاری به‌وسیله یک کابل و مکانیسم قفل‌کننده اورشات بالا و پایین می‌رود.

۴ کلیات

۴-۱ حفاری

۴-۱-۱ حفاری با چرخش یک ابزار حفاری که از طریق مته و با فشار روبه‌پایین به‌وسیله میله حفاری به مته سوراخ‌کننده جهت حرکت رو به‌پایین و پیشرفت حفاری همراه است، کامل می‌شود. مته حین نفوذ در سازند سنگ‌ها را قطعه‌قطعه کرده و وسیله حفاری این قطعات را جمع‌آوری و از طریق یک فضای آنولار که بین میله حفاری و دیواره گمانه قرار دارد به بیرون از مجرای حفاری روی سطح زمین هدایت و مجرا را پاک‌سازی می‌کند. رشته میله‌های حفاری و مته همچنان نفوذ می‌کنند تا عملیات حفاری تکمیل شود.

۴-۱-۱-۱ چرخه مایع حفاری با جریان آب یا یک مایع بر پایه آب همراه با مواد افزودنی دیگر کامل می‌شود. این مواد افزودنی مثل بنتونیت یا پلیمرها به‌طور متناوب به آب اضافه می‌شوند تا محیط را خنک و لغزنده نگه داشته و انتقال قطعات کنده‌شده به سطح زمین را تسهیل نمایند. همچنین مایع حفاری مانع ریزش و تخریب دیواره گمانه می‌شود. وقتی مایع حفاری به سطح زمین رسید وارد یک لوله فرعی و از آنجا به گودالی منتقل می‌شود که در آن قطعات حفاری ته‌نشین و انباشته شده و قطعات بزرگ‌تر نیز به‌وسیله سرند لرزاننده غربال و جدا می‌شوند. و سپس مایعی که در گودال انباشته‌شده سر ریز و وارد گودال اصلی می‌شود و دوباره به‌وسیله خط مکنده پمپ گل، جمع‌آوری و وارد چرخه حفاری می‌گردد.

یادآوری- کاهش سرعت گل هنگام ورود به چاله گل ممکن است باعث چسبندگی بیش از حد آن شود که ته‌نشین شدن قطعات حفاری را با مشکل مواجه می‌کند. مخلوط کردن متناوب گل در چاله می‌تواند این مشکل را مرتفع نماید.

۴-۱-۱-۲ حفاری با هوا زمانی انجام می‌شود که استفاده از مایع در حفاری مطلوب نباشد. حفاری دورانی با هوا نیازمند استفاده از یک کمپرسور هوا با ظرفیت جابجایی بالا است که بتواند هوا را با سرعت زیاد برای پاک‌سازی قطعات حفاری انتقال دهد. قطعات در سطح زمین توسط یک جداکننده دوار جمع‌آوری می‌شوند. گاهی اوقات ممکن است مقدار کمی آب یا فوم به هوا اضافه شود تا بیرون آوردن قطعات حفاری‌شده را تسهیل نماید. حفاری با هوا ممکن است در خاکهای سست و غیرچسبنده که در پایین سطح ایستایی آب قرار دارند رضایت‌بخش نباشد.

۴-۲ مغزه‌گیری

مغزه‌گیری فرآیندی است که باعث جمع‌آوری مغزه‌های استونه‌ای سنگ به‌وسیله چرخش یک لوله فولادی توخالی (لوله مغزه‌گیر) که با یک مته مغزه‌گیری مجهز شده است، می‌شود. مغزه‌های حفاری‌شده طی انجام عملیات حفاری با احتیاط در لوله مغزه‌گیر جمع‌آوری می‌شوند.

۴-۳ نمونه‌برداری

زمانی که مغزه‌ها بریده و لوله مغزه‌گیر پر شد میله‌های حفاری با تجهیزات اورشات بیرون آورده شده و مغزه‌ها بازیابی می‌شوند، سپس نمونه‌ها بسته‌بندی و برای آزمون فرستاده می‌شوند.

۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ مغزه‌سنگ‌ها نمونه‌هایی هستند که وضعیت و شرایط فعلی موجود در زیر سطح زمین در مناطق حفر گمانه را نشان می‌دهند. آن‌ها می‌توانند نکته‌های مهمی در رابطه با ماهیت زمین‌شناسی، فیزیکی و مهندسی از شرایط زیر سطح زمین برای استفاده در طراحی و ساخت سازه‌های مهندسی ارایه دهند. مغزه‌های نمونه‌برداری شده باید تحت یک فرآیند خاص و تا زمان معین نگهداری شوند. زمان نگهداری بسته به ماهیت و اهمیت سازه مهندسی‌شده متغیر است.

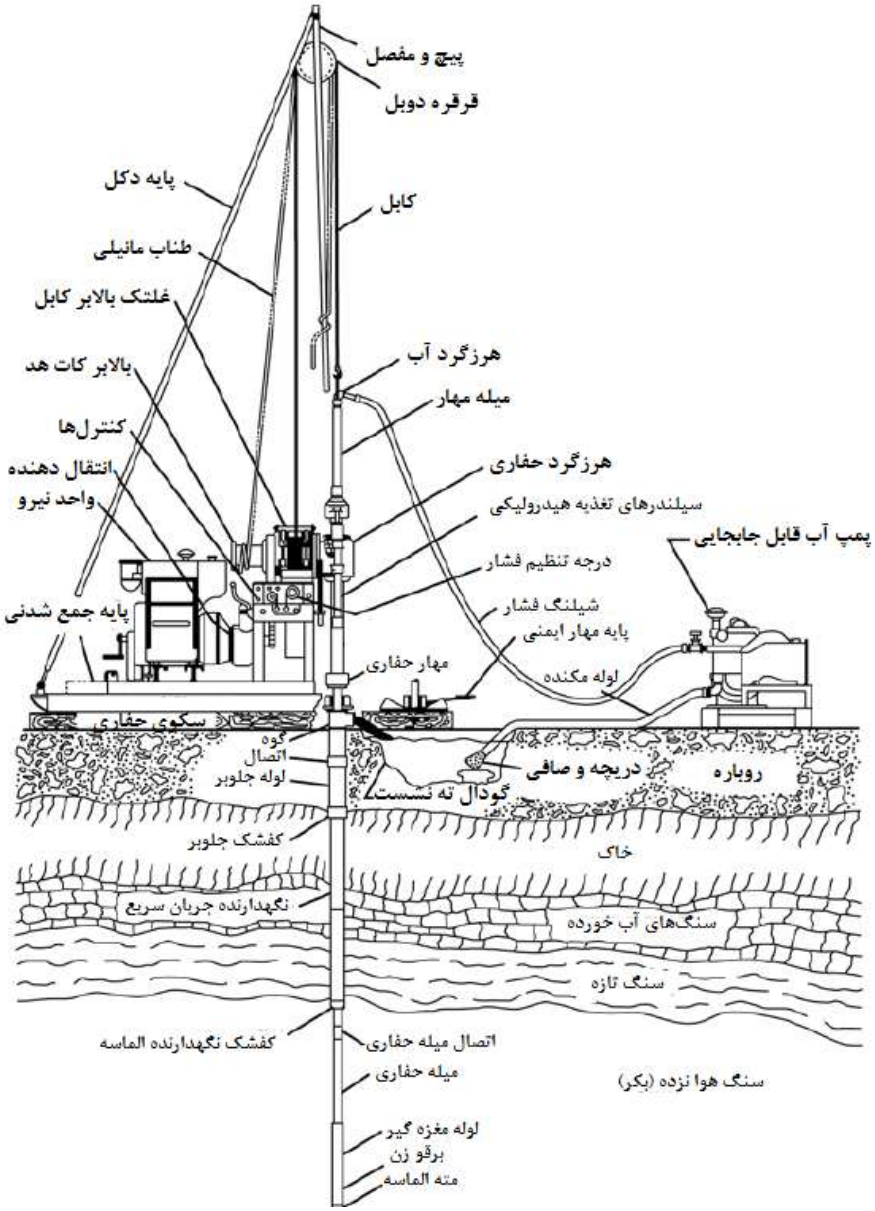
۵-۲ مغزه‌های سنگ باید به نحوی نگهداری و منتقل شوند تا تغییری در ماهیت و خصوصیات آن‌ها در اثر دگرگونی یا هوازدگی ایجاد نشود. این عوامل مخرب ممکن است رطوبت، دما و سایر عوامل محیطی باشند.

۶ وسایل

۶-۱ وسایل و تجهیزات عمومی

شکل (۱) طرح کلی یک دستگاه حفاری مغزه‌گیری را نشان می‌دهد. قطعات ضروری این دستگاه شامل بخش ایجاد نیروی دوران، سیستم بالابر، لوله نگهدارنده، میله‌های حفاری، لوله مغزه‌گیری، مته و کابل‌ها و پمپ‌های گرداننده گل حفاری هستند. علاوه‌براین، باید ابزار مخصوص بالا کشیدن، اتصال و جداسازی رشته‌ها و موارد متفرقه دیگر مثل چاله آماده‌سازی گل و چنگک مخصوص برای بیرون کشیدن میله‌های گیرکرده را دارا باشند. معمولاً یک سکوی حفاری به‌وسیله بتن مسلح در اطراف محل حفاری ساخته می‌شود.

یادآوری- وسایل ذکرشده در این استاندارد متداول‌ترین ابزار حفاری موجود هستند و استفاده از ابزارهای حفاری دیگر برطبق فناوری نوین را نفی نمی‌کنند.



شکل ۱- نمای کلی از یک دستگاه حفاری مغزه‌گیری الماسه

۶-۱-۱ عملیات مغزه‌گیری سنگ‌ها می‌تواند با سرعت چرخش‌های بالا ادامه یابد. مجموعه وسایل حفاری، میله‌ها و شبکه‌های مغزه‌گیری باید در یک مکان مسطح و در تعادل با مرکز نیروی جاذبه طراز شوند تا از آسیب به مغزه‌ها و مته‌های گران‌قیمت جلوگیری شود.

۶-۲ مجموعه تجهیزات حفاری

این مجموعه باعث تولید قدرت چرخشی و انتقال روبه‌پایین این نیرو یا اعمال فشار بر روی لوله مغزه‌گیر برای انجام عملیات مغزه‌گیری می‌شود. دستگاه حفاری مغزه‌گیری الماسه ترجیحاً با دنده هیدرولیکی و چرخ‌دنده‌ای که با سرعت‌های متفاوت کار می‌کند و هرزگرد توخالی دورانی و سیستم چرخ‌دنده‌ای یا زنجیری برای بالاکشیدن وسایل طراحی می‌شوند. کنترل دقیق فشار روی مته توسط یک سیستم با تنظیمات متغیر فشار میسر می‌شود. سیستم‌های هیدرولیکی معمولاً با یک شیر نگهدارنده که باعث تنظیم فشار روبه‌پایین دستگاه بدون درنظر گرفتن وزن ابزار یا مقدار نیرویی که روی مته است، تجهیز شده‌اند. برای حفر گمانه‌های عمیق دستگاه باید دارای یک کنترل هیدرولیکی نگهدارنده باشد تا در صورت نیاز، مانع انتقال وزن کامل میله‌ها بر روی مته شود. وسایل حفاری الماسه می‌توانند تا سرعت‌های خیلی بالا معادل rpm ۱۰۰۰ به‌کار روند در مقایسه با ابزارهای حفاری دیگر فقط در حدود rpm (۶۰-۱۲۰) سرعت دارند. اکثر مته‌های مغزه‌گیری الماسه به یک دکل بالابر مجهز هستند تا رشته‌های سنگین مته را بالا بکشند. یک کابل بالابر ثانویه نیز می‌تواند در حفاری کابلی مفید باشد.

۶-۲-۱ چارچوب وسایل حفاری باید محکم و دارای قابلیت سطح لغزنده و قابل حمل با کامیون باشد تا باعث تسهیل کار شود. در موارد خاص، این ابزار بر روی یک کشنده، قایق (در حفاری‌های روی آب) یا ستون (در حفاری‌های زیرزمینی) سوار می‌شود. بعضی از این وسایل قابلیت جداسازی جهت انتقال آسان به نقاط دوردست را دارند. نیروی مجموعه وسایل حفاری ممکن است از طریق آب، هوا، الکتریسیته، گاز یا دیزل تامین شود. رایج‌ترین منابع انرژی برای حفاری در سطح زمین، دیزل یا گاز است.

۶-۲-۲ به ندرت جهت حفاری در کاربردهای زیرزمینی عمودی است و لذا استفاده از مجموعه وسایل حفاری کوچک‌تر و معمولاً مجهز به هرزگرد، بیشتر رواج دارد. ابزار خاصی باید برای نگهداشتن میله‌های حفاری در طول مدت حفاری در زوایای زیاد مانند تاج گذرگاه‌های افقی به‌کار گرفته شود. در حفاری‌هایی که دارای فضای محدود جهت استقرار دستگاه می‌باشند، استفاده از ستون یا سطح لغزنده کوچک به‌عنوان تکیه‌گاه دستگاه امری رایج است. در حفاری زیرزمینی برای حفظ کیفیت هوا، از منابع انرژی متفاوتی استفاده می‌شود. ایستگاه‌های انتقال نیرو در دوردست معمولاً الکتریسیته، هیدرولیک، هوای فشرده یا ترکیبی از این سه است. امروزه سیستم هیدرولیک برقی بیشترین استفاده را در حفاری زیرزمینی دارد.

۶-۲-۳ ممکن است برای فراهم‌سازی یک محل محکم و مناسب جهت استقرار دستگاه حفاری، نیاز به ساخت سکو باشد. سکو در مجاورت گمانه نیز برای نگه داشتن تجهیزات، ایجاد سطح مبنا و انجام عملیات ایمن، ساخته می‌شود.

۶-۳ روش‌های دارای جریان مایع یا هوا

۶-۳-۱ انتخاب وسایل حفاری

دو روش اولیه برای خروج قطعات جداشده حاصل از حفاری، استفاده از آب یا یک مایع بر پایه آب و هوا (همرا یا بدون افزودنی) است. روش غالب، حفاری با مایعات بر پایه آب است. حفاری آب‌پایه در شرایط مختلف اعم از بالا یا زیر سطح ایستایی آب کاربرد دارد. زمانی که در حفاری، با خاک حساس در برابر آب مانند رس متورم شونده یا خاک با چگالی پایین که قابلیت تخریب زیاد دارند، مواجه شدید از روش حفاری با هوا استفاده کنید. همچنین حفاری با هوا در مواردی که در بالای سطح ایستایی آب، نیاز به انجام آزمون خاصی در منطقه غیر اشباع باشد انجام می‌گیرد. علاوه بر آن در مکان‌هایی که سنگ‌های بسیار شکسته آذرین و سازند متخلخل که باعث هدررفت مایع حفاری می‌شوند وجود داشته باشد، از هوا استفاده می‌شود.

عملکردهای مایع حفاری عبارت است از:

۶-۳-۱-۱ خارج کردن قطعات کنده‌شده حفاری؛

۶-۳-۱-۲ پایدار نگه‌داشتن گمانه؛

۶-۳-۱-۳ سرد و لغزنده نگه‌داشتن مته؛

۶-۳-۱-۴ کنترل هدررفت مایع حفاری؛

۶-۳-۱-۵ انباشت قطعات حفاری‌شده در چاله انباشت؛

۶-۳-۱-۶ تسهیل عملیات چاه‌پیمایی و ثبت داده‌های گمانه؛

۶-۳-۱-۷ معلق نگه‌داشتن قطعات حفاری شده در گمانه هنگام مغزه‌گیری؛

۶-۳-۱-۸ هیچ مخلوط مایع حفاری به‌تنهایی نمی‌تواند تمام موارد بالا را به‌طور کامل برآورده کند. در قسمت‌های بعد ملاحظات مورد نیاز برای استفاده از موادی که می‌توان در دستگاه حفاری به‌کار برد، ارایه شده است.

۶-۳-۲ شلنگ فشار، مایع حفاری یا هوا را از پمپ جریان یا کمپرسور به هرزگرد منتقل می‌کند.

۶-۳-۳ هرزگرد، مایع حفاری یا هوا را به کِلی[1] یا ستون میله‌های حفاری منتقل می‌کند.

۶-۳-۴ حفاری دوارنی به‌وسیله مایعات حفاری آب‌پایه

۶-۳-۴-۱ چاله گل مخزنی برای مایع حفاری است و اگر به‌خوبی طراحی و ساخته شود سرعت اولیه مایع حفاری را کاهش می‌دهد و امکان جدایی ذرات حفاری قبل از ورود مجدد به گمانه از مایع را فراهم می‌کند. چاله گل ممکن است از یک محفظه فلزی کم‌عمق روباز یا یک چاله گود حفرشده که از به هدررفتن مایع جلوگیری می‌کند تشکیل شده باشد. همچنین از چاله گل می‌توان به عنوان یک مخزن برای مخلوط کردن و تولید مقادیر اولیه مایع حفاری یا در برخی موارد برای اضافه کردن آب یا افزودنی‌های دیگر در طول حفاری استفاده نمود.

1- Kelly

۶-۳-۴-۲ خط مکنده که معمولاً به یک شیر کنترل یا یک صافی یا هر دو مجهز است، مایع حفاری را از چاله گل به پمپ جریان انتقال می‌دهد.

۶-۳-۴-۳ پمپ جریان باید قادر به بالاکشیدن و حرکت مایع حفاری از چاله گل به درون سیستم حفاری با میزان شدتی که ایجاد سرعت آنولار که برای خروج ذرات کنده‌شده لازم است، باشد.

۶-۳-۴-۴ مایعات حفاری آب‌پایه

چهار رده اصلی مایعات آب‌پایه عبارت است از:

آب زلال و تازه، آب همراه افزودنی‌های رسی (بنتونیت)، آب همراه با افزودنی‌های پلیمری و آب همراه با افزودنی‌های پلیمری و رسی.

الف- آب تمیز و تازه اغلب به‌تنهایی برای حفاری مغزه‌گیری به دلیل ایجاد لغزندگی کم، فرسایش زیاد به علت سرعت زیاد لازم جهت حمل ذرات حفاری و به‌هدر رفتن آب زیاد، مناسب نیست. در خاک‌های حساس در برابر آب، استفاده از موادی که در دیواره گمانه ایجاد کیک حفاری نماید، مفید خواهد بود زیرا باعث جلوگیری از نفوذ رطوبت خواهد شد. در بعضی موارد استفاه از آب برای نصب فشارسنج در جایی که دیگر مایعات مناسب نیستند، لازم است. ولی معمولاً پلیمرهای سنتزی جدیدتر برای نصب فشارسنج در چاه مناسب‌تر هستند.

ب- حفاری با گل بنتونیت معمولاً در حفاری‌های دوارنی انجام می‌گیرد. رس باید با شدت زیاد با آب مخلوط شود تا خواص آن به‌طور یکسان در آب پراکنده شود. در حفاری مغزه‌گیری الماسه غلظت پایین برای نفوذ به فضاهای کوچک لازم است. غلظت مایع گل بستگی به میزان خاک و شکل ذرات و فواصل افزودن مواد دارد. در طول حفاری با سرعت زیاد، مواد جامد تمایل دارند که به اطراف رانده شده و در لوله‌های حفاری تجمع کنند. برای حفاری الماسه حجم کمتری از محتوای جامد مناسب است. اگر نیاز به افزایش وزن مایع حفاری برای برقراری تعادل با فشار هیدروستاتیک سازند باشد افزودنی‌هایی مانند باریت و ایلمنیت برای پایین نگه‌داشتن محتوای جامد قابل استفاده است.

پ- نیاز به محتوای جامد کمتر و لغزندگی مناسب، دلایل استفاده از مایعات حفاری پلیمری است. پلیمرهای طبیعی یا سنتزشده در آزمایشگاه بهترین افزودنی به مایع در حفاری مغزه‌گیری الماسه هستند. زنجیره‌های پلیمری باعث رقیق‌سازی مایع در سرعت‌های بالای حفاری می‌شوند. مایعات پلیمری را می‌توان با استفاده از نمک‌ها سنگین نمود تا فشار هیدروستاتیک سازند حفظ شود. همچنین مواد پاک‌کننده به خطوط تخلیه اضافه نمود تا در جداسازی ذرات کنده‌شده و حفظ ویژگی‌های مایع حفاری کمک نماید.

ت- مدیریت مایعات نیازمند دارا بودن تجربیات موفقیت‌آمیز و قابل توجهی در حفاری و نمونه‌برداری است. عوامل مهم در مایعات حفاری، غلظت و چگالی هستند که این عوامل را می‌توان از طریق آزمون بهبود بخشید. روش‌های ذکر شده در بند ۲-۲ و ۲-۱۱ فرآیند آزمون مایع حفاری را توضیح می‌دهند. طراحی مایعات حفاری را می‌توان از طریق مشورت با تولیدکنندگان، کاربران و بازبینی فرآیند، بهبود بخشید. به دلیل تعداد زیاد کاربران و تنوع بالای نیازهای پروژه‌های مختلف تهیه یک فرآیند مشخص جهت طراحی مایع حفاری امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۶-۳-۵ حفاری دورانی با استفاده از هوا

۶-۳-۵-۱ کمپرسور هوا باید حجم مناسب از هوای بدون آلودگی برای خارج کردن ذرات حفاری را تولید کند. میزان هوا بسته به نوع میله حفاری، نوع مته، نوع بستر حفاری، عمق حفاری زیر سطح ایستایی آب و عمق کلی حفاری متغیر است. سرعت هوای تزریق شده بسته به فضای آنولار ایجاد شده در هنگام ورود به گمانه یا خروج از آن تغییر کرده و بین rpm (۱۰۰۰ – ۱۳۰۰) متغیر است هر چند سرعت جریان کمتر از $1000rpm$ نیز برای خروج ذرات حفاری کفایت می‌کند. ممکن است عملیات بغل تراشی[1] (برقوزنی) برای حفظ و ایجاد جریان آنولار بین دیواره چاه و قطر خارجی میله‌های حفاری لازم باشد. برای برخی از شرایط زمین‌شناسی، فرسایش ناشی از انفجار باد ممکن است باعث افزایش قطر گمانه در قسمت‌هایی که مواد سنگی سریع‌تر فرسایش می‌یابند شود، لذا جریان $1000rpm$ جهت خروج ذرات حفاری مناسب نخواهد بود. در برخی مناطق جغرافیایی قدرت فرسایشی هوا ممکن است قطر گمانه را افزایش دهد و سرعت $1000rpm$ برای خارج کردن ذرات حفاری مناسب نباشند.

۶-۳-۵-۲ هوای فشرده به‌تنهایی می‌تواند ذرات حفاری را از گمانه خارج و مته را خنک کند. هوای خالص به‌تنهایی برای زمین‌های مرطوب به‌خوبی عمل نمی‌کند. در زمین‌های مرطوب و رسی، گل حفاری به صورت حلقوی درآمده و مته را به صورت کروی احاطه می‌کند. در برخی شرایط زمین‌شناسی، آب به جریان هوا اضافه می‌شود تا مانع تولید گرد و خاک شده و از گلی که به میله‌های حفاری می‌چسبد جلوگیری کند. در زمان افزودن آب باید عمق تزریق اندازه‌گیری شده و مستند گردد. در این موارد افزودن آب و یک ماده فوم‌مانند برای بدست آوردن ترکیب مطلوب توصیه می‌شود. تحت شرایط دیگر مثلاً اگر گمانه شروع به نشت آب کند، افزودن فوم لازم است. عمقی که در آن فوم اضافه می‌شود نیز باید ثبت و مستند شود. اگر تراوش آب در گمانه مانع از جریان شود استفاده از فوم سفت‌کننده لازم می‌شود. حفاری با هوا در مناطق غیر مستحکم که خاک چسبندگی خوبی ندارد و زیر سطح ایستایی آب قرار دارد مناسب نیست و بهتر است در این موارد از حفاری با آب استفاده شود.

۶-۳-۵-۳ جمع‌کننده گرد و غبار، هوا و ذرات حفاری را از انتهای گمانه خارج می‌کند و به یک دستگاه تصفیه هوا منتقل می‌نماید (سیکلون جداکننده).

۶-۳-۵-۴ دستگاه سیکلون جداکننده[2] به‌وسیله یک جمع‌کننده غبار، ذرات را از هوا پاک‌سازی می‌کند. یک دستگاه تصفیه مناسب می‌تواند تمام ذرات هوای برگشتی را تصفیه نماید ولی معمولاً مقدار کمی ذرات ریز همراه هوای پاک از دستگاه به جو تخلیه می‌شود. بعضی دستگاه‌های تصفیه فقط یک سیکلون جداکننده دارند در حالی‌که بعضی دیگر علاوه بر سیکلون جداکننده دارای یک دمنده و فیلترهای نمونه‌برداری هستند. در مواردی که فوم استفاده می‌شود، سیکلون جداکننده کاربرد نداشته و تخلیه فوم در دهانه گمانه باعث تهویه می‌شود.

1- Reaming
2- Cyclone separator

۴-۶ قطر گمانه

در طول برنامه‌ریزی یک طرح مغزه‌گیری، انتخاب قطر گمانه و اندازه مغزه جزء مهم‌ترین ملاحظات است. بیشتر عملیات مغزه‌گیری، با نگهدارنده و لوله‌های مغزه‌گیر استانداردی که به‌وسیله سازندگان دستگاه‌های مغزه‌گیری الماسه (DCDMA)[1] تولید می‌شوند، انجام می‌شود. جدول (۱) خلاصه‌ای از اصطلاحاتی که برای اندازه گمانه به‌کار می‌روند، نشان می‌دهد. برای هر اندازه گمانه یک گروه لوله نگهدارنده، لوله مغزه‌گیر، مته‌ها، محافظ مته و میله حفاری که با حروف لاتین مشابه (از A تا Z) شروع می‌شوند، وجود دارد. علاوه بر این، گام تغییر اندازه‌ها به نحوی طراحی شده که حرف اندازه کوچک‌تر بعدی می‌تواند در گروه بزرگ‌تر بعدی استفاده شود. این هم‌پوشانی نگهدارنده‌ها، مغزه‌گیرها و میله‌ها، امکان حفاری تلسکوپی در سازندهایی که حفاری در آن‌ها با مشکل مواجه شده‌است، ممکن می‌کند. چون لوله‌های مغزه‌گیر باید از میان لوله نگهدارنده عبور کنند، باید انتخاب قطر ابتدایی حفاری تلسکوپی، مناسب در نظر گرفته شود.

جدول ۱- مشخصات مشترک سازندگان دستگاه حفاری مغزه‌گیری الماسه

طراحی لوله نگهدارنده طبق روش DCDMA							
نام رده	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (سری W) (mm)	قطر داخلی (سری X) (mm)	گالن (در ۳۰ متر)	وزن (در ۰/۳ متر)	تعداد رزوه (در۲/۵۴سانتی‌متر)	
						سری W	سری X
RW,RX	۳۶/۵	۳۰/۵	۳۰/۲	۵/۷	۱/۸	۵	۸
EW,EX	۴۶/۰	۳۸/۱	۴۱/۳	۹/۲	۲/۸	۴	۸
AW,AX	۵۷/۲	۴۸/۱	۵۰/۸	۱۴/۸	۳/۸	۴	۸
BW,BX	۷۳/۰	۶۰/۳	۶۵/۱	۲۳/۹	۷/۰	۴	۸
NW,NX	۸۸/۹	۷۶/۲	۸۱/۰	۳۶/۷	۸/۶	۴	۸
HW,HX	۱۱۴/۳	۱۰۰/۰	۱۰۴/۸	۶۵/۳	۱۱/۳	۴	۵
PW,PX	۱۳۹/۷	۱۲۷/۰	۱۳۰/۲	-	۱۴/۰	۳	۵
SW,SX	۱۶۸/۳	۱۵۲/۴	۱۵۸/۸	-	۱۶/۰	۳	۵
UW,UX	۱۹۳/۷	۱۷۷/۸	۱۸۲/۶	-	-	۲	۴
ZW,ZX	۲۱۹/۱	۲۰۳/۲	۲۰۸/۰	-	-	۲	۴

یادآوری- نگهدارنده سری W به "نگهدارنده با اتصال هم‌سطح" معروف است. نگهدارنده سری W دارای یک قطر داخلی در تمام طول لوله است در حالی که سری X دارای قطر متفاوت با قطر اتصال داخلی و برابر با قطر هم‌سطح دیواره داخلی است.

یادآوری- استفاده از حروف نمایه و نتایج در این استاندارد به معنای محدود کردن این استاندارد برای استفاده صرف از روش DCDMA نمی‌باشد. استفاده از این جدول و مراجع ذکرشده به‌دلیل استفاده گسترده در ساخت وسایل حفاری طبق روش

1- Diamond Core Drill Manufacture Association

DCDMA است. تجهیزات مشابه از لحاظ اندازه در سیستم استاندارد متریک نیز قابل قبول است مگر اینکه بر استفاده از این روش به‌وسیله مهندس یا زمین‌شناس تصریح شده باشد.

۶-۴-۱ قطر مغزه، طراحی لوله مغزه‌گیر، طراحی مته و روش حفاری تاثیر مستقیمی بر کیفیت نمونه دارند. معمولاً در حفاری در سازندهای نرم، نمونه‌های قطورتر کیفیت بهتری را فراهم می‌کنند.

معمولاً نمونه‌برداری از درزه‌ها و شکاف‌های سنگ کار سختی است. طراحی یک قطر لوله مغزه‌گیر بزرگ‌تر می‌تواند به کاهش تنش برشی در مناطق حساس و درزه‌دار و در نتیجه کاهش آسیب مکانیکی کمک کند. برای مغزه‌گیری مرتبط با حفاری‌های اکتشافی سطحی، حداقل اندازه مغزه، مطابق با اندازه ذکرشده در سری N می‌باشد.

۶-۴-۲ در عملیات مغزه‌گیری از بتن، توجه اولیه برای انتخاب قطر مغزه، اندازه بزرگ‌ترین دانه‌ها است. برای تعیین سطح مشترک مقاومت برشی در خطوط جابجایی، قطر مغزه باید ۲٫۵ تا ۳ برابر اندازه بزرگ‌ترین دانه باشد.

۶-۴-۳ در حفاری سنگ‌های سخت زیرزمینی از مغزه‌های کوچک‌تر برای تسهیل عملیات حفاری استفاده می‌شود.

۶-۵ لوله نگهدارنده

در بیشتر عملیات‌های مغزه‌گیری طراحی لوله نگهدارنده در روباره‌ها مخصوصاً نزدیک سطح زمین برای کنترل جریان مایع حفاری ضروری است. معمولاً لوله نگهدارنده در خاک‌ها و روباره‌های حساس به گونه‌ای نصب می‌شود که انتهای لوله نگهدارنده روی یک سنگ بستر مناسب یا در عمقی پایین‌تر از خاک‌های حساس در برابر آب به‌طور محکم و ثابت قرار گیرد. نگهدارنده استفاده شده باید اجازه عبور بزرگ‌ترین لوله مغزه‌گیر را فراهم کند و هیچ‌گونه آشفتگی در قطر داخلی نداشته باشد. فهرستی از اندازه لوله نگهدارنده بر اساس روش DCDMA در جدول (۱) نشان داده شده است. برای عملیات مغزه‌گیری از سری W استفاده می‌شود تا با لوله مغزه‌گیر هماهنگی داشته باشد.

۶-۵-۱ انتخاب لوله نگهدارنده و میله‌های حفاری بر اساس سرعت گردش مایع حفاری در هنگام ورود یا خروج از گمانه تعیین می‌شود. این سرعت باید به اندازه‌ای باشد که همه ذرات حفاری را خارج کند.

۶-۵-۲ لوله نگهدارنده یا نگهدارنده موقت گمانه می‌تواند به روش‌های مختلفی نصب شود. یک روش، حفاری تدریجی و نصب تدریجی نگهدارنده است. نگهدارنده باید دارای کفشک محکم‌کننده باشد تا مانع آسیب رزوه‌های انتهایی شود. قطر داخلی کفشک باید برابر با قطر داخلی نگهدارنده باشد تا مانعی برای خروج لوله مغزه‌گیر نباشد. در برخی مواقع در مناطق حساس به آب، برای تثبیت نگهدارنده از سیمان‌کاری استفاده می‌شود. نگهدارنده می‌تواند دارای کفشک الماسه باشد که در این صورت با حفاری دورانی نصب خواهد شد. در این صورت قطر داخلی کفشک و نگهدارنده باید مشابه باشد. کفشک‌های نگهدارنده نباید با مته‌های نگهدارنده اشتباه شوند. مته‌های نگهدارنده فقط برای نصب موقت نگهدارنده در جایی که مغزه‌گیری نیاز نباشد، کاربرد دارند. مانند قطرهای بزرگ حفاری برای نصب نگهدارنده به صورت تلسکوپی. مته‌های لوله نگهدارنده، قطر داخلی کمی دارند که مناسب عبور لوله مغزه‌گیر با اندازه اسمی مشابه نمی‌باشند. در

خاک‌های روباره‌ای می‌توان از اُگر با محور توخالی جهت نصب نگهدارنده استفاده نمود. ممکن است از آستر برای استفاده در قطر داخلی نگهدارنده یا اُگر جهت افزایش سرعت جریان و بهینه‌سازی خروج ذرات حفاری استفاده شود. در صورت استفاده از آستر باید در حفظ مسیر صحیح حفاری دقت نمود.

۶-۶ میله‌های حفاری

انتخاب میله حفاری بر پایه سرعت مایع حفاری در ورودی یا خروجی گمانه است. سرعت ورودی باید به حدی باشد که تمام ذرات حفاری را خارج کند. بیشتر عملیات‌های حفاری با استفاده از میله‌های حفاری ذکر شده در روش DCDMA و اندازه‌های پیشنهادی آن طبق جدول (۲) انجام می‌شود. میله‌های حفاری به صورت لوله‌های فولادی و به گونه‌ای که قطر دیواره آن دارای جریان سریع باشد ساخته می‌شوند. در هر انتهای میله حفاری، رزوه مادگی جهت اتصال تعبیه شده است. میله‌ها با پین‌های متحرک یا ثابت به هم وصل و با استفاده از مالیدن مواد روان‌کننده اضافی در دیواره داخلی به هم محکم می‌شوند. بعضی از پین‌ها از فولاد با مقاومت بالا ساخته می‌شوند زیرا محل اتصال یک نقطه ضعیف به‌حساب می‌آید که مستعد شکست است. بعضی از میله‌های برزگ‌تر از مواد کامپوزیتی ساخته می‌شوند تا وزن را کاهش دهند. میله‌های غیر مغناطیسی در گمانه‌هایی که نقشه‌برداری مغناطیسی انجام می‌شود به‌کار می‌روند.

۶-۶-۱ جداول (۳) و (۴) فهرستی از ابعاد مورد استفاده در روش حفاری کابلی و API را نشان می‌دهند که می‌توان از این ابعاد میله نیز بهره برد. ابعاد ذکر شده در روش کابلی استاندراد نبوده و مخصوص سازندگان منحصربفرد هستند. قسمت داخلی میله‌ها در روش API دارای آشفتگی دیواره در محل اتصال است و نباید در حفاری با هوا مورد استفاده قرار گیرد زیرا موجب ایجاد فرسایش ناشی از جریان هوا در سازند خواهد شد.

۶-۷ لوله‌های مغزه‌گیر متداول

انواع مختلفی از لوله مغزه‌گیر در دسترس است. در یک نوع از آن‌ها، مغزه‌گیر به میله حفاری متصل شده و کل مجموعه میله‌ها و مغزه‌گیر باید هنگام پرشدن لوله مغزه‌گیر از گمانه خارج شود. از یک گشتاور پیچشی در مرکز میله حفاری در زمان پمپاژ مایع حفاری به سمت مته استفاده می‌شود. این جریان در یک محیط آنولار بین دیواره گمانه و قسمت خارجی لوله مغزه‌گیر و میله‌های حفاری دوباره خارج می‌شود. مغزه‌گیرهای رایج، بیشتر در حفاری‌های کوچک مثل گمانه‌های کوتاه زیرزمینی یا نمونه‌برداری‌های متناوب استفاده می‌شوند. بیشتر عملیات‌های بزرگ تولید مغزه امروزه با روش‌های کابلی انجام می‌شود.

۶-۷-۱ انواع مختلفی از ابعاد مغزه‌گیرها بر طبق معیارهای روش DCDMA در شمال آمریکا وجود دارند. سازمان‌های دیگر مثل انستیتوی استاندارد انگلستان از معیارهای DCDMA استفاده می‌کنند ولی بعضی دیگر، از معیارهای متفاوتی مثل معیار متریک یا سوئدی استفاده می‌کنند. سری‌های DCDMA WG و WM و WT دارای ابعاد استاندارد ذکر شده در جدول (۵) می‌باشند. بیشتر تولیدکنندگان مغزه‌گیر از یکی از معیارهای این سری‌ها استفاده می‌کنند اما مغزه‌گیر با ابعاد و ویژگی‌های متفاوت نیز ممکن است به‌وسیله بعضی از تولیدکنندگان ساخته شود. بعضی سازندگان، مغزه‌گیرهایی تولید می‌کنند که از روش DCDMA تبعیت نمی‌کنند به‌عنوان مثال می‌توان به سری‌های D_3 و D_4 که در جدول (۵) نشان داده شده‌اند، اشاره

کرد. استفاده از سایر مغزه‌گیرهای غیراستاندراد به شرط مناسب بودن مغزه‌گیر برای شرایط حفاری و گزارش نوع مغزه‌گیر، بلامانع است.

جدول ۲- مشخصات مشترک سازندگان دستگاه حفاری مغزه‌گیری الماسه

میله‌های حفاری						
سری W						
نوع میله	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (mm)	مشخصه اتصال (mm)	وزن (در ۰/۳ متر)	تعداد رزوه (در۲/۵۴ سانتی‌متر)	نوع رزوه
RW	۲۷/۸	۱۸/۳	۱۰/۳	۱/۴	۴	منظم
EW	۳۴/۹	۲۲/۲	۱۲/۷	۲/۷	۳	منظم
AW	۴۴/۴	۳۱/۰	۱۵/۹	۴/۲	۳	منظم
BW	۵۴/۰	۴۴/۵	۱۹/۰	۶/۱	۳	منظم
NW	۶۶/۷	۵۷/۴	۳۴/۹	۷/۸	۳	منظم
HW	۸۸/۹	۷۷/۸	۶۰/۳	۹/۵	۳	منظم
سری WJ						
AWJ	۴۴/۵	۳۶/۴	۱۶/۱	۳/۶	۵	باریک شونده
BWJ	۵۴/۰	۴۶/۰	۱۹/۳	۵/۰	۵	باریک شونده
NWJ	۶۶/۷	۵۷/۰	۲۸/۸	۶/۰	۴	باریک شونده
KWJ	۷۳/۰	۶۱/۹	۳۴/۹	-	۴	باریک شونده
HWJ	۸۸/۹	۷۳/۱	۴۴/۵	-	۴	باریک شونده
استاندارد قدیمی						
E	۳۳/۳	۲۱/۴	۱۱/۱	-	۳	منظم
A	۴۱/۳	۲۸/۶	۱۴/۳	-	۳	منظم
B	۴۸/۴	۳۵/۷	۱۵/۹	-	۵	منظم
N	۶۰/۳	۵۰/۸	۲۵/۴	-	۴	منظم

جدول ۳- ابعاد میله‌های حفاری در حفاری کابلی

نوع میله	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (mm)	گالن (در ۳۰ متر)	وزن (در ۰/۳ متر)	رزوه (در ۲/۵۴ سانتی‌متر)	نوع رزوه
AQWL	۴۴/۵	۳۴/۹	۷/۷	۳/۳	۴	باریک شونده
AXWL	۴۶/۰	۳۸/۱	۹/۱۸	۲/۸	۴	منظم
BQWL	۵۵/۶	۴۶/۰	۱۳/۴	۴/۰	۳	باریک شونده
BXWL	۵۷/۲	۴۸/۴	۱۴/۸۲	۳/۸	۴	منظم
NQWL	۶۹/۹	۶۰/۳	۲۳/۰	۵/۲	۳	باریک شونده
NXWL	۷۳/۰	۶۰/۷	۲۳/۳۰	۶/۸	۳	منظم
HQWL	۸۸/۹	۷۷/۸	۳۸/۲	۷/۷	۳	باریک شونده
HXWL	۸۸/۹	۷۶/۲	۳۶/۷۲	۸/۷	۳	منظم
PQWL	۱۱۷/۵	۱۰۳/۲	-	-	-	-
CPWL	۱۱۷/۵	۱۰۱/۶	-	-	-	-

یادآوری- سری‌های Q و X طراحی ویژه سازندگان هستند.

جدول ۴- ابعاد میله‌های حفاری در روش انستیتوی نفت آمریکا

اتصالات در روش API- سطح خارجی منظم		
اندازه/نوع	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (mm)
API $2\ ^{-3}/_{8}$	۷۹٫۴	۲۵٫۴
API $2\ ^{-7}/_{8}$	۹۵٫۳	۳۱٫۸
API $3\ ^{-1}/_{2}$	۱۰۸٫۰	۳۸٫۱
API 4	۱۳۳٫۴	۴۴٫۵
API $4\ ^{-1}/_{2}$	۱۴۶٫۱	۵۷٫۲
API $5\ ^{1}/_{2}$	۱۷۱٫۵	۶۹٫۹
API $6\ ^{5}/_{8}$	۱۹۶٫۹	۸۸٫۹
API $7\ ^{5}/_{8}$	۲۲۵٫۶	۱۰۱٫۶
API $8\ ^{5}/_{8}$	۲۵٫۴	۱۲۰٫۷
اتصالات در روش API- سطح داخلی منظم		
اندازه/نوع	قطر خارجی (mm)	قطر داخلی (mm)
API $2\ ^{-3}/_{8}$	۸۵٫۷	۴۴٫۵
API $2\ ^{-7}/_{8}$	۱۰۴٫۸	۵۴٫۰
API $3\ ^{-1}/_{2}$	۱۲۰٫۷	۶۸٫۳
API 4	۱۴۶٫۱	۸۲٫۶
API $4\ ^{-1}/_{2}$	۱۵۵٫۶	۹۵٫۳

۶-۷-۲ در اغلب اکتشافات و وقتی که نوع سنگ‌ها ناشناخته هستند، بهتر است از یک هرزگرد مناسب و یک مغزه‌گیر دوگانه با لوله قابل شکاف داخلی یا لوله صلب با قابلیت شکاف در نقاط مورد نظر (که به لوله سه‌گانه نیز معروف است)، استفاده نمود. لوله باید معادل یا بهتر از سری M باشد تا از هدررفت گل حفاری جلوگیری کند. اگر سازند دارای مقدار کمی سنگ و حاوی لایه‌بندی خاک مانند مثل شیل با درون‌لایه‌های رس باشد، ممکن است یک قطر بزرگ برای لوله مغزه‌گیر در نظرگرفته تا بازیابی مغزه بهتر شود. این ترکیبات مطلوب در زیر بحث شده‌اند.

۶-۷-۳ لوله‌های مغزه‌گیر با طول ۱٫۵ یا ۳ متر به‌کار می‌روند. لوله ۳ متری در شرایط مناسب سنگ استفاده شده و در صورت مواجهه با سنگ‌های نرم، شکننده و خیلی شکسته در سازند از لوله ۱٫۵ متری برای تهیه بلوک سنگی بهتر و افزایش بازیابی مغزه استفاده می‌شود.

۶-۷-۴ اجزای مهم طراحی یک لوله مغزه‌گیر متداول عبارت‌استاز: نوع لوله (یگانه، دوگانه یا سه‌گانه)، چرخش لوله داخلی (ثابت یا هرزگرد)، نوع مته مغزه‌گیری، وضعیت خروج مایع حفاری، بالابر مغزه و بغل‌تراش (برقوزن) است.

۶-۷-۵ مغزه‌گیر تک‌لوله‌ای دارای ساده‌ترین نوع طراحی است (شکل ۲). مایع حفاری در تمام لوله جریان می‌یابد و وقتی مغزه از سنگ مادر شکسته و جدا شد کل مجموعه خواهد چرخید تا مغزه را بازیابی نماید.

به‌دلیل هدررفت مایع حفاری و اثرات چرخشی نامطلوب، استفاده از این مغزه‌گیر برای نمونه‌برداری در سنگ نرم و شکننده و حساس در برابر آب کاربرد ندارد. سایر معایب استفاده از این مغزه‌گیر عبارت‌استاز: عملکرد ضعیف مته الماسه در سنگ نرم و شکننده، افزایش قطعه‌قطعه شدن مغزه و فرسایش بالای مته الماسه به دلیل حفاری مجدد. این روش فقط برای نمونه‌برداری از سنگ‌های توده‌ای، سخت و یکنواخت مناسب است. به خاطر این معایب استفاده از این مغزه‌گیر برای اکتشافات رایج پیشنهاد نمی‌شود.

۶-۷-۵-۱ درکاربردهای کم‌عمق (معمولاً کمتر ۲ متر) در بتن مناسب یا سیمان خاکی از مغزه‌گیر تک‌لوله‌ای با تجهیزات حفاری قابل حمل استفاده می‌شود. اگر شواهدی دال بر فرسایش، شکستگی یا قطعه‌قطعه شدن مغزه مشاهده شد، باید استفاده از مغزه‌گیر با لوله دوگانه و هرزگرد مناسب مد نظر باشد.

۶-۷-۶ مغزه‌گیر دولوله‌ای دارای یک لوله داخلی است که مانع تماس مغزه با گل حفاری و فرسایش ناشی از آن می‌شود. قسمت انتهایی مغزه ممکن است بر اساس محل خروج مایع حفاری، با آن برخورد داشته باشد. بعضی مغزه‌گیرها طوری طراحی شده‌اند که خروج مایع حفاری در آن‌ها نزدیک به بالابر، نزدیک به مته یا در بالای مته قرار گرفته است. از مزایای مغزه‌گیر با لوله دوگانه، حفاظت بهتر از مغزه‌ها، کاهش فرسایش ناشی از شسته شدن و بازیابی بهتر مناطق ضعیف سازند است.

۶-۷-۶-۱ لوله داخلی در مغزه‌گیر نوع دولوله‌ای ممکن است ثابت یا از نوع شکافتی باشد. لوله طوری طراحی می‌شود تا در خطوط مشخص قابل شکافت باشد که دراین‌صورت نیازمند قطر داخلی مخصوص برای مته است. استفاده از این مغزه‌گیرها برای مدیریت راحت‌تر مغزه‌ها است. قسمت‌هایی از مغزه که دارای شکاف‌های کوچک هستند ممکن است دست نخورده بمانند. مغزه‌ها روی یک نیم‌استوانه از جنس PVC غلتانده می‌شوند. دلیل استفاده از نیم‌استوانه‌های PVC با قابلیت تقسیم، قرارگیری مغزه‌ها در جعبه‌های قابل حمل و درزبندی آن‌ها برای محافظت در برابر رطوبت است. در مورد مواد مشخصی مانند شیل‌های منبسط شونده یا سنگ‌های بلوکی بسیار شکسته ممکن است خط تقسیم جابجا شود حتی اگر تبدیل حرکت دورانی به خطی قبل از نمونه‌برداری باشد. دراین موارد پاک‌سازی لوله داخلی دشوار است. راه چاره استفاه از یک شبکه مغزه‌گیرکوتاه‌تر و استفاده از مغزه‌گیر لوله‌ای سه‌گانه همراه با خارج‌کننده یا خط تقسیم ثابت است.

۶-۷-۶-۲ مغزه‌گیر دو لوله‌ای در دو طرح ثابت یا دارای هرزگرد وجود دارد.

۶-۷-۶-۲-۱ مغزه‌گیر دولوله‌ای ثابت، این نوع به دلیل محدودیت‌هایی که در ادامه گفته می‌شود امروزه به ندرت استفاده می‌شود. در این نوع مغزه‌گیر ثابت، لوله داخلی ثابت است و با سرعتی برابر با لوله خارجی می‌چرخد. این نوع مغزه‌گیرها قطعات کمی دارند ولی معایب آن‌ها مانند معایب مغزه‌گیرهای تک‌لوله‌ای است. بازیابی مغزه ضعیف بوده و در سازندهای ضعیف و شکننده پوشش الماسه کاربرد ندارد. در نهشته‌های نرم‌تر، چرخش در هنگام مغزه‌گیری باعث شکست مغزه‌ها و قطعه‌قطعه شدن و خردشدگی آن‌ها و فرسایش پوشش الماسه می‌شود. برای اکتشافات معمول و زمانی که جنس سنگ‌ها ناشناخته است، این مغزه‌گیر توصیه نمی‌شود و فقط در مواردی که جنس سازند سخت و مناسب باشد استفاده از آن قابل قبول است.

۶-۷-۶-۲-۲ مغزه‌گیر دولوله‌ای دارای هرزگرد، دراین مغزه‌گیر، لوله داخلی از طریق یک یاتاقان به رشته حفاری متصل شده که به آن اجازه می‌دهد در مدت زمان مغزه‌گیری بی‌حرکت بماند (شکل‌های ۳ و ۴). مغزه در هنگام ورود به خطوط تقسیم کاملاً محافظت می‌شود. این طرح از شکست و خردشدگی و

قطعه‌قطعه شدن مغزه جلوگیری می‌کند. بر اساس محل خروجی مایع حفاری، ممکن است مغزه در انتهای مغزه‌گیر در معرض تماس با مایع قرار گرفته و منجر به فرسایش قسمت‌های نرم و شکسته سازند شود. مغزه‌گیر دولوله‌ای دارای هرزگرد، بهترین انتخاب برای حفاری در سنگ‌ها با سختی و شکستگی‌های متفاوت می‌باشد. این نوع مغزه‌گیر معمولاً دارای کمترین وسایل مورد نیاز بوده و هنگامی که حفاری اکتشافی برای سازه‌های مهندسی با شرایط بسیار متغیری روربرو می‌شود، کاربرد دارد.

۶-۷-۷ مغزه‌گیر لوله‌ای سه‌گانه، که در اصل یک مغزه‌گیر دولوله‌ای به همراه یک خط تقسیم درون لوله داخلی است. خط داخلی از نیم‌دایره فلزی یا آکریلیک لوله‌ای ساخته شده است. استفاده از خطوط تقسیم باعث افزایش بازدهی در مدیریت و ثبت مغزه‌ها می‌شود. اگر هدف از اکتشاف فقط ثبت مغزه‌ها باشد، استفاده از خطوط تقسیم آکریلیکی قابل قبول است.

۶-۷-۱ خیلی از سازندگان انواع مختلف از مغزه‌گیرهای سه‌گانه و لوله‌های مغزه‌گیر که دارای سیستم خارج‌کننده هیدرولیکی مغزه هستند، پیشنهاد می‌کنند. این سیستم به‌وسیله یک پیستون که در بالای لوله داخلی قرار دارد، به پاک‌سازی خطوط داخلی مغزه کمک می‌کند. این ویژگی مخصوصاً زمانی که خطوط تقسیم به دلیل انبساط جانبی مغزه‌ها خم شده است، مفید خواهد بود. سیستم خارج‌کننده، بارگیری و تخلیه خطوط را تسهیل می‌کند.

۶-۷-۸ طرح‌های استاندارد رایج برای لوله مغزه‌گیرها در روش DCDMA سه سری به نام‌های WT، WM و WG هستند.

۶-۷-۸-۱ لوله‌های سری G ساده‌ترین طراحی را دارند و به‌وسیله یک پین ساده به مته رزوه شده و بالابر مغزه داخل آن قرار می‌گیرد. به دلیل سادگی طرح، این لوله‌ها جزء بزرگ‌ترین مغزه‌گیرها با کمترین قطعات و نگهداشت پایین هستند. تنها عیب آن‌ها این است که خروج مایع حفاری از قسمت بالایی بالابر، باعث در معرض‌قرارگرفتن انتهای مغزه در برابر مایع در هنگام حفاری خواهد شد.

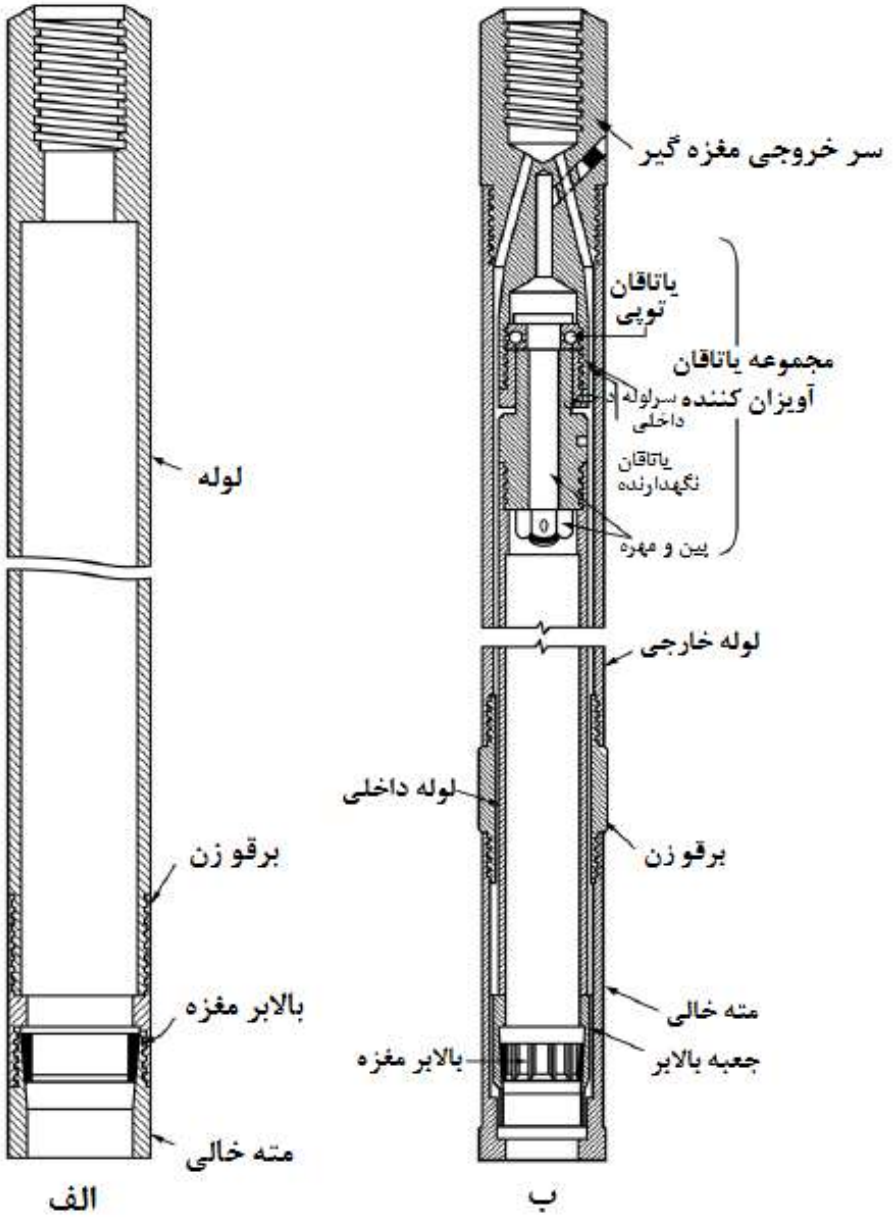
۶-۷-۸-۲ طرح مغزه‌گیر M بهترین وسیله برای بازیابی مغزه از سنگ حتی در لایه‌های بسیار شکننده و حفره‌دار است. لوله داخلی مجهز به یک جعبه بالابر شده که تا بالای مته ادامه دارد و لذا تماس مغزه با مایع حفاری را در زمان حفاری کاهش می‌دهد. مایع فقط در قسمت تاج مته با مغزه تماس پیدا می‌کند و در نتیجه شستشو و فرسایش مغزه به حداقل می‌رسد. تخلیه مایع از سطح مته نیز برای به حداقل رسانی تماس مغزه با مایع حفاری کاربردی است. طرح M به‌وسیله بسیاری از سازندگان بهینه‌سازی شده است. لوله‌هایی مانند نوع D_4 معادل لوله‌ها در سری M هستند.

۶-۷-۸-۳ سری T مناسب برای دیواره‌ها یا بریدگی‌های نازک است. این طرح، نسبت مغزه به گمانه بزرگ‌تری را فراهم می‌کند. این لوله قطر کمی داشته لذا نیاز به الماس و گشتاور کمتری برای حفاری دارد و عملکرد خوبی در سازندهای سخت و چگال و سنگ‌های شکننده دارد. این نوع مغزه‌گیر، باریک و سبک‌وزن است و باید با احتیاط حمل و استفاده گردد.

جدول ۵- قطر تقریبی مغزه و گمانه برای لوله‌های مغزه‌گیر

گروه یا نوع مغزه‌گیر	اندازه قطر داخلی مته=قطر مغزه (mm)	اندازه بغل‌تراش= قطر گمانه (mm)
RWT (d)	۱۸٫۷	۲۹٫۸
EWD3	۲۱٫۲	۳۷٫۷
EWG (s), EWM (d)	۲۱٫۵	۳۷٫۷
EWT (d)	۲۳٫۰	۳۷٫۷
AWD3, AWD4	۲۸٫۹	۴۸٫۰
AWG (s), AWM (d)	۳۰٫۱	۴۸٫۰
AWT (d)	۳۲٫۵	۴۸٫۰
BWD3, BWD4	۴۱٫۰	۵۹٫۹
BWG (s), BWM (d)	۴۲٫۰	۵۹٫۹
BWT (s)	۴۴٫۴	۵۹٫۹
NWD3, NWD4	۵۲٫۳	۷۵٫۷
NWG (s), NWM (d)	۵۴٫۷	۷۵٫۷
NWT (s)	۵۸٫۸	۷۵٫۷
HWD3, HWD4	۶۱٫۱	۹۲٫۷
HWG (s)	۷۶٫۲	۹۹٫۲
HWT(s)	۸۰٫۹	۹۹٫۲
مغزه‌گیر با هرزگرد و لوله دوگانه و قطر زیاد به روش DCDMA		
$2\,^{3}/_{4} \times 3\,^{7}/_{8}$	۶۸٫۳	۹۸٫۴
$4 \times 5\,^{1}/_{2}$	۱۰۰٫۸	۱۳۹٫۳
$6 \times 7\,^{3}/_{4}$	۱۵۱٫۶	۱۹۶٫۸
روش‌های مغزه‌گیری کابلی		
AXWL	۲۵٫۸	۴۸٫۲
AQWL	۲۷٫۱	۴۸٫۰
BXWL	۳۶٫۵	۶۰٫۳
BQWL	۳۶٫۴	۶۰٫۰
BQ_3WL	۳۳٫۴	۶۰٫۰
NXWL	۵۰٫۸	۷۵٫۸
NQWL	۴۷٫۶	۷۵٫۷
NQ_3WL	۴۴٫۴	۷۵٫۷
HXWL	۶۱٫۰	۹۲٫۷
HQWL	۶۳٫۵	۹۶٫۳
HQ_3WL	۶۰٫۳	۹۶٫۳
CPWL	۸۵٫۰	۱۲۲٫۶
PQWL	۸۵٫۰	۱۲۲٫۶
PQ_3WL	۸۲٫۶	۱۲۲٫۶

یادآوری- حرف (S) بیانگر لوله تک‌گانه و حرف (d) بیانگر لوله دوگانه است. مغزه‌گیرهای دولوله‌ای متداول برای هر دو طراحی هرزگرد و ثابت هستند. مغزه‌گیر دارای هرزگرد به دلیل جلوگیری از چرخش مغزه، برتری دارد. استفاده از مغزه‌گیر دوگانه دارای هرزگرد در اکتشافات ژئوتکنیکی برای بهترین بازیابی و کمترین تخریب نمونه ارجحیت دارد. در روش کابلی ابعاد و طراحی ممکن است طبق نظر سازنده تغییر کند.



شکل ۲- دو نوع لوله مغزه‌گیر الف- تک‌لوله‌ای و ب- دولوله‌ای

که در آن:

۱- سر لوله مغزه‌گیر؛

A۱- لوازم گریس‌کاری؛

۲- لوله خارجی؛

۳- لوله داخلی؛

۴- مجموعه تکیه‌گاه؛

A- شفت تکیه‌گاه؛

B- مهره قفل‌سازی؛

C- نگهدارنده تکیه‌گاه؛

D- یاتاقان و توپی؛

E- مهره لبه‌دار؛

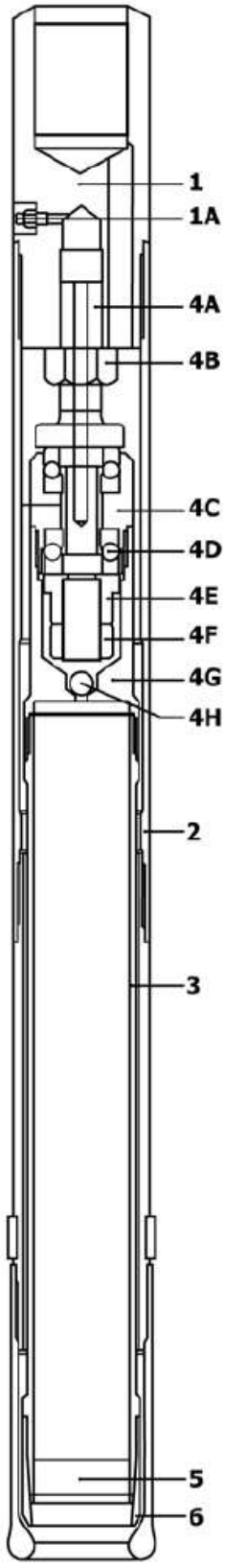
F- مهره منظم؛

G- اتصال لوله داخلی؛

H- گوی (توپی)؛

۵- بالابرنده مغزه؛

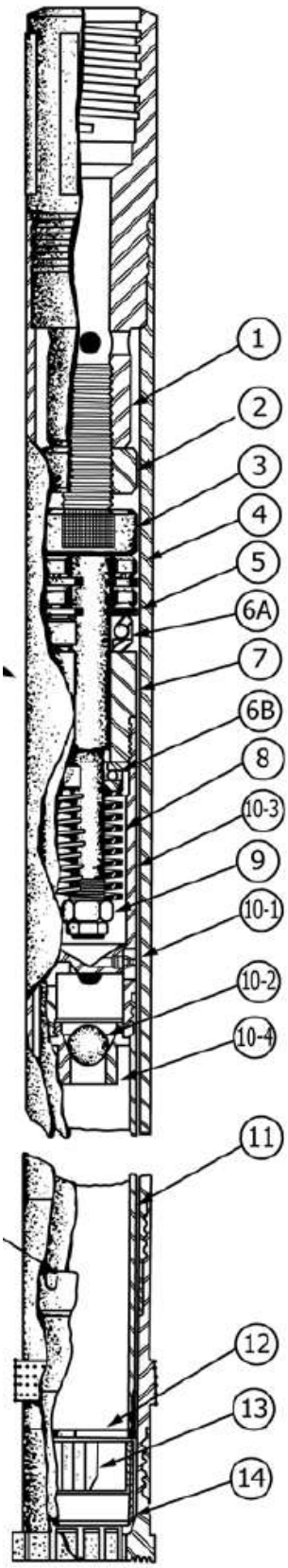
۶- کفشک لوله داخلی.



شکل ۳- مغزه‌گیر دولوله‌ای با هرزگرد (سری NWD4) - یک مغزه‌گیر رایج

که در آن:

۱- سر خروجی لوله؛
۲- مهره قفل‌سازی؛
۳- هرزگرد؛
۴- شیر انسدادغ
۵- شیر تنظیم شستشو؛
A۶- یاتاقان توپی؛
B۶- تکیه‌گاه آویز؛
۷- تکیه‌گاه هرزگرد؛
۸- فنر فشار؛
۹- مهره قفل خودکار؛
۱۰- مجموعه کلاهک لوله داخلی؛
۱۰-۱- لوازم گریس‌کاری؛
۱۰-۲- گوی فولادی ضد زنگ؛
۱۰-۳- کلاهک لوله داخلی؛
۱۰-۴- شیر کنترل بدنه؛
۱۱- لوله داخلی؛
۱۲- حلقه توقف؛
۱۳- بالابرنده مغزه؛
۱۴- جعبه بالابرنده مغزه.



شکل ۴- مغزه‌گیر دولوله‌ای دارای هرزگرد- مغزه‌گیر مدل NV2

که در آن:

۱- سر لوله مغزه‌گیر؛

۲- لوله خارجی (۱/۵ تا ۳) متر؛

۳- دنباله لوله خارجی؛

۴- لوله داخلی؛

۵- مجموعه تکیه‌گاه؛

A- کلاهک فشنگی؛

B- مجموعه بیلچه؛

C- نگهدارنده تکیه‌گاه؛

D- یاتاقان توپی؛

E- درپوش فشنگی؛

F- درپوش لوله داخلی؛

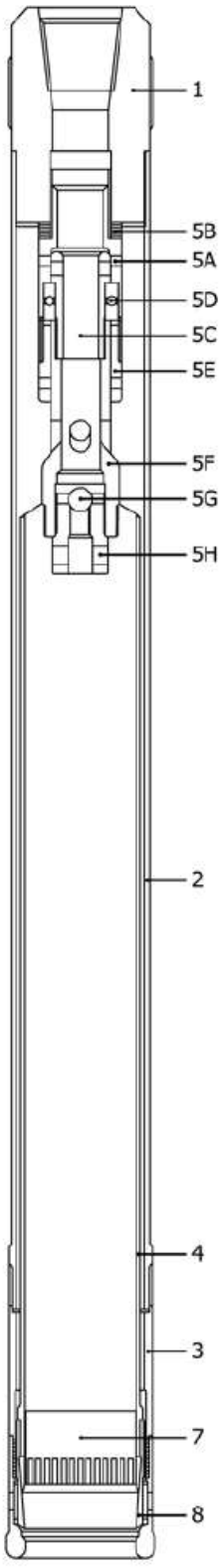
G- گوی (توپی)؛

H- درپوش آزادسازی فشار؛

۶- اتصال لوله داخلی؛

۷- بالابرنده مغزه؛

۸- کفشک لوله داخلی.



شکل ۵- سری‌های با قطر زیاد- لوله مغزه‌گیر رایج- مدل $7^{-3}/_{4} \times 5^{-7}/_{8}$

۶-۷-۹ مغزه‌گیر دولوله‌ای با هرزگرد و قطر زیاد، رایج در حفاری، مشابه مغزه‌گیر سری MW می‌باشد ولی با این تفاوت که دارای شیر توپی اضافه در هر سه اندازه برای کنترل جریان مایع حفاری است. یک لوله لجن‌کش برای گیرانداختن ذرات بزرگ حفاری در دو اندازه بزرگ‌تر تعبیه شده است (شکل ۵). سه اندازه استاندارد شده طبق روش DCDMA عبارت‌است‌از: (۹۸٫۴×۶۹٫۸) میلی‌متر، (۱۳۹٫۷×۱۰۱٫۶) میلی‌متر و (۱۹۶٫۸×۱۵۲٫۴) میلی‌متر. سایر اندازه‌ها مانند (۷۶٫۲×۱۱۷٫۵) میلی‌متر، (۱۰۱٫۶×۱۴۶) میلی‌متر و (۱۴۹٫۲×۲۰۳٫۲) میلی‌متر به‌وسیله سایر سازندگان طراحی شده است. مغزه‌گیرهای بزرگ با جریان آنولار زیاد، مناسب برای تجهیزات حفاری بزرگ با پمپ گل و کمپرسور هوا هستند. انتخاب‌ها شامل نوع رایج یا مته‌های تخلیه از سطح با بالابرنده مغزه یا نگهدارنده فنری سبدی می‌شود. بعضی از مغزه‌گیرها می‌توانند برای مغزه‌گیری در خاک مورد استفاده قرار گیرند ولی نیاز به مته کاربیدی و کفشک مخصوص قطعات حفاری هستند و بعضی از مغزه‌گیرهای با قطر بزرگ قابل تبدیل و استفاده در حفاری کابلی هستند.

۶-۸ مغزه‌گیرهای کابلی

حفاری کابلی برای اکتشافات در سنگ‌های عمیق و مغزه‌گیری در آن‌ها به عنوان یک روش پایه کاربرد دارد و مجموعه حفاری در سطح زمین نصب شده است (شکل ۶ و ۷). در روش کابلی میله‌های حفاری فقط زمانی از گمانه خارج می‌شوند که نیاز به تعویض مته مغزه‌گیر یا رهاسازی لوله داخلی گیرکرده یا برای تنظیم فضای بالایی لوله داخلی باشد. لوله مغزه‌گیر داخلی می‌تواند بدون خارج کردن میله‌های حفاری تعویض شود تا عملیات مغزه‌گیری به‌طور پیوسته ادامه یابد. میله‌های حفاری همچنین به عنوان لوله نگهدارنده عمل کرده و مایع حفاری بعد از خروج از سرمته از فضای آنولار بین میله‌های حفاری و دیواره گمانه جریان می‌یابد. اندازه میله‌های حفاری در روش کابلی، استاندارد شده نیست. جدول (۳) فهرستی از اندازه‌های رایج میله‌های حفاری در روش حفاری کابلی و جدول (۵) فهرستی از مغزه‌گیرهای متداول در حفاری کابلی را نشان می‌دهند. روش‌های دیگر مثل روش‌های سنگین با ابعاد متفاوت قابل استفاده بوده در صورتی که ابعاد گزارش شوند.

۶-۸-۱ تجهیزات لوله داخلی به‌وسیله مکانیسم اورشات به قسمت درپوش میله حفاری کابلی قفل شده است. پس از مغزه‌گیری، اورشات از داخل میله‌های حفاری پایین آمده و به سر مجموعه مغزه‌گیر قفل شده و به‌وسیله بالاکشنده کابلی مغزه‌گیر و مغزه را بالا می‌کشد. مجموعه لوله داخلی شامل یک لوله داخلی و جعبه بالابرنده مغزه قابل حرکت، بالابرنده مغزه در یک انتها، تکیه‌گاه هرزگرد قابل حرکت برای لوله داخلی و یک وسیله قفل‌کننده به همراه مکانیسم آزادکننده در انتهای دیگر می‌شود. چنانچه عملیات مغزه‌گیری پیوسته نیاز نباشد، مجموعه تجهیزات داخلی مغزه‌گیر را می‌توان با مته پیشرو برای توسعه گمانه تعویض نمود.

۶-۸-۲ روش‌های مغزه‌گیری کابلی برای طول عمر طولانی مته و سطوح الماسه طراحی شده‌اند و هر دو نوع تخلیه از داخل یا از سطح مته در دسترس است. مغزه‌گیر داخلی دارای دو شیر انسداد جهت توقف جریان مایع حفاری و هشدار به حفار در مورد قطعه‌قطعه شدن مغزه می‌باشد.

۶-۸-۳ مزایای حفاری کابلی عبارت‌است‌از:

۶-۸-۳-۱ کاهش قابل ملاحظه در زمان استفاده از میله حفاری در مقایسه با روش‌های مغزه‌گیری متداول.

۶-۸-۳-۲ افزایش عمر مته مغزه‌گیری با کاهش از دست دادن مته الماسه.

۶-۸-۳-۳ بازیابی بالای عملیات مغزه‌گیری.

۶-۸-۳-۴ میزان حفرات کاسته شده و میله‌ها به تثبیت دیواره گمانه کمک می‌کنند.

۶-۸-۳-۵ سطح داخلی و خارجی میله‌ها که می‌توانند به‌عنوان نگهدارنده موقت نیز استفاده شوند، کاملاً شسته می‌شود.

۶-۸-۳-۶ ابزار مختلف درون‌گمانه‌ای می‌تواند از طریق انتهای رشته حفاری وارد گمانه شود تا کف گمانه مورد آزمون قرار گیرد. سیستم درزبندی کابلی جهت آزمون فشار آب، قابل استفاده است.

۶-۸-۳-۷ دودسته تجهیزات لوله داخلی برای بیشینه کردن بازدهی در عملیات مغزه‌گیری پیوسته می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۶-۸-۴ معایب حفاری کابلی عبارت‌است‌از:

۶-۸-۴-۱ تجهیزات آن نسبت به تجهیزات متداول گران‌تر است.

۶-۸-۴-۲ حفاری کابلی پیچیده است و استفاده از آن نیاز به آموزش بیشتر دارد.

۶-۸-۵ جدول (۵) اندازه مختلف مغزه‌گیرهای کابلی را نشان می‌دهد. این مغزه‌گیرها از اندازه A تا P در دسترس هستند. وقتی هدف از تهیه نمونه سنگ، آزمون و تعیین ویژگی‌های مهندسی باشد، اندازه H پیشنهاد می‌شود و اندازه P برای بازیابی بهتر مغزه در سازندهای سخت استفاده می‌شود.

۶-۸-۶ مغزی‌گیری کابلی اصولاً یک مغزه‌گیر دولوله‌ای با هرزگرد می‌باشد. چون بالابرنده مغزه یک قسمت از تجهیزات لوله داخلی است لذا در معرض‌قرارگیری مغزه در برابر مایع حفاری حداقل شده که مشابه مدل M در مغزه‌گیرهای متداول می‌باشد. بیشتر روش‌ها قابلیت تنظیم برای تخلیه از جلو یا سطح مته را دارند.

۶-۸-۷ بیشتر سازندگان مغزگیر سه‌لوله‌ای را پیشنهاد می‌کنند که در بیشتر عملیات‌ها ترجیح داده می‌شود. مغزه‌گیر سه‌لوله‌ای دارای خطوط شکافت داخلی بوده که عملیات نمونه‌برداری را تسهیل می‌کند.

۶-۸-۸ برخی از روش‌های مغزه‌گیری کابلی قابل تبدیل از نمونه‌برداری در خاک به نمونه‌برداری در سنگ هستند. این مغزه‌گیرها به‌وسیله لوله‌های ذخیره خاک که امکان نصب در جلوی مته را دارند، تجهیز شده‌اند.

۶-۹ مته‌های مغزه‌گیری

یکی از مهم‌ترین تصمیم‌گیری‌هایی که در مغزه‌گیری از سنگ‌ها باید انجام شود، انتخاب مته است. مته و بغل‌تراش هر دو با هم عمل می‌کنند تا گمانه حفر شود. عوامل زیادی در طراحی مته برای بهبود میزان بازیابی مغزه تأثیرگذار است. برخی از این عوامل عبارت‌است‌از:

۶-۹-۱ نوع الماس؛

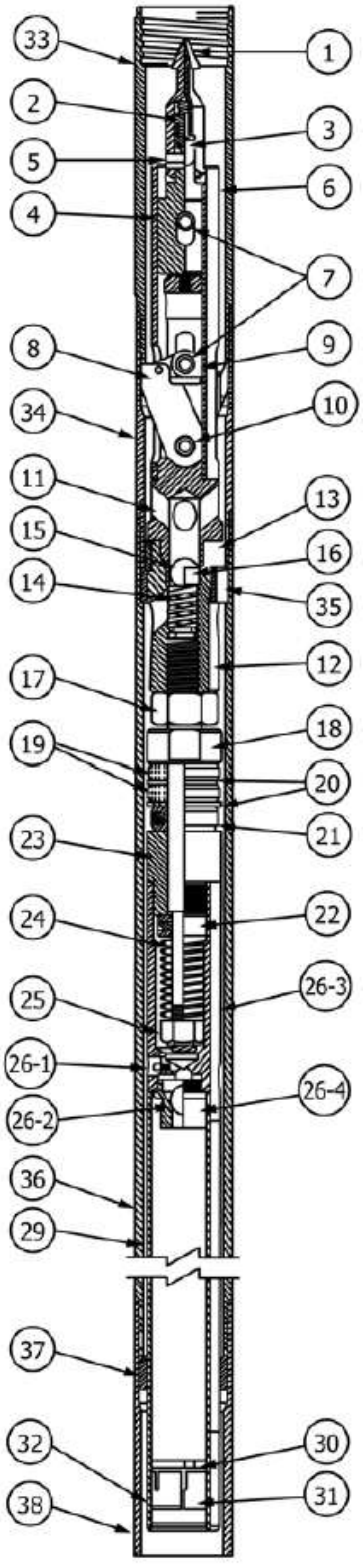
۶-۹-۲ زمینه الماس؛

۶-۹-۳ سختی سنگ، اندازه دانه‌ها و سازند؛

۶-۹-۴ قدرت دستگاه حفاری؛

۶-۹-۵ نوع لوله مغزه‌گیر.

۶-۹-۶ انتخاب مته معمولاً به‌روش سعی و خطا انجام می‌شود. بعد از انتخاب مته، حفاری آغاز می‌شود. سرعت نفوذ و عمر مته باید ارزیابی شده و در صورت لزوم از سایر طرح‌ها استفاده شود.



که در آن:

۱- سر مغزه‌گیر؛
۲- فنر فشار؛
۳- ضامن پیستون؛
۴- پایه سر مغزه‌گیر؛
۵- پین اسپیرول؛
۶- جعبه جمع‌شونده؛
۷- پین فنر؛
۸- قفل؛
۹- اتصال؛
۱۰- پین فنر؛
۱۱- قفل بالایی بدنه؛
۱۲- قفل پایینی بدنه؛
۱۳- تکیه‌گاه فرود؛
۱۴- فنر گمانه خشک؛
۱۵- گوی فولادی ضد زنگ؛
۱۶- بوش؛
۱۷- مهره هکس؛
۱۸- هرزگرد؛
۱۹- شیر انسداد- سخت؛
۲۰- شیر تنظیم شستشو؛
۲۱- تکیه‌گاه تراست؛
۲۲- آویز تکیه‌گاه؛
۲۳- تکیه‌گاه هرزگرد؛
۲۴- فنر فشار؛
۲۵- مهره قفل خودکار؛
۲۶-۱- تجهیزات گریس‌کاری هیدرولیک؛
۲۶-۲- گوی فولادی ضد زنگ؛
۲۶-۳- کلاهک لوله داخلی؛
۲۶-۴- شیر کنترل بدنه؛
۲۷- بوش نمایش‌گر فرود؛
۲۸- فنر گمانه خشک- متوسط؛
۲۹- لوله داخلی؛
۳۰- حلقه توقف؛
۳۱- بالابرنده مغزه؛
۳۲- جعبه بالابرنده مغزه؛
۳۳- لولای رزوه‌دار؛
۳۴- اتصال تطبیق‌دهنده؛
۳۵- حلقه فرود؛
۳۶- لوله خارجی؛
۳۷- تثبیت‌کننده لوله داخلی؛
۳۸- محافظ رزوه.

شکل۶- روش مغزه‌گیری کابلی- لوله مغزه‌گیر N

که در آن:

۱- اتصال قفل؛

۲- لوله خارجی؛

۳- لوله داخلی؛

۴- تجهیزات سر چفت هرزگرد چهارگانه؛

A- چفت چهارگانه (چهار عدد مورد نیاز)؛

B- فنر- آبی (بالا)؛

C- فنر- قرمز (پایین)؛

D- پین (چهار عدد مورد نیاز)؛

E- پایه سر (بالا)؛

F- پایه سر (پایین)؛

G- پین؛

۵- تجهیزات تکیه‌گاه؛

A- شفت تکیه‌گاه؛

B- یاتاقان (دو عدد مورد نیاز)؛

C- نگهدارنده یاتاقان؛

D- چارچوب؛

E- ارینگ؛

F- ارینگ؛

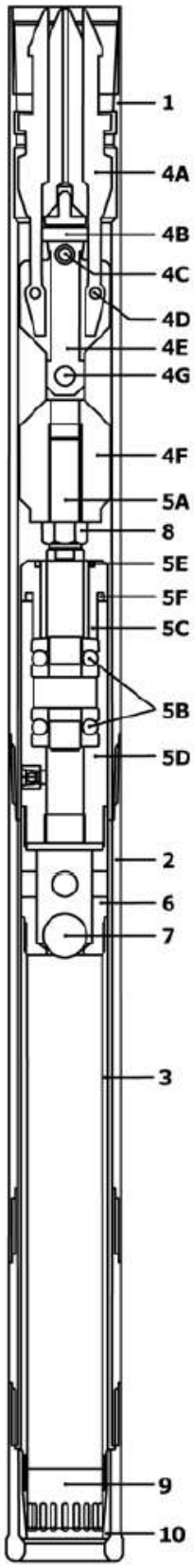
۶- اتصال لوله داخلی؛

۷- گوی (توپی)؛

۸- مهره؛

۹- بالابرنده مغزه؛

۱۰-کفشک لوله داخلی.



شکل۷- روش مغزه‌گیری کابلی- لوله مغزه‌گیر NXB

۶-۹-۷ ویژگی‌های مهم مته‌های الماسه شامل شکل تاج مته، الماس‌ها و آبراهه‌های موجود در مته می‌باشد. تاج مته قسمت انتهایی آن بوده و از لقمه حفاری و وسیله بُرنده تشکیل شده است. لقمه‌های گرد و نیمه‌گرد به‌وفور در مغزه‌گیرهای متداول کاربرد دارند. طرح‌های تخت، پله‌ای و حلقه V معمولاً در حفاری کابلی استفاده می‌شوند.

۶-۹-۸ مشخصات مهم برای الماس‌ها نیز اندازه، کیفیت، کمیت، نحوه نصب و کیفیت اتصال آن‌ها می‌باشد. اندازه الماس‌ها بر مبنای سنگ معادل در قیرات[1] (SPC) بیان می‌شود. دامنه SPC معمولاً از ۲۰ تا ۱۰۰ برای برای نصب در سطح مته بر مبنای سختی سنگ‌ها تغییر می‌کند. الماس‌های بزرگ برای سازندهای شکننده‌تر و نرم‌تر استفاده می‌شوند. مته‌های تقویت‌شده مخلوطی از خرده‌های الماس و فلز هستند که از طریق فشار و حرارت به بدنه مته متصل شده‌اند. خرده‌های الماس در سرتاسر تاج مته به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که حرکت مته باعث تیز شدن خودکار آنها می‌شود. مته‌های تقویت شده در شرایط حفاری سخت‌تر و در حفاری کابلی که طول عمر مته اهمیت دارد، استفاده می‌شوند.

۶-۹-۹ طراحی آبراهه‌ها در مته نیز یکی از معیارهای مهم انتخاب مته است. کانال‌های سطحی معمول در مته جهت انتقال مایع حفاری از داخل مته به خارج آن کاربرد دارد. در حفاری‌های رایج کابلی و زمانی که سنگ‌ها بلورین بوده و در مقابل فرسایش ناشی از مایع حفاری حساسیت ندارند استفاده از این مته‌ها پیشنهاد می‌شود. مته‌ها با قابلیت تخلیه مایع از سطح باید در سازندهای شکننده و نرم که در برابر فرسایش آسیب‌پذیرند استفاده شود. تخلیه مرحله‌ای از سطح تا حدودی مشکل فرسایش مغزه را حل می‌کند و در شرایط خاص می‌توان از تخلیه با جریان سریع به‌وسیله هوا یا مخلوط هوا و فوم استفاده کرد. هر چه سنگ نرم‌تر باشد، نیاز به آبراهه‌های بزرگ‌تر در مته است تا مانع انسداد آبراهه شود.

۶-۹-۱۰ برای بسیاری از مواد نرم نیاز به استفاده از مته الماسه نمی‌باشد. الماس را می‌توان در اغلب مواقع با کاربیدتنگستن یا پلی‌کریستال‌ها جایگزین کرد. مته‌های کاربید و پلی‌کریستاله دارای دندانه‌هایی هستند که شبیه اره آرایش یافته‌اند. مته‌های پلی‌کریستاله (الماس‌های رشد یافته در زمینه کاربیدتنگستن که به‌وسیله حرارت به تاج مته متصل شده‌اند) می‌توانند جایگزینی مناسب برای الماس‌های طبیعی در مغزه‌گیری از سازندهای نرم‌تر رسوبی باشند. برخی مغزه‌گیرها مانند سری‌های با قطر بزرگ به‌راحتی از مغزه‌گیر سنگی الماسه به مغزه‌گیری از خاک قابل تبدیل هستند.

۶-۹-۱۱ سازندگان مته بهترین مرجع برای استمداد جهت تعیین زمینه و نوع مته با توجه به شرایط سنگ‌ها، قدرت دستگاه حفاری و نوع مغزه‌گیر هستند. بیشتر سازندگان دارای یک روش مشخص برای امتیازدهی جهت نوع مته الماسه در سری‌ها و رده‌های متفاوت هستند. روش DCDMA انتخاب‌های متعددی برای مته‌های تقویت شده دارد. سازندگان برای پیشنهادات اولیه بر مبنای شرایط خاص حفاری و پیشرفت روند کار باید مشورت کنند. آن‌ها می‌توانند با حفارها هماهنگی نمایند تا تجهیزات حفاری و طراحی‌ها را بهبود بخشند. بر مبنای شرایط می‌توان سری‌ها و طراحی‌ها را برای بهینه کردن نتایج تعویض نمود. در سازندهای سخت انتخاب مته ممکن است وابسته به قدرت دستگاه حفاری (سرعت چرخش و نیروی

1-Equivalent stones per carat

پیشرو) باشد. انتخاب مته از بحث این استاندارد خارج است. علاوه بر پیشنهادات سازندگان، مراجع کاربردی دیگری نیز جهت تهیه اطلاعات برای نوع مته وجود دارد.

۶-۹-۱۲ بیشتر مته‌های الماسه دارای ارزش بازیابی هستند و باید به عنوان پشتوانه خریدهای آینده به سازندگان بازگردانده شوند.

۶-۱۰ بغل‌تراش[1] (برقو)

برقو جزء تجهیزات فرعی است که در قسمت بیرونی مته و با فاصله‌ای بالاتر از آن قرار دارد و برای گشاد و بزرگ کردن گمانه جهت دستیابی به قطر نهایی استفاده شده و باید اجازه جریان مایع حفاری به سطح زمین را نیز بدهد. وظیفه دیگر بغل‌تراش، در مرکز نگهداشتن مغزه‌گیر و جلوگیری از انحراف گمانه است. باید برای انتخاب و طراحی بغل‌تراش مناسب در سازندهای در حال حفر با سازندگان مشورت نمود. بغل‌تراش ممکن است مانند مته الماسه دارای خرده‌های الماس جهت تقویت آن باشد و یا نوارهای کاربیدتنگستن و سطوح تخت با انواع مختلف از مواد سخت و مناسب با سازند در حال حفر داشته باشد.

۶-۱۱ بالابرنده مغزه

بالابرنده مغزه برای شکستن مغزه از سنگ مادر در پایان عملیات مغزه‌گیری استفاده می‌شود. هنگامی که فرآیند مغزه‌گیری درحال پیشرفت است، بالابرنده در شیار مربوطه به طرف کفشک حرکت می‌کند. وقتی طول کافی از مغزه در داخل مغزه‌گیر قرار گرفت، چرخش متوقف شده و جریان مایع حفاری تا زمانی که ذرات حفاری کاملاً تخلیه شوند ادامه می‌یابد و رشته حفاری جمع می‌شود. بالابرنده به طرف پایین حرکت کرده و یک قطعه از مغزه را جدا می‌کند. مغزه‌ها به‌طور پیوسته از نزدیک پایه گمانه شکسته شده که این جداشدگی از سنگ مادر در رشته حفاری نیز احساس می‌شود.

۶-۱۱-۱ بالابرهای نوع حلقه شکافتی صرف‌نظر از سطح صاف یا سخت آنها توصیه می‌شوند و باید در شرایط مناسب به همراه جعبه بالابرنده مغزه یا ملحقات لوله داخلی یا کفشک لوله داخلی نگهداری شوند. ممکن است بالابرنده سبدی یا انگشتی به همراه هر وفق‌دهنده مورد نیاز دیگر با لوله مغزه‌گیر بنا به دستور مهندس یا زمین‌شناس استفاده شود.

۶-۱۲ جعبه مغزه

شامل جعبه‌هایی بادوام و چرب شده از جنس مقوا، فلز، پلاستیک یا چوب که برای دسته‌بندی نمونه‌های مغزه تقسیم‌بندی شده است.

۶-۱۳ وسایل کمکی

وسایل کمکی که معمولاًدر حفاری مغزه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌استاز:

۶-۱۳-۱ مته‌های حفاری، شامل مته‌های غلتکی، مته سخت‌بر، مته‌های بزرگ، بوته سنگ و مته دم ماهی.

۶-۱۳-۲ ابزار، شامل آچار لوله‌ای، آچار مغزه‌گیر، ابزار زنجیری، آچار زنجیری، ساعت، دورسنج، وسایل روغن کاری، مقسم مغزه، خارج‌کننده‌ها، الک دستی یا صافی و وسایل علامت‌گذاری و بسته‌بندی.

1-Reamer

۶-۱۳-۳ وسایل نگهداری میله حفاری، شامل حلقه کشنده بسته، حلقه آهنی باز، مهار آهنی نگهدارنده میله، گیره ایمنی پایه، طناب مانیلی، پیچ و اتصالات پینی.

۶-۱۳-۴ وسایل جریان مایع حفاری، شامل شلنگ‌ها، پمپ قابل جابجایی به همراه وسایل آب‌بندی و درزگیری، هرزگرد آب، فشارسنج، جریان‌سنج، آب‌سنج و گودال حفاری.

۶-۱۳-۵ منطقه حفاری، سکو و سطح‌سنجی، شامل الوار، تخته‌ها، خرک‌های چوبی و فلزی با گیره‌های زنجیری.

۷ معرف‌ها و مواد

۷-۱ افزودنی‌های مورد استفاده در مایعات حفاری آب‌پایه

فهرستی از افزودنی‌های مایعات حفاری آب‌پایه رایج، در ذیل ارایه شده است، افزودنی‌ها در برخورد با سفره آب زیرزمینی باید الزامات NSF/ANSI 60 یا الزاماتی که از طریق قوانین برای مناطق خاص وضع شده، برآورده کنند.

یادآوری- در برخی مناطق بعضی از انواع مایعات حفاری به‌وسیله مقامات زیست‌محیطی محلی، غیر مجاز اعلام شده است. قبل از استفاده از هر مایع حفاری با هماهنگی مقامات ذی‌صلاح از مجاز بودن آن اطمینان حاصل نمایید.

۷-۱-۱ بنتونیت فرآوری شده به عنوان تغلیظ‌کننده اولیه و برای درزبندی گمانه به‌کار می‌رود و شامل مونت‌موریونیت به همراه سایر کانی‌های طبیعی موجود در آن و افزودنی‌های متنوع مانند گارگانت، کربنات‌سدیم یا پلی‌اکریلیت یا سایر ترکیبات وابسته.

۷-۱-۲ بنتونیت فرآوری‌نشده به‌عنوان تغلیظ‌کننده اولیه و برای درزبندی گمانه به‌کار می‌رود و شامل مونت‌موریونیت به همراه سایر کانی‌های طبیعی موجود در آن ولی بدون افزودنی‌هایی مانند گارگانت، کربنات‌سدیم یا پلی‌اکریلیت.

۷-۱-۳ پودر کربنات‌سدیم برای به‌حالت تعلیق درآوردن کربنات‌کلسیم موجود در مایع حفاری آب‌پایه قبل از افزودن سایر ترکیبات استفاده می‌شود. افزودن کربنات‌سدیم باعث افزایش PH خواهد شد. هیدروکسیدسدیم نباید برای این منظور استفاده شود.

۷-۱-۴ پودر کربوکسیل‌متیل‌سلولز (CMC) گاهی اوقات در مایعات آب‌پایه به عنوان تغلیظ‌کننده و بازدارنده از جذب آب به‌وسیله رس‌ها استفاده می‌شود. بعضی از افزودنی‌ها فرآیند جذب آب به‌وسیله رس را کند کرده لذا مانع تورم رس‌ها در دیواره گمانه و اخلال در عملکرد مته می‌شوند.

۷-۱-۵ کلریدپتاسیم یا دی‌آمونیوم فسفات به عنوان بازدارنده از جذب آب به‌وسیله رس‌ها استفاده می‌شود.

۷-۱-۶ پلی آکریلامید یک تغلیظ‌کننده اولیه و بازدارنده از جذب آب به‌وسیله رس‌ها و یک پلیمر مخلوط شده با آب جهت تولید مایع حفاری است.

۷-۱-۷ گارگام با نقش تغلیظ‌کننده، درزبندی گمانه و بازدارنده از جذب آب به‌وسیله رس‌ها یک مخلوط نشاسته‌ای بر پایه آب است. آب مورد استفاده باید خنثی یا کمی اسیدی باشد و گاهاً اسیدکلریدریک برای ایجاد این شرایط به آب افزوده می‌شود. کارآیی گارگام با گذشت زمان تنزل می‌یابد ولی مواد شیمیایی متنوعی برای شتاب دادن به فرآیند تجزیه قابل استفاده است.

۷-۱-۸ سولفات‌باریم برای افزایش چگالی مایعات حفاری آب‌پایه جهت کمک به نگهداری دیواره گمانه استفاده می‌شود. افزودن کانی‌ها با چگالی مخصوص بالا به‌صورت پودر در مایعات مورد استفاده در حفاری دورانی کاملاً طبیعی است.

۷-۱-۹ موادی که برای جلوگیری از هدررفت مایع حفاری به آن افزوده می‌شوند تا با درزبندی دیواره گمانه در جایی که حفرات بزرگ، شکاف و درزه وجود دارد، مانع هدررفت مایع حفاری شوند. این افزودنی‌ها معمولاً شامل موادی با بافت‌های درشت و متنوع مانند کاغذ پاره یا قطعات پلاستیک، قطعات بنتونیت، براده‌های چوب یا میکا می‌شود.

۷-۱-۱۰ آتاپالژیت یک تغلیظ‌کننده اولیه برای حفاری دورانی مورد استفاده در محیط‌های با شوری بالا، یک کانی رسی افزودنی است.

۸ اقدامات احتیاطی

۸-۱ وسایل حفاری و نمونه‌برداری باید کامل و در وضعیت مناسب باشند. تعداد کافی از میله‌های حفاری، لوله‌های نگهدارنده، مته‌های حفاری، مغزه‌گیرها، آب‌سنج‌ها، پمپ‌ها و فشارسنج‌ها قبل از شروع حفاری در دسترس باشد. وسایل اندازه‌گیری مانند فشارسنج‌ها و دورسنج‌ها باید طبق مشخصات ذکرشده به‌وسیله سازندگان عمل نمایند.

۸-۲ چنانچه شرایط حفاری حفظ و پایش نشود، استفاده از فشار بالای مایع یا هوای حفاری باعث تخریب سازند از طریق ایجاد شکستگی و فرسایش شدید در آن می‌شود. اگر تخریب سازند بدیهی و نامطلوب است می‌توان از سایر روش‌های حفاری استفاده نمود.

۸-۲-۱ فشار مایع در زمان حفاری باید بررسی شود. فشار مایع در هنگام خروج از مته باید تا حد امکان پایین باشد تا مانع ایجاد شکستگی و فرسایش سازند شود. معمولاً فشار مایع حفاری در هنگام تزریق به‌طور کامل پایش می‌شود. تغییر در بازگشت مایع و یا فشار جریان بیانگر فرسایش شدید یا هدررفت مایع، قطعه‌قطعه شدن مغزه و یا شکست سازند است. هر تغییر ناگهانی یا غیرطبیعی در فشار مایع من‌جمله عمق وقوع آن باید یادداشت و مستند شود.

۹ فرآیند انجام کار

۹-۱ انجام بازدید از منطقه جهت تعیین موقعیت گمانه‌ها و تعیین محل‌های تخلیه ضایعات تولیدی در زمان حفاری.

۹-۱-۱ ارزیابی روش‌های قابل استفاده برای حفاظت از محیط‌زیست در طول حفاری.

۹-۱-۲ تعیین میزان دسترسی به منطقه و امکان تهیه آب برای عملیات حفاری مغزه‌گیری و بررسی پیرامون محل حفاری برای موانع یا خطرات احتمالی مانند کابل برق قبل از افراشتن دکل حفاری. نقشه‌برداری زیرزمینی و تعیین سایر عوامل دخیل در حفاری به منظور ارزیابی خطرات احتمالی.

۹-۲ ساخت و احداث سکوی حفاری که می‌تواند شکل‌های متنوعی داشته باشد. شکل سکو بستگی به عوامل طبیعی، عمق توافقی گمانه و میزان دسترسی به محل حفاری دارد. در صورت نیاز به حفاری بر روی آب، وجود وسایل خاص مانند قایق مخصوص و دکل‌های ویژه الزامی است.

۹-۳ برای عملیات حفاری با مایعات آب‌پایه، یک چاله گل برای جمع‌آوری و تصفیه مایع بازگشتی در نظر گرفته شود. این چاله را می‌توان در ابتدای حفاری برای تولید مقدار مورد نیاز از مایع حفاری اولیه جهت شروع حفاری استفاده نمود.

۹-۳-۱ برای روش‌های حفاری با هوا، جمع‌کننده گرد و غبار یا سیکلون جداکننده درزبندی شده در محل حفاری در نظر گرفته شود.

۹-۴ برای هر مقدار از عمق گمانه که در روباره حفر می‌شود، از لوله نگهدارنده استفاده کنید. این اقدام مانع ریزش و گشاد شدن بیش از حد دیواره گمانه و یا هدررفت مایع حفاری می‌شود. نگهدارنده باید برای تمام طول روباره و حتی ۱٫۵ متر در سنگ بستر ادامه یابد. ممکن است در صورت پایداری طبیعی گمانه، از نگهدارنده استفاده نشود. نگهدارنده‌های عمیق‌تر برای تسهیل جریان مایع حفاری و کنترل گمانه به‌کار می‌روند. طول لوله نگهدارنده به‌کار رفته و عمق فواصل نصب آن باید گزارش و مستند شود.

۹-۴-۱ نگهدارنده‌های سطحی با روش‌های حفاری متفاوتی قابل نصب هستند. حفاری با اُگر ستونی توخالی روشی موفق برای نصب نگهدارنده سطحی است علاوه بر اینکه امکان تهیه نمونه‌های خاک از روباره را نیز فراهم می‌کند. نگهدارنده‌های سطحی معمولاً در محل نصب به‌وسیله سیمان و بنتونیت درزبندی می‌شوند.

۹-۴-۲ یکی از داده‌هایی که در زمان حفر گمانه باید ارزیابی و مستند شود، عمق برخورد گمانه به سنگ پایدار پس از عبور از روباره است که معادل عمق نصب نگهدارنده نیز هست. اگر امکان جابجا شدن نگهدارنده وجود دارد از این داده استفاده نکنید. اگر گمانه بعداً نقشه‌برداری می‌شود، عمق نصب نگهدارنده سطحی را در آن زمان ثبت نمایید.

۹-۵ برای نگهداری لوله مغزه‌گیر طبق دستورالعمل سازندگان باید موارد ذیل را در نظر داشت. مغزه‌گیرها را تمیز و روغن‌کاری شده و دور از آسیب، تورفتگی و سایر عیوب که ممکن است بر کیفیت عملکرد آن تأثیرگذار باشد نگهداری کنید. مغزه‌گیرها را از لحاظ پوشش، تمیزی، تورفتگی و ساییدگی بازدید نمایید. در صورت وجود مواردی مانند بالابرنده مغزه، گذرگاه مایع حفاری، شیرهای تخلیه و تثبیت‌کننده لوله داخلی را بررسی نمایید. باز و بسته کردن مغزه‌گیر با ابزار مناسب انجام شود.

۹-۵-۱ لوله داخلی در مغزه‌گیر دولوله‌ای باید به‌درستی نصب شده باشد تا عملیات به‌خوبی انجام شود. برای هر دو روش متداول و کابلی که جریان مایع بین مته و بالابرنده وجود دارد بررسی حفظ جریان به‌طور مناسب لازم است. اگر فضای بین دو لوله در روش کابلی درست نباشد با استفاده از پیچ تنظیم موجود در بالای مجموعه مغزه‌گیر فاصله را تنظیم نمایید.

۹-۵-۲ برای لوله‌های دارای هرزگرد، بازدید از تکیه‌گاه مجموعه و تأیید وضعیت لوله داخلی از لحاظ چرخش آزادانه و روان انجام شود.

۹-۶ اولین میله حفاری و مغزه‌گیر به مجموعه حفاری از طریق هرزگرد متصل شده و در بالای لوله نگهدارنده سطحی مستقر می‌شود. عمق گمانه از طریق محاسبه طول تعداد میله حفاری به‌کار رفته و طول مغزه‌گیر انجام می‌شود. فرایند افزایش تدریجی عمق گمانه، مغزه‌گیری و نمونه‌برداری باید ثبت شود.

۹-۷ پمپ جریان مایع حفاری یا کمپرسور هوا باید به درستی عمل نماید و باعث جریان مایع حفاری یا هوا به داخل مجموعه شود.

۹-۸ جریان مایع یا هوا، چرخش و نیروی محوری تا زمانی ادامه می‌یابد که فرآیند حفاری به عمقی برسد که اولاً نمونه، لوله مغزه‌گیر را پر کرده باشد یا شکست نمونه اتفاق افتاده باشد ثانیاً نمونه‌برداری یا آزمون‌های درجا انجام شود. ثالثاً طول ستون میله‌های حفاری امکان نفوذ بیشتر را محدود کرده باشد.

۹-۸-۱ شدت جریان مایع حفاری باید طوری باشد که به سازند آسیب نزند و این شدت باید قادر به خروج ذرات حفاری و خنک کردن مته نیز باشد. فشار مایع در طول حفاری پایش شود و از حفاری با سرعت زیاد که باعث شکستن نمونه و آسیب مته می شود، اجتناب گردد. تغییرات در بازگشت جریان مایع یا فشار آن ممکن است بیانگر وقوع فرسایش زیاد، هدررفت مایع حفاری یا شکستگی سازند باشد. هر تغییر ناگهانی یا غیرطبیعی در فشار جریان و عمق وقوع آن باید ثبت و مستند شود.

۹-۸-۲ شدت جریان مایع را در وضعیتی مناسب که به سازند آسیب نزند و از هدر رفت مایع جلوگیری کند، قرار دهید. در صورت نیاز با افزودن آب یا فوم، شدت جریان مایع را حفظ نمایید. مناطقی که شدت بازگشت هوا کم یا صفر است ثبت کنید. فرسایش ناشی از فشار بالای هوا و عمق وقوع آن باید مستند شود.

۹-۸-۳ نمونه‌برداری از ذرات حفاری نیز جهت آزمون بر روی سازند حفر شده قابل انجام است. در صورت نمونه‌برداری، عمق و فواصل آن باید ثبت شود.

۹-۸-۴ انتخاب مناسب سرعت چرخش و فشار رو به پایین به عوامل زیادی بستگی دارد. فرآیند حفاری ذاتاً یک عمل تکراری است. حفاری الماسه در سازندهای سخت‌تر نیازمند سرعت چرخش بالاتر و فشار روبه‌پایین بیشتر است. عملکرد مته الماسه در سرعت rpm ۴۰۰ یا بیشتر بهینه می‌شود. سرعت‌های بیشتر از rpm ۱۰۰۰ نیز بسته به نوع سازند قابل استفاده است هر چند سرعت بالا باعث تخریب سازند یا کاهش بازیابی مغزه می‌شود. سازندهای نرم‌تر با مته‌های دیگری مانند مته‌های پلی‌کریستاله حفر شده و نیازمند سرعت چرخش پایین‌تری هستند. میزان ارتعاش در حفاری و کیفیت مغزه بسیار اهمیت دارد و باید به حداقل رسانده شود. انتقال فشار کافی بر روی مته برای حفاری سنگ‌ها الزامی است. هدف نهایی یافتن سرعت چرخش و فشار مناسبی است که امکان مغزه‌گیری با کیفیت بالا و در عین حال طول عمر بیشتر مته را میسر سازد.

۹-۸-۴-۱ میزان پیشرفت، فشار رو به پایین یا فشار بازگشت و سرعت چرخش میله‌های حفاری باید پایش شود. سرعت نفوذ و ذرات حفاری مرتبط با لایه‌های زمین‌شناسی حفرشده مورد توجه قرار گیرد. هرگونه تغییر ناگهانی و غیرطبیعی در زمان حفاری مستند شود.

۹-۹ چرخش متوقف و میزان پیشرفت یا فشار روبه‌پایین به صفر می‌رسد ولی جریان مایع برای یک مدت زمان کوتاه ادامه می‌یابد تا ذرات حفاری خارج شوند. جریان مایع متوقف شده و لوله مغزه‌گیری برای تعیین عمق نهایی در گمانه باقی می‌ماند.

۹-۱۰ مغزه و مغزه‌گیر را از گمانه خارج کنید. مغزه‌گیر را باز کرده و مغزه را خارج نمایید.

۹-۱۰-۱ در مغزه‌گیر دولوله‌ای، وقتی لوله جمع می‌شود، بالابرنده مغزه به مغزه چسبیده و مغزه را از سنگ مادر در انتهای گمانه جدا می‌کند. بالابرنده مغزه در داخل لوله در بالای مته و در فاصله سه سانتی‌متری از آن قرار دارد. هنگامی که مغزه می‌شکند قطعه کوچکی از آن در داخل گمانه باقی می‌ماند. تا زمانی که بالابرنده نلغزد و کیفیت مغزه بالا باشد، بازیابی مغزه به ٪۱۰۰ نزدیک می‌شود. اگر بنابه هر دلیلی بالابرنده مغزه بلغزد، بازیابی کاهش می‌یابد و قطعه بزرگ‌تری در داخل گمانه باقی می‌ماند. چنانچه شواهدی دال بر لغزش بالابرنده وجود دارد حتماً باید مستند شود و چنانچه قطعاً قطعه‌ای از مغزه در گمانه باقی مانده باشد، طول آن برای محاسبه میزان صحیح بازیابی مغزه یادداشت شود. این گونه رویدادها و اصلاحات مرتبط با آن باید به‌درستی یادداشت و گزارش شود.

۹-۱۰-۲ در مغزه‌گیری تک‌لوله‌ای و در حفاری‌های کم عمق، مغزه به‌وسیله تیغه مخصوص شکسته شده و به‌وسیله کابل به سطح زمین منتقل می‌شود.

۹-۱۱ مغزه‌گیر را دوباره ببندید و به داخل گمانه برگردانید. شرایط مناسب مغزه‌گیر را طبق بند ۹-۷ بررسی کنید. استفاده از دو مغزه‌گیر می‌تواند به مقدار زیادی سرعت مغزه‌گیری را افزایش دهد. وقتی یکی در حال پاک‌سازی و بستن مجدد است، دیگری در حال مغزه‌گیری است.

۹-۱۲ عمق حفاری با افزودن یک میله حفاری دیگر افزایش یافته و شروع مجدد عملیات حفاری طبق بندهای ۹-۸ تا ۹-۱۲ انجام می‌شود.

۹-۱۳ جابجایی مغزه

استفاده از خطوط شکاف داخلی به میزان قابل توجهی راندمان جابجایی مغزه را به خصوص در سازندهای شکسته افزایش می‌دهد. مغزه‌ها را می‌توان به نیم‌استوانه‌های پلاستیکی برای ثبت و درزبندی منتقل کرد. ثبت، نشانه گذاری، حفظ، جاگذاری و بسته‌بندی نمونه‌های مغزه در جعبه‌های مغزه طبق استاندارد D5079 انجام می‌شود. تمام وقفه‌های ناشی از مشکلات مکانیکی و تجهیزات و نیروی انسانی مرتبط با مغزه‌گیری باید ثبت شده و بر طبق یک رویه ثابت بر روی مغزه‌ها علامت‌گذاری شود. معمولاً با رسم دو خط موازی، عمودبرهم و متقاطع این وقفه‌ها را علامت‌گذاری می‌کنند.

۹-۱۴ بازیابی مغزه سنگی

مغزه به‌طور پیوسته در گمانه بازیابی می‌شود. چنانچه بازیابی بخش سنگی مواد زیرسطحی به‌طور قابل توجهی کمتر از ٪۱۰۰ باشد (طبق بند ۱۰)، فرآیند حفاری را با تنظیم مجدد عواملی مثل دور مته، فشار روی مته، نوع مایع حفاری، تغییر نوع و اندازه مغزه‌گیر یا مته اصلاح نمایید تا بازیابی مغزه به حد قابل قبول برای زمین‌شناس یا مهندس طرح، بهبود یابد. باید تلاش کرد وقفه‌های مغزه‌گیری را تا جای ممکن کمینه نمود.

۹-۱۴-۱ بازیابی کم مته

هنگامی که بازیابی قسمت‌های جامد مغزه کمتر یا مساوی ٪۵۰ بوده و یا زمانی که درصد بازیابی برای طرح در حال اجرا قابل قبول نباشد، حفاری مغزه‌گیری را متوقف کنید. اگر بازیابی مغزه از اهمیت بالایی برخوردار باشد و بازیابی کم مغزه ناشی از فضاهای خالی موجود در سازند نباشد، از یک مته یا مغزه‌گیر بهتر استفاده نمایید و یا در فرآیندهای حفاری تغییرات دیگری اعمال کنید. ممکن است در بعضی مواقع نیاز شود تا به استفاده از روش‌های نمونه‌برداری از خاک مبادرت ورزید.

۹-۱۵ اگر وجود شرایط خاص باعث جلوگیری از پیشرفت و رسیدن به عمق توافقی برای گمانه شود، گمانه باید با بتن پر شده و دوباره حفر شود و یا برقو زده شده و لوله نگهدارنده نصب شود و با یک اندازه کوچک‌تر مته و مغزه‌گیر ادامه یابد و یا بنابه دستور زمین‌شناس یا مهندس از ادامه حفاری صرف‌نظر شود.

۱۰ محاسبات

۱۰-۱ میزان بازیابی مغزه[1] (CR) را محاسبه نمایید.

۱۰-۱-۱ بازیابی مغزه به‌وسیله تعیین نسبت طول مغزه بازیابی شده به طول حفاری و بیان آن بر حسب درصد انجام می‌شود.

$$CR = (\text{طول مغزه بازیابی شده} / \text{کل طول حفاری که مغزه از آن تهیه شده}) \times ۱۰۰$$

۱۰-۱-۲ مناطقی که امکان کاهش بازیابی مغزه وجود دارد (مانند مناطق نرم، متخلخل، شکسته‌شده با لبه‌های ناهماهنگ و نواحی پوسیده و هوازده) باید یادداشت شود.

یادآوری- هنگامی که بازیابی مغزه بیشتر از ٪۱۰۰ شود می‌تواند به دلیل کشیده شدن مغزه قبلی، لغزش بالابرنده مغزه و یا سقوط مواد مغزه از لوله مغزه‌گیر یا باقی ماندن مقداری از نمونه در پایین گمانه و برداشته شدن در فرآیند مغزه‌گیری بعدی باشد. هرگاه میزان بازیابی کمتر از ٪۱۰۰ باشد باید امکان باقی ماندن مقداری از نمونه در داخل گمانه بررسی شده و اصلاحات مربوط به آن اعمال شود. حفار باید قادر به تشخیص این رویداد باشد زیرا ظرفیت لوله مغزه‌گیر، جواب‌گوی مغزه‌گیری بعدی نخواهد بود.

۱۰-۲ محاسبه شاخص کیفیت سنگ[2] (RQD) بر طبق استاندارد D6032 انجام می‌شود.

یادآوری ۱- مقادیر بازیابی مغزه و RQD، حساس به عواملی مانند مغزه به‌دست آمده، کیفیت حفاری، نوع وسایل مورد استفاده برای مغزه‌گیری و همچنین وجود حفرات باز در توده‌سنگ هستند. طول کوتاه‌تر مغزه بیان‌گر حساسیت بیشتر در محاسبه بازیابی مغزه و RQD و در نتیجه حصول مقادیر کمتر است.

یادآوری ۲- هنگامی که طول مغزه‌ها به دلایل مختلفی تغییر می‌کند، قانون مشخصی مبنی بر اینکه طول مغزه‌ها قابلیت نرمال‌سازی را ندارند یا از مغزه مجاور برای تهیه یک مقدار معنی‌دار برای درصد بازیابی مغزه و RQD نمی‌توان به صورت ترکیبی استفاده نمود، وجود ندارد. برای مثال محاسبه بازیابی مغزه یا RQD برای یک یا چند مغزه در یک سنگ مشخص. استفاده از داوری افراد متخصص نیز ممکن است نیاز شود. هر چند در اکثر اوقات به‌طور طبیعی برخورد به سنگ‌های ضعیف اتفاق می‌افتد ولی می‌توان با کاهش طول مغزه‌گیری از گیرافتادن مته مغزه‌گیری جلوگیری کرده و بازیابی مغزه را افزایش داد.

1- Core recovery
2- Rock Quality Designation

۱۱ گزارش

گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۱ کلیه افرادی که در فرآیند حفاری حضور دارند مانند حفار، کمک‌حفار، زمین‌شناس یا ثبات، مهندس و سایر ناظرین؛

۳-۱۱ وضعیت آب‌وهوا در زمان حفاری، شرایط محل حفاری و توصیف هر وضعیت غیرطبیعی موجود در آن؛

۴-۱۱ ساعات کاری، زمان عملیات، اوقات توقف و زمان‌های نمونه‌برداری. هر گونه تأخیر طولانی مدت در حفاریی یا نصب تجهیزات نیز گزارش شود؛

۵-۱۱ هر گونه رویداد غیرطبیعی که ممکن است در طول اکتشاف اتفاق بیافتد؛

۱۱-۶ روش‌های حفاری

۱-۶-۱۱ تشریح روش مغزه‌گیری شامل نوع، اندازه، نوع مغزه‌گیر، پمپ حفاری، جریان مایع حفاری و روش تخلیه. فواصل تغییر وسایل یا تغییر روش حفاری و دلایل تغییر را یادداشت کنید؛

۲-۶-۱۱ نوع، تعداد و موقعیت گمانه‌هایی که به مایع حفاری آن‌ها مواد افزودنی اضافه شده است. اگر تغییراتی در مایع حفاری ایجاد شده مانند افزودن آب یا فوم، عمق و فواصل این تغییرات باید گزارش شود.

۳-۶-۱۱ تشریح سرعت جریان مایع حفاری، بازگشت ذرات حفاری شامل مقدار و فواصل استفاده. در نقاطی که امکان هدررفت مایع حفاری وجود دارد، مقدار هدررفت و موقعیت آن را گزارش کنید؛

۴-۶-۱۱ بیان شرایط حفاری مرتبط با فشار حفاری، سرعت چرخش و حفاری آسان ناشی از برخورد با مواد نرم‌تر. ممکن است این توضیحات خیلی کلی باشند بنابراین باید گزارش کرد که چطور نمونه‌برداری از مواد متفاوت انجام شده است؛

۵-۶-۱۱ در مورد لوله نگهدارنده، نوع، مقدار و دفعات نصب را گزارش کنید. سطح آب زیرزمینی مشاهده شده در موقع حفاری را یادداشت نمایید (تاریخ اندازه‌گیری و ارتفاع آب)؛

۱۱-۷ نمونه‌برداری

وقتی نمونه مغزه یا نمونه بکر در پایه گمانه از سنگ مادر جدا شد، قبل از نمونه‌برداری مجدد وضعیت پایه گمانه و یا حضور ذرات حفاری در نمونه بازیابی شده را گزارش نمایید. نمونه‌برداری از ذرات حفاری که به‌وسیله مایع حفاری به سطح منتقل شده‌اند را می‌توان برای آزمون سازندهای حفاری‌شده استفاده نمود. در صورت اخذ نمونه از ذرات حفاری، عمق و فواصل نمونه‌برداری گزارش شود؛

۱۱-۸ آزمون‌های درجا

۱-۸-۱۱ برای وسایلی که زیر پایه گمانه قرار داده شده‌اند، عمق قرارگیری و هرگونه شرایط غیرطبیعی را در زمان آزمون گزارش کنید؛

۱۱-۸-۲ برای وسایل آزمون یا وسایلی که در دیواره چاه قرار می‌گیرند، هر گونه شرایط غیرطبیعی دیواره گمانه مانند عدم امکان نصب آن‌ها را گزارش نمایید؛

۱۱-۹ شرح تمام مواد و روش‌های جاگذاری، حجم تقریبی آن‌ها، فواصل جاگذاری، روش‌های تأیید جاگذاری و مناطقی که مشکل و یا رویداد غیرطبیعی وجود دارد؛

۱۱-۱۰ نمودار گمانه باید طبق استاندارد بین‌المللی D5434 کامل شود. برخی از اطلاعاتی که نمودار گمانه باید دارا باشد به شرح زیر است:

۱۱-۱۰-۱ مشخصات طرح، شماره گمانه، موقعیت، جهت، تاریخ شروع حفاری، تاریخ اتمام حفاری و نام حفارها؛

۱۱-۱۰-۲ مختصات جغرافیایی و ارتفاع دهانه گمانه؛

۱۱-۱۰-۳ ارتفاع یا عمق سطح آب زیرزمینی و هرگونه تغییر در سطح آب شامل زمان‌ها و دفعات اندازه‌گیری؛

۱۱-۱۰-۴ ارتفاع یا عمقی که در آن هدررفت مایع حفاری اتفاق می‌افتد و مقدار آن، میزان پیشرفت یا نیروی روبه‌پایین و فشار بازگشت، سرعت چرخش میله‌های حفاری، فشار مایع یا هوای حفاری و شدت جریان بازگشت در طول حفاری، گزارش سرعت نفوذ و ذرات حفاری مرتبط با لایه‌های مورد نفوذ، مستندسازی هرگونه تغییر ناگهانی و غیرطبیعی که در طول حفاری حادث می‌شود؛

۱۱-۱۰-۵ اندازه، نوع و طرح لوله مغزه‌گیر مورد استفاده. اندازه، نوع و طرح مته مغزه‌گیری و بغل‌تراش مورد استفاده. اندازه، نوع، طرح، طول و موقعیت و ارتفاع لوله نگهدارنده مورد استفاده. سوابق مربوط به طول نگهدارنده‌ها و فواصل نصب آن‌ها باید حفظ و گزارش شود؛

۱۱-۱۰-۶ طول مغزه و درصد بازیابی مغزه؛

۱۱-۱۰-۷ مشخصات حفار در هر سیکل مغزه‌گیری چنان‌چه زمین‌شناس یا مهندس طرح، حضور نداشته باشند؛

۱۱-۱۰-۸ مشخصات زمین‌شناس یا مهندس حاضر در هر سیکل بازیابی مغزه. توصیف شرایط زیرسطحی شامل شیب لایه‌بندی، درزه‌ها، حفرات، شکاف‌ها، هدررفت مایع و هر مشاهده دیگری که به‌وسیله مهندس یا حفار انجام شده و باعث تکمیل اطلاعات درباره سازندهای در حال حفر می‌شود. عمق، ضخامت و طبیعت مواد پرکننده درزه‌ها و حفرات. گزارش RQD مشاهده‌شده و روش آزمون آن (طبق استاندارد بین‌المللی D6032)؛

۱۱-۱۰-۹ هرگونه تغییری در مشخصات مایع حفاری یا بازگشت مایع حفاری؛

۱۱-۱۰-۱۰ در صورت حفاری در نزدیکی یک منبع آب، ذکر روش انتقال آب یا مخزن آب مورد استفاده؛

۱۱-۱۰-۱۱ زمان حفاری بر حسب دقیقه‌برمتر و میزان نیروی فشار روبه‌پایین و سرعت میله‌های حفاری بر حسب دوربردقیقه در صورت امکان؛

۱۱-۱۰-۱۲ یادداشت شاخص حفاری، بدین معنی که آیا حفاری نرم، آهسته، آسان، یکنواخت است و یا سایر شاخص‌ها را دارا است؛

۱۲ دقت و اُریبی

۱-۱۲ این استاندارد حاوی داده‌های عددی نیست بنابراین بیان دقت و اُریبی در آن کاربردی ندارد؛

۲-۱۲ نمودار گمانه منعکس‌کننده نظرهای مهندس، زمین‌شناس یا حفار است بنابراین طراح باید جانب احتیاط را در تفسیر نمودار گمانه نگه دارد؛

۳-۱۲ استفاده از این استاندارد برای تولید داده‌هایی در مورد نوع سنگ و کیفیت آن و عوامل بازیابی مانند RQD است که ممکن است منعکس‌کننده خطای اشخاصی باشد که به جمع‌آوری داده‌ها می‌پردازند. دقت در تعیین RQD در استاندارد مربوط به روش آزمون (استاندارد بین‌المللی D6032) بیان شده است.