INSO
21360
1st.Edition
2017

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۳۶۰
چاپ اول
۱۳۹۵

کیفیت آب- انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیهٔ چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی- راهنما

Water quality- Selection of purging and sampling devices for groundwater monitoring wells –Guide

ICS: 13.060.10

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۱۳۶۰: ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی:۶۱۳۹ - ۱۴۱۵۵تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱(۰۲۶)

دورنگار:۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http:// www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوضه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد 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] (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 ایران 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 کشو ر و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. هم چنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند .ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی (کالیبراسیون) 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 Electro technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«کیفیت آب- انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیهٔ چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی- راهنما»

رئیس:	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
شریعتی، فاطمه (دکتری آلودگی دریا)	عضو هیئت علمی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان
دبیر:	
فرحناک شهرستانی، لحیا (کارشناسی ارشد شیمی آلی)	کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد گیلان
اعضاء :(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آبادیان، محمدرضا (کارشناسی شیمی)	مدیر عامل- شرکت پویندگان بهبود کیفیت
ابراهیمی، سیده مریم (کارشناسی ارشد صنایع غذایی)	مسئول کنترل کیفیت - شرکت کامپوره خزر
ابراهیمی، عیسی (دانشجوی دکتری خاک‌شناسی)	دانشجوی دانشگاه گیلان
زلفی نژاد، کامران (کارشناسی ارشد شیلات)	کارشناس - مرکز ملی تحقیقات آبزیان استان گیلان
زبده فلاحتی، نسیم (کارشناسی ارشد شیمی)	مدیر کنترل کیفیت - واحد تولیدی لویه
صادقی‌پور شیجانی، معصومه (کارشناسی ارشد علوم محیط زیست)	رئیس اداره هماهنگی و تدوین استاندارد- اداره کل استاندارد گیلان
قماش‌پسند، مریم (کارشناسی ارشد شیمی معدنی)	مدرس- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
موقر حسنی، فرحناز (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس - شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان
مهرزاد، حسن (کارشناسی فیزیک)	کارشناس- شرکت پویندگان بهبود کیفیت
میرباقری، سیده خورشید (کارشناسی شیمی)	کارشناس استاندارد- بازنشسته
میر روشندل، اعظم السادات (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	رئیس اداره امور آزمایشگاه‌ها- اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان
ییلاق بیکی، وحید (کارشناسی ارشد فیزیک ذرات بنیادی)	کارشناس- شرکت پویندگان بهبود کیفیت

ویراستار:	
صادقی‌پور شیجانی، معصومه (کارشناسی ارشد علوم محیط زیست)	رئیس اداره هماهنگی و تدوین استاندارد- اداره کل استاندارد گیلان

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ خلاصه	۲
۵ دستگاه‌ها	۳
۶ معیارهای انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیه	۳
۶-۲ قطر بیرونی دستگاه	۴
۶-۳ مواد و تولید	۴
۶-۴ تأثیر بر یکپارچگی نمونه	۵
۶-۵ سرعت برداشت آب و کنترل سرعت جریان	۶
۶-۶ عمق آب و قابلیت بالا بردن	۶
۶-۷ عملیات و سرویس کردن	۶
۶-۸ قابلیت اطمینان و دوام	۷
۶-۹ قابلیت حمل در مقابل تخصیص	۷
۶-۱۰ سایر ویژگی‌های عملیاتی	۸
۶-۱۱ هزینه	۸
۷ دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری	۹
۷-۳ دستگاه‌های نمونه‌برداری گراب	۹
۷-۴ پمپ‌های مکشی بالابرنده	۱۳
۷-۵ پمپ‌های شناور گریز از مرکز	۱۶
۷-۶ پمپ‌های جابجایی گاز	۲۱
۷-۷ پمپ‌های دیافراگمی	۲۲
۷-۸ پمپ‌های پیستونی	۲۴
۷-۹ پمپ‌های حفره‌ای پیش‌رونده	۲۵
۷-۱۰ پمپ‌های دنده‌ای	۲۷
۷-۱۱ پمپ‌های بالابر اینرسی	۲۸
کتاب‌نامه	۳۰

پیش گفتار

استاندارد « کیفیت آب- انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیهٔ چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی - راهنما » که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد و شصت و ششمین اجلاسیهٔ کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۵/۱۲/۱۸ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D6634/D6634M:2014, Standard Guide for Selection of Purging and Sampling Devices for Groundwater Monitoring Wells

کیفیت آب- انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیهٔ چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی - راهنما

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

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، توصیف ویژگی‌ها و اصول عملیاتی دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیه در چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی است و معیارهای انتخاب دستگاه‌های مناسب را برای کاربردهای خاص، فراهم می‌کند. دستگاه(های) انتخابی باید قابلیت تخلیهٔ چاه و عرضهٔ نمونه‌های معتبر نمایانگر از آب‌زیرزمینی و اجزای محلول مشمول را داشته باشند.

۱-۱-۱ به‌منظور حصول اطمینان از این‌که نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از چاه‌های پایش نشان‌دهندهٔ ویژگی‌های شیمیایی آب‌زیرزمینی از منطقهٔ آب‌دار موردنظر است، باید تجهیزات مناسب نمونه‌برداری و تخلیه، استفاده شود.

۱-۱-۲ این استاندارد شامل برخی از دستورالعمل‌های عمومی است که به طور مستقیم با اصول عملیاتی یا مشخصه‌های تجهیزات، مربوط نمی‌شود. این دستورالعمل‌ها به‌منظور کمک به کاربر در فهم استفاده از تجهیزاتی که در نهایت می‌تواند فرایند انتخاب را تحت تأثیر قرار دهد، تعیین می‌شود.

۱-۲ این استاندارد در موارد زیر کاربرد دارد:

۱-۲-۱ بررسی تعداد زیادی از رایج‌ترین دستگاه‌های مورد استفاده در نمونه‌برداری و تخلیهٔ چاهای پایش آب‌زیرمینی؛

یادآوری- متخصصین باید اطمینان حاصل کنند که روش‌های تخلیه و نمونه‌برداری مورد استفاده که در این استاندارد بیان شده‌اند یا خیر، به‌منظور برآورد اهداف پایش در هر محل، مناسب است.

۱-۲-۲ مرجع متداول برای دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری؛

۱-۲-۳ نمونه‌برداری کیفی آب‌های زیرزمینی از چاه‌های پایش مورد استفاده برای ارزیابی آلودگی آب‌زیرزمینی، خصوصیات منبع تأمین آب و تحقیقات.

۱-۳ این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

۱-۳-۱ روش‌های تخلیه یا جمع‌آوری نمونه‌ها از چاه‌های پایش؛

۱-۳-۲ دستگاه‌های نمونه‌برداری برای مایعات فاز غیرآبی؛

۱-۳-۳ دستگاه‌های نمونه‌برداری نوع نفوذی؛

۱-۳-۴ نمونه‌برداری از دستگاه‌هایی غیر از چاه‌های پایش.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

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

2-2 ASTM D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

2-3 ASTM D5088 Practice for Decontamination of Field Equipment Used at Waste Sites

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۹۰۰۱: حذف آلودگی تجهیزات میدانی مورداستفاده در محل‌های پسماند- آیین‌کار ، با استفاده از استاندارد ASTM D5088، تدوین شده است.

2-4 ASTM D6452 Guide for Purging Methods for Wells Used for Groundwater Quality Investigations

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM D653، به‌کار می‌رود.

۴ خلاصه

۴-۱ هدف اولیهٔ برنامهٔ نمونه‌برداری از آب‌های‌زیرزمینی، به‌دست آوردن نمونه‌های نمایانگر از شرایط فعلی آب زیرزمینی است که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب زیززمینی را در یک منطقهٔ آب‌دار ویژه حفظ کرده است. باتوجه به پروتکل نمونه‌برداری و تخلیه ممکن است، تخلیهٔ چاه از آب‌های راکد یا تا زمانی‌که معیارهای از پیش تعیین‌شدهٔ تخلیه، برآورد شوند، لازم باشد. بنابراین، دستگاه(های) انتخابی مورداستفاده در برنامه‌های نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی باید قادر به تخلیهٔ چاه بر حسب نیاز و/یا رساندن یک نمونهٔ نمایانگر از جای اولیهٔ خود در آب زیرزمینی به سطح باشد. چند عامل می‌تواند در هر صورت بر نمایان‌گر بودن یک نمونهٔ تک یا مجموعه‌ای از نمونه‌ها مؤثر باشد و یکی از ارکان مهم پروتکل‌های جمع‌آوری نمونه، مکانیسم نمونه‌برداری است (به منابع شمارهٔ [۴]،[۵]،[۶] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۴-۲ در انتخاب دستگاه نمونه‌برداری و/یا تخلیهٔ مورد استفاده در چاه پایش آب زیرزمینی باید تعدادی از عوامل مانند ۱) قطر بیرونی دستگاه ۲) موادی که از آن دستگاه و تجهیزات مربوطه ساخته می‌شوند ۳) اثر کلی دستگاه روی یکپارچگی نمونهٔ آب‌زیرزمینی با توجه به آنالیت‌های موردنظر ۴) قابلیت تنظیم میزان تخلیهٔ بار دستگاه ۵) عمق آب ۶) سهولت بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری ۷) قابلیت اطمینان و دوام دستگاه ۸) قابلیت حمل دستگاه و هرگونه تجهیزات جانبی موردنیاز، در صورتی که عملی باشد ۹) سایر محدودیت‌های عملیاتی دستگاه ۱۰) هزینهٔ اولیه و عملیاتی دستگاه و تجهیزات جانبی، در نظر گرفته شود. بر اساس این ملاحظات، هر یک از دستگاه‌های موجود در تخلیه و/یا نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی از چاه‌های پایش، دارای مجموعه‌ای منحصر به فرد از مزایا و محدودیت‌ها، هستند.

یادآوری – کیفیت نتایج تولید شده در این استاندارد، به صلاحیت کارکنان اجراکنندهٔ آن و مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده، بستگی دارد. سازمان‌هایی که معیارهای استاندارد ASTM D3740 را برآورده می‌سازد با صلاحیت و مجاز به آزمون عینی/نمونه‌برداری، بازرسی و غیره، در نظر گرفته می‌شوند. کاربران این استاندارد باید توجه داشته باشند که فقط پیروی از استاندارد ASTM D3740 نتایج قابلیت اطمینانی را حاصل نمی‌کند. نتایج قابل‌اطمینان به عوامل زیادی بستگی دارد، استاندارد ASTM D3740 زمینهٔ ارزیابی بعضی از این عوامل را میسر می‌سازد.

۵ دستگاه‌ها

۵-۱ به‌طورمعمول دستگاه‌های توضیح داده شده در این استاندارد از تأمین‌کننده‌های تجاری، قابل دسترس است.

۶ معیارهای انتخاب دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیه

۶-۱ در انتخاب دستگاه(های) نمونه‌برداری و/یا تخلیه، چند معیار باید مورد ارزیابی قرار گیرند که به شرح زیر است. بر اساس این معیارها هر دستگاه دارای مجموعهٔ منحصر به فرد از مزایا و محدودیت‌های است که متناسب با کاربردهای خاص محل، تعریف شده است.

۶-۲ قطر بیرونی دستگاه

اگر چاه(های) که تخلیه و نمونه‌برداری می‌شود در محل باشد(باشند)، موضوع اولیه در انتخاب دستگاه این است که به هر صورت چاه(ها) با دستگاه منطبق باشد، مهم است توجه شود که ممکن است چاه‌ها قائم نباشند یا دارای انقباضاتی در لولهٔ جداری چاه(به طور مثال در اتصالات) باشند یا ممکن است وجود انسدادی موجب کوچک‌تر شدن قطر داخلی موثر چاه از قطر داخلی لولهٔ جداری چاه، شود. به‌طور متناوب، اگر چاه‌های پایش در یک جا نباشند، احتیاط بیشتری می‌تواند اول در انتخاب دستگاهی که الزامات برنامهٔ نمونه‌برداری را برآورده می‌سازد و سپس انتخاب اندازهٔ لولهٔ جدار استفاده شده در چاه‌ها، لازم باشد. قطر داخلی کوچک‌تر چاه سبب محدودیت بیشتری در انتخاب دستگاه می‌شود. اکثر چاه‌های پایش آب‌زیرزمینی نصب شده در محل‌های مختلف، چاه‌هایی با قطر کوچک یا چاه‌هایی با قطر داخلی mm ۱۰۰ یا کمتر، هستند. تمام دستگاه‌های تشریح‌شده در این استاندارد برای چاه‌هایی با قطر داخلی mm ۱۰۰ مناسب خواهند بود که بیشتر در چاه‌هایی با قطر داخلی mm ۵۰ نصب می‌شوند و چندین مورد می‌تواند در چاه‌های با قطر داخلی mm ۱۹ یا کمتر، استفاده شود.

۶-۳ مواد و تولید

انتخاب مواد مورداستفاده در ساخت دستگاه‌های نمونه‌برداری و تخلیه باید بر اساس آگاهی از محیط ژئو شیمیایی[1] و چگونگی واکنش مواد با نمونه از طریق فرایندهای فیزیکی، شیمیایی یا زیستی، باشد. مواد مورد استفاده در ساخت دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری و لوله‌گذاری‌ها، شیلنگ، لوله‌ها و خطوط نگه‌دارندهٔ مربوطه (برای مثل طناب، کابل یا زنجیره) می‌تواند منبع اریبی یا خطا، باشد. مواد مورد استفاده نباید آنالیت‌های نمونه را جذب کند یا آنالیت‌هایی را که از قبل در نمونه‌ها جذب شده را واجذب نماید، اجزای ماتریسی ماده‌ای که می‌تواند بر غلظت‌های آنالیت اثر کند را بشوید یا به علت ویژگی‌های شیمیایی آب از لحاظ فیزیکی یا شیمیایی تخریب شود. مواد مورداستفاده در ساخت دستگاه‌های نمونه‌برداری عموماً شامل پلی‌وینیل‌کلرید سخت (PVC[2] نوع یک)، فولاد ضدزنگ، پلی‌تترافلوئورواتیلن (PTFE)[3]، پلی اتیلن (PE)[4]، پلی پروپیلن (PP)[5]، پلی‌وینیل‌کلرید

1 - Geochemical
2 - Polyvinyl Chloride
3 - Polytetrafluorethylene
4 - Polyethylene
5 - Polypropylene

انعطاف‌پذیر (PVC نوع دو)، فلوئوروالاستومرهای پلی وینیلیدن فلورید (PVDF)[1]، و ان- بونا[2]، اتیلن- پروپیلن دی‌ان مونومر (EPDM)[3] و لاستیک سیلیکون، است. مطالعات موجود سرعت جذب و واجذب نسبی این مواد، پتانسیل آنها برای تغییر ویژگی‌های شیمیایی نمونه و رتبه‌بندی مطلوب آنها را برای استفاده در دستگاه‌های نمونه‌برداری نشان می‌دهد (به منابع شمارهٔ [۴] و [۷] و [۸]و [۹] و [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود). قطعات شکل‌داده شده و قالب‌گیری شده از مواد پلیمری ممکن است در سطح دارای مقادیر کم مواد آلی کمکی در شکل دادن یا ضایعات حاصل از قالب‌گیری، باشند. هم‌چنین، ممکن است تعدادی از فرمولاسیون‌های مواد پلیمری حاوی مواد پرکننده یا مواد افزودنی فرآوری‌شده، باشد که بتواند از مواد شسته شود و کیفیت نمونه را تغییر دهد. ممکن است مقادیر کم روغن برش(خنک‌کننده)، حلال یا پوشش‌های سطحی در مواد فلزی وجود داشته باشد. این موارد باید حذف شود و در صورت حذف نباید ویژگی‌های شیمیایی نمونه را تحت تأثیر قرار دهد. به طور کلی بهتر است از موادی که بدون استفاده از این پوشش‌های فرآوری‌شده یا سطحی تولیدشده استفاده شود. برای مواد فلزی در معرض خوردگی، صیقل‌کاری الکتریکی یا سایر فرایندهای غیرفعال سطحی می‌تواند مقاومت در برابر خوردگی را افزایش دهد. خوردگی و بقایای ناشی از مواد فلزی پرداخت‌نشده می‌تواند کیفیت نمونه را تحت تأثیر قرار دهد.

۴-۶ تأثیر بر یکپارچگی نمونه

درصورتی‌که حفظ یکپارچگی شیمیایی آب تخلیه‌شده از چاه پایش به طور ویژه حائز اهمیت نباشد، دستگاه-(های) انتخابی در تخلیه و نمونه‌برداری باید به‌منظور حصول اطمینان از ایجاد حداقل تغییرات فیزیکی یا شیمیایی در آب چاه و در نمونهٔ بعدی از طریق روش‌های رساندن آب به سطح، مورد ارزیابی قرار گیرند. از آنجایی‌که محیط زیرسطحی نسبت به سطح، در شرایط مختلف دمایی، فشار، مقدار گاز و شرایط پتانسیل هنگام اکسایش و کاهش[4] قرار دارد، اقدامات احتیاطی باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که این شرایط تا حدامکان هنگام انتقال آب نمونه به سطح، حفظ شود. دستگاه‌هایی که هوا یا گاز غیر بی‌اثر را به نمونه وارد می‌کنند یا سبب می‌شوند نمونه تحت تغییرات دمایی یا فشاری قابل توجهی از عمق نمونه‌برداری تا سطح قرارگیرد، از لحاظ حفظ کیفیت شیمیایی نمونه، مطلوبیت کمتری دارند (به منابع شمارهٔ [۵]و [۱۱] کتاب‌نامه مراجعه شود). به عنوان مثال، سیستم‌هایی که امکان تماس نمونه با هوا را فراهم می‌کنند، با اکسایش نمونه‌ها می‌تواند تأثیر قابل-توجهی روی اجزای شیمیایی آلی و معدنی داشته باشند(به منابع شمارهٔ [۵]و [۱۱] و [۱۲] کتاب‌نامه مراجعه شود). به طور کلی، سرعتی که در آن دستگاه نمونه‌برداری کار می‌کند می‌تواند روی کیفیت نمونه تأثیر بگذارد، به‌طوری‌که هر چه سرعت دستگاه بیشتر، میزان این تأثیر بیشتر خواهد بود. تلاطم و فشارزدایی می‌تواند منجر

1 - Polyvinylidene Fluoride
2 - Buna-N
3 - Ethylene-propylene diene monomer
4 - Redox potential

به تغییرات قابل توجهی در اکسیژن محلول، دی اکسید کربن، فلزات محلول و ترکیبات آلی فرار (VOCs)[1] در یک نمونه شود (به منابع شمارهٔ [۴]و [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود). وارد یا خارج کردن یک دستگاه در ستون آب و سرعتی که در آن آب از چاه برداشت می‌شود اغلب می‌تواند کدورت نمونه را تحت تأثیر قرار دهد (به منابع شمارهٔ [۱۳]و [۱۴] کتاب‌نامه مراجعه شود). این مسئله می‌تواند بر غلظت‌های برخی از آنالیت‌ها اثر داشته باشد یا با برخی از اندازه‌گیری‌های تجزیه‌ای تداخل ایجاد کند (به منبع شمارهٔ [۱۵] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۶-۵ سرعت برداشت آب و کنترل سرعت جریان

هنگام انتخاب دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری، باید ملاحظات لازم برای سرعت‌های مناسب برداشت آب، مدنظر قرارگیرد. به عنوان مثال، به‌منظور برخی از پارامترهای حساس (یعنی، ترکیبات آلی فرار و فلزات کمیاب)، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده باید در سرعت‌های جریان پایین، برداشت شوند. سرعت‌های نمونه‌برداری باید به اندازهٔ کافی بالا باشد تا بتواند ظروف نمونه را به طور مؤثر پر کرده و نیز به اندازهٔ کافی پایین باشد تا تغییرات نمونه به حداقل برسد. علاوه بر این، ممکن است استفاده از تکنیک‌های تخلیه با سرعت جریان کم نیاز به تنظیم سرعت پمپاژ برای محاسبهٔ عملکرد هیدرولیکی چاه داشته باشد. بنابراین به‌طور کلی، توانایی کنترل سرعت جریان دستگاه تخلیه یا نمونه‌برداری، مطلوب است. کنترل سرعت دستگاه با استفاده از شیر در خط تخلیه منجر به کاهش سرعت جریان می‌شود، در حالی‌که باعث افت فشار در سراسر شیر می‌شود و لزوماً سرعت دستگاه را در چاه کاهش نمی‌دهد. یکی دیگر از روش‌های کاهش سرعت جریان، منحرف کردن بخشی از جریان تخلیه است.

۶-۶ عمق آب و قابلیت بالا بردن

هرچه عمق آب بیشتر باشد، دستگاه باید بر فشار بیشتری برای انتقال آب به سطح غلبه کند. بنابراین، قابلیت پمپاژ دستگاه تعیین می‌کند که این دستگاه در هر صورت برای کاربردهای منحصربفرد مناسب است. علاوه بر این هر چه عمق آب بیشتر باشد زمان بیشتری برای عملیات تخلیه و نمونه‌برداری، صرف می‌شود. به طور کلی، با افزایش عمق آب، انتخاب دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری بیشتر محدود می‌شود.

۶-۷ عملیات و سرویس کردن

سهولت عملیات و خدمات از مسائل حائز اهمیت است، اما اغلب در انتخاب دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری نادیده گرفته می‌شود. شایع‌ترین منبع دقت کم در نتایج نمونه‌برداری، مشکلات عملیاتی دستگاه نمونه‌برداری است (به منبع شمارهٔ [۱۶] کتاب‌نامه مراجعه شود). این امر می‌تواند ناشی از عوامل زیر باشد:

۱) بیش از حد پیچیده بودن دستگاه و تجهیزات جانبی به‌منظور عمل کردن در شرایط میدانی؛

1 - Volatile Organic Compounds

۲) آشنانبودن کافی کاربر با دستگاه تا بتواند با آن به درستی کار کند؛

۳) عدم تشریح روش‌های استفادهٔ مناسب رویهٔ عرضه شده با دستگاه.

بنابراین، نه تنها انتخاب دستگاه که کار کردن با آن ساده باشد مهم است، بلکه ارائهٔ آموزش مناسب برای متصدی(های) دستگاه نیز از اهمیت زیادی، برخوردار است. از آنجایی‌که دستگاه‌های مکانیکی ممکن است دچار اختلال در عملکرد یا نقص و خرابی شوند، امکان سرویس میدانی یا در دسترس بودن یک دستگاه جایگزین می‌تواند مطلوب باشد. ممکن است، برخی از دستگاه‌های توصیف شده در این استاندارد برای تعمیر میدانی بیش از حد پیچیده و نیازمند سرویس توسط تولیدکننده یا یک مرکز خدماتی واجد شرایط، باشند.

۶-۸ قابلیت اطمینان و دوام

قابلیت اطمینان و دوام دو عامل وابسته به تعمیر و نگهداری می‌باشد که درخور توجه است. دستگاه‌های مورد استفاده در برخی از برنامه‌های پایش باید قادر به کارکردن برای مدت زمان طولانی در محیط‌های زیرسطحی حاوی انواع ترکیبات شیمیایی باشد که ممکن است این ترکیبات باعث خوردگی قطعات فلزی یا تخریب مواد پلاستیکی شود(به منبع شمارهٔ [۹] کتاب‌نامه مراجعه شود). این امر به ویژه در مورد دستگاهایی که به چاه‌ها اختصاص داده می‌شود و در نتیجه به طور مستمر در معرض محیط‌های شیمیایی مخرب قرار دارند، صدق می‌کند.

۶-۹ قابلیت حمل در مقابل تخصیص

در عمل، دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری در یکی از دو حالت زیر به‌کار می‌روند: قابل حمل(استفاده در چاه‌های متعدد) یا اختصاصی (نصب‌شده برای استفاده در یک چاه) که مورد دوم نیاز به آلودگی‌زدایی این تجهیزات پس از هر بار استفاده ندارد و نیز می‌تواند احتمال آلودگی جانبی چاه‌ها و نمونه‌ها، هم‌چنین آلودگی احتمالی ناشی از جابجایی و ذخیره‌سازی نادرست تجهیزات قابل‌حمل را از بین ببرد. این تجهیزات (اختصاصی) هم‌چنین می‌تواند برای استفاده در برنامه‌های پایش معمول به دلیل کاهش نیروی کار در میدان و حذف هزینه‌های آلودگی‌زدایی و شاهدهای تجزیه‌ای، مقرون به صرفه‌تر باشد. تجهیزات قابل‌حمل باید بین استفاده در هر چاه پایش به خوبی تمیز شود یا پس از استفاده به منظور جلوگیری از آلودگی عرضی چاه‌ها و نمونه‌ها، دور انداخته شود. علاوه بر این، قطعات باید در برابر فرایندهای لازم تمیز کردن مقاومت کنند. ممکن است در برخی از دستگاه‌ها، به موجب طراحی که دارند، جداسازی آن‌ها به منظور تمیز کردن مشکل باشد و تمیزکردن این دستگاه‌ها با چرخاندن محلول‌های تمیزکننده و شستشوی کل دستگاه و هرگونه لوله و شلنگ همراه آن مطابق با استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۹۰۰۱، عملی‌تر باشد. عملیات آلودگی‌زدایی میدانی می‌تواند به دلیل نیاز به تأمین تجهیزات آلودگی‌زدایی کنندهٔ کافی، قرارگیری تجهیزات در معرض آلودگی‌های بالقوه و جابجایی و دفع فاضلاب و ملزومات ضدعفونی‌کننده، مشکل باشد. در مواردی‌که آلودگی‌زدایی میدانی عملی یا امکان‌پذیر نباشد،

استفاده از دستگاه‌های اختصاصی یا حمل تعدادی از دستگاه‌های نمونه‌برداری قابل‌حمل به میدان و رفع آلودگی آنها در مکان مناسب‌تر، می‌تواند ساده به نظر آید. به منظور ارزیابی اثربخشی روش تمیزکردن باید پس از هر روش تمیزکردن، شاهدهای تجهیزات، جمع‌آوری شود.

۶-۹-۱ ممکن است موقعیت دورافتادهٔ برخی از چاه‌های پایش یا زمین ناهموار نیاز به دستگاه نمونه‌برداری و تجهیزات و لوازم جانبی انتخابی (مانند لوله و اتصالات لوله، قرقرهٔ شلنگ، بسته‌های باتری، ژنراتور، منبع هوای فشرده، دستگاه‌های کنترل، تجهیزات و لوازم رفع آلودگی، ظروف تخلیهٔ آب و غیره) با قابلیت حمل بالا، داشته باشند. در حالی‌که برخی از دستگاه‌ها می‌تواند به طور دستی تا مناطق دور حمل شوند، برخی از تولیدکنندگان در تلاش برای بهبود قابلیت حمل، تجهیزات خود را به شکل کوله‌پشتی، چرخ دستی‌های چرخ‌دار و وسایل نقلیه تخصصی نصب می‌کنند. سایر تجهیزات بیش از حد بزرگ و سنگین بدون استقرار روی وسیلهٔ نقلیه، در میدان قابل جابجایی می‌باشند.

۶-۱۰ سایر ویژگی‌های عملیاتی

این ویژگی‌ها از جمله قابلیت جابجایی مواد جامد، قابلیت خشک‌شدن، الزامات خنک‌سازی و تخلیهٔ متناوب باید در استفاده از برخی دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری، در نظر گرفته شود. ممکن است، بعضی دستگاه‌ها هنگام عبور مواد جامد از درون دستگاه دچار فرسودگی یا آسیب شوند که این مسئله سبب بازدهٔ کمتر یا خرابی می‌شود. ممکن است مواد جامد شیرهای یک‌طرفه و/یا گذرگاه‌ها را نیز مسدود کنند که این قضیه می‌تواند سرعت تخلیه را کاهش دهد یا در مورد نمونه‌بردارهای گراب باعث می‌شود نمونه نگهداشته شده به بیرون نشت کند.

۶-۱۰-۱ خشک‌شدن می‌تواند زمانی رخ دهد که سطح آب در چاه به پایین‌تر از ورودی پمپ کشیده می‌شود. در برخی از طرح‌های پمپ و به طورمعمول آن دسته که دارای مکانیسم دورانی یا رفت و برگشتی هستند، این کار موجب آسیب یا خرابی دستگاه می‌شود.

۶-۱۰-۲ برخی از دستگاه‌های تخلیه/ نمونه‌برداری می‌توانند درجه حرارت آب‌های زیرزمینی اطراف را تغییر دهند. در برخی از دستگاه‌ها، این تبادل حرارتی مانع از حرارت بیش از حد و آسیب و خرابی احتمالی دستگاه می‌شود. تغییر حاصل در دمای آب می‌تواند ویژگی‌های شیمی نمونه را به روش‌های مختلفی تغییر دهد. گرم-شدن آب حلالیت گازهای محلول در آب را کاهش می‌دهد. نتیجهٔ از دست دادن CO_2 و O_2 محلول می‌تواند موجب تغییر در pH و شاید در حالت اکسایش-کاهش شده، که سپس باعث رسوب کربنات (کلسیم، منیزیم)، فلزات محلول و با بیشترین تمایل آهن، شود. رسوب آهن سپس می‌تواند باعث هم‌رسوبی سایر فلزات مانند نیکل، مس، و کروم، شود. هم‌چنین گرما حلالیت ترکیبات آلی فرار را در آب کاهش می‌دهد، که این امر افزایش تبخیر را به دنبال دارد (به منابع شمارهٔ [۵] و [۱۱] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۶-۱۰-۳ تخلیهٔ متناوب برخی از دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری باید هنگام اندازه‌گیری پارامترهای شاخص با دستگاه‌های پایش یا انجام پالایش برخط، مدنظر قرار گرفته شود. پارامترهای شاخص باید در طول چرخه‌های تخلیهٔ پمپ، اندازه‌گیری شود. باید مراقب بود هنگام پالایش، در طول چرخه‌های پرکردن مجدد پمپ، از ورود هوا به صافی جلوگیری شود.

۶-۱۱ هزینه

هزینهٔ سرمایهٔ اولیه و هزینه‌های عملیاتی (از جمله هزینهٔ تعمیر و نگهداری) دستگاه نمونه‌برداری و تجهیزات و لوازم جانبی از جمله ملاحظات مهم هستند. با این حال، ملاحظات هزینه نباید منتج به انتخاب دستگاه‌هایی شود که اهداف کیفی داده‌ها را به خطر بیندازد. انتخاب و استفادهٔ صحیح از دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری چیزی بیش از پرداخت برای سرمایه و هزینه‌های عملیاتی با فراهم نمودن جمع‌آوری مناسب نمونه‌ها است که منتج به صرفه‌جویی در هزینهٔ ناشی از نتایج تجزیه‌ای کمتر مثبت کاذب، هزینه‌های نمونه‌برداری مجدد، تحقیقات با اهداف نظارتی یا علمی، می‌شود.

یادآوری- باید در نظر داشت که دستگاه یا دستگاه‌های انتخابی تخلیه و/یا نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی، روی یک اصل سازگار برای مکان نمونه‌برداری معلوم در آینده استفاده می‌شود. ممکن است بعضی دستگاه‌ها تغییرپذیری بیشتری نسبت به سایرین (برای مثال، استفاده از گِل‌کش) داشته باشد. سازگاری بیشتر روش‌شناسی نمونه‌برداری، تغییرپذیری کمتر نمونه‌برداری را در نتایج شیمیایی و سایر نتایج، موجب خواهد شد. درصورت ایجاد تغییرات در تجهیزات یا روش‌شناسی تخلیه یا نمونه‌برداری، کاربران این داده‌ها باید بدانند که ممکن است در نتایج حاصل از آنالیز، اختلاف وجود داشته باشد. این بدان معنی نیست که از هرگونه تغییری که ممکن است بر روی داده‌های نمونه اثر بگذارد باید اجتناب شود، بلکه ارزیابی نتایج توصیه می‌شود.

۷ دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری

۷-۱ طیف گسترده‌ای از دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری برای استفاده در چاه‌های پایش آب‌های زیرزمینی و گمانه، در دسترس است. دستگاه‌های موجود را می‌توان به چهار دستهٔ کلی طبقه‌بندی کرد: مکانیسم‌های گراب (از جمله گِل‌کش، سرنگ و نمونه‌بردارهای برداشت‌کننده[1])، مکانیزم‌های مکشی بالابرنده (از جمله پمپ‌های گریز از مرکز سطحی و پریستالتیک)، پمپ‌های شناورگریز از مرکز، مکانیزم‌های جابجایی مثبت (از جمله پمپ‌های جابجایی گاز، دیافراگمی، پمپ‌های پیستونی، مونو پمپ‌ها و پمپ‌های دنده‌ای) و پمپ‌های بالابر اینرسی. هر چند اغلب در صنعت آب‌های زیرزمینی به‌منظور توسعهٔ چاه از روش فشار گاز استفاده می‌شود، اما به طور کلی این روش برای تخلیه و نمونه‌برداری، نامناسب است زیرا به احتمال زیاد اختلاط وسیع گاز فعال-کننده و آب گازهای محلول را از آب‌های زیرزمینی خارج می‌کند و غلظت سایر اجزای محلول را تغییر می-دهد(به منبع شمارهٔ [۱۷] کتاب‌نامه مراجعه شود). این روش به این دلیل مورد بحث نیست.

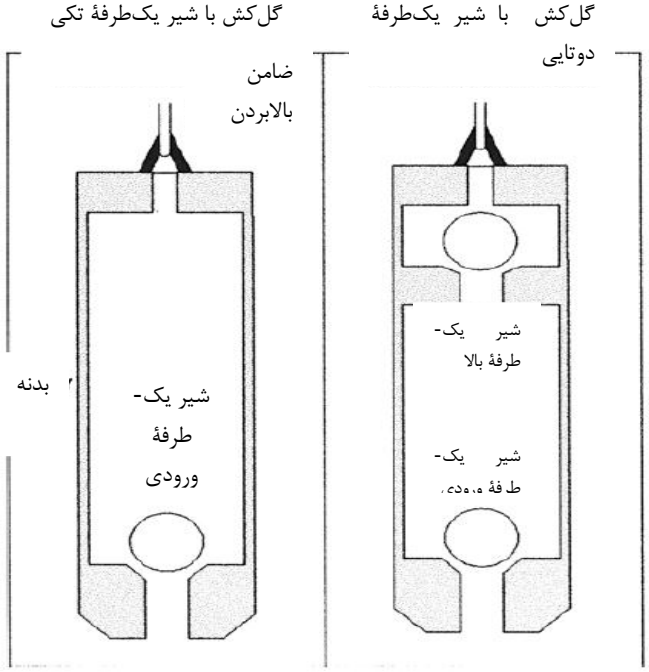
1 - Thief samplers

۲-۷ هر یک از دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری که در این استاندارد توضیح داده می‌شود دارای ویژگی‌های خاص عملیاتی هستند که، در بخشی، مناسب بودن هر دستگاه برای کاربردهای خاصی را تعیین می‌کند. این ویژگی‌های عملیاتی در جدول ۱، به صورت خلاصه‌ای از اطلاعات به دست آمده از مشخصات تولیدکنندگان برای دستگاه‌های مختلف، فهرست شده است.

۳-۷ دستگاه‌های نمونه‌برداری گراب

۱-۳-۷ گِل‌کش، سرنگ و نمونه‌بردارهای برداشت‌کننده (به عنوان مثال، نمونه‌بردارهای با وزنه) نمونه‌هایی از دستگاه‌های نمونه‌برداری گراب، هستند. این دستگاه‌ها داخل چاه گمانه و بر روی یک کابل، طناب، زنجیر یا لولهٔ متناسب با عمق نمونه‌برداری موردنظر پایین فرستاده می‌شود و پس از تخلیهٔ آب، انتقال نمونه یا انتقال مستقیم دستگاه به آزمایشگاه برای انتقال نمونه و آنالیز، بازیابی می‌شود.

۱-۱-۳-۷ رایج‌ترین نمونه‌بردارهای گراب مورداستفاده گِل‌کش‌ها، در طرح‌های با شیر یک‌طرفهٔ تکی و دوتایی، هستند. طرح کلی این دو مدل در شکل ۱ نشان داده شده است. گِل‌کش به طور معمول از فولاد ضدزنگ و پلاستیک‌های مختلف (به عنوان مثال، پی وینیل کلرید(PVC) و پلی‌اتیلن(PE)، مواد فلوروکربن دار)، ساخته می‌شوند.



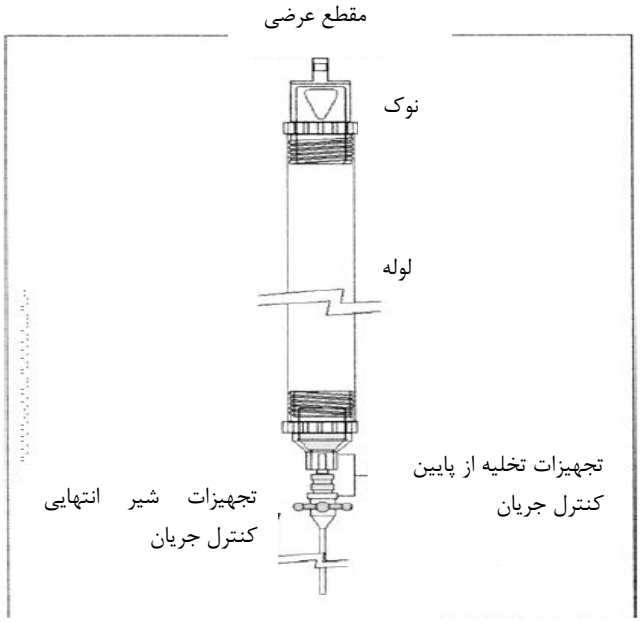
شکل ۱- نمونه‌ای از گل‌کش با شیر یک‌طرفهٔ تکی و دوتایی

۲-۱-۳-۷ شیر یک‌طرفهٔ تکی گل‌کش، به پایین چاه فرستاده می‌شود و ورود آب به گل‌کش باعث باز شدن شیر و پرشدن گل‌کش می‌شود. در برگشت، وزن شیر یک‌طرفه و آب داخل گل‌کش هنگامی‌که گل‌کش از ستون

آب خارج می‌شود باعث بسته‌شدن شیر یک‌طرفه می‌شود. آب داخل گل‌کش از بیشترین عمقی که گل‌کش پایین فرستاده شده بود، نگه داشته می‌شود. باتوجه به طراحی نوک گل‌کش، احتمال این‌که محتویات گل‌کش با ستون آب اطراف در برگشت مخلوط شود، وجود دارد.

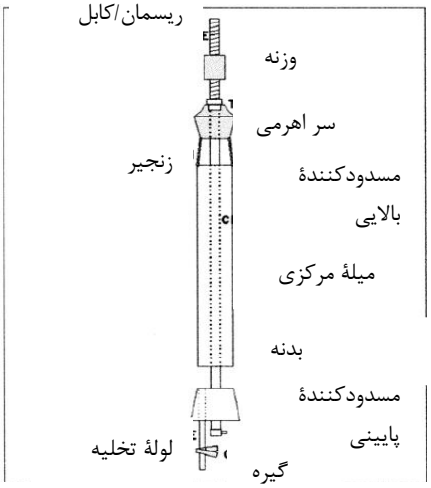
۷-۳-۱-۳ شیر یک‌طرفهٔ دوگانه برای جلوگیری از مخلوط‌شدن نمونه با ستون آب هنگام برگشت، می‌باشد. آب از میان گل‌کش هم‌چنان‌که گل‌کش پایین می‌رود، عبور می‌کند.

۷-۳-۱-۴ در هر دو حالت گل‌کش (با شیر یک‌طرفهٔ تک و دوتایی)، پس از برگشت گل‌کش، آب نمونه به آرامی در یک ظرف نمونه ریخته می‌شود. ممکن است به منظور تامین کنترل مناسب تخلیهٔ آب از گل‌کش به ظرف نمونه، دستگاه تخلیهٔ تحتانی، با کنترل جریان، مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۲ نمونه‌ای از این دستگاه را نشان می‌دهد. ممکن است دستگاه تخلیهٔ تحتانی با شیر یک‌طرفهٔ دوتایی کار نکند مگر این‌که طراحی آن امکان رهاسازی شیر یک‌طرفهٔ بالایی را در طول استفاده، فراهم سازد.



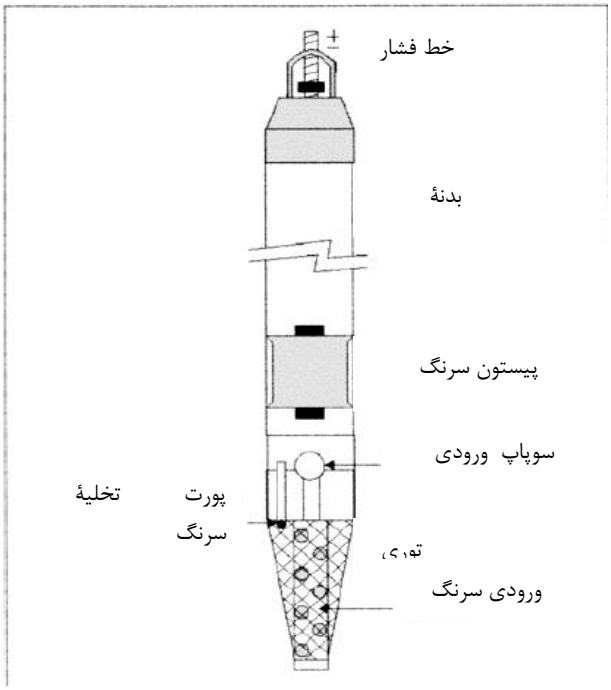
شکل ۲- نمونه‌ای از گل‌کش دارای شیر یک‌طرفهٔ تکی با دستگاه تخلیه پایین

۷-۳-۱-۵ نوع دیگری از نمونه‌بردار گراب، نمونه‌بردار برداشت‌کننده نامیده می‌شود که از یک رهاساز مکانیکی، الکتریکی یا پنوماتیک برای به کار انداختن کلیدهای اتصال یا شیرها درانتهای یک لولهٔ باز با محفظهٔ باز و/یا بسته، پس از پایین فرستادن آن به عمق نمونه‌برداری موردنظر، در نتیجه نمونه‌برداری از فواصل جدا از هم چاه، استفاده می‌کند. شکل ۳ مثالی از این نوع نمونه‌بردار را نشان می‌دهد.



شکل۳- نمونه‌ای از یک نمونه‌بردار گراب(کمرر)

۶-۱-۳-۷ نمونه‌بردار سرنگی نشان داده شده در شکل ۴ از طریق یک پیستون یا جسم شناور متحرک به دو محفظه تقسیم می‌شود. محفظهٔ بالایی به یک سیم هوایی انعطاف‌پذیر که تا سطح زمین امتداد دارد، متصل می‌شود. محفظهٔ پایین، محفظهٔ نمونه است. دستگاه به پایین چاه فرستاده می‌شود و با استفاده از مکش به محفظهٔ بالایی فعال می‌شود، در نتیجهٔ آن پیستون یا شناور به سمت بالا کشیده شده و اجازه می‌دهد آب وارد محفظهٔ پایین، شود. در شرایطی که در آن فشار وارد بر محفظهٔ پایین به علت زیر آب بردن، به اندازه‌ای باشد که باعث شود قبل از رسیدن به عمق نمونه‌برداری مورد نظر، پیستون یا شناور به سمت بالا حرکت کند، محفظهٔ بالایی را می‌توان برای جلوگیری از حرکت پیستون تحت فشار قرار داد. دستگاه پس از آن به آرامی با آزاد کردن فشار از محفظهٔ بالایی فعال می‌شود که این کار اجازه می‌دهد آب محفظهٔ پایین را پر کند.



شکل۴- نمونه‌ای از یک نمونه‌بردار گراب(از نوع سرنگی)

۷-۳-۲ نمونه‌های جمع‌آوری شده با نمونه‌بردارهای گراب، به خصوص انواع مختلفی از گل‌کش‌ها، اغلب به دلیل تکنیک به‌کارگرفته توسط متصدی، صحت و دقت متفاوتی را در شیمی نمونه، نشان می‌دهند(به منابع شمارهٔ [۱۵]و [۱۶] و [۱۸]، [۱۹]، [۲۰] کتاب‌نامه مراجعه شود). نمونه‌بردارهای گراب می‌تواند با هوادهی و/ یا تحریک، یک نمونه، موجب اکسایش نمونه، گاززدایی و زدودن ترکیبات آلی فرار از نمونه، شوند. باید مراقب بود تا از تحریک نمونه در طول انتقال نمونه از نمونه‌بردار گراب به ظرف نمونه، جلوگیری شود. تخلیهٔ مستقیم آب از بالای گل‌کش به ظرف نمونه یا به ظرف انتقال، ممکن است باعث تحریک/ هوادهی نمونه و در نتیجه تغییر شیمی نمونه، شود. این دستگاه‌ها هم‌چنین می‌توانند کدورت یک نمونه و احتمال اختلاط با آب راکد را به علت جریان ایجادشده از حرکت دستگاه از میان ستون آب، افزایش دهد.

به‌طورکلی، نمونه‌بردارهای گراب نمونه را در معرض تغییرات فشار قرار نمی‌دهد، اگرچه ممکن است هنگام استفاده از نمونه‌بردار سرنگی فعال شده با مکش، قدری تغییر به نمونه وارد شود. با توجه به قرار گرفتن دستگاه نمونه‌برداری در معرض محیط بیرونی طی برداشت و جای‌گذاری دوبارهٔ دستگاه در هنگام استفاده، پتانسیل آلودگی نمونه وجود خواهد داشت.

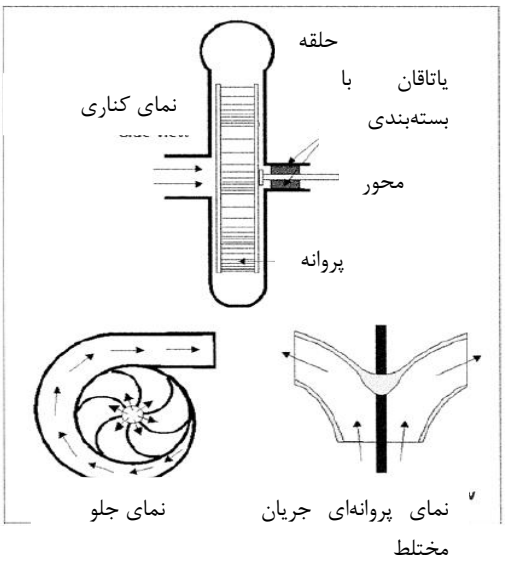
۷-۳-۳ دستگاه‌های نمونه‌بردار گراب عموماً به نمونه‌برداری در حداکثر عمق محدود نمی‌شود، هر چند استفاده در چاه‌های بسیار عمیق ممکن است غیرعملی باشد. از آنجایی که این نمونه‌بردارها را می‌توان در قطر بسیار کوچک ساخت، معمولاً به استفاده در قطر خاصی از جدارهٔ چاه محدود نمی‌شوند. سرعتی که آب به‌وسیلهٔ نمونه-

بردار گراب، برداشت خواهد شد به ظرفیت حجمی دستگاه و زمان موردنیاز برای پایین فرستادن، پر کردن و بازیابی، بستگی دارد. به‌طورکلی، گل‌کش‌های با شیر یک‌طرفهٔ تکی فقط یک نوع از نمونه‌بردار گراب به منظور تخلیهٔ چاه هستند، هرچند ممکن است استفاده از گل‌کش‌ها به‌منظور تخلیهٔ مقادیر زیاد آب، عملی نباشد.

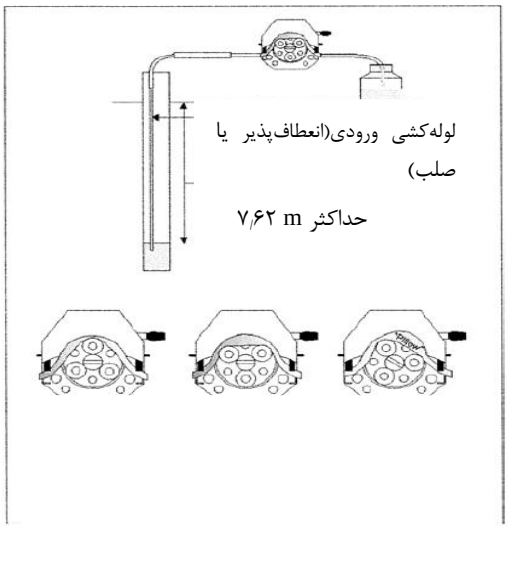
۴-۳-۷ برخی از نمونه‌بردارهای گراب به دلیل رسوب موجود در چاه در معرض خرابی یا آسیب هستند. ممکن است با توجه به نشت شیر یک‌طرفه یا آب‌بند، در آب شن و سیلت، مشکل عملیاتی، به‌وجود آید. وقتی به‌صورت قابل حمل استفاده می‌شود، قابلیت تمیزکردن یا آلودگی‌زدایی نمونه‌بردار گراب بین چاه‌ها، باتوجه به طراحی متفاوت خواهد بود. به طور کلی، تمیزکردن گل‌کش‌ها نسبت به سایر انواع دستگاه‌های نمونه‌برداری گراب آسان‌تر است.

۴-۷ پمپ‌های مکشی بالابرنده

۱-۴-۷ پمپ‌های گریز از مرکز سطحی و پریستالتیک دو پمپ رایج مکشی بالابرنده، هستند. این پمپ‌ها، به طور معمول در سطح زمین یا بالاتر از آن قرار می‌گیرند و با استفاده از پروانه یا چرخ‌گردان فعال کننده به‌وسیلهٔ موتورالکتریکی یا دستگاه مولد نیرو، با ایجاد مکش آب تا مسیر ورودی آب به سطح کشیده می‌شود. پمپ‌های گریز از مرکز سطحی، از پروانه‌هایی استفاده می‌کند که معمولاً از فلز (برنج یا فولاد نرم)، پلاستیک یا لاستیک مصنوعی، ساخته می‌شود. شکل ۵- الف یک طرح نمایانگر را برای این نوع پمپ نشان می‌دهد. پمپ پریستالتیک (شکل ۵-ب) متشکل از یک چرخ‌گردان با یاتاقان‌های غلتکی است که لولهٔ قابل‌انعطاف را تحت فشار قرار می‌دهد به‌گونه‌ای که آنها در یک پوستهٔ ساکن، می‌چرخند. این عمل باعث ایجاد فشار کم در یک انتهای لوله و افزایش فشار در انتهای دیگر لوله می‌شود. انواع مختلفی از مواد الاستومری برای لوله استفاده می‌شود، هرچند PVC قابل انعطاف و لاستیک سیلیکونی از متداول‌ترین مواد مورد استفاده هستند.



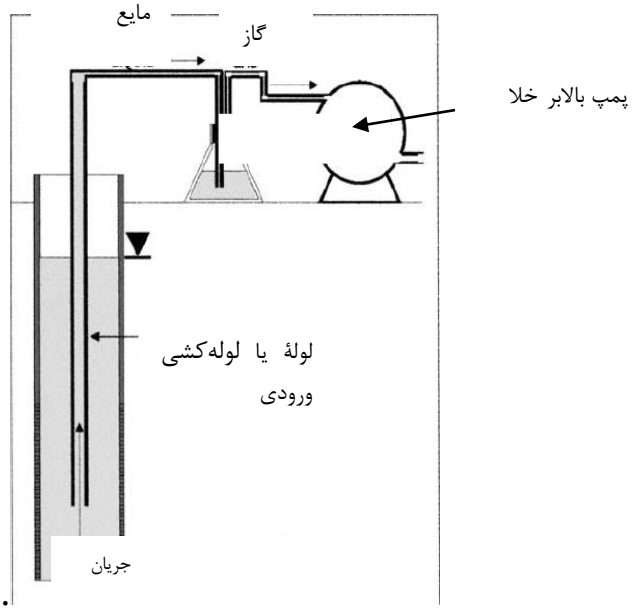
شکل۵-الف- **نمونه‌ای از یک پمپ مکشی بالابرنده (از نوع گریز از مرکز) (طرح‌واره)**



شکل۵-ب- **نمونه‌ای از یک پمپ مکشی بالابرنده(از نوع پریستالتیک) (مقطع عرضی)**

شکل۵- نمونه‌ای از یک پمپ مکشی بالابرنده

۱-۱-۴-۷ یکی از روش‌های جمع‌آوری نمونه به وسیله مکش، شامل پایین فرستادن انتهای طول لوله به درون چاه و اتصال انتهای مقابل لوله به یک ظرف واسطه است که مکش با استفاده از یک پمپ مکش (خلاء) اعمال می‌شود (به شکل ۶ مراجعه شود). سپس نمونه می‌تواند به طور مستقیم به ظرف واسطه بدون تماس با مکانیسم پمپ کشیده شود.



شکل۶- نمونه‌ای از یک پمپ مکشی بالابرنده(از نوع خلاء)

۷-۴-۲ ممکن است پمپ‌های مکشی بالابرنده برای استفاده در برخی از نمونه‌برداری آب زیرزمینی، قابل قبول نباشد. اعمال فشارکمتر روی نمونه می‌تواند باعث حفره‌زایی شده یا ممکن است منتج به گاززدایی شود که این کار باعث تغییرات در pH، پتانسیل اکسایش-کاهش (ORP) و سایر پارامترهای حساس به گاز (به منابع شمارهٔ[۲] و [۱۶] کتاب‌نامه مراجعه شود). برای برخی آنالیت‌ها که متأثر از تغییرات در نمونه به علت به‌کارگیری فشار کمتر هنگام استفاده تحت شرایط با سرعت جریان کم و بالابردن، ممکن است پمپ‌های پریستالیک مناسب باشند (به منابع شمارهٔ [۱۶]، [۲۲] و [۲۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۷-۴-۲-۱ از آنجایی‌که پمپ‌های گریز از مرکز سطحی باعث حفره‌زایی می‌شوند، ممکن است برای جمع‌آوری نمونه‌های تحت آنالیز برای ترکیبات آلی فرار یا پارامترهای حساس به گاز مانند فلزات کمیاب، مناسب نباشند. هنگام ارزیابی این پمپ‌ها برای نمونه‌برداری، به‌دلیل این‌که آب پمپ شده با مکانیسم پمپ در ارتباط است، محصولات مصنوعی ناشی از تماس نمونه با این مواد، باید در نظر گرفته شود. علاوه براین، این پمپ‌ها می‌توانند هوای ناشی از نشت‌های کم را در محیط مکش با نمونه، مخلوط کنند. به‌منظور جلوگیری از محدودیت‌های ناشی از اثرات پمپاژ یا مواد نامطلوب پمپ، یک ظرف واسطه می‌تواند در سمت مکش مدار پمپ، استفاده شود (به شکل۶ مراجعه شود).

۷-۴-۲-۲ پمپ‌های پریستالیک معمولاً باعث کاویتاسیون نمی‌شوند، اما در تمام پمپ‌های مکشی بالابرنده، کاهش فشار بر روی نمونه، می‌تواند نمونه را منحرف کند. لولهٔ انعطاف‌پذیر موردنیاز برای استفاده در مکانیسم پمپ پریستالیک ممکن است باعث انحراف نمونه شود.

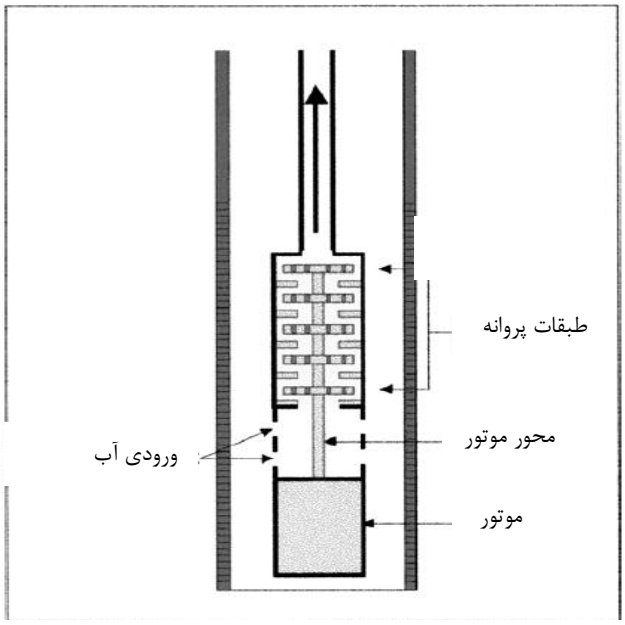
یادآوری- آبی که در یک دورهٔ زمانی در چاه پایش باقی بماند، ممکن است وقتی که آب در تماس با جدارهٔ چاه، تجهیزات نمونه-برداری اختصاصی و فضای هوا در جدارهٔ بالایی باشد، به دلیل تغییرات فیزیکی، شیمیایی یا زیستی نتواند نمایانگر آب سازند باشد. علاوه بر این، آب راکد نمی‌تواند نشان‌گر آب سازند در زمان نمونه‌برداری با توجه به تغییرات زمانی در شیمی آب‌زیرزمینی موجود در منطقه آب‌دار باشد، در حالی‌که آب موجود در آبگیر چاه می‌تواند نمایانگر شیمی آب به دلیل حرکت طبیعی آب زیرزمینی از میان منطقهٔ ورودی، باشد. مطمئن شوید که نمونهٔ جمع‌آوری شده از چاه پایش نمایانگر آب سازند، است، آب ذخیره شدهٔ کل باید برداشته شود یا پیش از نمونه‌برداری از منطقهٔ نمونه‌برداری درون چاه، جدا شود (به منبع شمارهٔ [۷] کتاب‌نامه مراجعه شود). جداسازی را می‌توان با استفاده از پرکن‌های واقع در بالای آشغال‌گیر چاه یا با استفاده از تکنیک‌های تخلیه در سرعت جریان کم، انجام داد (به منابع شمارهٔ [۱۳]، [۱۴] کتاب‌نامه مراجعه شود)، برداشت را می‌توان با استفاده از هر دستگاه تشریح شده در استاندارد انجام داد. برای کسب اطلاعات بیشتر در زمینهٔ شیوه‌های تخلیه به استاندارد ASTM D6452، مراجعه شود.

۷-۴-۳ در تئوری، باتوجه به ارتفاع و فشار هوا، پمپ‌های مکشی بالابرنده به بالابردن آب حدود ۱۰٫۴ m، محدود می‌شود. در عمل، بالابردن از ۴٫۶ m تا ۷٫۶ m حد بالای شاخص، است. قطر چاه‌هایی که این دستگاه‌ها قابل‌اجرا هستند، فقط به اندازهٔ لولهٔ ورودی مورداستفاده، محدود می‌شود. رسوب تنها یک اثر جزئی در پمپ‌های مکشی بالابرنده دارند، هر چند مواد جامد بزرگ می‌توانند خط ورودی پمپ را مسدود کنند.

۴-۴-۷ پمپ‌های گریز از مرکز سطحی می‌توانند با سرعت ۰٫۰۰۳ m/s تا ۰٫۰۶ m/s، پمپاژ کنند. پمپ‌های پریستالیک در سرعت‌های کمتر از $۱٫۶ \times ۱۰^{-۶}$ m/s در $۱٫۹ \times ۱۰^{-۲}$ m/s، کار می‌کنند.

۵-۷ پمپ‌های شناور گریز از مرکز

۱-۵-۷ پمپ شناور گریز از مرکز (CSP) متشکل از پروانه‌هایی است که در درون محفظهٔ دیفیوزر[1] قرار دارد و به یک موتور الکتریکی آب‌بندی‌شده، متصل است. فشار آبی که با نیروی شناوری وارد CSP می‌شود، با نیروی گریز از مرکز ایجاد شده توسط پروانهٔ تنظیم‌شده و از طریق لوله یا شلنگ به سطح تخلیه می‌شود. CSP از طریق خط رانش و/ یا لولهٔ تکیه‌گاهی، داخل چاه آویزان می‌شود. نیروی برق به موتور از طریق کابل تابیده یا کابل تخت چند رشته‌ای عایق، تامین می‌شود. شکل ۷ نمودار یک CSP، است. CSPها در هر دو پیکربندی سرعت ثابت و متغیر در دسترس هستند.



شکل ۷- نمونه‌ای از یک پمپ شناور الکتریکی

۱-۱-۵-۷ CSPها از طریق موتور شناور الکتریکی هدایت می‌شوند. در بسیاری از طرح‌ها لازم است برای خنک-کردن موتور آب به طور مداوم از موتور عبور کند، در حالی‌که برخی از طرح‌های می‌تواند به اندازهٔ کافی از طریق انتقال گرما به‌طور آزاد تا حدود ۳۰ °C خنک شود به شرطی که موتور پمپ در بالای منطقهٔ ورودی چاه نصب شده باشد. برای طرح‌های که نیاز به جریان خنک‌کننده دارند، تولیدکنندگان این پمپ‌ها معمولاً نرخ جریان و سرعت موتور حداقل را به منظور جلوگیری از گرم‌شدن موتور مشخص می‌کنند. در صورتی که پمپ در منطقهٔ

1 - Diffuser chambers

آشغال‌گیر چاه مستقر باشد یا برای فراهم نمودن جریان کافی در موتور، قطر پوشش چاه بیش از حد بزرگ باشد، ممکن است برای رسیدن به نرخ و سرعت جریان ضروری، استفاده از یک پوشش مورد نیاز باشد.

۷-۵-۱-۲ قابلیت سرعت جریان و عمق برای طرح‌ها دامنهٔ گسترده‌ای دارد (به جدول ۱ مراجعه شود). برایCSPهای با سرعت ثابت، سرعت جریان معمولاً از طریق استفاده از یک دستگاه محدودکنندهٔ جریان، مانند شیرهای کشویی یا روزنهٔ کاهشی، در خط رانش، کنترل می‌شود. برای CSPهای با سرعت متغیر، نرخ تخلیه را می توان با تنظیم فرکانس منبع تغذیه الکتریکی و کنترل سرعت موتور به منظور کاهش سرعت جریان، کاهش داد.

۷-۵-۲ CSPهای با سرعت ثابت برای نمونه‌برداری از انواع پارامترهای آب‌زیرزمینی، از جمله رسانایی، یون‌های اصلی و ترکیبات رادیواکتیو، قابل‌قبول در نظر گرفته می‌شود (به منبع شمارهٔ [۲۴] کتاب‌نامه مراجعه شود). مطالعات مقایسهٔ CSPها با سرعت ثابت با سایر دستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که این پمپ‌ها، نمونه‌هایی قابل مقایسه‌ای را با نمونه‌های به‌دست آمده از پمپ‌های مکشی بالابرنده پریستالیک و گریز از مرکز، پمپ‌های پیستونی و پمپ‌های جابجایی مثبت برای چندین ترکیب آلی فرار، تولید می‌کنند (به منابع شمارهٔ [۲۵]، [۲۶] کتاب‌نامه مراجعه شود). هرچند هیچ سند بازنگری همه‌جانبهٔ مشابه مبین اثرات نمونه‌برداری CSPها با سرعت متغیر و قطر کوچک روی VOC وجود ندارد، در مطالعه‌ای کشف شد که این پمپ‌ها، نمونه‌هایی را برای برخی از فلزات حل‌شده تولید می‌کنند که با نمونه‌های حاصل از پمپ‌های بادکنکی قابل مقایسه بودند (به منبع شمارهٔ [۲۷] کتاب‌نامه مراجعه شود). حرارت تولید شده به‌وسیلهٔ موتور CSP می‌تواند دمای نمونه را افزایش دهد. برایCSP ها با سرعت ثابت، استفاده از محدودکنندهٔ جریان به منظور کنترل نرخ جریان در نمونه-برداری، می‌تواند باعث ایجاد افت فشار در سراسر محدودکننده شده، که این باعث گاززدایی نمونه و از دست دادن ترکیبات آلی فرار می‌شود. در عوض این، بخشی از جریان تخلیه می‌تواند به منظور کاهش نرخ تخلیه در نمونه‌برداری منحرف شود (به منبع شمارهٔ [۲۵] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۷-۵-۳ CSP ها ممکن است هنگام استفاده در چاه‌های حاوی سیلت یا آب شن‌دار، آسیب ببینند و نیاز به تعمیر و/یا تعویض قطعات پمپ یا موتور، داشته باشند. اگر گرم شدن بیش از حد رخ دهد، سه نتیجهٔ احتمالی وجود دارد. اول، درمواردی‌که موتور دارای آب داخلی یا به منظور بهبود ویژگی‌های خنک‌کننده، داخل آن روغن باشد، ممکن است برخی از این مایعات به داخل چاه رها شود که به طور بالقوه می‌تواند چاه یا نمونه را آلوده کند. به این دلیل، موتورهایی که حاوی روغن هستند نباید استفاده شود، چنان‌چه روغن با آنالیت‌های موردنظر تداخل داشته باشد. علاوه بر این، آب مورد استفاده در موتور باید از نظر شیمی شناخته شده باشد.

دوم، زمانی که این نوع موتور در نهایت سرد شد، آن می‌تواند آب را از چاه بکشد که این کار مشکلات آلودگی جانبی را در آینده ایجاد می‌کند. در صورتی‌که پمپ در کاربردهای غیراختصاصی استفاده می‌شود، آلودگی‌زدایی

مناسب پمپ باید شامل تغییر سیال خنک‌کنندهٔ داخلی باشد. به صورت جایگزین، می‌توان از موتورهای آب‌بندی شدهٔ خشک برای جلوگیری از این مشکلات بالقوه استفاده کرد.

سوم، مشکلات گرم‌شدن بیش ازحد طولانی‌مدت یا زیاد مدت ممکن است منتج به نقص موتور شده که معمولاً نیاز به جایگزینی موتور دارد. نباید اجازه داده شود که CSPها خشک کار کند یا ممکن است موتور و/یا آب-بندهای پمپ آسیب ببیند. ممکن است در برخی از طرح‌های CSP، جداکردن قطعات در میدان به‌منظور تمیز یا تعمیرکردن آنها مشکل باشد. برای این پمپ‌ها، اگر پمپ قابل‌حمل استفاده شود، تمیزکردن پمپ و خط رانش معمولاً از طریق جریان سریع شستشو و شستن سطوح خارجی مطابق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۹۰۰۱، انجام می‌شود.

جدول۱- خصوصیات عملیاتی دستگاه‌های تخلیه و نمونه‌برداری(واحدهای SI)

دستگاه	نوع	حداقل قطر تقریبی چاه (mm)	حداکثر بالابردن (m)	حداکثر نرخ جریان طراحی (lpm)	نرخ جریان نوعی حداکثر بالابردن (lpm)	حداقل نرخ قابل‌حصول جریان(تخلیه) (lpm)	منبع نیرو
گل‌کش	GS	۱۹	نامحدود	بسیار متغیر	بسیار متغیر	کمتر از ۰٫۱	دستی یا مکانیکی
وزنه	GS	۳۸٫۰	نامحدود	بسیار متغیر	بسیار متغیر	کمتر از ۰٫۱	دستی یا مکانیکی
سرنگ	GS	۳۸٫۰	نامحدود	۱٫۰ لیتر[a]	۱٫۰ لیتر[a]	کمتر از ۰٫۱	پنوماتیک
پمپ گریز از مرکز	CP	۲۵٫۰	۷٫۶	۱۱۵ تا ۱۵۰	بسیار متغیر	مشابه حداکثر	موتورهای درون‌سوز[1] یا الکتریکی
پمپ پریستالتیک	SL	۱۲٫۰	۸٫۸	۴۵٫۰	۰٫۴	کمتر از ۰٫۱	الکتریکی
پمپ شناور گریز از مرکز	CP	۵۰٫۰ ۱۰۰	۸۰ ۵۲۰	۳۴٫۰ ۳۲۲	۲٫۰ ۴٫۵	کمتر از ۰٫۱ کمتر از ۰٫۱	الکتریکی الکتریکی
پمپ جابجایی گاز	PD	۱۹	۷۵٫۰	۳۴٫۰	۴٫۰	کمتر از ۰٫۱	پنوماتیک
پمپ دیافراگمی	PD	۱۹	۳۰۵	۱۳٫۰	۰٫۴	کمتر از ۰٫۱	پنوماتیک
پمپ پیستونی تک اثره	PD	۵۰٫۰	۱۲۵	۱۹٫۰	۱۷٫۰	کمتر از ۰٫۱	پنوماتیک/مکانیکی

1- IC Engine(internal combustion engine (ICE))

موتورهای درون‌سوز یا موتورهای احتراق داخلی به موتورهایی گفته می‌شود که در آن‌ها مخلوط سوخت و اکسیدکننده (معمولاً هوا یا اکسیژن) در داخل محفظهٔ بسته‌ای واکنش داده و محترق می‌شوند.

دستگاه	نوع	حداقل قطر تقریبی چاه (mm)	حداکثر بالابردن (m)	حداکثر نرخ جریان طراحی (lpm)	نرخ جریان نوعی حداکثر بالابردن (lpm)	حداقل نرخ قابل‌حصول جریان(تخلیه) (lpm)	منبع نیرو
پمپ پیستونی دو اثره	PD	۳۸٫۰	۳۰۵	۷٫۵	۱٫۵	کمتر از ۰٫۱	پنوماتیک
مونو پمپ شناور	PD	۵۰٫۰	۵۵٫۰	۴٫۵	۱٫۰	کمتر از ۰٫۱	الکتریکی
پمپ شناور دنده‌ای	PD	۵۰٫۰ ۷۶٫۰	۴۰٫۰ ۵٫۰	۵٫۳ ۶٫۴	۰٫۴ ۰٫۴	کمتر از ۰٫۱	الکتریکی الکتریکی
پمپ بالابر اینرسی	IL	۱۹٫۰	۸۰٫۰	۱۵٫۰	۱۵٫۰	کمتر از ۰٫۱	دستی، الکتریکی یا موتورهای درون‌سوز

GS= نمونه‌بردار گراب

CP= پمپ گریز از مرکز

SL=پمپ مکشی بالابرنده

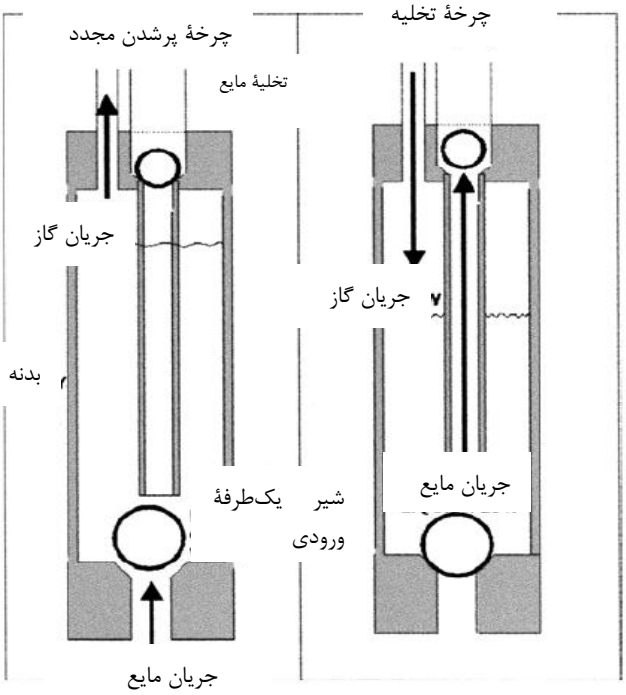
PD=پمپ جابجایی مثبت

IL= پمپ بالابر خودکار

IC Engine= موتورهای درون‌سوز

۷-۶ پمپ‌های جابجایی گاز

۷-۶-۱ پمپ‌های جابجایی گاز یا پمپ‌های رانشی با گاز در روش انتقال آب از پمپ‌های بالابر گازی، متمایز هستند. پمپ جابجایی گاز، از طریق ایجاد فشار برای بالابردن یک ستون مجزای آب به سطح، نیرو وارد می‌کند بدون این‌که اختلاط گستردهٔ گاز فعال کننده و آب تولید شده به‌وسیلهٔ دستگاه‌های بالابر گازی، رخ دهد. اصول عملکرد این پمپ به صورت شمایی در شکل ۸ نشان داده شده است. فشار هیدرواستاتیک شیر یک‌طرفهٔ ورودی را باز کرده و محفظهٔ پمپ را پر می‌کند(چرخهٔ پرکردن). شیر یک‌طرفهٔ ورودی پس از پر شدن محفظه، توسط نیروی گرانش، بسته می‌شود. گاز تحت فشار به محفظه اعمال می‌شود و باعث جابجایی آب به بالای خط تخلیه می‌گردد (چرخهٔ تخلیه). با آزادسازی فشار، چرخه می‌تواند تکرار شود. شیر یک‌طرفهٔ در خط رانش، آب را در خط بالای پمپ، نگه می‌دارد. واحد منطقی پنوماتیک، یا کنترل‌کننده به‌منظور کنترل اجرا و آزادسازی فشار گاز فعال کننده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابلیت بالا بردن پمپ جابجایی گاز، به طور مستقیم با فشار گاز فعال کننده مورداستفاده، مرتبط است.



شکل ۸- نمونه‌ای از پمپ جابجایی هوا

۷-۶-۲ در پمپ‌های جابجایی گاز، یک سطح مشترک محدود بین گاز فعال کننده و آب، وجود دارد. با این وجود، در سراسر این سطح مشترک، پتانسیل هدررفت گازهای محلول و ترکیبات آلی فرار، وجود دارد (به منابع شمارهٔ [۱۶]، [۱۷] کتاب‌نامه مراجعه شود). در صورتی‌که امکان تخلیهٔ کامل پمپ وجود داشته باشد، این پتانسیل تا حد زیادی افزایش می‌یابد. ممکن است آلودگی نمونه ناشی از ناخالصی‌های موجود در گاز باشد. به

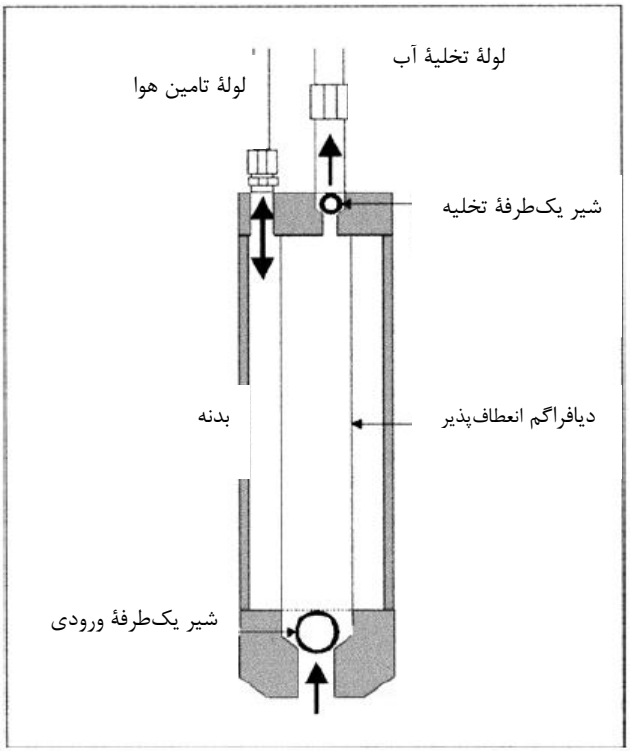
طور معمول ارتفاع پمپ‌های جابجایی گاز با استفاده از کمپرسورهای تک مرحله‌ای، به ندرت به بیش از m ۷۵، می‌رسد، بالارفتن بیشتر با استفاده از کمپرسورهای دو مرحله‌ای یا سیلندرهای گاز فشرده، به دست می‌آید. پمپ‌های جابجایی گاز را می‌توان در چاهی با قطر کوچک mm ۱۹، استفاده کرد.

۷-۶-۳ حداکثر سرعت جریان پمپ جابجایی گاز بستگی به حجم محفظهٔ پمپ، فشار و حجم منبع گاز فعال کننده، عمق پمپ و استغراق ورودی پمپ، دارد. سرعت جریان با تنظیم فشار گاز فعال کننده یا زمان مجاز برای چرخه‌های پرکردن دوباره یا تخلیه، کنترل می‌شود.

۷-۶-۴ پمپ‌های جابجایی گاز معمولاً توسط رسوب آسیب نمی‌بینند، هر چند ممکن است حداکثر سرعت جریان را کاهش داده یا به طور موقت باعث مسدود شدن شیرهای یک‌طرفه و اختلال در جریان ناشی از پمپ، شود. این پمپ‌ها با پمپاژ خشک آسیب نمی‌بیند، بنابراین این پمپ‌ها، برای پمپاژ در چاه‌های کم‌بازده به طور ایده‌آلی مناسب است. هم‌چنین معمولاً جداکردن قطعات این نوع پمپ‌ها به‌منظور تمیزکردن، سرویس یا تعمیر، آسان است.

۷-۷ پمپ‌های دیافراگمی

۷-۷-۱ این پمپ‌ها، به عنوان پمپ‌های عملگر با فشار گاز نیز شناخته شده‌اند و از یک لولهٔ غشایی انعطاف-پذیر (دیافراگم) پوشیده شده با یک پوستهٔ صلب، تشکیل شده است. طرح کلی این پمپ در شکل ۹ نشان داده شده است. آب از طریق شیر یک‌طرفهٔ پایین پمپ تحت فشار هیدرواستاتیک وارد دیافراگم می‌شود. پس از پر شدن دیافراگم، شیر یک‌طرفهٔ ورودی توسط نیروی گرانش بسته می‌شود. گاز متراکم برای فضای حلقوی بین قسمت خارجی دیافراگم و غلاف پمپ که به دیافراگم فشار وارد می‌کند، اعمال می‌شود. این عمل، به آب خارج از دیافراگم و تا خط تخلیه، نیرو وارد می‌کند. با آزادسازی فشار گاز، این چرخه می‌تواند تکرار شود. شیر یک-طرفه در خط تخلیه مانع از این می‌شود که آب تخلیه شده دوباره وارد دیافراگم شود. در بعضی از طرح‌های پمپ دیافراگمی، محفظه‌های آب و هوا با ورود آب به فضای حلقوی بین غلاف پمپ و دیافراگم معکوس می‌شوند و سپس دیافراگم برای جابجا کردن آب متورم می‌شود. کنترل‌کنندهٔ منطقی پنوماتیک، مانند همان چیزی که برای پمپ‌های جابجایی گاز استفاده می‌شود، به‌کارگیری و انتشار فشار گاز فعال کننده به پمپ را کنترل می‌کند. قابلیت بالابری پمپ‌های دیافراگمی، مانند پمپ‌های جابجایی گاز، به طور مستقیم به فشار از منبع گاز فعال کننده، مربوط می‌شود.



شکل ۹- نمونه‌ای از پمپ دیافراگمی

۲-۷-۷ پمپ‌های دیافراگمی نمونه‌های نمایانگر را در طیف گسترده‌ای از شرایط میدانی، ارائه می‌دهند. هیچ تماس بین گاز فعال کننده و آب در پمپ دیافراگمی وجود ندارد، که این تا حد زیادی پتانسیل دفع گازهای محلول و ترکیبات آلی فرار را کاهش داده و نیز پتانسیل آلودگی نمونه بوسیلهٔ گازهای فعال کننده را از بین می‌برد. گرادیان فشار اعمال شده به نمونه را می‌توان با کاهش فشار گاز فعال کننده اعمال شده به دیافراگمی و در نتیجه به حداقل رساندن اختلال در شیمی نمونه، کنترل کرد. پمپ‌های دیافراگمی برای نمونه‌برداری از تمام پارامترهای تحت شرایط میدانی، قابل‌قبول است (به منابع شمارهٔ [۵] ، [۶]، [۱۴]، [۱۵]، [۱۶] ، [۱۸] ، [۱۹] ، [۲۰]، [۲۴] کتاب‌نامه مراجعه شود).

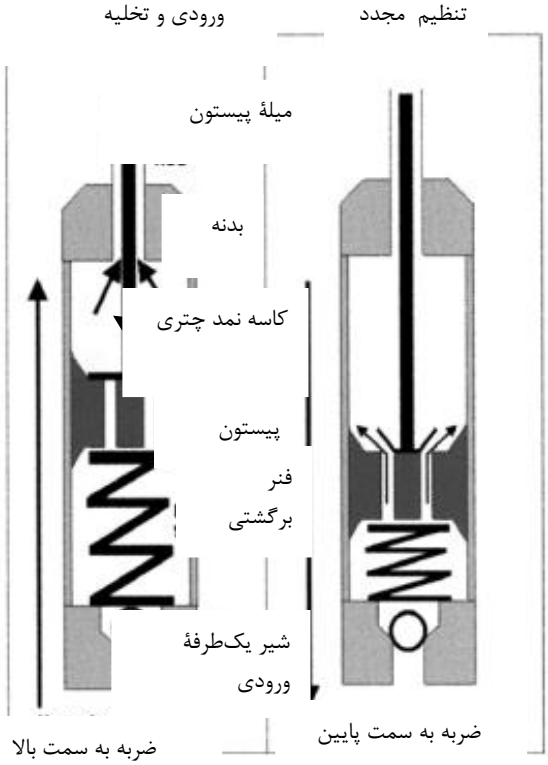
۳-۷-۷ سرعت جریان پمپ دیافراگمی به عوامل مشابه پمپ‌های جابجایی گاز وابسته هستند و با تنظیم فشار گاز و یا زمان‌بندی چرخهٔ تخلیه و دوباره پرشدن، کنترل می‌شود. در مواردی‌که در آن نرخ جریان حداکثر برای تخلیه بسیار کم است، می‌توان به منظور کاهش الزامات زمان تخلیه، از پمپ‌های تخلیهٔ ثانویه یا پرکن همراه با پمپ‌های نمونه‌برداری دیافراگمی، استفاده کرد.

۴-۷-۷ پمپ‌های دیافراگمی به آسیب در دیافراگم و/ یا نقص در شیرهای یک‌طرفه در نتیجهٔ رسوب، حساس هستند. استفاده از آشغال‌گیر ورودی می‌تواند این مشکلات را به حداقل برساند یا از بین ببرد. پمپ‌های

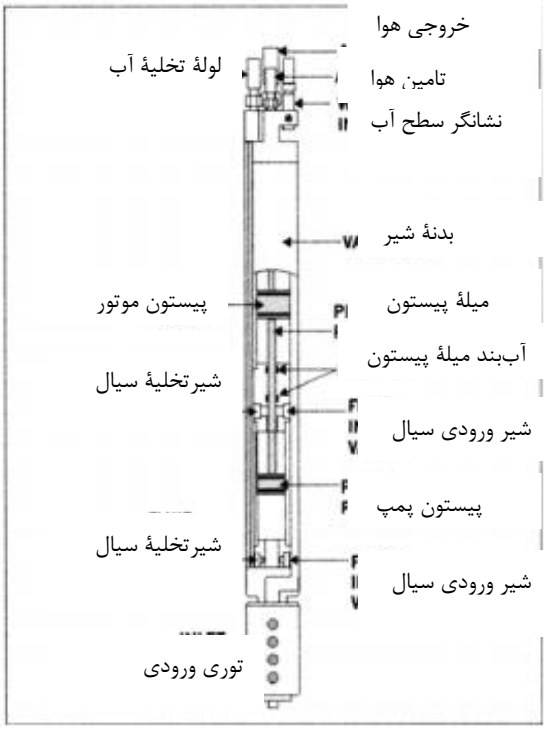
دیافراگمی می‌توانند بدون آسیب به صورت خشک کار کنند. بسته به نوع طراحی، ممکن است جدا کردن قطعات این پمپ‌ها و تمیز کردن در کاربردهای قابل‌حمل، مشکل باشد.

۸-۷ پمپ‌های پیستونی

۱-۸-۷ دو مدل رایج پمپ‌های پیستونی شامل یک اثره و دو اثره، است. نوع مرسوم پمپ‌های پیستونی تک-عامله پمپ‌های پیستونی مکانیکی است، به نوع مخزن ثابت مراجعه شود (شکل ۱۰). پمپ‌های از این نوع متشکل از یک پیستون یا مجموعه‌ای از پیستون‌های در حال حرکت داخل یک مخزن غوطه ور ثابت (سیلندر)، است.



شکل ۱۰- نمونه‌ای از پمپ پیستونی مکانیکی



شکل۱۱- نمونه‌ای از پمپ پیستونی دواثره پنوماتیک

همان‌طور که پیستون در سلیندر به عقب و جلو حرکت می‌کند، تحت مکش ایجاد شده متناوباً آب را به درون سیلندر می‌کشد و آب از سیلندر خارج می‌شود. در پمپ‌های پیستونی یک اثره، آب فقط در یک جهت از حرکت پیستون خارج می‌شود. همان‌گونه که آب خارج می‌شود، پمپ مجدداً به‌صورت هم‌زمان پر می‌شود. پیستون را می‌توان به صورت دستی یا از طریق فعال کننده پنوماتیکی یا مکانیکی، به چرخش درآورد.

۱-۱-۸-۷ در پمپ پیستونی دو اثره (شکل ۱۱)، آب به طور هم‌زمان تخلیه و در دو جهت حرکت پیستون کشیده می‌شود. شیر یک‌طرفه در هر قسمت خروجی تخلیه یا در مسیر تخلیه، به منظور جلوگیری از تخلیهٔ آب

ناشی از ورود مجدد به پمپ، تعبیه شده است. پیستون را می‌توان به صورت دستی یا از طریق فعال کننده پنوماتیکی یا مکانیکی به چرخش درآورد.

۷-۸-۲ پمپ‌های پیستونی می‌توانند برای برخی از پارامترها نمونه‌های نمایانگر را، فراهم نکند(به منابع شمارهٔ [۱۶] ، [۲۴]،[۲۵] کتاب‌نامه مراجعه شود). نمونه‌ها ممکن است به دلیل مکش تولیدشده طی پرشدن مجدد پمپ، تغییر یابد، این اثر با کاهش میزان چرخش پمپ کاهش می‌یابد. به همین ترتیب، کاهش میزان چرخش پمپ، فشار اعمال‌شده به نمونه را نیز کاهش می‌دهد و پتانسیل تغییر نمونه را به حداقل می‌رساند. اگر به‌منظور کاهش میزان تخلیه، محدودکنندهٔ جریان یا شیر استفاده شود، تغییرات فشار حاصل می‌تواند ماهیت شیمیایی نمونه را تغییر دهد (به منابع شمارهٔ [۱۶] ، [۱۷] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۷-۸-۳ میزان جریان پمپ پیستونی بستگی به قطر داخلی سیلندر، طول و میزان ضربه، دارد. قابلیت کنترل میزان جریان حداقل برای نمونه‌برداری بستگی به میزان کنترل ضربه دارد.

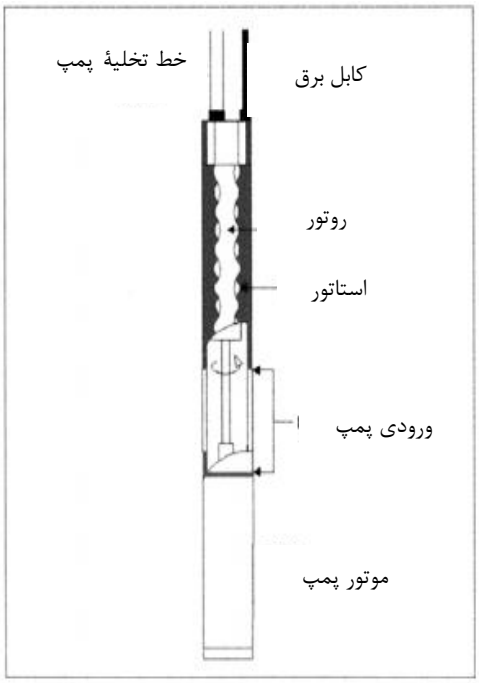
۷-۸-۴ پمپ‌های پیستونی به آسیب‌های ناشی از رسوب حساس هستند و می‌تواند باعث آسیب سیلندر پمپ و آب‌بندهای پیستون، شود. استفاده از آشغال‌گیرهای ورودی می‌تواند این مشکلات را به حداقل برساند یا از بین ببرد. هم‌چنین این پمپ‌ها، باتوجه به طرح آن، هنگام اجرا به صورت خشک آسیب می‌بینند. به علت استفاده از لولهٔ تخلیهٔ سخت و میلهٔ فعال کننده که با پمپ‌های پیستونی با فعال کننده مکانیکی استفاده می‌شود، استفاده از آنها در کاربردهای دستنی می‌تواند سخت و غیرعملی، باشد. در پمپ‌های پیستونی با فعال کننده پنوماتیکی نیازی به استفاده از لولهٔ تخلیه سخت نیست، اگرچه با توجه به طراحی پیچیده‌تر، جدا نمودن قطعات آن برای تمیزکردن، دشوار است.

۷-۹ پمپ‌های حفره‌ای پیش‌رونده

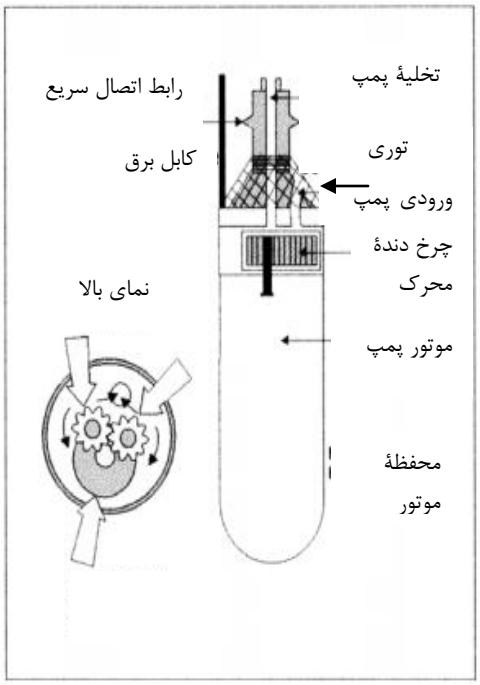
این پمپ‌ها، همان‌طورکه به پمپ‌های روتور مارپیچ اشاره شد، از اتصال سوراخ تحتانی روتور و استاتور فعال کننده از طریق یک موتور الکتریکی برای جابجا کردن آب به سطح زمین، استفاده می‌کند. طرح کلی در شکل ۱۲ نشان داده شده است. چرخش روتور مارپیچی سبب می‌شود که حفرهٔ بین روتور و استاتور، به سمت بالا پیش رود، در نتیجه آب در یک جریان پیوستهٔ رو به بالا از طریق خط تخلیه، پیش می‌رود. در برخی از پمپ‌های حفره‌ای پیش‌رونده، میزان تخلیه می‌تواند با تنظیم سرعت موتور پمپ بین ۵۰ rpm و ۵۰۰ rpm، متفاوت باشد. این پمپ‌ها، به طور معمول به‌وسیلهٔ خط تخلیهٔ آن در چاه‌ها آویزان می‌شود. دو کابل رسانا انرژی برق را تامین می‌کنند (به طور معمول از منبع تامین برق ۱۲ V جریان مستقیم و جعبه کنترل با موتور پمپ).

۷-۹-۱ به طور معمول از فولاد ضدزنگ با مواد PTEE و/یا PE، ساخته می‌شود. روتورها معمولاً از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شوند، در حالی‌که مواد استاتور از EPDM یا Buna-N، است.

۷-۹-۲ اصول عملیاتی این پمپ‌ها می‌تواند آن‌ها را برای جمع‌آوری نمونه‌های تحت آنالیز VOCs، مناسب نماید (به منبع شمارهٔ [۲۸] کتاب‌نامه مراجعه شود). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد این پمپ‌ها به علت افزایش کدورت، برای نمونه‌برداری آنالیت‌های معدنی در سرعت جریان بالا، مناسب نیستند (به منبع شمارهٔ[۱۵] کتاب‌نامه مراجعه شود). برای کاهش میزان جریان باید از سرعت متغیر کنترل‌کنندهٔ پمپ، استفاده شود. فشار اعمال‌شده به نمونه مستقیماً به سرعت موتور بستگی دارد و می‌تواند با استفاده از کنترل‌های موتور با سرعت متغیر، کنترل شود. ممکن است گرم شدن بیش از حد موتور، دمای نمونه را بالا ببرد (به منابع شمارهٔ [۵] ، [۱۱] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۱۲- نمونه‌ای از مونو پمپ



شکل ۱۳- نمونه‌ای از پمپ با محرک دنده‌ای

۷-۹-۳ در مواردی‌که تخلیه به برداشت حجم زیادی از آب از چاه‌های پایش نیازی ندارد، میزان تخلیهٔ قابل-حصول نسبتاً پایین با بیشتر پمپ‌های حفره‌ای پیش‌رونده، موجب شده که آنها در برنامه‌های کاربردی مناسب‌تر باشند. با سرعت جریان متغیر این پمپ‌ها، زمانی‌که تخلیه کامل می‌شود، ممکن است میزان تخلیه قبل از جمع-آوری نمونه‌ها، کاهش یابد. مواقعی‌که تخلیهٔ متناوب نامطلوب است، جریان پیوستهٔ تولیدشده به‌وسیلهٔ پمپ‌های حفره‌ای پیش‌رونده می‌تواند سودمند باشد.

۷-۹-۴ با توجه به طراحی و ساخت آن‌ها، ممکن است این پمپ‌ها در معرض آسیب‌های مواد جامد معلق در آب پمپاژشده، باشد. ممکن است جداکردن مکانیزم پمپ در میدان به‌منظور جایگزینی یا تعمیر قسمت‌های

آسیب‌دیدهٔ پمپ، تعمیر موتورهای پمپ خراب یا درحال کار یا در صورتی که پمپ قابل حمل باشد، جداکردن قطعات موتور و سوار کردن مجدد اجزای آن برای آلودگی‌زدایی، دشوار باشد.

۷-۱۰ پمپ‌های دنده‌ای

۷-۱۰-۱ نوع دیگری از پمپ‌های شناور الکتریکی جابجایی مثبت پمپ دنده‌ای است، که به صورت شمایی در شکل ۱۳ نشان داده شده است. در این نوع پمپ، موتور الکتریکی فعال‌کننده یک جفت دندهٔ PTFE، است. همان‌طورکه این دنده‌ها می‌چرخند، دندانه‌های جلویی آنها آب را به داخل پمپ می‌کشد و با فشار رو به بالا در یک جریان پیوسته از طریق خط تخلیه آن را خارج می‌کند. در برخی از پمپ‌های دنده‌ای، میزان تخلیه با تنظیم سرعت موتور پمپ می‌تواند متفاوت باشد. همانند سایر پمپ‌های شناور، پمپ دنده‌ای معمولاً در چاه از طریق لولهٔ تخلیه، آویزان است. انرژی الکتریکی موتور معمولاً با موتور ۲۴ V جریان مستقیم از طریق کابل‌های حاصل از منبع برق و جعبه کنترل در سطح زمین، تأمین می‌شود.

۷-۱۰-۱-۱ بدنهٔ پمپ دنده‌ای معمولاً به طور کامل از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود در حالی‌که دنده‌ها از جنس PTFE، است.

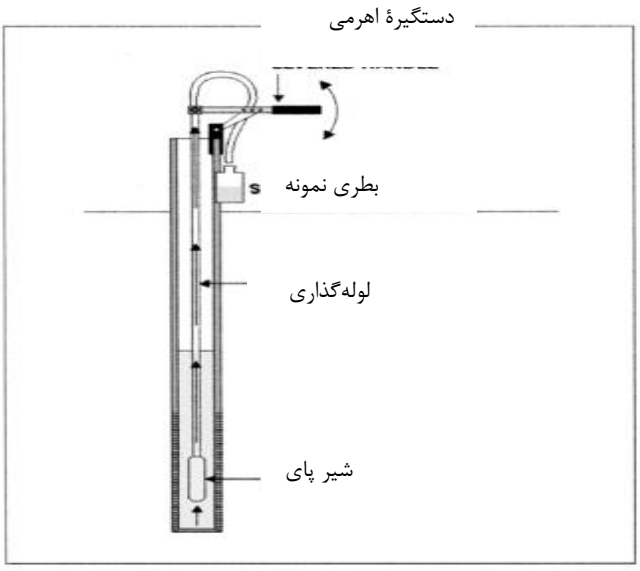
۷-۱۰-۲ ممکن است پمپ‌های دنده‌ای ترکیبات آلی فرار و کلوئیدهای فعال کننده ایجاد نماید (به منابع شمارهٔ [۲۳] ، [۲۸] کتاب‌نامه مراجعه شود). با این حال، ممکن است پتانسیل حفره‌سازی تحت شرایط خاص، در صورتی که پمپ در سرعت‌های بالا (دور در دقیقه) عمل کند، وجود داشته باشد. علاوه بر این، پمپاژ طولانی مدت در شرایط ارتفاع زیاد یا جریان کم می‌تواند سبب گرمای بیش از حد موتور یا افزایش دمای نمونه، شود. فشار اعمال شده به نمونه مستقیماً به سرعت موتور بستگی دارد و می‌تواند از طریق کنترل در طراحی با استفاده از کنترل‌های موتور با سرعت متغیر، کنترل شود. پمپ‌های دنده‌ای که از مواد قابل‌قبول در نمونه برداری از پارامترهای حساس آب‌زیرزمینی ساخته شده‌اند، موجود هستند.

۷-۱۰-۳ با توجه به نرخ تخلیهٔ نسبتاً پایین، پمپ‌های دنده‌ای نمی‌توانند در موارد کاربردی که در آن حجم زیادی از آب موردنیاز است، مفید باشند. با سرعت جریان متغیر پمپ‌های دنده‌ای، یکبار که تخلیه کامل شود ممکن است سرعت رانش برای جمع‌آوری نمونه، کاهش یابد.

۷-۱۰-۴ اگر پمپ‌های دنده‌ای به طور گسترده‌ای برای پمپاژ بالای آب در مواد جامد معلق استفاده می‌شود، ممکن است دنده‌های PTFE مسدود و/ یا پوشیده شوند، در نتیجه سبب کاهش میزان تخلیه می‌شود. جداسازی قطعات پمپ و جایگزینی این دنده‌ها در میدان به سهولت انجام می‌گیرد. در نتیجه، زمانی که پمپ‌های دنده‌ای به‌صورت قابل‌حمل استفاده می‌شوند معمولاً آلودگی‌زادیی به آسانی صورت می‌گیرد.

۷-۱۱ پمپ‌های بالابر اینرسی

۷-۱۱-۱ پمپ‌های بالابر (شکل ۱۴) متشکل از یک خط رانش (یا لولهٔ انعطاف‌پذیر یا لولهٔ صلب) با شیر مکش یک‌طرفهٔ کروی یا سایر انواع متصل به انتهای پایینی این خط، است.



شکل ۱۴- نمونه‌ای از پمپ بالابر اینرسی

در عمل، پمپ در ستون آب پائین فرستاده می‌شود و از طریق حرکت رفت و برگشتی، یا از طریق عمل دستی یا با استفاده از یک مکانیسم بازوی مکانیکی رفت و برگشتی تحریک‌شده به‌وسیلهٔ موتور الکتریکی یا موتور احتراق داخلی، برای تخلیهٔ آب، حرکت می‌کند.

همان‌طورکه پمپ به سمت بالا حرکت می‌کند، آبی که تحت فشار هیدرواستاتیک وارد پمپ می‌شود به سمت بالا هدایت شده و به‌وسیلهٔ شیر انتهایی در پمپ نگه داشته می‌شود. هنگامی‌که حرکت رو به بالای پمپ متوقف می‌شود، اینرسی ستون آب داخل پمپ، آن را به خارج خط تخلیه منتقل می‌کند. همان‌گونه که پمپ، به سمت پایین دریچه‌های شیر انتهایی فشار وارد می‌کند، امکان پرشدن مجدد پمپ فراهم می‌شود.

۷-۱۱-۱-۱ پمپ‌های بالابر ساکن را می‌توان از هرگونه مواد لوله‌های انعطاف‌پذیر یا لوله تخلیهٔ صلب که قدرت کافی را برای تحمل چرخش‌های پمپ دارد، ساخت. به طور معمول، این مواد شامل مواد صلب و انعطاف‌پذیر PVC، PE، PP، و PTFE، است.

۷-۱۱-۲ بررسی منابع موجود در پمپ‌های بالابر ساکن نشان می‌دهد که آن‌ها صحت و دقتی مشابهی با پمپ‌های جابجائی مثبت را برای نمونه‌برداری از چندین ترکیب هیدروکربن آروماتیک فرار دارند (به منبع

شمارهٔ [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود). اگر پمپ‌های بالابر ساکن به سرعت قبل یا در طول جمع‌آوری نمونه بچرخد، هدرفت برخی از ترکیبات آلی فرار و/یا گازهای محلول، می‌تواند در جریان تخلیه رخ دهد. پمپ‌های بالابر اینرسی سبب تغییرات فشار در نمونه نمی‌شود. عمل پمپ بالابر اینرسی در چاه می‌تواند کدورت نمونه را افزایش دهد و آب را در چاه گمانه مخلوط کند و به طور بالقوه سبب تغییر غلظت‌های آنالیت یا تداخل با آندازه-گیری‌های تجزیه‌ای، شود.

۷-۱۱-۳ سرعت جریان پمپ بالابر اینرسی به طور مستقیم به میزان چرخش پمپ، مربوط می‌شود. انعطاف لولهٔ موجود در چاه می‌تواند بر میزان جریان اثر بگذارد و موجب افت آن شود. برای دستیابی به میزان کم تخلیه در جمع‌آوری نمونه، اغلب لازم است لوله‌ای با طول کم و قطر کوچک و انعطاف‌پذیر به خط تخلیه برای منحرف کردن بخشی از جریان تخلیه در ظروف نمونه، وارد نمود.

۷-۱۱-۴ با توجه به طراحی ساده، پمپ‌های بالابر اینرسی به‌وسیلهٔ مواد جامد معلق یا پمپاژ در حالت خشک مستعد آسیب نیستند، هر چند انسداد شیر یک‌طرفه، سرعت جریان را در طول عملیات کاهش می‌دهد. ممکن است در سطح بیرونی شیر انتهایی و/یا خط تخلیه، هنگام تماس آن با جداره یا آشغال‌گیر چاه، یا دیوارهٔ چاه طی چرخش، سایش یا آسیب رخ دهد. در صورت نیاز به تعمیر، این پمپ‌ها به سهولت در میدان جدا می‌شوند، هر چند ممکن است به منظور تعمیر در میدان، مکانیسم‌های چرخش مکانیکی دشوار یا غیرممکن باشد.

کتاب‌نامه

[1] Barcelona, M. J., Helfrich, J. A., Garske, E. E., 1985. Sample Tubing Effects on Ground Water Samples, Analytical Chemistry, 57 (2), 1985, pp. 460-464.

[2] Ho, J. S-Y., 1983. Effects of Sampling Variables on Recovery of Volatile Organics in Water, Journal of the AWWA, December 1983, pp. 583-586.

[3] Barker, J. F., and Dickhout, R., 1988. "An Evaluation of Some Systems for Sampling Gas-Charged Ground Water for Volatile Organic Analysis," Ground Water Monitoring Review, Vol. 8, No. 4, pp. 112-120.

[4] Barcelona, M. J., Gibb, J. P., and Miller, R. A., 1983. A Guide to the Selection of Materials for Monitoring Well Construction and Ground Water Sampling, Illinois State Water Survey, Contract Report CR-327.

[5] Parker, L. V. 1994a. The Effects of Ground Water Sampling Devices on Water Quality: A Literature Review. Ground Water Monitoring and Remediation, Vol. 14, No. 2, pp. 130-141.

[6] Parker, L. V. 1994b. Correction. Ground Water Monitoring and Remediation, Vol. 14, No. 3, p. 275.

[7] Barcelona, M. J. and Helfrich, J. A., 1986. Well Construction and Purging Effects on Ground-Water Samples, Environmental Science and Technology, Vol.20, No. 11, pp. 1179-1184.

[8] Gillham, R. W. and O'Hannesin, S. F., 1990. Sorption of Aromatic Hydrocarbons by Materials Used]in Construction of Ground-Water Sampling Wells, Ground Water and Vadose Zone Monitoring, ASTM STP 1053, D. M. Nielsen and A. I. Johnson, Eds., American Society

for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 108-122.

[9] Parker, L. V., 1992. Suggested Guidelines for the Use of PTFE, PVC and Stainless Steel in Samplers and Well Casings, Current Practices in Ground-Water and Vadose Zone Investigations, ASTM STP 1118, David M. Nielsen and Martin N. Sara, Editors, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 217-229.

[10] Holm, T. R., George, G. K., and Barcelona, M. J., 1988. Oxygen Transfer Through Flexible Tubing and Its Effects on Ground-Water Sample Results, Ground Water Monitoring Review, Vol. 8, No. 3, pp. 83-89.

[11] Stuum, W. and Morgan, J. J., 1996. Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.

[12] Lee, G. F. and Jones, R. A., 1983. Guidelines for Sampling Ground Water, Journal of the Water Pollution Control Federation, Vol. 55, No. 1, pp. 92-96.

[13] Puls, R.W. and Barcelona, M. J. 1996. Low-Flow (Minimal Drawdown) Ground-Water Sampling Procedures. U.S. Environmental Protection Agency, Publication Number EPA/540/S-95/504. 12 pages.

[14] Kearl, P. M., Korte, N. E. and Cronk, T. A., 1992. Suggested Modifications to Ground Water Sampling Procedures Based on Observations from the Colloidal Borescope, Ground Water Monitoring Review, Vol.12, No.2, pp.155-161.

[15] Puls, R.W., Clark, D. A., Bledsoe, B., Powell, R. M. and Paul, C. J., 1992. Metals in Ground Water: Sampling Artifacts and Reproducibility, Hazardous Waste and Hazardous Materials, Vol. 9, No.2, pp. 149-162.

[16] Barcelona, M. J., Helfrich, J. A., Garske, E. E. and Gibb, J. P., 1984. A Laboratory Evaluation of Ground Water Sampling Mechanisms, Ground Water Monitoring Review, Vol. 4, No.2, pp. 32-41.

[17] Gillham, R. W., Robin, M. J. L., Barker, J. F. and Cherry, J. A., 1983. Ground Water Monitoring and Sample Bias, American Petroleum Institute Publication 4367.

[18] Pohlmann, K. F., Blegen, R. P., and Hess, J. W., 1990. "Field Comparison of Ground-Water Sampling Devices for Hazardous Waste Sites: An Evaluation Using Volatile Organic Compounds," U.S. Environmental Protection Agency, Publication No. EPA/600/4-90/028, 102 pages.

[19] Unwin, J. and Maltby, V. 1988. Investigations of techniques for purging ground-water monitoring wells and sampling ground water for volatile organic compounds. In Ground-Water Contamination: Field Methods, ASTM STP 963, ed. A. G. Collins and A. I. Johnson, pp. 240-252. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

[20] Tai, D. Y., Turner, K. S. and Garcia, L. A. 1991. The Use of a Standpipe to Evaluate Ground-Water Samplers. Ground Water Monitoring Review, Vol. 11, No. 1, pp. 125-132.

[21] Canova, J. L. and Muthig, M. G. 1991. The Effect of Latex Gloves and Nylon Cord on Ground Water Sample Quality. Ground Water Monitoring Review, Vol. 11, No. 3, pp. 98-103.

[22] Puls, R. W. and Powell, R. M. 1992. Acquisition of Representative Ground Water Quality Samples for Metals. Ground Water Monitoring Review, Vol. 12, No. 3, pp. 167-176.

[23] Backhus, D. A., Ryan, J. N., Groher, D. M., MacFarlane, J. K. and Gschwend, P. M., 1993. Sampling Colloids and Colloid-Associated Contaminants in Ground Water. Ground Water, Vol. 31, No. 3, pp. 466-479.

[24] Pohlmann, K. F., and Hess, J. W., 1988. Generalized Ground Water Sampling Device Matrix, Ground Water Monitoring Review, Vol. 8, No. 4, pp. 82-84.

[25] Knobel, L. L. and Mann, L. J. 1993. Sampling for purgeable organic compounds using positive-displacement piston and centrifugal submersible pumps: A comparative study. Ground Water Monitoring and Remediation, Vol. 13, No.2, pp. 142-148.

[26] Pearsall, K. A. and Eckhardt, D. A. V., 1987. Effects of Selected Sampling Equipment and Procedures on the Concentrations of Trichloroethylene and Related Compounds in Ground Water Samples. Ground Water Monitoring Review, Vol. 7, No. 2, pp. 64-73.

[27] Pohlmann, K. F., Icopini, G. A., McArthur, R.D. and Rosal, C.G., 1994. Evaluation of Sampling and Field Filtration Methods for the Analysis of Trace Metals in Ground Water. U.S. Environmental Protection Agency, Publication No. EPA/600/R-94/119, 79 pages.

[28] Imbrigiotta, T. E., Gibs, J., Fusillo, T. V., Kish, G. R., and Hochreiter, J. J., 1988. Field Evaluation of Seven Sampling Devices for Purgeable Organic Compounds in Ground Water, Ground Water Contamination: Field Methods, ASTM STP 963, A. G. Collins and A. I. Johnson, Editors, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 258-273.