جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)

نشریه شماره ۶۴۵

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا

http://seso.moe.org.ir

omoorepeyman.ir

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:**	**۹۲/۶۸۵۱۳**
	تاریخ:	**۱۳۹۲/۰۸/۰۶**

موضوع : دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۶۴۵ امور نظام فنی، با عنوان «دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذینفع نظام فنی اجرایی در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۱ الزامی است.

امور نظام فنی این معاونت در مورد مفاد نشریه پیوست، دریافت کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی مربوط بوده و عهده‌دار اعلام اصلاحات لازم به طور ادواری خواهد بود.

محمد باقر نوبخت
معاون برنامه ریزی و نظارت
راهبردی رئیس جمهور

omoorepeyman.ir

ش ش: ۹۱۲۷۸

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجـود تـلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صـورت زیـر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن

۳۳۲۷۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email:info@nezamfanni.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

حفر و تجهیز چاه‌های آب توام با صرف هزینه‌های سنگین است و چاه‌های آب به مرور زمان و پس از گذشت مدت زمانی از حفر آنها، بازدهی اولیه خود را بنا به دلایلی از دست می‌دهد و با کاهش آب‌دهی روبرو می‌شوند که این امر هزینه‌های سنگینی را به صاحبان آنها تحمیل می‌کند که گاهی اوقات عملا جبران‌ناپذیر است. لذا توجه به دو بخش «متدولوژی توسعه چاه‌های آب» و «احیا و بازیابی چاه‌های آب در حال بهره‌برداری» بسیار ضروری است.

با توجه به مطالب فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)» را با هماهنگی امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

بدین وسیله معاونت نظارت راهبردی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد ابراهیم‌نیا و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

پاییز ۱۳۹۲

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل«دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)» نشریه شماره ۶۴۵

[

مجری: شرکت مهندسین مشاور کاوآب

مولف اصلی: فریبرز حرفه‌دوست	شرکت مهندسین مشاور کاوآب	لیسانس زمین‌شناسی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

احمد ترحمی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس آب زیرزمینی
فریبرز حرفه‌دوست	شرکت مهندسین مشاور کاوآب	لیسانس زمین‌شناسی
محمدرضا محبوبی تبار	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس زمین‌شناسی

اعضای گروه نظارت:

محمدعلی ثنائی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس هیدروژئولوژی
فضلعلی جعفریان	شرکت مدیریت منابع آب ایران	لیسانس زمین‌شناسی
مریم رحیمی فراهانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی مدیریت منابع آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

احمد ابریشم‌چی	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای منابع آب
عبدالوحید آغاسی	دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی	دکترای منابع آب
بهرام ثقفیان	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری	دکترای منابع آب
فضلعلی جعفریان	شرکت مدیریت منابع آب ایران	لیسانس زمین‌شناسی
عباسقلی جهانی	شرکت مهندسین مشاور بهان‌سد	فوق‌لیسانس مهندسی هیدرولوژی
پیمان دانش‌کارآراسته	دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی	دکترای علوم و مهندسی آبیاری
مریم رحیمی فراهانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه:

فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی
ساناز سرافراز	کارشناس منابع آب امور نظام فنی

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- کلید واژه‌ها	**۳**
۱-۱- چاه‌نگار و چاه‌نگاری	۵
۱-۲- بازیابی چاه‌های آب	۵
فصل دوم- متدولوژی توسعه چاه‌های آب	**۷**
۲-۱- کلیات	۹
۲-۲- انتخاب روش حفاری مناسب	۹
۲-۲-۱- نوع سازند زمین‌شناسی	۹
۲-۲-۲- امکانات تامین ماشین‌آلات حفاری در منطقه	۱۲
۲-۲-۳- هدف از حفاری در انتخاب روش	۱۲
۲-۲-۴- چگونگی دستیابی به محل و شرایط نقطه حفاری	۱۲
۲-۲-۵- قدرت و کارایی دستگاه	۱۲
۲-۳- رعایت نکات فنی و مهم در زمان حفر و تجهیز چاه‌های آب	۱۳
۲-۳-۱- تراز نمودن دستگاه حفاری به‌منظور جلوگیری از انحراف چاه	۱۳
۲-۳-۲- برداشت نمونه آب و خاک وتجزیه و تحلیل آنها طبق استانداردهای موجود	۱۴
۲-۳-۳- انتخاب لوله جدار (لوله‌های فولادی، PVC و UPVC و ...) متناسب با کیفیت آب و خاک منطقه	۱۶
۲-۳-۴- رعایت نکات مهم در زمان انتخاب و نصب اسکرین	۲۱
۲-۳-۵- انواع گراول پک مصنوعی و فواید کاربرد آنها	۲۴
۲-۳-۶- مهار لوله جدار و فونداسیون چاه	۲۶
۲-۳-۷- شستشوی چاه از طریق پمپاژ	۲۶
۲-۴- مفهوم توسعه چاه و فواید آن	۲۶
۲-۴-۱- توسعه طبیعی چاه‌های آب	۲۸
۲-۴-۲- توسعه مصنوعی چاه‌های آب	۲۹
فصل سوم- روش‌های توسعه چاه‌های آب	**۳۱**
۳-۱- روش‌های توسعه چاه	۳۳
۳-۲- توسعه چاه به روش پیستون زنی	۳۴
۳-۳- توسعه چاه به روش ایجاد حرکات موجی توسط جریان هوا	۳۵

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۴- توسعه چاه به روش ضربه آبی	۳۶
۳-۵- توسعه چاه به روش جت	۳۶
۳-۵-۱- وسایل مورد نیاز	۳۶
۳-۵-۲- چگونگی اجرای روش جت	۳۶
۳-۶- توسعه چاه به روش پمپاژ با آبدهی زیاد	۳۸
۳-۷- توسعه چاه به روش انفجاری	۳۸
۳-۸- توسعه چاه با استفاده از مواد شیمیایی	۳۸
۳-۹- شستشوی چاه از طریق پمپاژ	۳۹
۳-۱۰- انجام عملیات آزمایش پمپاژ پله‌ای	۴۰
۳-۱۰-۱- تعیین عمق سطح دینامیک و اندازه‌گیری افت و آبدهی چاه در هر پله	۴۱
۳-۱۰-۲- تعیین عمق نصب پمپ	۴۸
۳-۱۰-۳- تعیین پمپ و موتور مناسب	۴۹
۳-۱۰-۴- تجهیزات چاه‌های آب	۵۲
۳-۱۰-۵- نگهداری چاه‌های آب	۵۲
۳-۱۰-۶- حفاظت چاه از دیدگاه آلودگی	۶۰
فصل چهارم- احیا و بازیابی چاه‌های آب موجود (در حال بهره‌برداری)	**۶۵**
۴-۱- کلیات	۶۷
۴-۲- مزایای بازیابی چاه‌های آب	۶۷
۴-۲-۱- به دست آوردن ظرفیت ویژه	۶۷
۴-۲-۲- کاهش هزینه‌های پمپاژ	۶۸
۴-۲-۳- افزایش طول عمر چاه	۶۹
۴-۲-۴- حل مسایل کیفیت آب (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی)	۶۹
۴-۳- عوامل موثر در کاهش بازدهی چاه‌های آب	۷۰
۴-۳-۱- کاهش آبدهی و تغییر کیفیت آب چاه	۷۱
۴-۳-۲- جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی تجهیزات چاه‌های آب	۷۲
۴-۳-۳- خوردگی تجهیزات چاه‌های آب	۷۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۳-۴- فرسودگی تجهیزات سر چاه	۸۲
۴-۴- کنترل جرم گرفتگی و خوردگی در چاه‌های آب	۸۲
۴-۵- روش شناخت عوامل موثر در کاهش آبدهی چاه‌های آب	۸۴
۴-۵-۱- روش چاه‌نگاری	۸۷
۴-۵-۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی	۹۲
۴-۵-۳- کاربرد ویدئومتر در شناخت عامل یا عوامل کاهش دهنده بازدهی چاه‌های آب و محدودیت‌های آن	۹۳
۴-۵-۴- پیشنهاد روش مناسب جهت بازیابی چاه آب	۱۰۰
۴-۶- روش‌های بازیابی چاه‌های آب	۱۰۰
۴-۶-۱- روش‌های مکانیکی	۱۰۲
۴-۶-۲- روش‌های شیمیایی	۱۰۸
۴-۶-۳- روش‌های هیدرولیکی	۱۱۴
فصل پنجم- خلاصه‌ای از کاربرد و روش‌های بازیابی چاه‌های آب	**۱۲۱**
۵-۱- عملیات مقدماتی	۱۲۳
۵-۲- توسعه مجدد چاه	۱۲۳
۵-۳- انجام عملیات بازیابی چاه آب	۱۲۳
پیوست ۱- مطالعه موردی	**۱۲۵**
منابع و مراجع	**۱۴۱**

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱- الف- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوع K (حداکثر عمق کاربرد ۱۵۰متر)	۱۹
جدول ۲-۱- ب- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوعKV (حداکثر عمق کاربرد ۳۰۰ متر)	۱۹
جدول ۲-۱- ج- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوع KV extra (حداکثر عمق کاربرد ۵۰۰متر)	۲۰
جدول ۲-۱- د- مشخصات شبکه‌های اسکرین در سه نوع لوله K، KV و KV-extra	۲۰
جدول ۲-۲- تعداد شبکه‌ها براساس قطر لوله جدار در لوله‌های فولادی	۲۲
جدول ۳-۱- تغییرات آبدهی، افت، افت ویژه و ظرفیت ویژه حاصل از آزمایش پمپاژ پله‌ای	۴۳

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۲- تلفات ناشی از اصطکاک در لوله‌های فلزی (برحسب متر در ۱۰۰ متر لوله)	۵۰
جدول ۳-۳- تلفات ناشی از اصطکاک در لوله‌های فلزی (برحسب متر در ۱۰۰ متر لوله)	۵۱
جدول ۳-۴- مشکلات چاه‌های آب در زمان نگهداری و چگونگی کنترل آنها	۵۴
جدول ۴-۱- عوامل موثر در کاهش بازدهی چاه‌های آب و علل ایجاد آن	۷۰
جدول ۴-۲- یون‌های مثبت و منفی بر حسب کربنات کلسیم	۸۶
جدول ۴-۳- درجه سختی یون‌های منفی مهم	۸۷
جدول ۴-۴- مشخصات فنی سیستم تولید کننده ضربان	۱۰۶
جدول پ.۱-۱- خلاصه عملیات	۱۲۷
جدول پ.۱-۲- ضرایب و افت‌های اندازه‌گیری شده قبل و بعد از احیا	۱۳۹

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱- رابطه بین قطر اسمی اسکرین با میزان آب‌گذری در یک متر طول لوله مشبک مدل k	۲۱
شکل ۲-۲- لزوم ایجاد جریان رفت- برگشت سیال به‌منظور دستیابی به یک توسعه مناسب	۳۳
شکل ۲-۳- توسعه چاه به روش ایرلیفت	۳۵
شکل ۳-۱- توسعه چاه به روش فشار زیاد آب (روش جت)	۳۷
شکل ۳-۲- رابطه بین افت کلی، افت آبخوان و افت چاه	۴۲
شکل ۳-۳- نمودار تغییرات افت ویژه با آبدهی	۴۴
شکل ۳-۴- منحنی تغییرات افت کلی (D_W)، افت آبخوان (B_Q) و افت شبکه (CQ^2)، نسبت به آبدهی (Q)	۴۴
شکل ۳-۵- منحنی بازده یا راندمان چاه	۴۵
شکل ۳-۶- منحنی مشخصه چاه در یک آبخوان آزاد برای تعیین آبدهی بحرانی	۴۷
شکل ۳-۷- اشکال مختلف منحنی مشخصه چاه	۴۸
شکل ۳-۸- نگهداری سیستم الکتریکی پمپ چاه	۵۵
شکل ۳-۹- ابزار کنترل جریان مکش در پمپ	۵۶
شکل ۳-۱۰- دستگاه جداکننده ماسه برای پمپ‌های شناور	۵۷
شکل ۳-۱۱- نمونه‌ای از یک موتورخانه با سرویس‌دهی آسان	۵۸
شکل ۳-۱۲- نگهداری چاه آب با استفاده از یک گاز خنثی برای جلوگیری از ورود اکسیژن	۶۰
شکل ۴-۱- تغییرات اکسیداسیون و احیا در اطراف پمپ چاه های آب (به ترتیب رسوبگذاری آهن، منگنز و گوگرد توجه شود)	۷۲
شکل ۴-۲ - آزاد شدن گاز Co_2 از آب زیرزمینی	۷۳

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۳- نمونه‌هایی از پوسته‌بندی شیمیایی در تجهیزات چاه‌های آب ۷۴
شکل ۴-۴- جرم گرفتگی ناشی از فعالیت باکتری‌های آهن ۷۵
شکل ۴-۵- نحوه حرکت و انتقال گوگرد، منگنز و آهن در آبخوان (دیاگرام شماتیک فعالیت‌های بیولوژیکی که باعث عمل اکسیداسیون- احیا در آبخوان می‌شود) ۷۶
شکل ۴-۶- خوردگی در لوله‌های فولادی ۷۸
شکل ۴-۷- سیستم چاه‌نگار آنالوگ ۸۸
شکل ۴-۸- سنسور دستگاه چاه نگار ۸۹
شکل ۴-۹- سنسور ویدئومتری ۹۰
شکل ۴-۱۰- سه پایه و نحوه استقرار آن ۹۱
شکل ۴-۱۱- وینچ و کابل جمع کننده ۹۲
شکل ۴-۱۲- خوردگی کلسیتی ناشی از خروج گاز دی اکسید کربن ایجاد کربنات کلسیم ۹۴
شکل ۴-۱۳- وجود پارگی در عمق ۱۳۲/۵ متری و عدم امکان تصویر برداری از اعماق پایین‌تر ۹۵
شکل ۴-۱۴- انسداد شبکه‌های لوله جدار ۹۵
شکل ۴-۱۵- انسداد اسکرین به علت وجود رسوبات کلسیتی و نیاز به برس‌زنی ۹۶
شکل ۴-۱۶- تشخیص شبکه‌های لوله جدار ۹۶
شکل ۴-۱۷- شروع لوله جدار مشبک از عمق ۱۴۷/۵۰ متر ۹۷
شکل ۴-۱۸- تشخیص شبکه‌های اسکرین ۹۷
شکل ۴-۱۹- بررسی نتایج ویدئومتری جدار ۹۸
شکل ۴-۲۰- سطح ایستابی آب در ۸۴/۱ متری ۹۸
شکل ۴-۲۱- روش برس‌زنی در چاه‌های آب ۱۰۲
شکل ۴-۲۲- دستگاه مافوق صوت ۱۰۴
شکل ۴-۲۳- موقعیت عملکرد دستگاه التراسونیک در چاه عمیق ۱۰۵
شکل۴-۲۴- کنترل پانل دستگاه فراصورت (التراسونیک) با قابلیت تنظیم شدت ارتعاش ۱۰۵
شکل ۴-۲۵- نازل و بازوها ۱۱۵
شکل ۴-۲۶- سیستم هدایت کننده، نازل و بازوها ۱۱۵
شکل ۴-۲۷- موتور و وینچ دیگر اجزای سیستم ۱۱۶
شکل ۴-۲۸- فشار سنج سیستم ۱۱۶
شکل ۴-۲۹- چاه قبل و بعد از ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب ۱۱۷
شکل ۴-۳۰- روش استاندارد ایجاد شکستگی هیدرولیکی توسط آب با استفاده از یک پکر ۱۱۸
شکل ۴-۳۱- روش ناحیه‌ای ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب با استفاده از دوپکر ۱۱۹
شکل پ.۱-۱- نمودار جریان - کاهش ویژه ۱۲۸

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل پ.۱-۲- شکل جریان - کاهش	۱۲۸
شکل پ.۱-۳- تصویر کلیات ویدئومتری در سطح استاتیک ۱۱۶/۸۷ متر	۱۲۹
شکل پ.۱-۴- تصویر عملیات ویدئومتری سطح استاتیک ۱۷۱/۸۱ متر	۱۲۹
شکل پ.۱-۵- عملیات پاکسازی و فعالسازی چاه	۱۳۰
شکل پ.۱-۶- استفاده از سیستم مافوق فشار قوی	۱۳۰
شکل پ.۱-۷- تصویر داخل چاه	۱۳۱
شکل پ.۱-۸- فشارسنج فشار اعمال شده را نشان می‌دهد	۱۳۱
شکل پ.۱-۹- تصاویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۴۳/۸۲ متر	۱۳۱
شکل پ.۱-۱۰- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۴۴/۲۵ متر	۱۳۲
شکل پ.۱-۱۱- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۰۸/۵۲ متر	۱۳۲
شکل پ.۱-۱۲- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۱۰/۱۴ متر	۱۳۲
شکل پ.۱-۱۳- احیای چاه به‌وسیله ضربات هوا	۱۳۳
شکل پ.۱-۱۴- عملیات اسیدشویی چاه	۱۳۴
شکل پ.۱-۱۵- احیای چاه به‌وسیله مجموعه مافوق صوت	۱۳۵
شکل پ.۱-۱۶- مراحل صاف شدن درهنگام پمپاژ موضعی همراه با استفاده از سیستم اولتراسوند	۱۳۶
شکل پ.۱-۱۷- تصاویر ویدئومتری بعد از احیا	۱۳۷
شکل پ.۱-۱۸- نمودارهای جریان - کاهش و جریان - کاهش ویژه	۱۳۸

omoorepeyman.ir

مقدمه

حفر و تجهیز چاه‌های آب توام با صرف هزینه‌های سنگین است که عمده این هزینه‌ها بر دوش کشاورزان می‌باشد. چاه‌های آب به مرور زمان و پس از گذشت مدت زمانی از حفر آنها، بازدهی اولیه خود را بنا به دلایلی که در این دستورالعمل به ذکر آن پرداخته خواهد شد، از دست می‌دهند و با کاهش آب‌دهی روبه‌رو می‌شوند.کاهش آب‌دهی این چاه‌ها هزینه‌های سنگینی را به صاحبان آنها تحمیل می‌کند که گاهی اوقات عملا جبران‌ناپذیر است.

یکی از روش‌های دستیابی به علل کاهش آب‌دهی چاه‌های آب استفاده از عملیات چاه‌نگاری است که در کشور ما به نام ویدئومتری[1] شناخته می‌شود. در این روش با استفاده از دوربین‌های درون‌چاهی مشکلات ناشی از کاهش آب‌دهی چاه‌ها به تصویر کشیده می‌شود و با استفاده از تصاویر و فیلم‌های به‌دست آمده برحسب نوع مشکل در اعماق مختلف چاه نسبت به بررسی رفع مشکلات با استفاده از روش‌های مختلف بازیابی چاه‌های آب[2] اقدام می‌شود.

این دستورالعمل در دو بخش «متدولوژی توسعه چاه‌های آب که در آینده حفر خواهد شد» و «احیا و بازیابی چاه‌های آب موجود در حال بهره‌برداری» تهیه گردیده است. در بخش اول ضمن پرداختن به انتخاب روش‌های حفاری چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت به رعایت نکات فنی مهم در زمان حفر و تجهیز چاه‌های آب، رعایت نکات مهم در زمان انتخاب و نصب اسکرین، شستشوی چاه، روش‌های توسعه چاه، انجام عملیات آزمایش پمپاژ به‌منظور محاسبه افت در لوله جدار و آبخوان، تعیین آب‌دهی ویژه، مجاز و بحرانی، تعیین عمق و نصب پمپ، انتخاب پمپ و موتور مناسب و در نهایت تجهیز چاه آب و روش‌های نگهداری از آن اشاره شده است.

در بخش دوم، مزایای بازیابی چاه‌های آب، عوامل موثر در کاهش بازدهی چاه‌های آب، شامل انواع جرم گرفتگی، خوردگی و روش‌های شناخت عوامل موثر در کاهش آب‌دهی چاه‌ها مثل ویدئومتری مورد بررسی قرار گرفته و در پایان ضمن اشاره به روش‌های مناسب جهت بازیابی چاه‌های آب شامل روش‌های مکانیکی، شیمیایی و هیدرولیکی به نحوه پاکسازی چاه ناشی از انجام روش‌های مذکور، انجام مجدد عملیات ویدئومتری و تجهیز مجدد چاه اشاره گردیده است.

- هدف

هدف از تهیه این دستورالعمل شناسایی عوامل موثر در کاهش آب‌دهی چاه‌های آب، روش‌های جلوگیری از کاهش بازدهی چاه‌ها، روش‌های توسعه در مراحل حفر و کاربرد روش‌های مختلف بازیابی چاه‌های آب و کاستن از هزینه‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، می‌باشد.

omoorepeyman.ir

1- Videometery
2- Water Wells Rehabilitation

- دامنه کاربرد

گستره کاربرد این دستورالعمل حوزه فعالیت‌های مرتبط با چاه‌های آب می‌باشد که عمدتا بخش خصوصی (مصارف کشاورزی و صنعت) و بخش دولتی (شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی و شهری و کلیه شرکت‌های آب منطقه‌ای و سازمان آب و برق خوزستان) را شامل می‌شود.

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلید واژه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- چاه‌نگار[۱] و چاه‌نگاری[۲]

چاه‌نگار دستگاهی است الکترونیکی که با استفاده از دوربین‌های درون‌چاهی قادر به فیلم‌برداری از درون چاه‌های آب به‌منظور مشاهده ساختمان چاه و مشکلات موجود در آنها می‌باشد. عملیاتی که با استفاده از این دستگاه در درون چاه‌های آب انجام می‌شود را چاه‌نگاری می‌گویند. در واقع عملیات ویدئومتری یک نوع آندوسکوپی چاه‌های آب می‌باشد.

۱-۲- بازیابی چاه‌های آب[۳]

کلیه عملیاتی که به‌منظور از بین بردن عوامل موثر در کاهش آب‌دهی چاه‌های آب و نتیجتا باعث افزایش آب‌دهی آنها می‌شود را بازیابی چاه‌های آب می‌گویند.

1- Video Meter
2- Video Metery
3- Water Wells Rehabilitation

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۲

متدولوژی توسعه چاه‌های آب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- کلیات

توضیحات ارائه شده در این بخش از دستورالعمل، شامل نکات و مواردی است که باید جهت بهره‌برداری بهینه از چاه‌های آبی که در آینده حفر خواهد شد، مد نظر قرار داد و به عواملی اشاره دارد که باعث افزایش عمر مفید چاه‌های آب می‌شود.

۲-۲- انتخاب روش حفاری مناسب

انتخاب روش حفاری مناسب از جمله مواردی است که قبل از اعزام و استقرار دستگاه حفاری به محل حفاری لازم است انجام شود تا معلوم گردد با چه نوع روش حفاری عمل حفر در نقطه موردنظر را باید انجام داد. به‌طورکلی مولفه‌های مهمی در انتخاب روش حفاری اثرگذارند که به شرح زیر می‌باشد.

۲-۲-۱- نوع سازند زمین‌شناسی

نوع سازند در انتخاب روش حفاری مهم ترین نقش را دارد. سازندهای زمین شناسی به دو دسته سازند سخت و آبرفت تقسیم می‌شوند که لازم است قبل از هرگونه اقدامی جهت حفرچاه، نوع سازند آن مشخص گردد. به‌طورکلی سازندهای زمین‌شناسی که تحت تاثیر حرکات کوه‌زایی قرار گرفته‌اند را سازند سخت گویند و درغیراین‌صورت به آبرفت معروف‌اند.

۲-۲-۱-۱- انتخاب روش حفاری در آبرفت

در انتخاب روش حفاری در آبرفت لازم است مواردی از قبیل دانه‌ریز یا درشت بودن آبرفت و شولاتی و ریزشی بودن آن، مدنظر قرار گیرد تا در زمان حفرچاه مشکلات اساسی روی ندهد.

الف- انتخاب روش حفاری در آبرفت‌های دانه‌ریز و شولاتی

در رسوبات آبرفتی دانه‌ریز و شولاتی که احتمال وجود آبخوان‌های تحت فشار و آرتزین در آنها می‌رود یا ممکن است در مرحله بهره‌برداری، ماسه‌دهی داشته باشند و همچنین در مواردی که مهار یا تفکیک سفره‌های آب با کیفیت‌های مختلف موردنظر باشد، روش حفاری دورانی با گردش گل پیشنهاد می‌گردد.

امتیازات به‌کارگیری این روش در این نوع رسوبات به‌شرح زیر است.

- سرعت پیشرفت حفاری نسبتا زیاد است.
- محدودیت نسبی عمق و قطر نسبت به روش‌های دیگر حفاری کم‌تر است.
- ستون گل حفاری از ریزش لایه‌های شولاتی جلوگیری می‌کند.
- ستون گل فشار آبخوان تحت فشار را مهار نموده و مانع جریان آب در سطح زمین در هنگام حفاری می‌شود.

omoorepeyman.ir

- امکان تفکیک سفره‌های آب در اعماق مختلف و همچنین بستن سفره‌های شور وجود دارد.
- با بررسی نمونه‌های خاک و کسب نتایج حاصل از چاه پیمایی در مرحله گمانه شناسایی، درصورتی که چاه، آب‌دهی قابل توجهی نداشته باشد از صرف هزینه بیش‌تر جلوگیری خواهد شد.
- برنامه لوله‌گذاری چاه براساس نتایج حاصل از چاه‌پیمایی و بررسی نمونه‌های خاک از قبل قابل پیش‌بینی است.
- شن‌ریزی اطراف لوله جدار برای ایجاد صافی شنی[1] به راحتی مقدور است.

در مواردی که ضخامت رسوبات آبرفتی زیاد باشد و حفر گمانه با قطرکم و عمق زیاد موردنظر باشد، روش حفاری با گردش گل مستقیم مناسب‌تر خواهد بود. ولی در آبرفت‌های کم‌ضخامت و یا بسیار دانه‌ریز و دارای قابلیت نفوذ کم درصورتی‌که حفر چاه‌هایی با قطر زیاد مورد نظر باشد بهتر است از حفاری دورانی با گردش گل معکوس استفاده شود.

با این روش حفر چاه‌هایی تا قطر ۵۰ اینچ امکان‌پذیر خواهد بود و با افزایش سطح ورود آب در ناحیه اشباع، موجب ازدیاد نسبی آبدهی چاه خواهد شد.

ب-انتخاب روش حفاری در آبرفت‌های معمولی و غیرشولاتی

مناسب‌ترین روش برای حفر چاه‌های آب در آبرفت‌های پایدار (دانه‌ریز یا دانه‌درشت) که شولاتی و ریزشی نباشند، روش حفاری ضربه‌ای است که در دشت‌های آبرفتی که ضخامت رسوبات آنها کم‌تر از ۲۰۰ متر است، دستگاه‌های حفاری سبک و متوسط مناسب بوده و همچنین در ابتدای مخروط‌افکنه‌ها که رسوبات دانه درشت بوده، حفر چاه آب به‌روش ضربه‌ای دارای امتیازاتی به‌شرح زیر می‌باشد:

- امکان بررسی آبخوان به لحاظ کمی و کیفی درحین حفاری میسر است.
- امکان تامین دستگاه حفاری ضربه‌ای در اکثر مناطق باتوجه به تعداد این دستگاه‌ها در سطح کشور به‌راحتی مقدور است.
- هزینه آن نسبت به سایر روش‌های حفاری کم‌تر است.
- انتقال دستگاه به نقطه حفاری آسان‌تر است.
- عمق سطح برخورد به آب و تغییرات بعدی آن در حین حفاری قابل اندازه‌گیری است.
- تغییرات کیفی آب با پیشرفت عملیات حفاری قابل کنترل است.
- آزمایش آبدهی در هنگام حفاری (در مرحله گمانه‌زنی و قبل از نصب لوله جدار) مقدور می‌باشد.

ج- انتخاب روش حفاری در آبرفت‌های دانه درشت مجاور رودخانه‌های دایمی

در مجاورت رودخانه‌های دایمی که بستر شنی یا قلوه سنگی دارند و قابلیت نفوذ و ضخامت لایه اشباع نسبتا زیاد است برای حفر چاه‌های بهره‌برداری با آبدهی زیاد (بیش از ۲۰۰ لیتر در ثانیه) حفاری چاه‌های دهانه گشاد و مخزنی با گالری‌های

1- Gravel Pack

omoorepeyman.ir

شعاعی (چاه فلمن) مناسب خواهد بود که البته لازم است به علت هزینه زیاد حفر این قبیل چاه ها، باید قبلا منطقه مورد مطالعه کامل قرار گرفته باشد.

د- انتخاب روش حفاری در آبرفت‌های دامنه‌ای و بستر مسیل‌های کوهستانی

در مناطق کوهستانی و در داخل دره ها و یا بستر مسیل های فصلی که رسوبات آنها دانه درشت و معمولا دارای ضخامت محدودی هستند، مناسب‌ترین روش برای حفاری چاه‌های آب روش حفاری به‌وسیله مقنی است که با حفر چاه‌های دستی و کوره‌های جانبی (گالری) می‌توان آب مورد نیاز در حد قدرت آبدهی منطقه را تامین نمود. بدیهی است هر قدر طول گالری‌ها بیش‌تر باشد امکان افزایش آبدهی بیش‌تر می‌شود. عموما راستای کوره‌ها در جهت عمود بر خطوط جریان آب زیرزمینی حفر می‌گردند. استفاده از ابزارهای جدید در این موارد در افزایش سرعت حفاری بسیار موثر است.

۲-۲-۱-۲- انتخاب روش حفاری در سازندهای سخت

برای حفاری در سازندهای سخت به‌ویژه در مرحله اکتشاف، مناسب‌ترین روش استفاده از دستگاه‌های دورانی با مته‌چکشی و گردش هوای فشرده و فوم می‌باشد. در این روش علاوه بر سرعت زیاد حفاری در مرحله گمانه پس از برخورد به آب زیرزمینی به کمک هوای فشرده در حین حفاری از آبخوان، آبکشی به عمل می‌آید و در این‌صورت وضعیت آبدهی چاه از لحاظ کمی و کیفی تا حدودی مشخص خواهد شد. برای حفر چاه‌های بهره‌برداری در سازند سخت علاوه بر روش فوق، به‌کارگیری دستگاه حفاری ضربه‌ای سنگین نیز مناسب است. پیشنهاد می‌گردد در صورت در دسترس نبودن دستگاه حفاری با مته چکشی (D.T.H) از دستگاه حفاری ضربه‌ای سنگین استفاده شود.

در حفاری سازند سخت به‌خصوص در سنگ‌های کربناته کارستی، استفاده از روش دورانی با گردش گل مجاز نمی باشد، زیرا گل حفاری موجب انسداد شکاف ها و مجاری ورود آب به چاه شده و ممکن است سازندهایی را که به طور قطع دارای آبدهی می‌باشند، فاقد آبدهی نشان داده و یا این‌که آبدهی چاه را از مقدار واقعی آن کم‌تر نشان دهد. در مواردی که اجبارا از دستگاه‌های دورانی با گردش گل استفاده می‌شود بهتر است به جای گل از آب و یا آب و فوم با استفاده از پمپ پیستونی و یا کمپرسورهای قوی برای خارج نمودن مواد کنده شده از چاه استفاده شود.

در مواردی که حفر گمانه اکتشافی به‌ویژه در اعماق زیاد و دستیابی به نمونه‌های دست نخورده مورد نظر باشد، به‌کارگیری دستگاه حفاری دورانی با روش مغزه‌گیری پیشنهاد می‌شود. در این روش با در اختیار داشتن تمام ستون سازند سخت به‌صورت مغزه می‌توان به لیتولوژی، سن، نفوذپذیری و یا سایر مشخصات مهندسی سنگ پی برد. به‌علاوه عمق برخورد به آب و تغییرات بعدی آن قابل کنترل بوده و تغییرات کیفی آبخوان نیز قابل بررسی است و با انجام چاه پیمایی عمق شکستگی‌ها، درزه و شکاف‌ها و مغاره‌ها، شواهد کارستی و تا حدودی پتانسیل آبی آبخوان مشخص می‌شود.

omoorepeyman.ir

لازم به ذکر است که در سازندهای سخت ریزشی که تحت تاثیر شدید شکستگی و تکتونیک قرار گرفته‌اند در اعماقی که ریزش شدید می‌باشد باید از سیستم دورانی با گل حفاری جهت جلوگیری از ریزش استفاده نمود هر چند که به‌کار بردن گل حفاری ممکن است سبب کاهش آبدهی چاه شود.

۲-۲-۲- امکانات تامین ماشین‌آلات حفاری در منطقه

تهیه و تامین ماشین‌آلات حفاری در یک منطقه یکی دیگر از عوامل انتخاب روش حفاری محسوب می‌گردد زیرا در بعضی مناطق به‌علت عدم وجود دستگاه واجد شرایط برای حفاری موردنظر، کارفرما یا مجریان طرح‌ها اجبارا از دستگاه‌های دیگری که کاملا مناسب مشخصات مورد پیش‌بینی نیست استفاده می‌نمایند که در این‌صورت لازم است با بررسی‌های همه‌جانبه و دقت زیاد و باتوجه به امکانات موجود منطقه نسبت به انتخاب روش مناسب اقدام نمود. به هر حال توصیه می‌شود از دستگاه‌های حفاری نامناسب که به‌کارگیری آن موجب عدم امکان دسترسی به نتایج مطلوب و تخریب سفره‌ها می‌گردد اجتناب شود.

۲-۲-۳- هدف از حفاری در انتخاب روش

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

۲-۲-۴- چگونگی دستیابی به محل و شرایط نقطه حفاری

یکی دیگر از عواملی که در انتخاب روش حفاری باید مد نظر قرار گیرد شرایط نقطه حفاری و چگونگی دستیابی به محل می‌باشد. حمل و انتقال دستگاه‌های حفاری بزرگ با تجهیزات سنگین در جاده‌های صعب‌العبور و کوهستانی بسیار دشوار و مستلزم صرف هزینه هنگفت خواهد بود از این رو باید باتوجه به شرایط طبیعی محل و مشخصات فنی کار، روش و دستگاهی انتخاب نمود که در حد امکان ضمن کسب نتایج موردنظر، انتقال آن به محل نیز امکان پذیر و سهل باشد. برای حفاری چاه‌های آب در سطح شهرها و کنار گذرگاه‌ها یا میادین با وجود آن‌که روش دورانی با گردش گل مناسب‌تر است ولی به لحاظ نحوه عمل این روش و نیاز به فضای وسیع عملا استفاده از این روش بسیار دشوار و غیرممکن بوده و استفاده از روش حفاری ضربه‌ای اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

۲-۲-۵- قدرت و کارایی دستگاه

قدرت و کارایی دستگاه یکی دیگر از عوامل عمده انتخاب روش حفاری می‌باشد، زیرا بدون در نظر گرفتن این عامل ممکن است اجرای عملیات حفاری و دستیابی به نتایج پیش‌بینی شده به علت عدم کارایی دستگاه با اشکال مواجه گردد.

omoorepeyman.ir

۲-۳- رعایت نکات فنی و مهم در زمان حفر و تجهیز چاه‌های آب

در زمان حفر و تجهیز چاه‌های آب نکات فنی متعددی وجود دارد که به‌منظور حفر و تجهیز یک چاه کامل لازم است موردتوجه قرار گیرد و رعایت شود. از مهم‌ترین این نکات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

۲-۳-۱- تراز نمودن دستگاه حفاری به‌منظور جلوگیری از انحراف چاه

دستگاه حفاری باید به‌گونه‌ای تراز شود که مته در نقطه‌ای که جهت حفر چاه تعیین شده فرود آید. برای تراز نمودن دستگاه حفاری باید ابتدا زمین محل استقرار دستگاه از نظر استحکام مورد ارزیابی قرار گیرد و درصورتی‌که محل انتخابی سست و شولاتی باشد برای جلوگیری از نشست دستگاه و به‌هم خوردن تراز آن عملیاتی نظیر بتن‌ریزی در محدوده استقرار دستگاه حفاری انجام شود و یا با استفاده از الوارهای چوبی با عرض مناسب محل سکوی حفاری را آماده نمایند.

تراز دستگاه‌های حفاری ضربه‌ای به‌وسیله چند عدد جک هیدرولیکی و یا پیچی (بسته به نوع دستگاه) صورت می‌پذیرد و برای برپا نمودن دکل حفاری با استفاده از کابل‌های مهارکش، دستگاه در یک حالت ثابت مستقر می‌شود که باید تا پایان حفاری و تکمیل چاه این شرایط تغییر نکند. تراز دستگاه‌های حفاری دورانی با استفاده از جک‌های هیدرولیکی خودکار که از جعبه کنترل دستگاه هدایت می‌شوند به‌آسانی انجام می‌شود. همچنین باید تکیه‌گاه جک‌ها با استفاده از الوارهای چوبی مقاوم که مقاومت کافی دارند، تحکیم گردد. در مناطق ماسه‌ای و شولاتی و یا محل‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، ایجاد سکوی بتنی با ابعاد مناسب و مقاومت کافی فقط در محدوده استقرار دستگاه ضروری است. به‌منظور جلوگیری از تخریب بتن استفاده از الوارهای چوبی مقاوم با ابعاد مناسب و قرار دادن پایه جک‌ها بر روی آنها، لازم است. ابعاد سکوی بتنی بستگی به طول و عرض و همچنین وزن دستگاه حفاری دارد.

محل استقرار دستگاه‌های حفاری چکشی (دورانی- ضربه‌ای) که برای حفر چاه‌های آب در سازندهای سخت مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولا از استحکام کافی برخوردار می‌باشد. این دستگاه‌ها مجهز به جک‌های خودکار هیدرولیکی می‌باشد که از طریق جعبه کنترل دستگاه هدایت می‌شود که علاوه بر حرکت عمودی دارای حرکت افقی نیز می‌باشند و باتوجه به این‌که طول بازوی عمودی آنها نسبتا طولانی بوده از این جهت در زمین‌های ناهموار این نوع دستگاه‌ها را به‌خوبی می‌توان تراز نمود.

عدم کنترل تراز دستگاه و به‌هم خوردن آن در طول حفاری موجب کج شدن چاه گردیده و در نتیجه امکان نصب لوله جدار میسر نخواهد شد و چاه غیرقابل استفاده می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۲-۳-۲- برداشت نمونه آب و خاک وتجزیه و تحلیل آنها طبق استانداردهای موجود

به‌منظور شناسایی لایه‌های آبدار از دیدگاه کمی و کیفی، نمونه‌برداری از آب و خاک و سنگ لایه‌های حفاری شده در هنگام حفاری لازم و ضروری است. برداشت نمونه آب و خاک و سنگ در روش های مختلف حفاری نیاز به اعمال روش‌های خاصی است که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

۲-۳-۲-۱- نمونه‌برداری از آب و خاک در روش حفاری ضربه‌ای

در این روش به‌منظور برداشت نمونه‌های معرف لایه‌های حفر شده باید نکات زیر را رعایت نمود.

- طول ابزار خردکننده دستگاه حفاری به دقت اندازه‌گیری شود.
- عمق اخذ نمونه برابر با مجموع طول ابزار خردکننده دستگاه حفاری و طول کابل رانده شده در چاه می‌باشد.
- نمونه خاک را از انتهای اولیه گل‌کش پس از هر مرحله حفاری برداشت می‌نماییم.
- درصورتی‌که حفاری در لایه های ریزدانه صورت گرفته باشد، نمونه های چسبیده به مته و یا ابزار خردکننده مکمل نمونه‌های اخذ شده می‌باشد.
- برداشت نمونه آب نیز توسط دستگاه نمونه‌بردار آب در همین عمق انجام می‌شود و درصورتی‌که این دستگاه وجود نداشته باشد می‌توان از آب موجود در گل‌کش به‌عنوان آب معرف همان عمق استفاده نمود.
- در شرایطی که برای جلوگیری از ریزش، از خاک رس و یا مواد مشابهی در چاه استفاده شده باشد، موضوع در گزارش روزانه حفاری ذکر شود.
- به‌منظور جلوگیری از اختلاط نمونه‌های معرف آن عمق مشخص با نمونه‌های ناشی از ریزش احتمالی لایه‌های بالایی، ابتدا باید با گل‌کش نمونه‌های ریزشی از چاه خارج و سپس نمونه از لایه مورد حفاری گرفته شود. ضمنا در صورت ریزشی بودن لایه‌ها باید با نصب لوله جدار موقت از ریزش جلوگیری نمود.
- معمولا در چاه‌های بهره‌برداری از هر سه متر حفاری یک نمونه خاک و در چاه‌های اکتشافی از هر ۱/۵ متر یک نمونه خاک برداشت می‌شود. البته تعداد نمونه‌های برداشتی بستگی به هدف یا اهداف حفر چاه دارد.
- درصورتی‌که نمونه‌های دست نخورده و دقیق‌تر مد نظر باشد با استفاده از پیستون‌های نمونه‌گیر از نوع مکنده که معمولا در انتهای میله سنگین‌کننده[1] بسته می‌شود و طول آنها بین ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد، استفاده می گردد. نحوه عمل بدین صورت است که در عمق موردنظر ابتدا گل و لای داخل چاه تخلیه می‌شود و عمق دقیق آن اندازه‌گیری شده سپس عملیات حفاری به آرامی به اندازه طول نمونه‌گیر ادامه می‌یابد و سپس با بیرون آوردن ابزار خردکننده از چاه و باز نمودن نمونه‌گیر از میله سنگین‌کننده، نمونه‌های اخذ شده از داخل نمونه‌گیر تخلیه می‌شود.
- نمونه های خاک اخذ شده باید در جعبه های چوبی مخصوص با ذکر شماره و محل چاه و عمق نمونه ریخته و نگهداری شود تا در زمان موردنیاز بتوان آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

1- Stem

omoorepeyman.ir

در برداشت نمونه آب در این روش حفاری باید موارد زیر رعایت گردد.

- در چاه‌های اکتشافی از هر سه متر و در چاه‌های بهره‌برداری از هر پنج‌متر باید نمونه آب گرفته شود لازم به‌توضیح است که باتوجه به اهداف حفر چاه، تعداد نمونه‌ها و عمق‌های مذکور می‌تواند تغییر نماید.
- برای برداشت نمونه آب دقیق‌تر بهتر است ضمن تخلیه مواد حفاری شده، مقداری گل و آب از گل‌کش در یک ظرف تخلیه گردد و پس از رسوب مواد معلق آن، نمونه آب گرفته شود. برای برداشت نمونه آب دقیق باید از نمونه‌گیرهای مخصوص استفاده نمود.
- نمونه‌های آب در بطری‌های تمیز و عاری از هرگونه آلودگی ریخته و نگهداری می‌شود. حجم این بطری‌ها باید متناسب با نوع آزمایش مورد نظر باشد.
- درصورتی که آزمایش آلودگی میکروبی و ارگانیکی در چاه موردنظر باشد باید برداشت نمونه توسط کارشناس مربوطه انجام و از بطری‌های مخصوص به این کار استفاده گردد.

۲-۳-۲-۲- نمونه‌برداری از آب و خاک در روش حفاری دورانی

برداشت نمونه آب و خاک در این روش از دقت کم‌تری نسبت به روش حفاری ضربه‌ای برخوردار است و به‌دلیل استفاده از گل حفاری، عملا برداشت نمونه آب در این روش میسر نمی‌باشد. در مناطقی که احتمال وجود آبخوان‌های شور و شیرین و یا تغییر شدید کیفیت آب وجود دارد با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی مایع حفاری و بررسی تغییرات غلظت آن در هنگام حفاری، راهنمای خوبی جهت تشخیص لایه های حاوی آب شور و شیرین خواهد بود که در تفسیر منحنی‌های چاه‌پیمایی مفید خواهد بود.

در این روش تبحر و تجربه حفار و یا مهندس ناظر در شناسایی تغییرات لایه‌های زمین توسط عمل و رفتار دستگاه حفاری و صدای دستگاه و سوزن حفاری و مته و تغییرات کمی و کیفی مایع حفاری نقش مهمی داشته و بررسی لایه های تحت حفاری عملا از طریق برداشت نمونه و رسوبات ته نشین شده در جوی برگشت مایع حفاری و حوضچه رسوب‌گذاری ممکن می‌گردد. برای تعیین عمق و نمونه‌های گرفته شده از جوی برگشت و هم‌خوانی و هم‌زمانی با رفتار دستگاه حفاری، برآورد و تخمین اختلاف زمان و مدت لازم برای حرکت نمونه از قعر چاه به سطح زمین لازم می‌باشد. این اختلاف زمان بستگی به قطر و عمق چاه و همچنین قدرت و بازده پمپ مایع حفاری دارد که می توان با داشتن این عوامل، نسبت به محاسبه عمق موردنظر اقدام نمود.

در بررسی‌های اکتشافی، نمونه از لایه‌های زمین هر ۱/۵ متر و در حفاری چاه‌های بهره‌برداری از هر ۳ متر اخذ می‌گردد. برای آن‌که نمونه معرف عمقی که حفاری در آن صورت می‌گیرد، باشد توصیه می‌گردد پس از هر ۱/۵ و یا ۳ متر حفاری، سوزن که در انتهای آن مته قرار دارد به اندازه یک فوت (حدود ۳۰ سانتی‌متر) از کف چاه بالا کشیده شود و درحالی که در این حالت دوران مته ادامه دارد، پمپ گل یا مایع حفاری را با ظرفیت کامل به راه انداخته و عمل چرخش

omoorepeyman.ir

مایع را تا خروج کامل مواد کنده شده از ته چاه ادامه داده تا مایع، عاری از هرگونه ذرات لایه زمین گردد. پس از این عمل حفاری از سر گرفته می‌شود و برای هر ۱/۵ یا ۳ متر حفاری ادامه یابد. سپس عمل چرخش مته و مایع حفاری را به‌شرح پیش گفته ادامه داده و با نصب غربال و یا توری در جوی برگشت گل، نمونه‌های خارج شده از چاه، جمع‌آوری می‌گردد. بدین ترتیب با ادامه این روش و انجام حفاری مرحله‌ای، نمونه‌هایی از لایه‌های زمین به‌دست خواهد آمد که معرف واقعی لایه‌های حفاری و عمق چاه می‌باشد.

۲-۳-۳- انتخاب لوله جدار[1] (لوله‌های فولادی، PVC و UPVC و ...) متناسب با کیفیت آب و خاک منطقه

به‌منظور ممانعت از ریزش دیواره چاه و جلوگیری از آسیب و صدمه به پمپ و دیگر منصوبات چاه، لوله‌هایی از جنس فلز و یا غیرفلز در چاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. طول و قطر لوله‌های جدار باید طوری انتخاب شود که علاوه بر موارد مذکور، ضمن افزایش عمر مفید چاه، شرایط لازم برای استفاده از آن در چاه‌های بهره‌برداری را داشته باشد.

به‌طورکلی لوله‌های جدار چاه به دو دسته لوله‌های جدار فلزی و غیرفلزی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲-۳-۳-۱- لوله جدار فلزی

این لوله‌ها معمولا فولادی بوده و متداول‌ترین لوله‌های جدار می‌باشند که در چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دو دسته لوله‌های جدار درزدار[2] و بدون درز[3] تقسیم می‌شوند.

لوله‌های جدار درزدار از نورد ورقه‌های فولادی با ضخامت و ابعاد مختلف ساخته می‌شود. چنین لوله‌ای که دارای یک خط درز می‌باشد به لوله تک درز معروف است. ممکن است درز لوله به‌طور مارپیچی باشد که در این صورت، لوله را درزدار مارپیچی[4] می‌نامند.

قسمت خارجی لوله‌های فولادی ممکن است توسط رنگ یا مواد دیگر برای ازدیاد مقاومت در برابر عوامل زنگ‌زدگی و خورندگی پوشیده شود. درصورتی‌که ماده پوشش دهنده از ترکیب روی[5] باشد لوله را گالوانیزه می‌گویند.

چنانچه ماده پوشش دهنده از مواد رنگی خاص که دارای خاصیت ضدزنگ و خورندگی باشد لوله‌اندود شده[6] نامیده می‌شود.

چنانچه لوله‌های جدار فلزی از فولاد ضد زنگ ساخته شوند آنها را لوله‌های ضد زنگ[7] می‌نامند. این نوع لوله‌ها به‌خاطر گران قیمت بودن در چاه‌های آب شرب و یا چاه‌هایی که آب آنها جهت بسته‌بندی آب مصرف می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Well Casing
2- Seam Pipes
3- Seamless Pipes
4- Spiral
5- Zinc
6- Cotted Pipe
7- Stainless Steel

omoorepeyman.ir

لوله‌های فولادی برای استفاده در کارهای آبی تحت استانداردهای بین‌المللی مثل API، ASTM، AS، AWWA، BS، DIN، GOST، ISO و JIS تولید می‌شوند که در دستورالعمل شماره ۲۵۰- ۶۱ (دستورالعمل نام‌گذاری و حفاری چاه‌های آب) و دستورالعمل «تعیین محل و نظارت بر حفر چاه های آب در آبرفت و سازندهای سخت و تهیه گزارش حفاری» به‌طورکامل به آن پرداخته شده است.

لوله‌های بدون درز در کارخانه به‌طور یکپارچه و بدون درز تولید می‌شوند که باتوجه به قیمت گران آنها، در چاه‌های آب کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۳-۳-۲- لوله جدار غیرفلزی

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

لوله‌های غیرفلزی معمولی از جنس P.V.C و نوع فشرده آن از جنس U.P.V.C می‌باشد که در حال حاضر تحت استانداردهای DIN 4925، DIN 8062 و ASTM 1785 ساخته می‌شوند که استاندارد نوع اول آن (DIN 4925) جهت استفاده در چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در دستورالعمل‌های استاندارد مثل «دستورالعمل نام‌گذاری و حفاری چاه‌های آب» و دستورالعمل «تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت» تهیه شده توسط دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، مشخصات و خصوصیات لوله‌های جدار فلزی به‌طور مفصل شرح داده شده ولی به لوله‌های جدار غیرفلزی کم‌تر پرداخت شده که در این دستورالعمل به این نوع لوله‌ها و مشخصات آنها بیش‌تر اشاره می‌شود.

- مشخصات لوله‌های P.V.C

پلی‌ونیل‌کلراید یا P.V.C در اوایل قرن بیستم توسط آلمان‌ها به بازار عرضه شد که در واقع این محصول انقلابی در سیستم لوله‌گذاری جهت آب‌رسانی و فاضلاب در این صنعت به‌وجود آورد و کماکان استفاده روزافزون از این مواد رو به افزایش است.

به‌طورکلی هر چند از لوله‌های جدار P.V.C در چاه‌های با قطر و عمق کم مثل چاه‌های مشاهده‌ای که به‌منظور اندازه‌گیری‌های کمی و کیفی آبخوان‌ها حفر می‌گردند، استفاده می‌شود ولی تجارب و تحقیقات نشان می‌دهد که در آبخوان‌هایی که با افت و کاهش سطح آب زیرزمینی و نشست زمین روبرو هستند، کاربرد این لوله‌ها به‌دلیل مقاومت کم آنها در برابر ریزش لایه‌ها و نشست زمین، توصیه نمی‌شود.

- مشخصات لوله‌ها و اسکرین‌های U.P.V.C

تهیه و ساخت لوله‌های U.P.V.C درحدود ۷۰ سال قبل در آلمان آغاز شد. این لوله‌ها در شرایط بسیار ویژه‌ای سخت و محکم می‌شوند و ساختمان پلیمری ذرات تشکیل‌دهنده آن امکان تاثیرگذاری خواص شیمیایی نامطلوب‌ترین آب‌ها را

omoorepeyman.ir

از نظر ایجاد خورندگی و رسوب‌گذاری کاملا خنثی می‌نماید. اهم ویژگی‌های این لوله‌ها در دو بخش خواص فیزیکی و شیمیایی به شرح زیر می‌باشد:

- **خواص فیزیکی**

○ **توان آبدهی بالا**

از پارامترهای اصلی یک اسکرین خوب، میزان فضای باز لوله می‌باشد که در توان آبدهی چاه تاثیر به‌سزایی دارد. این فضا در لوله های فولادی مشبک شده درصورتی‌که عرض شکاف ۳/۵ میلی‌متر باشد تنها ۲/۹۹ درصد است. درحالی‌که در اسکرین های نوع U.P.V.C با عرض شبکه ۳/۵ میلی متر این میزان به ۱۴/۷۱ درصد می رسد. یعنی تقریبا ۵ برابر لوله‌های فولادی مشبک شده.

○ **سلامت ساختمان چاه**

در این لوله‌ها چون نیازی به جوشکاری و قراول کردن لوله‌ها در امتداد هم نمی‌باشد، خطر کج‌شدگی و انحراف لوله جدار که در بسیاری از موارد سبب عدم استفاده از چاه می‌شود وجود ندارد و لوله‌ها با رزوه به‌طور کاملا مستقیم بر روی هم سوار می‌شوند.

○ **سرعت زیاد و هزینه کم نصب**

باتوجه به عدم نیاز به جوشکاری، شاقول (تراز) کردن، تسمه گذاری، پلوس زدن وبستن آنها، سرعت نصب در این لوله‌ها بسیار بالاتر از لوله‌های فلزی می‌باشد ضمن این‌که باعث کاهش هزینه به‌علت عدم نیاز به جوشکاری می‌باشد.

○ **هزینه حمل و نقل**

به دلیل وزن سبک آنها نسبت به لوله‌های فولادی در یک طول مشخص، هزینه حمل و نقل آنها نیز کم‌تر است.

در این لوله ها امکان استفاده و نصب گراول پیش ساخته و تورهای مخصوص وجود دارد درحالی‌که لوله های فلزی این مزیت را ندارند.

- **معایب لوله‌ها و اسکرین‌های U.P.V.C**

الف- کاربرد این نوع لوله‌ها و اسکرین‌ها با افزایش عمق چاه‌های آب محدودیت پیدا می‌کند.

ب- مقاومت این نوع لوله‌ها و اسکرین‌ها در برابر ریزش دیواره چاه و فشارهای ناشی از نشست زمین و جابه‌جایی لایه‌ها نسبت به لوله‌های فولادی کم‌تر است.

omoorepeyman.ir

• انواع لوله‌ها و اسکرین‌های U.P.V.C

این نوع لوله‌ها و اسکرین‌ها برحسب مقاومت و عمق کاربردشان در چاه‌های آب به انواع K، KV و KV-extra تقسیم‌بندی می‌شوند. خصوصیات کلی این نوع لوله‌ها و اسکرین‌ها در جداول (۲-۱-الف، ب و ج) آورده شده است.

جدول ۲-۱- الف- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوع K (حداکثر عمق کاربرد ۱۵۰متر)

قطر اسمی (میلی‌متر)	قطر اسمی (اینچ)	قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	قطر داخلی (میلی‌متر)	وزن هر متر (کیلوگرم)	مقاومت (مگاپاسکال) *
۳۵	۱/۲۵	۴۲	۳/۵	۳۴	۰/۶	۶/۶
۴۰	۱/۵	۴۸	۳/۵	۳۹	۰/۷	۴/۱
۵۰	۲	۶۰	۴	۵۰	۱	۳
۸۰	۳	۸۸	۴	۷۷	۱/۶	۰/۸
۱۰۰	۴	۱۱۳	۵	۹۸	۲/۵	۰/۷
۱۱۵	۴/۵	۱۲۵	۵	۱۱۰	۲/۸	۰/۵
۱۲۵	۵	۱۴۰	۶/۵	۱۲۲	۴/۱	۰/۸
۱۵۰	۶	۱۶۵	۷/۵	۱۴۶	۵/۵	۰/۸
۱۷۵	۷	۱۹۵	۸/۵	۱۷۰	۷/۴	۰/۷
۲۰۰	۸	۲۲۵	۱۰	۱۹۵	۱۰	۰/۷
۲۵۰	۱۰	۲۸۰	۱۲/۵	۲۴۳	۱۵/۶	۰/۷
۳۰۰	۱۲	۳۳۰	۱۴/۵	۲۹۰	۲۱/۲	۰/۷
۳۵۰	۱۴	۳۷۰	۱۶/۵	۳۲۵	۲۷	۰/۷
۳۵۰	۱۴	۴۰۰	۱۷/۵	۳۵۰	۳۱	۰/۷
۴۰۰	۱۶	۴۵۰	۱۹/۵	۳۹۵	۳۸/۹	۰/۷
۵۰۰	۲۰	۵۴۰	۲۰	۴۸۵	۴۸/۵	۰/۴
۶۰۰	۲۴	۶۳۰	۱۸/۵	۵۷۵	۵۲/۵	۰/۲

* - یک مگا پاسکال = ۱۰ بار

جدول ۲-۱- ب- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوع KV (حداکثر عمق کاربرد ۳۰۰ متر)

قطر اسمی (میلی‌متر)	قطر اسمی (اینچ)	قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	قطر داخلی (میلی‌متر)	وزن هر متر (کیلوگرم)	مقاومت (مگا پاسکال)
۴۰	۱/۵	۴۸	۶	۳۳	۱/۲	۳۰
۵۰	۲	۶۰	۶	۴۵	۱/۵	۱۲/۵
۱۱۵	۴/۵	۱۲۵	۷/۵	۱۰۵	۴/۱	۲
۱۲۵	۵	۱۴۰	۸	۱۱۸	۴/۹	۱/۷
۱۵۰	۶	۱۶۵	۹/۵	۱۴۰	۶/۹	۱/۸
۱۷۵	۷	۱۹۵	۱۱/۵	۱۶۳	۹/۸	۱/۹
۲۰۰	۸	۲۲۵	۱۳	۱۸۸	۱۲/۸	۱/۸
۲۵۰	۱۰	۲۸۰	۱۶	۲۳۶	۱۹/۶	۱/۷
۳۰۰	۱۲	۳۳۰	۱۹	۲۸۰	۲۷/۴	۱/۸
۳۵۰	۱۴	۳۷۰	۲۱/۵	۳۱۵	۳۴/۷	۱/۸
۳۵۰	۱۴	۴۰۰	۲۱/۵	۳۴۰	۳۷/۷	۱/۴
۴۰۰	۱۶	۴۵۰	۲۳/۵	۳۸۵	۴۶/۴	۱/۳

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱- ج- خصوصیات کلی لوله‌ها و اسکرین‌های نوع KV extra (حداکثر عمق کاربرد ۵۰۰متر)

قطر اسمی (میلی‌متر	قطر اسمی (اینچ)	قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	قطر داخلی (میلی‌متر)	وزن هر متر (کیلوگرم)	مقاومت (مگا پاسکال) *
۱۰۰	۴	۱۱۳	۸/۲	۹۰	۴	۴
۱۲۵	۵	۱۴۰	۱۰/۴	۱۱۲	۶/۳	۴/۳
۱۵۰	۶	۱۶۵	۱۲	۱۳۴	۸/۵	۴
۲۰۰	۸	۲۲۵	۱۶/۷	۱۸۰	۱۶/۱	۴/۳
۲۵۰	۱۰	۲۸۰	۱۸/۵	۲۳۰	۲۲/۴	۲/۹
۳۰۰	۱۲	۳۳۰	۲۱/۵	۲۷۴	۳۰/۷	۲/۷
۳۵۰	۱۴	۳۷۰	۲۴	۳۰۸	۳۸/۴	۲/۷

جدول ۲-۱- د- مشخصات شبکه‌های اسکرین در سه نوع لوله K، KV و KV-extra

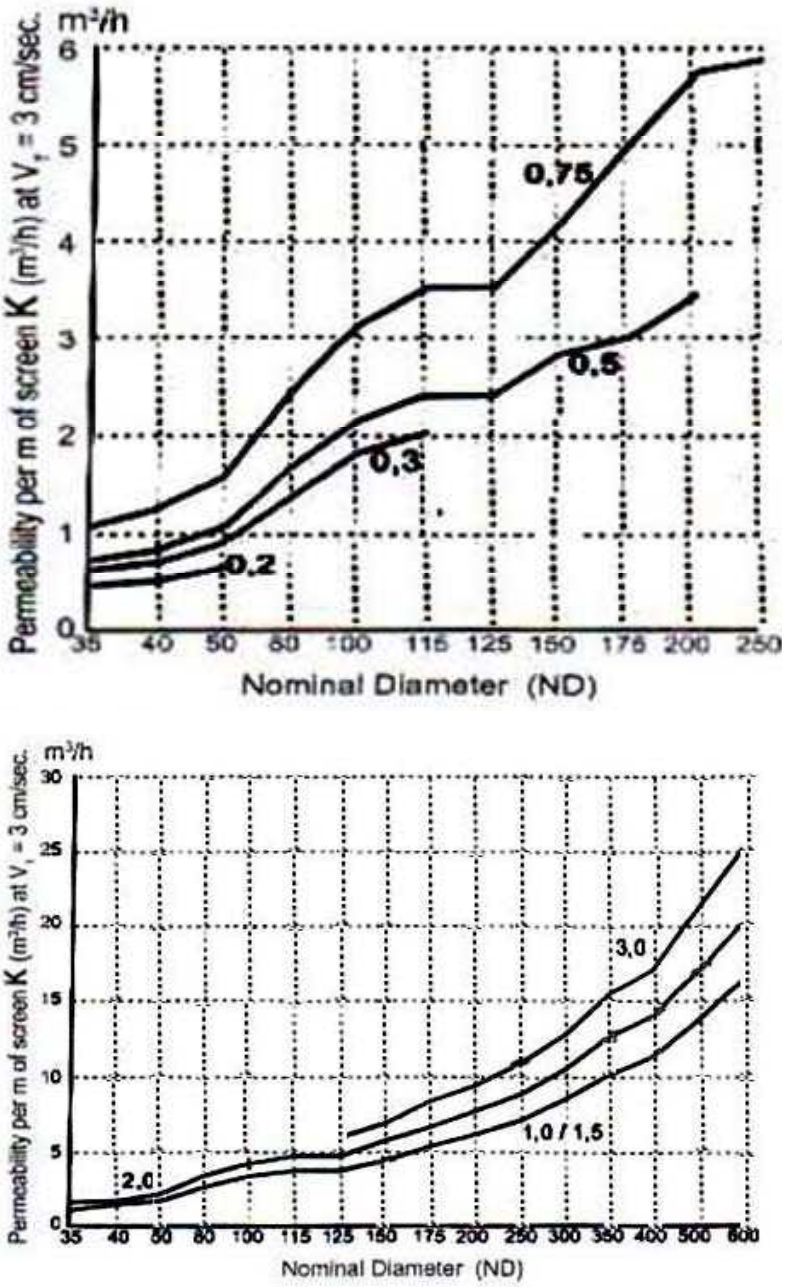
K	Kv	Kv extra	عرض شیار (میلی‌متر)
قطر اسمی (میلی‌متر)			
۵۰ -۴۰ -۳۵	۵۰ – ۴۰	-	۲ -۱/۵ -۱ – ۰/۷۵ -۰/۵ -۰/۳ -۰/۲
۱۱۵ -۱۰۰ -۸۰	۱۱۵	۱۰۰	۲ -۱/۵ -۱ – ۰/۷۵ -۰/۵ -۰/۳
۲۰۰ -۱۷۵ -۱۵۰ -۱۲۵	۲۰۰ -۱۷۵ -۱۵۰ -۱۲۵	۱۵۰ -۱۲۵	۳ -۲ -۱/۵ -۱ – ۰/۷۵ -۰/۵
۲۵۰	۲۵۰	-	۳ -۲ -۱/۵ -۱ – ۰/۷۵
۳۵۰ -۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰ -۲۵۰ -۲۰۰	۳ -۲ -۱/۵ -۱
۶۰۰ -۵۰۰ -۴۰۰	۴۰۰ -۳۵۰	۳۵۰	۳ -۲ -۱/۵

در جدول (۲-۱-د) مشخصات شیار (شبکه) اسکرین‌ها در سه نوع لوله مذکور آورده شده است.

در شکل‌های (۲-۱) رابطه بین قطر اسمی[1] اسکرین با میزان آب‌گذری در یک متر طول لوله مشبک مدل K نشان داده شده است.

1- Nominal Diameter (ND)

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱- رابطه بین قطر اسمی اسکرین با میزان آب‌گذری در یک متر طول لوله مشبک مدل k

۲-۳-۴- رعایت نکات مهم در زمان انتخاب و نصب اسکرین

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

۲-۳-۴-۱- لوله‌های مشبک دستی و کارگاهی

لوله‌های مشبک دستی و کارگاهی به روش‌های زیر تهیه می‌شوند.

omoorepeyman.ir

- سوراخ کردن لوله‌ها به‌وسیله مته:

سوراخ کردن به‌وسیله مته به ندرت و فقط در مواردی‌که قطرلوله خیلی کم باشد، انجام می‌شود. به‌عنوان مثال چاه‌های مشاهده‌ای که به‌منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی حفر می‌شوند و یا در چاه‌های بهره‌برداری که میزان بهره‌برداری براساس پروانه بهره‌برداری کم در نظر گرفته شده است. سوراخ‌های ایجاد شده باید بین ۳ تا ۵ میلی‌متر قطر و تعداد آنها در لوله‌های به قطر ۳ تا ۶ اینچ بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ سوراخ در هر متر لوله توصیه می‌گردد.

- شکاف دادن لوله به‌وسیله اره‌های آهن‌بر:

به‌وسیله اره آهن‌بر می‌توان شکاف‌های هم شکل و هم عرض در لوله ایجاد نمود.

- شکاف دادن لوله به‌وسیله جوش اکسیژن (اکسی استیلن):

هنگام بریدن لوله به‌وسیله جوش اکسیژن می‌توان برحسب اندازه شعله، قطر شکاف‌ها را کم و زیاد کرد. با این روش می‌توان شکاف‌هایی تا قطر ۳ میلی‌متر در لوله ایجاد نمود. تعداد شکاف‌هایی که به این طریق در لوله ایجاد می‌شود برحسب قطر لوله تغییر می‌کند. اندازه طول و عرض شبکه‌ها و تعداد آنها در میزان آبدهی چاه و جلوگیری از ایجاد و افت سطح آب در جدار چاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در تعیین تعداد و ابعاد شبکه ها باید مقاومت و قطر لوله در نظر گرفته شود.

طول هر شبکه معمولا ۲۰۰ میلی‌متر و عرض آن بین ۲ تا ۳ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

- ایجاد شکاف در لوله به‌وسیله ذوب الکتریکی (جوش الکتریکی):

لوله‌هایی که توسط جوش الکتریکی مشبک می‌شوند نسبت به سایر لوله‌های مشبک دارای شکاف‌های عریض‌تری هستند. لذا توصیه می‌شود که از این لوله‌ها فقط در مقابل لایه‌های با دانه‌بندی درشت (بزرگ‌تر از شکاف‌ها) استفاده شود زیرا در غیراین‌صورت چاه به‌طور مداوم به‌علت ورود مواد دانه‌ریز به داخل آن ماسه‌دهی خواهد داشت، بنابراین این روش توصیه نمی‌گردد. در جدول (۲-۲) تعداد شبکه‌ها براساس قطر لوله جدار آورده شده است.

جدول ۲-۲- تعداد شبکه‌ها براساس قطر لوله جدار در لوله‌های فولادی

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

omoorepeyman.ir

۲-۳-۴-۲- لوله‌های مشبک کارخانه‌ای (اسکرین[1])

اسکرین به لوله مشبکی گفته می‌شود که شبکه‌های آن از همان ابتدا در کارخانه سازنده لوله تهیه می‌گردد. لوله‌های اسکرین دارای شبکه‌بندی یکنواخت و منظم بوده و میزان درصد سطح شبکه آن نسبت به سطح کل لوله براساس شرایط متفاوت چاه تهیه می‌گردد. ابعاد شبکه‌ها و تعداد آنها براساس مشخصات دانه‌بندی لایه‌های آبدار و ابعاد شن مورد مصرف انتخاب می‌شود. لوله‌های اسکرین در انواع زیر ساخته می‌شود.

- لوله‌های اسکرین فلزی
- لوله‌های اسکرین غیرفلزی

۲-۳-۴-۲-۱- اسکرین‌های فلزی

اسکرین‌های فلزی معمولا از فولاد ساخته می‌شوند که برحسب جنس و نحوه ساخت به انواع زیر تقسیم می‌شوند.

- اسکرین‌های فولادی بدون روپوش که روی آن هیچ‌گونه ماده خاصی پوشش داده نمی‌شود.
- اسکرین‌های فولادی ضد زنگ: این‌گونه اسکرین از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود که به‌دلیل گران قیمت بودن در کارهای آبی خاص مثلا در چاه‌های آب شرب و چاه‌هایی که به‌منظور آب بسته‌بندی حفر می‌گردند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اسکرین‌ها از نظر شکل و وضعیت شبکه‌ها به چند نوع زیر تقسیم می‌شوند.

- اسکرین با شبکه پل مانند[2]: در این‌گونه اسکرین‌ها ساختمان شبکه به‌صورت بریدگی پل مانند بیرون زده شده است. نحوه ساخت این اسکرین‌ها بدین صورت است که ورقه‌های فولادی پس از ایجاد شبکه‌های پل مانند توسط پرس‌های قوی نورد شده و به‌صورت لوله در می‌آیند. میزان فضای باز در این اسکرین‌ها حدود ۷ تا ۱۰ درصد سطح کل لوله می‌باشد.
- لوله‌های اسکرین با بریدگی یک‌طرفه[3]: دهانه شبکه این اسکرین‌ها به‌صورت خطوط بریده شده بیرون زده است و درصد فضای باز در این لوله‌ها معمولا بین ۱۰ تا ۲۵ درصد می‌باشد.
- اسکرین‌های سیمی[4]: ساخت این اسکرین به‌نحوی است که به دور استوانه‌ای از میله‌های فلزی با قطر کم در فواصل معین قرار گرفته‌اند، سیم‌های فلزی با فاصله‌های مشخص پیچیده و از داخل به میله‌های عمودی استوانه‌ای جوش داده می‌شود. مقاطع مفتول‌ها ممکن است به‌شکل دایره، مربع، مستطیل و یا مثلثی شکل باشند.

1- Screen
2- Bridge Slotted Screen
3- Ful- Flow
4- Wire Screen

omoorepeyman.ir

- اسکرین‌های با مقطع مفتول به شکل دایره‌ای: ساختمان این اسکرین‌ها از یک رشته مفتولی تشکیل شده که این مفتول دارای مقطع گرد و دایره‌ای می باشد و به شکل فنر پیچیده شده و توسط تعدادی میله‌های فولادی عمودی از داخل به یکدیگر جوش داده شده‌اند. درصد فضای باز یا شبکه در این‌گونه اسکرین‌ها نسبت به سطح کل لوله بین ۱۰ تا ۲۰ درصد و برحسب فشردگی و قطر مفتول‌ها نسبت به‌هم متفاوت می‌باشند.
- اسکرین‌های با مقطع مربعی یا مستطیلی شکل: مفتول به‌کار رفته در این‌گونه اسکرین‌ها دارای مقطع مربعی یا مستطیلی می‌باشد. این اسکرین‌ها علیرغم این‌که از نظر درصد شبکه‌ها مناسب و قابل قبول هستند، لیکن به‌علت وضعیت وجود سطح افقی بین دو لبه میله مفتول امکان مسدود شدن در آنها زیاد است. از این‌رو استفاده از این اسکرین‌ها توصیه نمی‌شود.
- اسکرین‌های با مقطع مثلثی شکل: این‌گونه اسکرین‌ها از دو جهت نسبت به دو نوع اسکرین قبلی برتری دارند.
  - از نظر وضعیت قرار داشتن مقاطع مفتول از داخل لوله که امکان تزریق آب برای شستشوی چاه را فراهم می‌آورند و بهترین شرایط برای تزریق آب و شستشو و توسعه چاه را دارا می‌باشد.
  - امکان مسدود شدن این اسکرین به‌دلیل وضعیت قرارگیری لبه‌های مختلف در مجاورت یکدیگر، به حداقل ممکن رسیده و از این رو استفاده از آن ارجحیت دارد.

۲-۳-۴-۲-۲- اسکرین‌های غیرفلزی

این‌گونه اسکرین‌ها از ماده P.V.C فشرده شده، ساخته می‌شوند. ابعاد و تعداد این شبکه‌ها و درصد فضای باز آنها برحسب نوع موارد مصرف در اندازه‌های مختلف تهیه می‌شود. به‌طورکلی درصد فضای باز در این‌گونه اسکرین‌ها متفاوت می‌باشد. امتیاز این‌گونه اسکرین‌ها وزن کم و سهولت حمل و نقل و نصب آنها و خصوصا مقاوم بودن آنها در مقابل آب‌های خورنده اسیدی و بازی می‌باشد. چنانچه این‌گونه اسکرین‌ها همراه با گراول پیش ساخته در کارخانه تهیه گردد به اسکرین پیش‌ساخته[1] معروف می‌باشند.

جهت کسب اطلاعات بیش‌تر به دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت و ... و دستورالعمل نام‌گذاری و حفاری چاه‌های آب (۳۶۷- الف) تهیه شده در دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مراجعه شود.

۲-۳-۵- انواع گراول پک مصنوعی و فواید کاربرد آنها

در مناطقی که آبخوان شامل لایه‌های شولاتی و بسیار ریزدانه باشد ممکن است شن‌ریزی به‌صورت معمول آن مانع ورود دانه‌های ریز به داخل چاه نشود و از این‌رو استفاده از گراول پک مصنوعی (پیش ساخته) ضروری می‌باشد.

اسکرین‌های پیش ساخته معمولابه دو صورت زیر تهیه می‌شود.

1- Prepacked Screen

omoorepeyman.ir

۲-۳-۵-۱- اسکرین با صافی پیش ساخته در کارخانه

معمولا با استفاده از شن‌های سیلیسی با ابعاد متناسب با فضای باز اسکرین مربوطه، توسط چسب مقاوم در مقابل آب، به‌صورت غلافی دور اسکرین از قبل چسبانیده می‌شود.

نسبت چسب به شن‌ها باید به‌نحوی باشد که فقط اندکی از دانه‌ها را به‌هم متصل کرده و مانع ورود جریان آب به داخل چاه نشود.

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

استفاده از این نوع صافی‌ها به‌علت گران قیمت بودن، محدودیت دارد و در مواردی توصیه می‌شود که به‌کار بردن سایر اسکرین‌ها میسر نباشد.

۲-۳-۵-۲- اسکرین با صافی پیش‌ساخته در کارگاه حفاری:

برای ساخت این نوع صافی پیش‌ساخته، از اسکرین‌های فولادی با انواع مختلف و به‌کارگیری توری با مشخصات فنی مناسب و ضد زنگ و داشتن قابلیت تحمل فشار ستون شن استفاده می گردد. ابتدا توری متناسب با طول اسکرین و با قطری بین ۳ تا ۴ اینچ بیش از قطر اسکرین به صورت استوانه تهیه و سپس لوله اسکرین را در داخل استوانه توری قرار می دهیم و قسمت انتهای استوانه توری به صورت مورب به دور لوله اسکرین بسته می‌شود و کاملا مسدود می‌گردد و آن‌گاه فضای بین توری سیمی و اسکرین به‌وسیله شن با دانه‌بندی متناسب با ذرات تشکیل‌دهنده آبخوان به‌طور یکنواخت و تقریبا فشرده، پر می‌شود. سپس بالای استوانه توری نیز مانند قسمت پایین به‌دور لوله بسته و مسدود می گردد. تعداد و طول این اسکرین‌ها بستگی به طرح لوله‌گذاری و ضخامت لایه‌های دارای ماسه‌دهی خواهد داشت. معمولا اتصال این اسکرین‌ها به‌وسیله جوش الکتریک صورت می‌گیرد. در مواردی که استفاده از این نوع اسکرین ضروری تشخیص داده شود، قطر حفاری معمولا باید بین ۶ تا ۸ اینچ بیش‌تر از قطر لوله جدار مورد نصب باشد. درصورتی‌که اختلاف قطر چاه با قطر لوله جدار بیش از ۶ اینچ باشد فضای بین اسکرین پیش ساخته و جدار چاه با شن دانه‌بندی شده مناسب پر می‌گردد. دراین‌صورت این نوع صافی را صافی مضاعف[1] می‌نامند. در موقع نصب این اسکرین‌ها باید دقت لازم به‌عمل آید تا از پاره شدن توری و ریزش شن جلوگیری گردد.

1- Double Gravel Pack

omoorepeyman.ir

۲-۳-۶- مهار لوله جدار و فونداسیون چاه

لوله جدار در واقع برای پایداری چاه و نگهداری دیواره چاه در برابر آب های نفوذی از سطح زمین و در چاه های بهره‌برداری به‌منظور حفاظت از پمپ و منصوبات آن، در چاه‌های آب نصب می‌شوند. لوله‌های جدار در چاه‌هایی که به‌منظور رفتارسنجی و یا بهره‌برداری حفر می‌شوند باید دارای مشخصات زیر باشند:

۱- دارای قطر مناسب به‌منظور نصب پمپ و منصوبات آن و ابزارآلات موردنیاز باشد.
۲- در مقابل نیروهای وارده در زمان استفاده مقاوم باشند. (دارای ضخامت کافی باشد در چاه‌های بهره‌برداری بیش از ۶ میلی‌متر)
۳- مقاوم در مقابل خوردگی، خراش و ساییدگی باشد.

آخرین مرحله ساختمان یک چاه، مهار لوله جدار و ساخت بلوک سیمانی (فونداسیون) سرچاه و نصب درپوش و پیش‌بینی روزنه اندازه‌گیری سطح آب می‌باشد. پس از لوله‌گذاری و اطمینان از مستقیم بودن ستون لوله‌ها و همچنین در مرکز چاه قرار گرفتن آنها، باید لوله‌ها توسط دو قطعه تیرآهن مناسب بسته به قطر لوله جدار و عمق چاه و به‌طول ۱/۵ تا ۲ متر مهار شود. ابعاد فونداسیون چاه در چاه‌های اکتشافی و بهره‌برداری ۰/۵ × ۱/۵× ۱/۵ متر می‌باشد که باید به‌نحوی ساخته شود که دو قطعه تیرآهن مذکور در داخل آن قرار گیرد. به دستورالعمل شماره ۳۶۷-الف (دستورالعمل نام‌گذاری و حفاری چاه‌های آب و دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت و...) دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مراجعه شود.

۲-۳-۷- شستشوی چاه از طریق پمپاژ

به‌طور مفصل در بند ۳-۲ به آن اشاره شده است.

۲-۴- مفهوم توسعه چاه و فواید آن

توسعه چاه عملی است، برای خارج کردن مواد حفاری شده لایه های زمین و دیگر موادی که از چاه و محیط اطراف (آبخوان) به چاه وارد شده‌اند. عمل توسعه مناسب چاه باعث از بین رفتن دیواره فشرده چاه که در زمان حفاری ایجاد شده، کیک حفاری و خارج شدن ذرات ریز آبخوان و همچنین گل حفاری از چاه می شود. توسعه چاه باعث حفظ خصوصیات فیزیکی آبخوان قبل از عملیات حفاری، ایجاد ارتباط هیدرولیکی خوب چاه با آبخوان، خارج نمودن مواد ریز دانه حفاری شده آبخوان مجاور چاه و باعث پایداری مناطق اطراف چاه می‌گردد. علاوه بر آن، توسعه چاه با خارج نمودن مواد ریز دانه باعث ایجاد منطقه‌ای با دانه‌بندی درشت در اطراف لوله جدار و اسکرین می‌گردد که باعث بهبود میزان نفوذپذیری لایه آبدار می‌شود.

توسعه در چاه‌هایی که به‌منظور رفتارسنجی آبخوان‌ها (چاه‌های مشاهده‌ای) حفر می‌گردند، جهت بهبود توانایی چاه برای دستیابی به داده‌های کمی و کیفی آبخوان، به‌کار برده می‌شود. در چاه‌های بهره‌برداری این عمل باعث بهبود ارتباط

omoorepeyman.ir

هیدرولیکی بین حفر چاه و سازندهای اطراف چاه و نهایتا تسهیل جریان آب زیرزمینی به داخل چاه می‌گردد. توسعه چاه باعث به‌حداقل رسیدن پتانسیل ذراتی می‌شود که باعث تخریب پمپ، نمونه‌گیرها و سنسورها می‌گردد. این عمل باعث خارج شدن باکتری های موجود در گل حفاری و آب استفاده شده در زمان حفاری از چاه و نهایتا به حداقل رساندن فعالیت های بیولوژیکی و همچنین خارج نمودن روغن های وارد شده به چاه ناشی از دستگاه حفاری و کمپرسور آن می‌گردد. توسعه و شستشوی چاه باعث افزایش تخلخل مفید و قابلیت نفوذپذیری لایه های آبدار و محدوده اطراف چاه می‌شود و ورود جریان آب به داخل آبخوان را تسهیل نموده که این عمل افزایش آبدهی ویژه آبخوان را در پی دارد.

پس از حفرچاه و تجهیز آن به لوله جدار و اسکرین که براساس لوگ زمین شناسی چاه انجام می شود، اقدام به عمل گراول‌ریزی[1] پشت لوله جدار به منظور تثبیت جدار چاه و جلوگیری از ورود مواد ریزدانه آبخوان به داخل چاه، می‌گردد.

برای انتخاب روش چگونگی امکان توسعه لایه آبدار باید قبلا اندازه دانه‌های آن طبقه را به‌دست آورد. برای این منظور یک نمونه از آن لایه با وزن معین مورد آزمایش تجزیه سرندی (الک) قرار می‌گیرد. اطلاعات حاصل از تجزیه مزبور را می توان در روی فرم‌های مخصوص به‌صورت یک منحنی نمایش داد. به کمک این منحنی می توان به آسانی مقدار درصد دانه‌های لایه آبدار را برحسب اندازه آنها به‌دست آورد. براساس نتایج حاصل از دانه‌بندی نمونه یک لایه، باید شبکه‌ای برای لوله جدار انتخاب کرد که مقدار معینی از دانه‌ها از آن عبور کرده و بقیه باقی بمانند تا بدین ترتیب لایه مزبور گسترش یابد. مقدار درصد دانه‌هایی که به‌منظور توسعه لایه از شبکه‌های لوله عبور می‌کنند از ۴۰ تا ۸۵ درصد تغییر می‌کند. درصورتی‌که بیش از ۸۵ درصد دانه‌ها اجازه عبور از شبکه داشته باشند این احتمال وجود دارد که ورود ذرات ریز به داخل چاه قطع نشده و به طور مداوم ادامه یابد و نیز اگر کم‌تر از ۴۰ درصد دانه‌ها وارد چاه گردند توسعه لایه آبدار به‌طور کامل انجام نشده و اثری در ازدیاد قابلیت نفوذ لایه و کاهش مقدار افت نخواهد داشت.

بدین ترتیب انتخاب درصد مناسب برای دانه‌هایی که باید از شبکه عبور کنند اهمیت خاصی پیدا می کند. در نشریات مختلف و متعدد که شرکت‌های سازنده لوله‌های مشبک منتشر کرده‌اند توصیه‌های گوناگونی برای این نسبت‌ها ارائه داده‌اند که این توصیه‌ها همواره براساس دو عامل اصلی «ضریب هم شکلی»[2] و «اندازه موثر دانه‌ها»[3] ارائه می‌شوند.

• ضریب هم شکلی

ضریب هم‌شکلی عبارت است از نسبت بین قطر ۶۰ درصد دانه‌های یک نمونه (D60) به قطر ۱۰ درصد دانه‌ها (D10) به‌عنوان مثال چنانچه قطر ۶۰ درصد از نمونه‌ها ۱/۲ میلی‌متر و قطر ۱۰ درصد از آنها ۰/۶ میلی‌متر باشد ضریب هم شکلی دانه‌های این لایه‌ها برابر با ۲ است.

1- Gravel Packing
2- Uniformity Coefficient
3- Effective Grain Size

omoorepeyman.ir

$$\frac{D60}{D10} = \frac{1.2}{0.6} = 2$$

مقدار (D10) یعنی قطر ۱۰درصد دانه‌های نمونه را «اندازه موثر دانه‌ها» می‌نامند.

• موارد استفاده از ضریب هم شکلی

برحسب مقدار ضریب هم شکلی یک لایه، برای توسعه آن لایه توصیه‌های مختلفی که عمدتا تجربی بوده توسط شرکت‌های سازنده لوله‌های مشبک ارائه شده است. انتخاب شبکه مناسب در هر مورد بستگی زیاد به تجارب عملی مهندسین ناظر حفاری دارد. ولی به‌طور کلی می‌توان توصیه‌های زیر را به کار برد.

۱- در سازندهای آبرفتی سست[1]

در لایه های آبرفتی سست و بدون مواد چسبنده (رس و مارن) اگر ضریب هم شکلی بزرگ‌تر از ۳ باشد، ۶۰ درصد دانه‌ها و اگر کوچک‌تر از ۳ باشد ۴۰ درصد دانه‌ها اجازه عبور از شبکه‌ها و ورود به چاه را خواهند داشت.

به‌طورکلی وقتی در یک لایه مقدار D10 برابر با ۰/۰۱ میلی‌متر و مقدار ضریب هم شکلی مساوی با ۳ میلی‌متر باشد این مقادیر را می توان به‌عنوان حدی برای توسعه طبیعی و مصنوعی آن طبقه شناخت. به این معنا که وقتی (D10) و ضریب هم شکلی برابر یا کم تر از مقادیر فوق باشد توسعه به طریق مصنوعی (گراول پگینگ) انجام خواهد گرفت و درحالتی‌که این مقادیر بیش‌تر از میزان فوق‌الذکر باشند، می‌توان توسعه را به طریق طبیعی انجام داد.

۲- در سازندهای نیمه متراکم

در سازندهای نیمه متراکم مانند طبقات آبرفتی همراه با رس، اگر ضریب هم شکلی بزرگ‌تر از ۳ باشد ۷۵ درصد دانه‌ها و اگر کوچک‌تر از ۳ باشد ۶۰ درصد دانه‌ها اجازه عبور از شبکه‌های لوله جدار (اسکرین) را خواهد داشت.

۲-۴-۱- توسعه طبیعی چاه‌های آب

اگر لایه‌ای از زمین دارای ذرات درشت و ریز باشد، ذرات ریز در فواصل بین دانه‌های درشت جایگزین شده و از قابلیت نفوذ و تخلخل لایه کاسته می‌شود. توسعه طبیعی چاه به این منظور صورت می‌گیرد که این ذرات ریز از بین دانه‌های درشت شسته و خارج گردد تا تخلخل و همچنین قابلیت نفوذ لایه آبدار و نهایتا مقدار آبدهی چاه افزایش یابد. در چنین لایه‌ای که دارای دانه‌های درشت و ریز می‌باشد، دانه‌های ریز در صورتی می‌توانند از بین دانه‌های درشت عبور کنند که قطر آنها حداقل ۴/۵ برابر کوچک‌تر از قطر دانه‌های درشت باشد. به‌عبارت دیگر اگر قطر دانه‌های ریز را با حرف «d» و قطر دانه‌های درشت را با حرف «D» نمایش دهیم باید ($D > 4/5\ d$) باشد.

1- Nonconsolidated Formations

omoorepeyman.ir

در چنین لایه‌ای اگر چاهی حفر شود دانه‌هایی که قطر آنها بزرگ‌تر از عرض شکاف های اسکرین باشد از آن عبور نکرده و باقی خواهند ماند، درحالی‌که دانه‌های ریز از بین شکاف‌های اسکرین گذشته و وارد چاه می‌شوند. دانه‌هایی که قدری کوچک‌تر از دانه‌های درشت اولیه هستند در پشت آنها قرار می گیرند و به این ترتیب تدریجا قطر دانه‌هایی که پشت سر هم قرار گرفته‌اند کم‌تر می‌شوند تا آن‌جا که حتی دانه‌های خیلی ریز نیز راهی برای عبور و وارد شدن به چاه پیدا نمی‌کنند. این حالت را توسعه طبیعی چاه و چنین چاهی را چاه توسعه یافته می‌نامند. نتیجه مستقیم توسعه چاه، ازدیاد قابلیت نفوذ لایه آبدار و کاهش مقدار افت سطح آب زیرزمینی در چاه می باشد. چنانچه در مقابل لایه‌ای که دارای دانه‌های درشت و ریز باشد لوله مشبکی با شبکه‌های خیلی ریز قرار دهیم بدیهی است که منطقه موردنظر توسعه نخواهد یافت زیرا اصولا ذرات ریز وارد چاه نخواهد شد و به‌همین لحاظ قابلیت نفوذ لایه آبدار افزوده نمی شود. به این جهت همواره اندازه شبکه‌های لوله جدار و یا اسکرین با در نظر گرفتن اندازه دانه‌های لایه آبدار باید طوری انتخاب گردد که لایه آبدار گسترش و توسعه یابد.

عملیات توسعه با پمپاژ کردن آب چاه انجام می‌شود تا هنگامی‌که ورود مواد دانه‌ریز از لایه آبدار به داخل چاه قطع نشده باشد کار توسعه چاه باید به‌طور مداوم انجام گیرد.

۲-۴-۲- توسعه مصنوعی چاه‌های آب

توسعه مصنوعی چاه با ریختن گراول در اطراف لوله جدار مشبک و اسکرین چاه و ایجاد پرده‌ای مصنوعی از مواد با نفوذپذیری زیاد، انجام می شود. این وضع مستلزم اضافه نمودن گراول دانه‌بندی شده در اطراف اسکرین یا لوله جدار مشبک می‌باشد. لازم به‌ذکر است که حتی بعد از گراول‌ریزی در اطراف لوله جدار مشبک و یا اسکرین، لازم است چاه به روش طبیعی نیز توسعه یابد.

اولین گام در توسعه چاه های آب رفع هرگونه زیان موقتی وارد به آبخوان است. هر یک از روش های حفاری باعث می‌شود تا منافذ زیادی از لایه آبدار در اطراف چاه مسدود شود. این موضوع در روش روتاری که از گل حفاری استفاده می شود، کاملا مشهود است. اولین نتیجه توسعه چاه برداشتن پوسته ایجاد شده (کیک حفاری) توسط گل حفاری و آزاد کردن مواد اطراف اسکرین یا لوله مشبک است که از تخلخل آنها کاسته شده، دومین نتیجه افزایش قابلیت نفوذ لایه آبدار در اطراف چاه است و سومین نتیجه مفید توسعه چاه که درحین حال بهترین نتیجه آن نیز می باشد، ایجاد لایه هایی به‌صورت استوانه در اطراف اسکرین یا لوله جدار مشبک می باشد. در کنار لوله جدار مشبک یا اسکرین ذرات درشت‌تر و هرچه از لوله دور شویم ذرات ریزتر قرار می گیرند تا در نهایت دانه‌بندی پشت لوله جدار مشبک یا اسکرین به دانه‌بندی لایه آبدار نزدیک‌تر شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

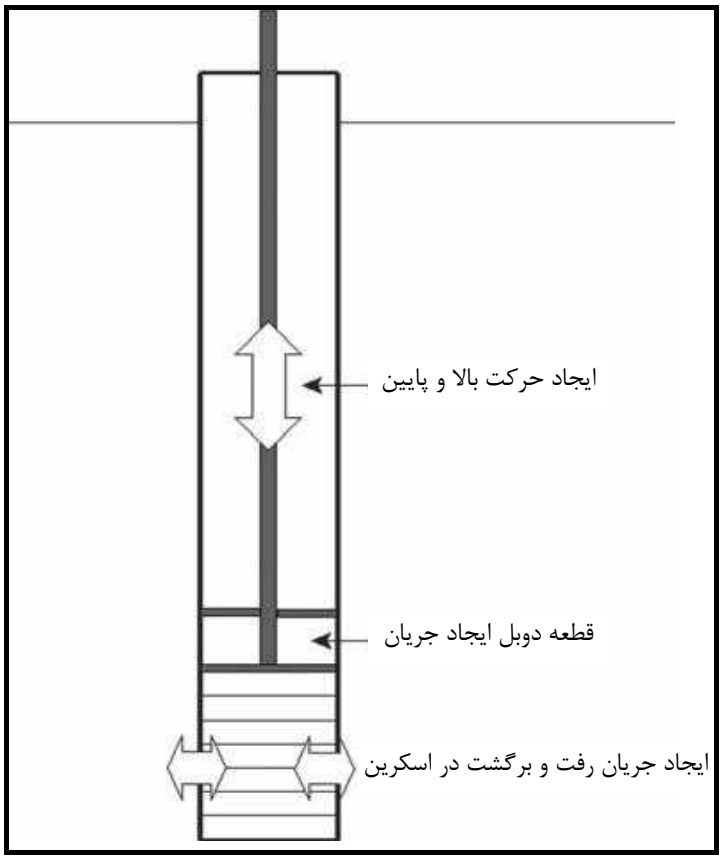
روش‌های توسعه چاه‌های آب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- روش‌های توسعه چاه

روش‌های متعددی جهت توسعه چاه‌های آب وجود دارد که تاثیر برخی از آنها بیش‌تر از بقیه روش‌هاست. در کلیه این روش‌ها ایجاد جریان متناوب از چاه به آبخوان و بالعکس اساس کار می‌باشد. ورود آب به داخل لایه‌های آبدار و خروج آن از لایه های آبدار به داخل حفره چاه سبب اختلاط ذرات ریز ناشی از حفاری و همچنین مواد تشکیل دهنده آبخوان با آب چاه شده و در نهایت با عملیات پمپاژ این مواد از چاه خارج می‌شوند. در چاه‌هایی که به‌منظور خاص مثلا تامین آب شرب حفر می‌شوند مراحل توسعه ترجیحا باید ابتدا به آرامی شروع و به‌تدریج بر شدت آن افزوده شود و تا زمانی که به نتایج مفید توسعه برسد، ادامه یابد (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- لزوم ایجاد جریان رفت- برگشت سیال به‌منظور دستیابی به یک توسعه مناسب

لازم به یادآوری است که دستیابی به توسعه مناسب در چاه‌های بهره‌برداری زمان‌بر می‌باشد. معمولا انجام عمل توسعه در این‌گونه چاه‌ها به مدت ۱/۵ساعت کافی نمی‌باشد بلکه ساعت‌ها لازم است تا ذرات حفاری شده به‌طورکامل از بدنه چاه جدا شود تا به یک جورشدگی مناسب ذرات برسد. ضمنا در توسعه چاه نباید صرفا به رسیدن به آب صاف و روشن اکتفا نمود. نکته قابل یادآوری دیگر این است که نباید انتظار داشت که در یک عمل توسعه مناسب کلیه مواد

omoorepeyman.ir

دانه ریز آبخوان و درون چاه، از چاه تخلیه گردد و از طرفی چنانچه کلیه مواد ریزدانه در مراحل بعدی توسعه تخلیه گردد ممکن است باعث ایجاد جریان آشفته در داخل چاه گردد که خود پیامدهای منفی دیگری را به‌همراه خواهد داشت.

در زیر به تعدادی از روش‌های مرسوم که در توسعه چاه‌های آب کاربرد بیش‌تری دارند اشاره می‌شود. لازم به یادآوری است که در چاه‌هایی که به‌منظور رفتارسنجی آبخوان‌ها حفر می‌شوند، کاربرد این روش‌ها نسبت به چاه‌های بهره‌برداری، محدودیت دارد.

۳-۲- توسعه چاه به روش پیستون زنی[1]

در این روش ابزاری شبیه پیستون (شکل ۳-۱) با انجام حرکات پایین و بالارونده باعث ایجاد موج در آب می شود و موج ایجاد شده از منافذ اسکرین در اثر فشار وارده به ستون آب عبور نموده و با حرکت برگشت (بالارونده) آب تزریق شده به خارج اسکرین، مجددا به داخل اسکرین برمی‌گردد و این حرکات موجی شکل باعث ورود مواد دانه ریز از پشت اسکرین به داخل چاه شده که توسط پمپ و یا گل‌کش قابل تخلیه از چاه می‌باشد. این روش در حفاری ضربه‌ای و برای چاه‌های کم‌عمق بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد و در چاه‌های عمیق دارای چندین اسکرین و یا لوله مشبک چندان مفید نمی‌باشد.

پیستون در داخل لوله و اسکرین باید به‌سادگی و به‌طور آزاد حرکت نماید و نیازی نیست که کاملا به دیواره اسکرین بچسبد و یا قطری مساوی آن داشته باشد. توصیه می شود که عمل پیستون‌زنی باید از بخش بالایی اسکرین شروع شود تا نتیجه بهتری حاصل شود. اما در برخی حالات نیز عمل پیستون‌زنی از قسمت پایین اسکرین به سمت قسمت های بالایی انجام می شود. به هرحال کاربرد هر دو روش چنانچه با مهارت و دقت کافی انجام شود می تواند نتیجه مطلوبی به‌همراه داشته باشد. چنانچه در کاربرد این روش دقت کافی به‌عمل نیاید امکان بلااستفاده شدن چاه نیز وجود دارد.

به‌طورکلی تاثیر این روش درحالتی‌که پیستون کمی بالاتر از اسکرین نصب گردد، بیش‌تر خواهد بود. حرکات رفت و برگشتی و یا به طورکلی دامنه عملیات آن بایستی بلند گرفته شود و شروع عملیات به آهستگی صورت گیرد. سپس حرکات آن را به آرامی، تند کرده ولی باید دقت نمود که حرکات به‌صورت ضربه در نیاید.

عملیات تناوبی موج دادن به آب چاه و خارج نمودن مواد درون اسکرین آنقدر تکرار می‌شود تا ماسه‌دهی چاه ناچیز شود یا به‌طور کامل قطع گردد. مدت زمان حرکات موج دادن به آب چاه در هر دفعه نسبت به دفعه قبل اضافه می شود. مدت زمان توسعه چاه‌ها به این روش در چاه‌های با قطر کم حدود ۳ ساعت و در چاه‌های با قطر زیاد و مجهز به اسکرین طویل به ۲ تا ۳ روز می‌رسد.

1- Surging Method

omoorepeyman.ir

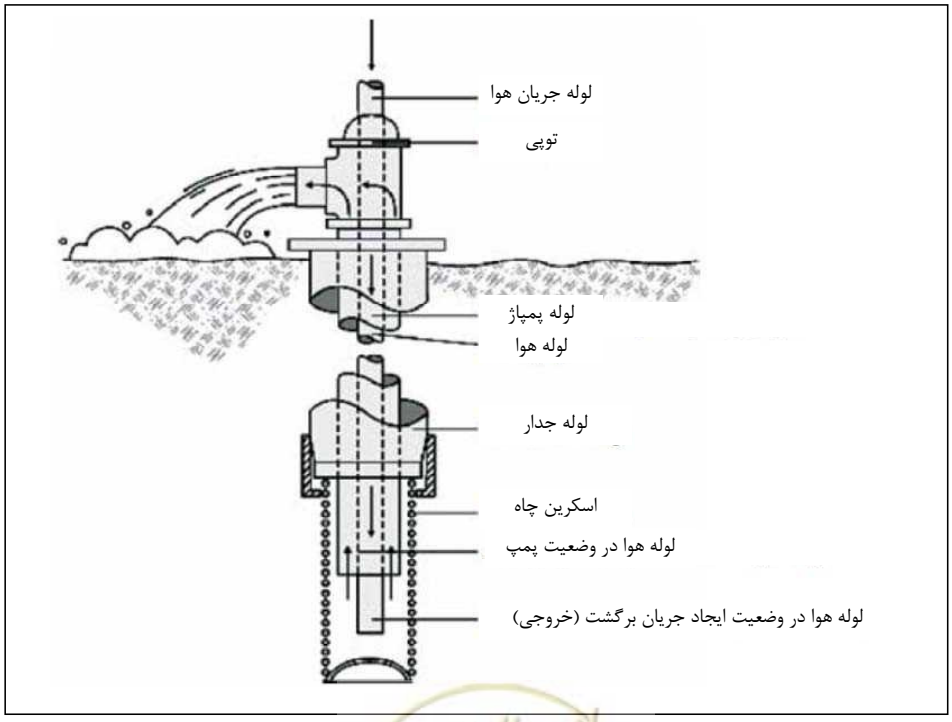
۳-۳- توسعه چاه به روش ایجاد حرکات موجی توسط جریان هوا[1]

استفاده از هوای فشرده می تواند به‌طور موثر و مفید در توسعه چاه‌های آب نقش داشته باشد. برای انجام این روش از دو لوله که یکی برای هدایت مخلوط آب و هوا به خارج چاه و دیگری که درعین‌حال داخل لوله اول قرار می گیرد و هدایت جریان هوا از کمپرسور به داخل چاه را به عهده دارد استفاده می‌شود. این دو لوله در داخل لوله جدار چاه نصب می‌شوند. (شکل ۳-۲)

تجهیزات مورد استفاده در این روش به شرح زیر می‌باشد.

- کمپرسور هوا و یک تانکر در اندازه مورد لزوم
- لوله‌هادی هوا برای هدایت هوا از کمپرسور به داخل چاه
- لوله پمپاژ یا لوله هدایت آب از درون چاه به خارج آن (لوله اول به‌صورتی در لوله دوم نصب می‌شود که جریان هوا و آب به‌توانند به‌طور مستقل از یکدیگر در چاه بالا و پایین بروند).
- فشارسنج و سوپاپ اطمینان برای کنترل فشارهای فوق‌العاده اتفاقی به‌کار می‌رود که در بالای لوله هادی مخلوط هوا و آب نصب می شود و یک طرف آن به لوله تخلیه آب و یک طرف دیگر آن به لوله پمپاژ و محل وارد شدن لوله هوا به لوله پمپاژ وصل می‌گردد.

قدرت کمپرسور هنگام عملیات نباید کم‌تر از ۱۰۰ PSI باشد و بهتر است از کمپرسورهایی با قدرت ۱۵۰ PSI استفاده شود. لوله خروجی کمپرسور باید به تانکر هوا متصل باشد تا به موقع بتواند کمبود فشار هوای درون تانک را جبران کند.



شکل ۳-۲- توسعه چاه به روش ایرلیفت

1- Air Lift

omoorepeyman.ir

۳-۴- توسعه چاه به روش ضربه آبی[1]

یکی از روش‌های ایجاد موج و تلاطم در آب درون چاه، پمپ کردن متناوب آب تا مجاور سطح زمین و برگشت مجدد آب موجود در لوله‌های بالای پمپ به درون چاه می‌باشد. در این روش علاوه بر پمپ‌هایی که به‌وسیله فشارهوا کار می‌کند (ایرلیفت) می‌توان از یکی از پمپ‌های توربینی چاه‌های عمیق نیز استفاده نمود و آن پمپی است که فاقد سوپاپ انتهایی می‌باشد. پس از شروع کار پمپ و رسیدن آب به سطح زمین بلافاصله پمپ را خاموش می‌نمایند. با این عمل ستون آب موجود در لوله های بالای پمپ به درون چاه برمی‌گردد. با هر سرعتی که تجهیزات پمپ اجازه دهد، باید آن‌را خاموش و روشن نمود. این عمل باعث می شود تا سطح آب موقتا در چاه بالا و پایین رفته و آب درموقع پمپ شدن از منافذ اسکرین به طرف چاه آمده و پس از خاموش کردن پمپ جریان برعکس می شود. این کار باعث ایجاد تلاطم در داخل اسکرین شده و توسعه چاه را سبب می‌گردد.

۳-۵- توسعه چاه به روش جت

یکی از روش‌های موثر توسعه چاه، فوران آب با سرعت خیلی زیاد بوده که نتایج زیر را به‌همراه دارد:

- در این روش نیرو در منطقه کوچکی متمرکز می‌شود و بنابراین اثرات مفیدی دارد.
- هر قسمت از اسکرین را می توان به‌طور انتخابی توسعه داد و اگر منافذ اسکرین چاه در محلی تعبیه شده باشد که جریان فشار آب (جت) به‌طور مستقیم به‌تواند از منافذ اسکرین به مواد اطراف چاه به‌رسد، توسعه کامل چاه را سبب می‌شود.
- این روش نسبتا ساده بوده و مشکلات روش‌های قبلی را ندارد.

۳-۵-۱- وسایل مورد نیاز

یک دستگاه پمپ بسیار قوی با قدرت تولید بده ۱۲۰ گالن در دقیقه و با فشاری برابر PSI ۳۰۰-۱۰۰ همراه با لوله، اندازه لوله بستگی به عمق چاه و مقدار آبی دارد که باید از نازل‌ها[2] خارج شود. اندازه نازل‌های ایجاد فشار که بیش تر مورد استفاده قرار می‌گیرند ۰/۴۷، ۰/۶ و ۰/۹۵ سانتی‌متر می‌باشد.

۳-۵-۲- چگونگی اجرای روش جت

عملیات به‌این صورت انجام می‌شود که یک جریان آب قوی افقی به داخل چاه رانده می‌شود (این فشار توسط یک پمپ از بالای چاه تامین می‌شود) و این جریان قوی آب به منافذ اسکرین پرتاب می‌شود. این وسیله می‌تواند به آهستگی به دور محور خود گردش کرده و تدریجا نیز بالا و پایین رود. بنابراین سطح اسکرین را یک جریان قوی فوران آب در

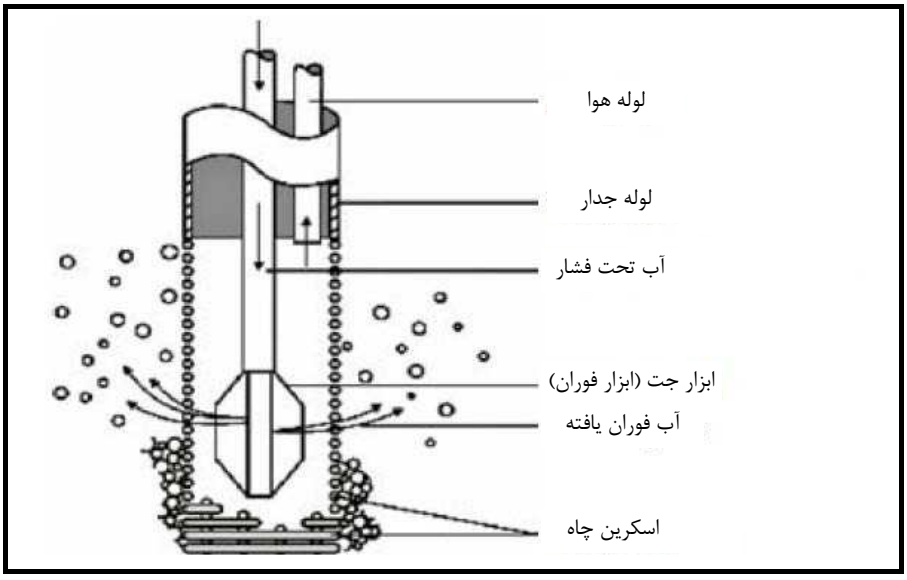
1- Back Washing
2- Nozzles

omoorepeyman.ir

برخواهد گرفت. مفصلی بین وسیله اصلی آب پخش‌کن و لوله خرطومی وجود دارد که سبب می شود تا وسیله آب پخش‌کن به‌راحتی دور محور خود گردش کند. منافذ اسکرین باید به‌طور مناسب طرح‌ریزی شود تا اجازه دهد جریان فشار آب به‌راحتی در داخل این منافذ نفوذ کند.

در صورت امکان باید عملیات شستشو با فشار آب و پمپاژ چاه توام شود که بسیار مهم و مفید است. اما این وضع همه‌جا عملی نیست، ولی درصورت وجود داشتن وسایل و تجهیزات مربوطه و امکان نصب آن در چاه و یا مناسب بودن سطح دینامیک سفره آب عملی مناسب است. در این عملیات باید در حدی که فشار پمپ و سوراخ‌های آب پخش‌کن اجازه دهد آب چاه خارج شود. اگر مقدار آب پمپ شده از چاه بیش تر از مقدار آب مورد لزوم عملیات باشد، سبب می‌شود تا سطح آب در چاه پایین رفته و در این‌صورت در ضمن عملیات، آب از آبخوان به طرف چاه حرکت کرده و پس از عبور از منافذ اسکرین وارد چاه می‌شود. حرکت آب به داخل چاه باعث می‌شود تا مقداری از موادی که به‌وسیله جریان شدید آب کنده شده به داخل چاه وارد شود.

نتیجه دیگر پمپاژ آب از چاه، مورد استفاده قرار دادن آب پمپ شده برای این‌گونه عملیات است. برای جلوگیری از ضایعات ناشی از ماسه به سوراخ‌های آب پخش‌کن و پمپ، می توان آب پمپ شده را از یک تانکر یا حوضچه عبور داد تا ماسه و دیگر مواد معلق در آب در آن رسوب نموده و سپس از آب صاف شده جهت ادامه عملیات استفاده نمود. عمل شستشوی اسکرین‌های چاه با روش جت در زمان کم‌تر و افزایش آبدهی بیش‌تر با بهبود توسعه چاه انجام می‌پذیرد. (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۳- توسعه چاه به روش فشار زیاد آب (روش جت)

omoorepeyman.ir

۳-۶- توسعه چاه به روش پمپاژ با آبدهی زیاد[1]

یکی از روش‌های ساده شستشو و توسعه چاه، پمپاژ فوق‌العاده است. این روش عبارت است از پمپاژ بیش از حد از چاه می‌باشد که در نتیجه آن نیز می‌توان میزان آبدهی چاه را برای دوران بهره‌برداری تعیین نمود.

پمپ های موردنیاز این روش باید دارای توانایی و قدرت آبکشی زیاد باشند. از این روش می توان به سادگی در چاه های با آبدهی زیاد استفاده نمود. ولی ممکن است از نظر تهیه و قیمت پمپ های با قدرت آبکشی زیاد مشکلاتی ایجاد شود. اگر آزمایش توسعه با پمپ دایمی چاه انجام شود ممکن است با آب مقدار زیادی ماسه پمپاژ گردد که اغلب باعث ساییده شدن پمپ و کاهش راندمان آن می گردد. تحت شرایط ماسه دهی زیاد حتی ممکن است ماسه در پمپ‌گیر کرده و قفل شود که در این صورت باید پمپ را بیرون آورد و کاملا سرویس نمود و سپس مجددا نصب کرد.

در این روش مواد دانه‌ریز تحت تاثیر شدت پمپاژ از چاه خارج می‌شود.در این روش چاه با ظرفیت ۱/۵برابر پمپ طراحی شده پمپاژ می‌گردد. کاربرد دایمی یا متناوب این روش با روش پیستون‌زنی نیز مفید خواهد بود. یکی از ضررهایی که کاربرد این روش به تنهایی دارد این است که موجب جمع و فشرده شدن مواد دانه‌ریز در فیلتر شنی پشت اسکرین می‌گردد که در شستشوی معکوس باعث جمع و فشرده شدن مواد دانه‌ریز در دیواره چاه می‌شود.

۳-۷- توسعه چاه به روش انفجاری

این روش در چاه‌های حفر شده در سازندهای سخت به‌صورت عامل توسعه به‌کار می‌رود و باعث افزایش آبدهی ویژه چاه می‌شود. این روش در بیش‌تر موارد نتیجه خوبی داده است، ولی چون در این روش عوامل ناشناخته زیادی وجود دارد بنابراین اظهارنظر درخصوص مفید بودن آن مشکل می‌باشد.

۳-۸- توسعه چاه با استفاده از مواد شیمیایی[2]

به‌طورکلی دو نوع ماده شیمیایی در این روش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (لازم به‌ذکر است که اسید نیز می‌تواند در چاه‌های کم‌عمق حفر شده در سازندهای سخت به‌عنوان یک عامل توسعه‌دهنده مصرف شود).

- پلی‌فسفات‌ها که شامل انواع زیر است:
  - تتراسدیم پیروفسفات[3]
  - سدیم تری پلی فسفات[4]

1- Over Pumping
2- Chemical Mean of Development
3- Tetra Sodium Pyroph
4- Sodium Tripoly PHosphate

omoorepeyman.ir

- سدیم سپتافسفات[1]
- کالگون[2] (سدیم هگزا متافسفات)[3]

در میان پلی‌فسفات‌ها از کالگون (سدیم هگزامتافسفات) بیش تر استفاده می شود. برای محاسبه میزان کالگون مورد نیاز در آب چاه از فرمول زیر استفاده می‌شود.

میزان کالگون مورد نیاز = ضخامت ستون آب × (قطر لوله جدار)[2] × ۰/۰۱۴۸
(لیتر) (متر) (متر)

معمولا به ازای هر ۱۰۰ گالن آب ۳۶ پوند کالگون به آب چاه اضافه می‌شود.

- هیپوکلریت

- هیپوکلریت کلسیم (کلرین ۲۵ تا ۳۰درصد)، ۱۳/۵ پوند در هر ۱۰۰ پوند کالگون
- هیپوکلریت سدیم (۰/۵ تا ۱۲درصد)، ۲/۵ پوند در هر ۱۰۰ پوند کالگون

هیپوکلریت کلسیم باید با آب (یک پوند در یک گالن) به‌صورت جداگانه مخلوط شود و سپس به کالگون اضافه گردد.

اضافه کردن مواد مذکور به آب راکد چاه و شستشو با روش‌های جت و روش ضربه آبی[4] در برطرف نمودن گل حفاری کمک موثری می‌نماید. عمل فسفات‌ها در پراکنده نمودن ذرات گل حفاری موثر بوده و از ژل شدن آنها جلوگیری می کند. فسفات‌ها باعث خنثی شدن تمایل ذرات برای چسبیدن به سازند گردیده و ژل‌ها و کیک‌های ساخته شده را می‌شکند (و به‌صورت کلوئیدی در می‌آید) و کیک حفاری به‌آسانی با روش ضربه آبی یا حرکات موجی از بین می‌رود.

۳-۹- شستشوی چاه از طریق پمپاژ

اصولا چاه‌هایی که پس از خاتمه حفاری برای اولین بار پمپ در آنها نصب و مورد آزمایش پمپاژ واقع می‌شوند، جریان آب خروجی از آنها غیرشفاف و دارای گل و لای می باشد که پس از گذشت مدتی از زمان پمپاژ جریان آب خروجی از چاه کاملا صاف و شفاف می‌گردد. زمان لازم در این مرحله بستگی به شرایط چاه دارد. در چاه‌های آبرفتی باتوجه به روش حفاری و ساختمان زمین‌شناسی طبقات حفر شده در بعضی موارد ممکن است، شستشوی چاه چندین روز به‌طول بیانجامد. شستشو و توسعه کامل این‌گونه چاه‌ها در آبدهی نهایی و عمر مفید آنها بسیار موثر می‌باشد زیرا با این عمل ذرات ریز و چسبنده که در هنگام حفاری به داخل آبخوان نفوذ نموده و یا در منافذ اسکرین و حتی دیواره چاه باقی‌مانده و مانع جریان طبیعی آب از آبخوان به سمت چاه می‌شود، از چاه خارج می‌گردد.

1- Sodium Septa PHosphate
2- Calgon
3- Sodium Hexa meta PHosphate
4- Back Washing

omoorepeyman.ir

در چاه‌های سازند سخت توسعه و شستشوی چاه به‌دلیل عدم وجود ذرات ریز در این‌گونه سازندها بسیار ساده و در زمان کم‌تری انجام می‌شود.

به‌طورکلی پس از نصب پمپ آزمایشی، ابتدا پمپاژ چاه با حداقل دور موتور و با آبدهی کم شروع می‌شود. حداقل دور موتور در شروع شستشو و توسعه بستگی به عمق سطح آب زیرزمینی در چاه و شرایط پمپ آزمایشی دارد و در حدی انتخاب می‌شود که پمپ قادر باشد آب را از چاه تخلیه نماید. این دور آنقدر ادامه می‌یابد تا جریان آب خروجی از چاه کاملا صاف شود. سپس در چند مرحله با کلاج زدن موتور و توقف پمپاژ عملیات شستشو در این دور تا جایی ادامه می‌یابد که با هر توقف و پمپاژ مجدد جریان آب خروجی از چاه کاملا شفاف و عاری از مواد دانه‌ریز شود. با اضافه نمودن دور موتور مرحله بعدی توسعه به همان روشی که ذکر گردید ادامه می یابد. بدیهی است در هر دور با کلاج زدن موتور، آب خروجی از پمپ باید صاف و شفاف باشد. این عمل با افزایش دور موتور تا حداکثر آبدهی چاه و یا حداکثر آبدهی موتور پمپ آزمایشی ادامه می‌یابد. چنانچه چاه اکتشافی باشد و بعد از عملیات شستشو نیاز به تعیین پارامترها و ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان باشد، باید در طول شستشوی چاه به نکات ریز توجه نمود:

- اثرات پمپاژ چاه برروی چاه‌های مشاهده‌ای و دیگر منابع آب مجاور مشخص گردد.
- حدود آبدهی چاه (حداقل و حداکثر) در هر مرحله از توسعه و شستشو و مقدار افت تقریبی آن تعیین گردد.
- کنترل تقریبی زمان ثابت شدن سطح دینامیک در هر مرحله از توسعه و روند افت سطح آب زیرزمینی در چاه ضروری است.
- اندازه‌گیری برخی مولفه‌های فیزیکو- شیمیایی آب شامل درجه حرارت، هدایت الکتریکی و اسیدیته.

۳-۱۰- انجام عملیات آزمایش پمپاژ پله‌ای

این عملیات می‌تواند به‌صورت آزمایش افت پله‌ای و یا برگشت پله‌ای و یا ترکیبی از هر دو روش باشد. آزمایش افت پله‌ای معمولا در چند پله و با تغییر دادن میزان آب‌کشی از چاه در هر پله انجام می‌شود. اندازه‌گیری سطح آب در هر پله تا ثابت شدن تقریبی سطح آب (سطح دینامیک) ادامه می‌یابد. ضروری است آزمایش افت پله‌ای به دو صورت «آبدهی‌های کم به زیاد» و «آبدهی‌های زیاد به کم» انجام شود. در شروع آزمایش افت پله‌ای، باید دقت شود که سطح آب زیرزمینی در چاه معادل سطح ایستابی باشد. در این آزمایش قبل از روشن کردن موتور، سطح آب زیرزمینی در چاه اندازه‌گیری می‌شود. در آزمایش افت پله‌ای آبدهی کم به زیاد، با روشن کردن موتور و شروع پمپاژ سطح آب تا ثابت شدن آن در چاه اندازه‌گیری می‌شود (پله اول). در پله دوم با افزودن دورموتور آبدهی را به‌میزان معینی افزایش داده و در فواصل زمانی معین، میزان افت اندازه‌گیری می‌گردد. این عمل برای پله‌های بعدی به همین ترتیب تکرار می‌شود. معمولا در آزمایش افت پله‌ای حداقل ۳ پله اندازه‌گیری آبدهی موردنیاز می‌باشد. در عملیات آزمایش برگشت پله‌ای در واقع بعد از آخرین پله از آزمایش افت پله‌ای، می‌توان با کاهش دور موتور آبدهی را به‌صورت پله‌ای کاهش داد و در هر پله میزان بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در چاه را اندازه‌گیری نمود. آزمایش‌های افت پله‌ای آبدهی‌های حداکثر به حداقل به این صورت انجام می‌شود که اولین پله از بالاترین

omoorepeyman.ir

آبدهی ممکن شروع می‌شود و پس از ثابت شدن تقریبی سطح آب تا افت ایجاد شده اندازه‌گیری می‌گردد. پله دوم با کاهش دادن دور موتور (کاهش آبدهی) شروع و به محض ثابت شدن تقریبی سطح آب، مقدار افت اندازه‌گیری می‌گردد. به‌همین ترتیب با کاهش دادن آبدهی، افت سطح آب در پله‌های بعدی اندازه‌گیری می‌شود تا این‌که در پله آخر با خاموش نمودن موتور، اندازه‌گیری سطح آب تا رسیدن به سطح ایستابی اولیه ادامه می‌یابد.

۳-۱۰-۱- تعیین عمق سطح دینامیک و اندازه‌گیری افت و آبدهی چاه در هر پله

در زیر به نحوه اندازه‌گیری عمق سطح دینامیک و اندازه‌گیری افت و آبدهی چاه در هر پله اشاره شد.

۳-۱۰-۱-۱- محاسبه افت در لوله جدار و افت آبخوان

طبق قانون دارسی جریان در آبخوان‌های آبرفتی به سبب سرعت نسبتا کم، از نوع جریان آرام یا ورقه‌ای[1] است. بنا به تعریف، جریان آرام یا ورقه‌ای جریانی است که در آن هر ذره تقریبا به‌صورت موازی با ذرات دیگر حرکت می‌کند. در جریان‌های آرام، افت بار به‌طور خطی با سرعت تغییر می‌کند. بنابراین می‌توان گفت که تغییرات افت در آبخوان با آبدهی پمپاژ متناسب است. اما وقتی چاهی پمپاژ می شود با پایین رفتن سطح آب در چاه، گردایان هیدرولیکی در اطراف چاه به‌تدریج زیاد می‌شود و در نتیجه سرعت جریان به‌طرف چاه افزایش می‌یابد. هر چه آبدهی چاه بیش‌تر شود گرادیان هیدرولیکی و در نتیجه سرعت جریان در اطراف چاه بیش تر خواهد شد و در نتیجه با افزایش سرعت آب زیرزمینی جریان آشفته یا متلاطم[2] در اطراف چاه ایجاد می‌شود. در جریان متلاطم مولکول‌های آب مسیر نامنظمی دارند و در هم تداخل می‌کنند. در این نوع جریان افت بار به‌طور نمایی با سرعت جریان تغییر پیدا می‌کند. براثر تلاطم، میزان آب ورودی به چاه محدود می‌شود و این امر افت بیش‌تری در چاه ایجاد می‌کند و به‌همین دلیل است که افت اندازه‌گیری شده در یک چاه در حال پمپاژ که اصطلاحا افت کلی[3] نامیده می‌شود، متشکل از مجموع افت‌های زیر است.

الف- افت ناشی از جریان آرام در آبخوان

ب- افت حاصل از جریان آشفته در نزدیکی چاه

ج- افت در اسکرین

د- افت در داخل چاه

به‌عبارت دیگر اختلاف ارتفاع بین سطح ایستابی یا پیزومتریک و سطح آب داخل چاه پمپاژی (سطح دینامیک) را افت کلی می‌نامند که عبارت از مجموع افت ایجاد شده در آبخوان[4] و افت حاصل از تلفات چاه یا افت شبکه می‌باشد.

بنابراین با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت:

1- Laminar
2- Turbulent
3- Total Draudown
4- Aquifer Loss

omoorepeyman.ir

$$D_W = B_Q + C_Q^n \qquad (۱-۳)$$

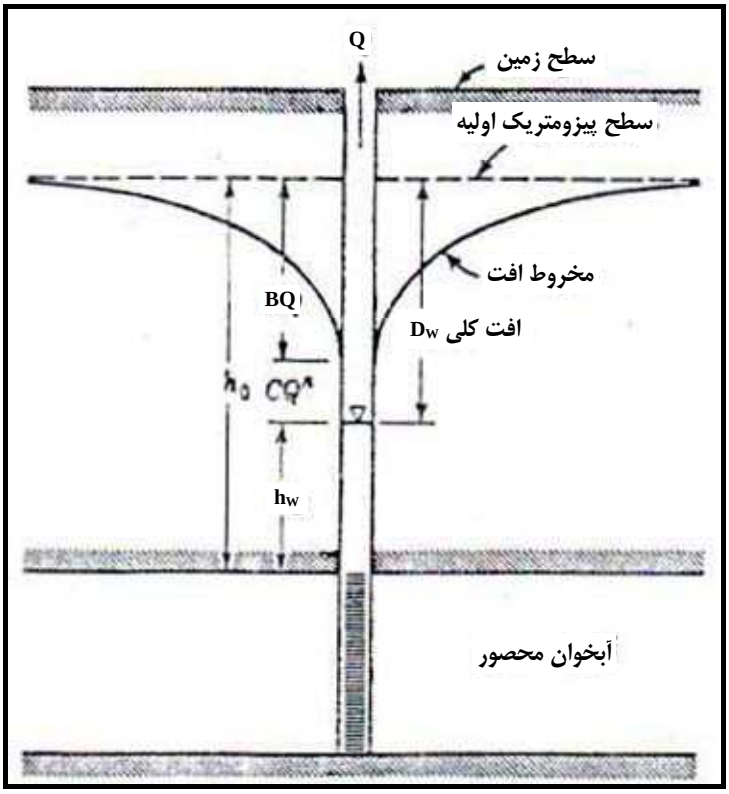
که در این رابطه:

D_W: افت کلی در چاه

B_Q: افت آبخوان (افت مربوط به بند «الف»)

C_Q^n: تلفات یا افت در چاه (مجموع افت‌های بند «ب»، «ج» و «د»)

در شکل (۳-۴) مجموعه این افتها در یک آبخوان تحت فشار نشان داده شده است.



شکل ۳-۴- رابطه بین افت کلی، افت آبخوان و افت چاه

برای اینکه افت در چاه را به حداقل برسانیم باید میزان سرعت جریان ورودی در نزدیکی چاه را به کم ترین مقدار برسانیم. معادله (۳-۱) نشان می دهد که تغییرات افت در آبخوان با آبدهی متناسب است (با توان اول آبدهی تغییر نمی‌کند که مربوط به جریان آرام می‌باشد)، در حالی‌که تغییرات افت در شبکه یا تلفات چاه با توانی از آبدهی چاه متناسب است (جریان آشفته).

برای محاسبه افت آبخوان و افت شبکه جدار چاه (تلفات چاه) روش های ترسیمی و محاسباتی وجود دارد که در هر یک از آنها ابتدا ضرایب افت و سپس افت‌های مربوطه محاسبه می‌شود.

در روش ترسیمی با فرض n = ۲ (ژاکوب مقدار n را در معادله (۳-۱) برابر ۲ پیشنهاد کرده است). با توجه به معادله (۳-۱) وقتی n =۲ باشد خواهیم داشت:

omoorepeyman.ir

$$D_W = B_Q + C_Q^2 \qquad (۲-۳)$$

چنانچه طرفین معادله به Q تقسیم شوند:

$$\frac{Dw}{Q} = B + CQ \qquad (۳-۳)$$

معادله (۳-۳) یک معادله خطی است و عبارت $\frac{Dw}{Q}$ افت ویژه نامیده می‌شود. به این ترتیب با رسم نمودار تغییرات افت ویژه ($\frac{Dw}{Q}$) در مقابل آبدهی (Q) در کاغذی با مقیاس حسابی، ضرایب B و C محاسبه خواهد شد.

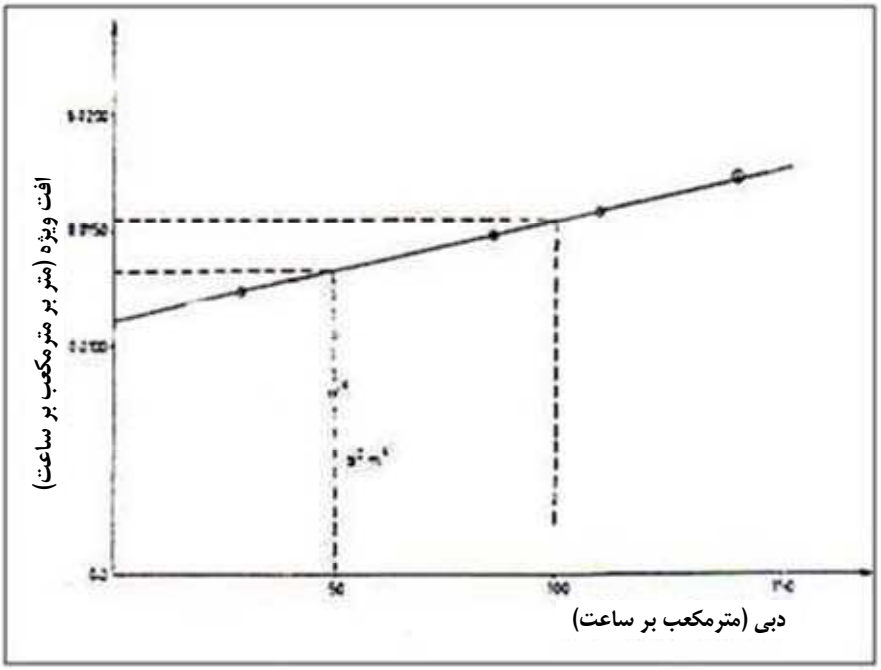
بنابراین براساس داده‌های حاصل از آزمایش افت پله‌ای، جدولی شامل تغییرات آبدهی، افت، افت ویژه و ظرفیت ویـژه در مراحل مختلف آزمایش تنظیم می‌گردد.

جدول ۳-۱- تغییرات آبدهی، افت، افت ویژه و ظرفیت ویژه حاصل از آزمایش پمپاژ پله‌ای

پله	آبدهی یا Q (m^3/hr)	افت یا D (m)	افت ویژه یا $\frac{D}{Q}$ ($m/m^3/hr$)	ظرفیت ویژه یا $\frac{Q}{D}$ ($m^3/hr/m$)	ملاحظات
اول	Q_1	D_1	D_1/Q_1	Q_1/D_1	
دوم	Q_2	D_2	D_2/Q_2	Q_2/D_2	
سوم	Q_3	D_3	D_3/Q_3	Q_3/D_3	
چهارم	Q_4	D4	D_4/Q_4	Q_4/D_4	

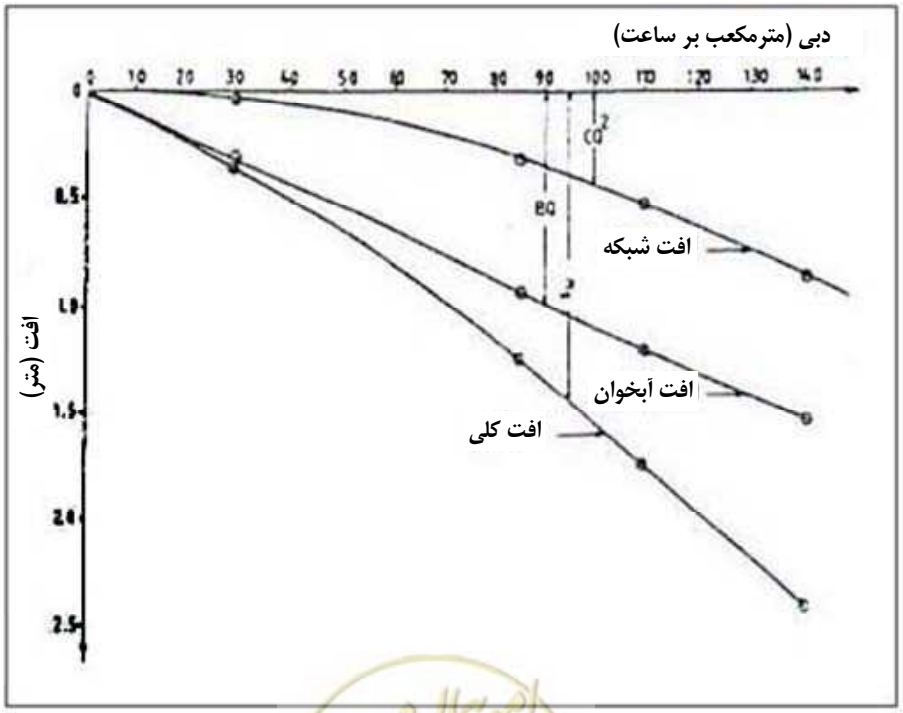
با استفاده از داده‌های جدول (۳-۱) نمودار تغییرات افت ویژه ($\frac{D}{Q}$) به آبدهی (Q) روی کاغذ میلی‌متری رسم مـی‌شـود (شکل ۳-۵) و سپس از روی نمودار (شکل مذکور) مقادیر B و C به دست خواهد آمد. با استفاده از داده های جـدول (۳-۱) و معادله ۳-۳ مقادیر افت در آبخوان، افت در شبکه و افت کلی قابل محاسبه است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۵- نمودار تغییرات افت ویژه با آبدهی

با توجه به اطلاعات به دست آمده از مراحل فوق می‌توان منحنی تغییرات افت کلی (D_W)، افت آبخوان (B_Q) و افت شبکه (CQ^2) نسبت به آبدهی را رسم نمود. (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶- منحنی تغییرات افت کلی (D_W)، افت آبخوان (B_Q) و افت شبکه (CQ^2)، نسبت به آبدهی (Q)

omoorepeyman.ir

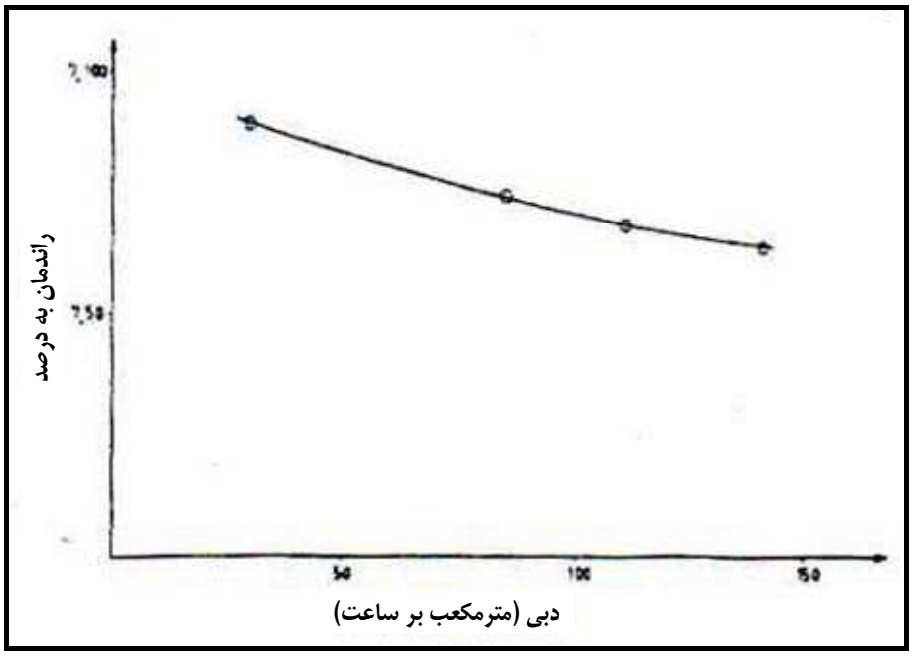
چنانچه اصول فنی در حفر چاه رعایت شده باشد منحنی افت آبخوان در حد فاصل بین منحنی افت کلی چاه و منحنی افت شبکه قرار خواهد گرفت. اما در حالتی که منحنی افت شبکه در حد فاصل بین منحنی افت کلی و منحنی افت آبخوان قرار گیرد، اصول فنی در زمان حفر، گراول پکینگ و توسعه و شستشوی چاه به‌خوبی رعایت نشده است.

برای محاسبه میزان افت آبخوان و افت شبکه روش های دیگری ارائه گردیده که معروف ترین آنها روش Roraubagh می‌باشد (برای اطلاعات بیش‌تر به دستورالعمل آزمایش‌های پمپاژ (۱۷۹- الف) دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مراجعه شود.)

۳-۱۰-۱-۲- تعیین آبدهی ویژه[1] و بازده چاه

آبدهی ویژه یا ظرفیت ویژه عبارت است از میزان آبدهی چاه به ازای واحد افت چاه که در هر پله از آزمایش پمپاژ قابل محاسبه است که بعد آن $L^3 / T / L$ (طول/ زمان/ توان سوم طول) می‌باشد.

بازده[2] یا راندمان چاه از تقسیم افت آبخوان (BQ) به افت کلی چاه (D_W) در هر یک از پله‌های آزمایش پمپاژ قابل محاسبه است که برحسب درصد بیان می‌شود. چنانچه داده‌های مربوط به بازده یا راندمان چاه را برای پله‌های مختلف آزمایش پمپاژ برحسب میزان آبدهی چاه در هر پله رسم نماییم نموداری به دست می آید که منحنی راندمان یا منحنی بازده چاه نامیده می‌شود. (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷- منحنی بازده یا راندمان چاه

1- Specific Yeild
2- Efficiency

omoorepeyman.ir

۳-۱۰-۱-۳- تعیین آبدهی مجاز، سرعت بحرانی و آبدهی بحرانی

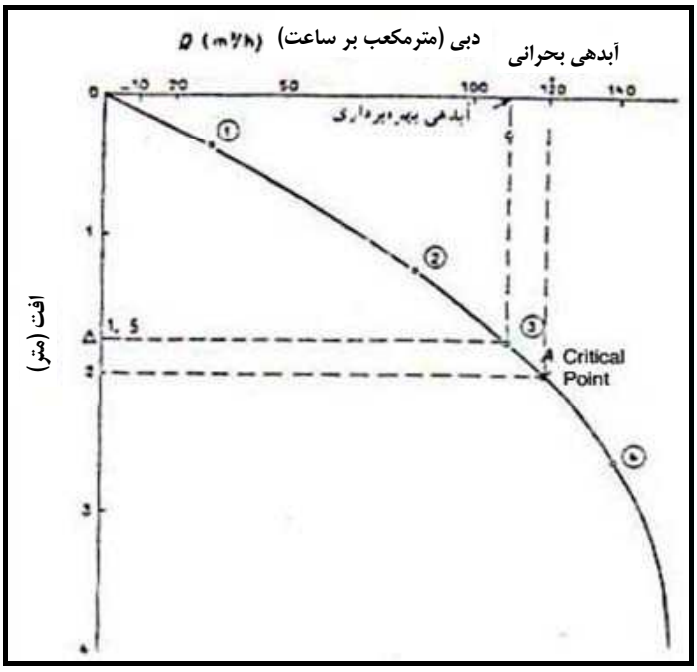
با استفاده از آزمایش پمپاژ با آبدهی متغیر (پله ای) می توان میزان آبدهی مجاز (آبدهی مناسب) چاه را محاسبه نمود که می‌تواند در تعیین قدرت موتور، انتخاب پمپ مناسب و عمق نصب پمپ، مفید واقع شود.

میزان بهره‌برداری از یک چاه هیچ‌گاه نباید از حد معینی که باعث ایجاد سرعت بحرانی[1] در اطراف چاه شود، بیش‌تر شود. در واقع سرعت بحرانی آب زیرزمینی عبارت است از حداکثر سرعتی که جریان آب در یک لایه متخلخل می‌تواند به‌صورت آرام داشته باشد. در چاه‌های در حال پمپاژ، با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی در چاه، گرادیان هیدرولیکی در اطراف چاه به‌تدریج بیش‌تر می‌شود و در نتیجه طبق قانون دارسی (Q=K.A.I) یا (Q=A.V) با افزایش I میزان سرعت جریان (V) افزایش می‌یابد. با افزایش میزان آبدهی، سرعت جریان ممکن است به حدی افزایش پیدا نماید که باعث ایجاد جریان متلاطم در اطراف چاه شود. در این حالت افت بارها به‌صورت نمایی با سرعت جریان تغییر می‌کند. در اثر ایجاد جریان متلاطم، میزان آب ورودی به چاه محدوده می‌شود و در ضمن امکان ورود مواد دانه‌ریز آبخوان در شرایطی که اصول فنی در زمان حفر و لوله‌گذاری چاه رعایت نشده باشد، به درون منطقه شن‌ریزی دور لوله جدار و یا حتی به داخل چاه، فراهم می‌گردد.

میزان آبدهی چاه را به ازای رسیدن به سرعت بحرانی اصطلاحا «آبدهی بحرانی»[2] می‌گویند. برای محاسبه آبدهی بحرانی از نتایج آزمایش افت پله‌ای استفاده می‌شود. به این صورت که با استفاده از داده‌های این آزمایش، میزان آبدهی چاه (Q) در هر پله برحسب افت کلی در چاه (D_W) روی محور افقی و عمودی مختصات پیاده شده و منحنی که از این طریق رسم می شود «منحنی مشخصه چاه» یا منحنی تغییرات افت کلی به ازای آبدهی نامیده می‌شود، به‌عبارتی می‌توان گفت افت کلی تابعی از میزان آبدهی چاه می‌باشد. ($D_W = F(Q)$). منحنی مشخصه آبخوان‌های آزاد معمولا به‌صورت سهمی است. در افق‌های کم بخش‌های ابتدایی منحنی به‌صورت یک خط راست می‌باشد و به‌تدریج با افزایش آبدهی و افت در چاه، نقاط پیاده شده دیگر برروی یک خط راست واقع نمی‌شوند و به‌صورت یک منحنی ظاهر می‌شود که در نهایت با افزایش آبدهی در پله‌های آخر، شیب منحنی زیاد می‌گردد. در مراحل انتهایی با افزایش کمی در مقدار آبدهی، افت زیادی در چاه ایجاد می‌گردد. بنابراین نقطه‌ای که منحنی مشخصه چاه از خط راست به منحنی تبدیل می شود را «نقطه بحرانی»[3] و آبدهی مربوط به این نقطه در روی محور افقی (محوری که نقاط مربوط به آبدهی بر روی آن قرار دارد) را «آبدهی بحرانی»[4] می نامند. این میزان آبدهی معرف حداکثر آبدهی مجاز بهره‌برداری در چاه می‌باشد که هرگز نباید میزان بهره‌برداری از چاه از این مقدار آبدهی بیش‌تر باشد به‌دلیل اینکه ضمن کاهش بازدهی چاه امکان ماسه دهی چاه را در پی دارد. لذا به منظور جلوگیری از پی آمدهای منفی ناشی از برداشت آب به میزان حداکثر آبدهی مجاز بهره‌برداری، بهتر است به میزانی از چاه بهره‌برداری گردد که کم‌تر از حداکثر آبدهی مجاز بهره‌برداری باشد و این میزان بهره‌برداری همان «آبدهی مجاز»[5] می‌باشد. (شکل (۳-۸) منحنی مشخصه چاه در یک آبخوان آزاد را نشان می‌دهد.)

1- Critical Velocity
2- Critical Discharge
3- Critical Point
4- Critical Discharge
5- Permited Discharge

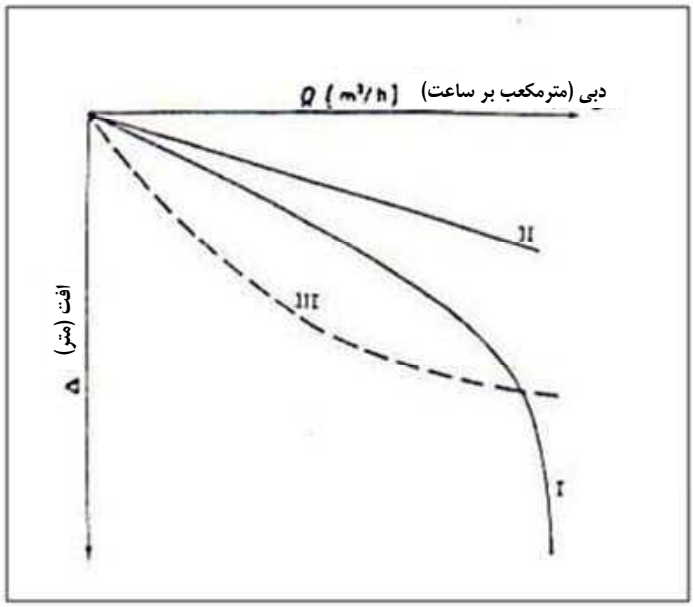
omoorepeyman.ir



شکل ۳-۸- منحنی مشخصه چاه در یک آبخوان آزاد برای تعیین آبدهی بحرانی

چنانچه در مراحل حفر و تجهیز کلیه نکات فنی چاه به طور کامل رعایت شده و همچنین آزمایش افت پله‌ای به درستی صورت گرفته باشد، منحنی مشخصه چاه به‌صورت یک سهمی و یا خط مستقیمی با شیب کم به دست می‌آید. گاهی اوقات به دلایل مختلف از جمله عدم رعایت نکات فنی در حفر، توسعه و شستشوی چاه و یا عدم انجام صحیح آزمایش افت پله‌ای، ممکن است منحنی مشخصه چاه به‌صورت هذلولی باشدکه در این صورت نمی‌توان مقادیر «آبدهی بحرانی» را مشخص نمود و تفسیر منحنی مشکل خواهد شد. معمولا منحنی مشخصه چاه در آبخوان های تحت فشار با افت کم به‌صورت یک خط راست ظاهر می‌شود. (شکل ۳-۹).

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۹- اشکال مختلف منحنی مشخصه چاه

I: منحنی مشخصه چاه در آبخوان‌های آزاد و تحت فشار با افت زیاد

II: منحنی مشخصه چاه در آبخوان تحت فشار با افت کم

III: منحنی مشخصه چاه در شرایطی که نکات فنی در زمان حفر، توسعه و شستشو و آزمایش افت پله‌ای رعایت نشده باشد.

۳-۱۰-۲- تعیین عمق نصب پمپ

در تعیین عمق نصب پمپ (پمپ‌های با محور عمودی) مولفه‌های زیر باید در نظر گرفته شود.

- میزان آب مورد نیاز:

آب مورد نیاز براساس پروانه بهره‌برداری صادره توسط وزارت نیرو تعیین می‌شود که حسب مورد نیازهای فعلی و آتی بهره‌بردار مد نظر قرار می‌گیرد.

- عمق سطح آب زیرزمینی و نوسانات سالانه آن:

سطح آب زیرزمینی تابعی از میزان ورودی و خروجی سالانه آبخوان می‌باشد. در آبخوان‌های آبرفتی دانه‌ریز تغییرات سالیانه سطح آب زیرزمینی شدید می‌باشد با توجه به اینکه تخلخل مفید با نوسانات عمق سطح آب زیرزمینی نسبت عکس دارد. ($P_e = \frac{1}{h}$، در این رابطه P_e = تخلخل مفید و h = نوسان سطح آب زیرزمینی می‌باشد). بنابراین در این‌گونه آبخوان‌ها باید ضمن در نظر گرفتن نوسانات سالیانه سطح آب زیرزمینی و میادین بهره برداری اطراف چاه مورد نظر، موارد مذکور در تعیین عمق مناسب نصب پمپ بیش‌تر مد نظر قرار گیرد. در آبخوان‌های درز و شکافدار و کارستی به‌علت اینکه در مراحل اولیه آبکشی با

omoorepeyman.ir

افت شدید سطح آب زیرزمینی روبرو هستیم لازم است در تعیین عمق نصب پمپ دقت بیش‌تری به‌عمل آید و ستون مربوط به این افت را در تعیین عمق نصب پمپ مد نظر قرار داد.

- جنس لایه‌های آبدار:

در زمان نصب پمپ با توجه به لاگ زمین‌شناسی چاه، باید از نصب پمپ در اعماقی که لایه‌های آبخوان از مواد دانه‌ریز تشکیل شده به‌منظور جلوگیری از ورود این مواد به داخل چاه ناشی از مکش پمپ، خودداری نمود.

-کیفیت آب زیرزمینی:

با توجه به اینکه آب زیرزمینی موجود در لایه های آبخوان های آبرفتی ممکن است از نظر کیفی با یکدیگر متفاوت باشند لازم است از نصب پمپ در مقابل لایه‌هایی که کیفیت آب آنها نسبت به لایه‌های دیگر پایین‌تر است خودداری گردد.

از نصب پمپ در اعماقی که لوله های مشبک و دست ساز و یا اسکرین‌های کارخانه‌ای نصب شده است، برای جلوگیری از ایجاد جریان آشفته (متلاطم) و ورود مواد ریزدانه و نهایتا جلوگیری از ماسه‌دهی چاه باید خودداری نمود.

۳-۱۰-۳- تعیین پمپ و موتور مناسب

بعد از حفر و تکمیل چاه بهره برداری و در صورت آرتزین نبودن آن بایستی دستگاه و یا وسیله آبکشی به نام پمپ جهت بالا آوردن آب از داخل چاه، در درون آن نصب نمود. انواع مختلف پمپ‌ها برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این دستورالعمل از ذکر انواع آن خودداری می‌گردد. (به دستورالعمل آزمایش‌های پمپاژ (۱۷۹- الف) دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مراجعه شود)

به‌طور خلاصه در هنگام انتخاب پمپ باید اطلاعات زیر در اختیار باشد.

- قطر داخلی باریک‌ترین قسمت لوله جدار چاه که پمپ باید در آن نصب شود.
- عمق سطح ایستابی (سطح ایستاتیک) و نوسانات سالانه سطح آب زیرزمینی و تاثیر میادین بهره‌برداری مجاور چاه.
- میزان آب مورد نیاز
- نتایج حاصل از آزمایش پمپاژ افت پله‌ای (آبدهی‌های متغیر و افت ناشی از آنها)، منحنی مشخصه چاه و آبدهی بحرانی
- عمق کلی چاه
- میزان انحراف چاه از حالت مستقیم و شاغولی
- کیفیت آب چاه از نظر خورندگی و پوسته‌گذاری
- ارتفاع صعود آب از سطح زمین تا محل تخلیه یا ذخیره آن در مخزن
- محاسبه نیروی مورد لزوم

omoorepeyman.ir

نیروی لازم برای عملکرد مناسب یک پمپ به آبدهی و مجموع ارتفاع رانش بستگی دارد که بـه اسـب بخـار ناخـالص (B.H.P)[1] یا «توان روی محور» معروف است و نیروی مورد نیاز جهت بالا آمدن آب در پمپ در یک فاصله مشخص بدون در نظر گرفتن راندمان پمپ بنام اسب بخار آبی خالص (W.H.P)[2] یا «توان مفید پمپ» معروف است.

برای محاسبه BHP و WHP ابتدا لازم است ارتفاع کل پمپاژ یا جمع کل ارتفاع رانش پمپ (h_t) یا به‌عبارتی مجمـوع ارتفاع دینامیکی را از طریق زیر محاسبه نمود.

$$h_t = h_e + h_f + h_v \qquad (۴-۳)$$

در این معادله:

h_t: ارتفاع کل دینامیک به متر

h_e: مجموع رانش قائم آب از سطح در حال پمپاژ (سطح دینامیک) در چاه تا نقطه تخلیه به متر

h_f: تلفات ناشی از اصطکاک آب در لوله‌ها، اتصالات و شیرها برحسب ارتفاع آب به متر

h_v: بار سرعت در لوله تخلیه برحسب ارتفاع آب به متر (بار لازم برای ایجاد جریان)

برای محاسبه میزان تلفات ناشی از اصطکاک (h_f) مـی‌تـوان از داده‌هـای جـداول (۳-۲) و (۳-۳) اسـتفاده نمـود ولـی به‌منظور سهولت انجام کار و با توجه به اینکه تجربه نشان داده است که مجموع تلفات ناشی از عامل اصطکاک معمولا کم‌تـر از ۵ درصد ارتفاع پمپاژ در چاه های آب است، افت فشار ناشی از تلفات در کلیه اجزا پمپ هـا را بـین ۳ تـا ۴ درصـد ارتفـاع پمپاژ می‌توان در نظر گرفت.

جدول ۳-۲- تلفات ناشی از اصطکاک در لوله‌های فلزی (برحسب متر در ۱۰۰ متر لوله)

آبدهی (لیتر در ثانیه)	قطر لوله (میلی‌متر)			
	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۲۰	۳/۷۱			
۴۰	۱۲/۹۹			
۶۰	۲۲/۰۰	۱/۱۵		
۸۰	۴۸/۰۰	۲/۱۰		
۱۰۰	۷۲/۰۱	۳/۰۸		
۲۰۰		۱۱/۸۱		
۴۰۰		۳۹/۰۱	۱/۳۵	
۶۰۰		۷۹/۹۹	۲/۷۹	
۸۰۰			۴/۹۹	
۱۰۰۰			۷/۴۱	
۲۰۰۰			۲۷/۹۹	۰/۹۸
۴۰۰۰			۹۶/۰۰	۳/۳۱
۶۰۰۰				۶/۵۹
۸۰۰۰				۱۱/۵۲
۱۰۰۰				۱۷/۴۹

1- (BHP) = Break Horse Power
2- (W.H.P) = Water Horse Power

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۳- تلفات ناشی از اصطکاک در لوله‌های فلزی (برحسب متر در ۱۰۰ متر لوله)

انواع اتصالات	اندازه اسمی لوله (میلی‌متر)					
	۳۲	۵۱	۱۰۲	۱۵۲/۴	۲۰۳	۲۰۵
زانوی ۹ درجه‌ای	۱/۰۷	۱/۶۸	۳/۳۵	۴/۸۸	۶/۴۱	۹/۷۵
زانوی ۴۵ درجه‌ای	۰/۴۵	۰/۷۶	۱/۵۲	۲/۴۴	۳/۰۵	۴/۵۷
گلویی با دنباله دراز	۰/۶۱	۰/۹۱	۱/۸۳	۳/۰۵	۳/۶۶	۵/۴۹
شیر دریچه‌ای باز	۰/۳۰	۰/۴۵	۰/۷۶	۱/۲۲	۱/۵۲	۲/۱۳
شیر دریچه‌ای نیمه‌باز	۶/۱۰	۱۰/۶۷	۱۹/۸۱	۳۰/۴۸	۳۹/۶۲	۶۰/۹۶
شیر گلوب (globe) باز	۱۰/۶۷	۱۶/۷۶	۳۵/۰۵	۴۸/۷۷	۶۵/۵۳	۱۰۳/۶۳
شیر زاویه‌دار باز	۵/۴۹	۹/۱۴	۱۶/۷۶	۲۴/۳۸	۳۳/۵۳	۵۳/۳۴
شیر سه راهی کنترل کننده	۲/۷۴	۳/۹۶	۷/۶۲	۱۳/۷۲	۱۵/۸۵	۲۴/۳۸
* سه‌راهی‌ها به‌شرح زیر جدول						

* افت تلفات در موقع جریان مستقیم معادل زانوی ۹۰ درجه‌ای است. تلفات در موقع وجود جریان در چند شاخه، تقریبا ۳ برابر شیر دریچه‌ای عمل می‌کند.

برای محاسبه بار سرعت (h_v) می‌توان از رابطه $\frac{V^2}{2g}$ استفاده کرد که در آن V سرعت آب و g شتاب گرانش زمین است. مقدار V معمولا کم و قابل صرفنظر کردن است. این عامل (h_V) فقط تنها در تاسیساتی که مقدار آبدهی زیاد و ارتفاع رانش و بار هیدروستاتیکی کم و یا در سرعت‌های بی نهایت زیاد باشد، در نظر گرفته می‌شود.

تغییرات h_t می‌تواند ناشی از نوسانات فصلی سطح آب زیرزمینی، پایین رفتن سطح دینامیک (پمپاژ) در یک دوره طویل بهره‌برداری، تاثیر بهره‌برداری از چاه‌های مجاور و افت دائمی سطح آب زیرزمینی در آبخوان باشد.

با در نظر گرفتن تعریف (BHP) که همان توان یا قدرتی است که برای به‌کار انداختن یک پمپ با آبدهی (Q) و ارتفاع کل دینامیک (h_t) مورد نیاز است و تعریف توان مفید (WHP) و راندمان پمپ (p_e)[1] می‌توان نوشت.

$$BHP = \frac{WHP}{P_e} = \frac{\gamma\, Qh_t}{75\, p_e} \qquad (۵-۳)$$

در این معادله:

γ: وزن مخصوص آب که برابر ۱ است (۱۰۰۰ کیلوگرم در مترمکعب)

h_t: ارتفاع کل دینامیک برحسب متر

P_e: راندمان پمپ که برحسب درصد بیان می‌شود.

اسب بخار متریک برابر ۷۵ کیلوگرم متر بر ثانیه می‌باشد.

Q: آبدهی پمپ برحسب لیتر در ثانیه. چنانچه آبدهی برحسب متر مکعب بر روز (m^3/day) محاسبه شود. بنابراین

$$WHP = \frac{Q.h_t}{0.075 * 86400} \qquad (۶-۳)$$

بنابراین توان لازم برای به کار انداختن پمپ از رابطه نهایی زیر به دست می‌آید.

1- Pe = Pump Efficiency

omoorepeyman.ir

$$BHP = \frac{Q\,(Li/s) * h_t\,(m)}{75 * p_e} \qquad (۷-۳)$$

با توجه به اینکه هیچ ماشینی دارای بازده (راندمان) ۱۰۰ درصد نمی باشد بنابراین به دلیل اصطکاک و دیگر تلفات انرژی در داخل پمپ، WHP همیشه کم‌تر از BHP می‌باشد. نسبت WHP به BHP را بازده یا راندمان پمپ (p_e) می‌گویند.

$$P_e = \frac{WHP}{BHP} \qquad (۸-۳)$$

پمپ‌های توربینی در شرایط کارکرد خوب دارای بازده یا راندمان ۸۰ درصد است اما به‌علت فرسودگی، گرفتگی و کارکرد پمپ با مقادیر Q و h_t غیر بهینه، معمولا بازده آنها کم‌تر می‌باشد و عموما بین ۶۰ تا ۶۵ درصد یا مقادیر کم‌تری در تغییر است. در صورت مشخص نبودن راندمان پمپ می‌توان آن‌را در پمپ‌های دو سیلندری تا ۸۷٪، برای پمپ‌های یک سیلندری ۶۷٪ و برای پمپ‌های توربینی چاه‌های عمیق ۵۵٪ در نظر گرفت.

در صورت کاربرد موتور دیزلی مقدار راندمان را باید در دو مرحله محاسبه نمود تا نیروی اسمی موتور به دست آید. جهت محاسبه نیروی الکتریکی مورد لزوم (برحسب کیلو وات) می‌توان مقدار BHP به دست آمده را در ۰/۷۳ ضرب نمود.

با توجه به کاهش راندمان پمپ براثر فرسودگی و عوامل دیگر، نوسانات فصلی و سالانه سطح آب زیرزمینی، پوسته گذاری در لوله های جدار و اجزا پمپ، کارکرد موتور در شرایط دما و فشار هوای نامناسب، برای اطمینان از کارکرد بلند مدت معمولا لازم است قدرت محاسبه شده به روش فوق حدود ۱۰ تا ۲۵ درصد بیش‌تر برحسب آنکه الکتروموتورهای قائم یا افقی و یا موتورهای دیزلی همراه با میل گاردان و جعبه دنده و یا تسمه پروانه مورد استفاده قرار گیرد، در نظر گرفته شود.

محاسبه قدرت موتورها به روش توضیح داده شده در فوق ممکن است کاملا بر قدرت موتورهای موجود در بازار منطبق نباشد. در این صورت باید موتوری انتخاب شود که اولا قدرت آن بیش از قدرت محاسبه شده باشد و ثانیا دارای نزدیک‌ترین قدرت به قدرت مورد نظر باشد.

۳-۱۰-۴- تجهیزات چاه‌های آب

پس از انجام عملیات توسعه چاه با انجام یک یا چند روش از روش های مذکور و تعیین آبدهی مجاز، ویژه و عمق نصب پمپ، چاه با پمپ و موتور مناسب که در بند ۳-۱۰-۳ به نحوه تعیین و انتخاب آنها اشاره شد، تجهیز می‌گردد.

۳-۱۰-۵- نگهداری چاه‌های آب

زمانی که طراحی، ساختمان و توسعه چاه تکمیل گردید، نگهداری آن شروع می شود. با وجود اینکه کلیه مسایل مربوط به طراحی، ساختمان و توسعه چاه در نظر گرفته می شود، ولی بعد از مدتی دچار مشکلاتی از دیدگاه کمی و کیفی می‌شود و تخریب آن اتفاق می‌افتد. این مشکلات می‌تواند ناشی از تغییر کیفیت آب آبخوان و یا ایجاد اشکال در ساختمان و تجهیزات چاه باشد و بنابراین باید نگهداری چاه بعد از تکمیل و بهره برداری شروع شود زیرا هزینه های مربوط به نگهداری چاه تقریبا حدود ۴۰ درصد هزینه مربوط به حفر یک چاه جدید می باشد که این موضوع از دیدگاه

omoorepeyman.ir

اقتصادی مقرون به صرفه است و به همین دلیل رفتارسنجی چاه جهت نگهداری از آن باید انجام شود. در نگهداری چاه‌های آب اصولی باید رعایت گردد که مهم‌ترین آنها به‌شرح زیر می‌باشد.

۳-۱۰-۵-۱- اطلاعات پایه جهت نگهداری چاه‌های آب

نگهداری چاه آب شامل یک سری فعالیت‌های ساده و مفید می‌باشد. برای انجام این فعالیت‌ها باید به موارد زیر آگاهی داشته باشیم.

- محل چاه و امکان دسترسی به آن
- امکان دسترسی به داده‌های ثبت شده مربوط به چاه
- اطلاعات مربوط به منصوبات سر چاه
- اطلاعات مربوط به ساختمان چاه موجود است یا خیر؟
- آیا پمپ با ظرفیت اسمی[1] خود کار می‌کند یا خیر؟

- داده‌های ثبت شده مربوط به چاه

داده‌های ثبت شده مربوط به یک چاه با ارزش‌ترین ابزاری است که در نگهداری چاه آب می‌تواند کاربرد داشته باشد، زیرا این داده‌ها در واقع تاریخچه فعالیت چاه می‌باشند و می‌توانند در نگهداری و بازیابی چاه آب موثر واقع شوند. بدون این داده‌ها، عملیات نگهداری و بازیابی چاه آب عملا با موفقیت کمی همراه است و بیش‌تر با شکست مواجه خواهد شد.

به‌علاوه در تجزیه و تحلیل داده‌ها، سیستم نگهداری چاه باید از عملکرد چاه اطلاعات دقیقی شامل کیفیت آب چاه و داده‌های ثبت شده دیگر مربوط به چاه در طول زمان بهره‌برداری، در اختیار بگذارد. این داده‌ها باید با یک روش منطقی در یک چارچوب و سیستم مدیریتی ساده طراحی شوند به‌نحوی که به سهولت در دسترس افرادی که با نگهداری چاه‌های آب سروکار دارند، قرار بگیرد (البته این اطلاعات به دلایل امنیتی نباید در اختیار همه افراد قرار گیرد). این چنین سیستمی در صورت کامپیوتری شدن در یک نرم افزار مدیریتی ویژه با ترکیبی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ایده‌آل می‌باشد تا به سهولت در اختیار کاربران مربوطه قرار گیرد.

این داده‌ها می‌تواند شامل لاگ‌های مختلف چاه (لاگ زمین‌شناسی، حفاری، لوله‌گذاری، چاه‌پیمایی و ...)، لیست‌های مربوط به سرویس چاه (صورتحساب سرویس‌ها)، نتایج آزمایش‌ها (شامل آزمایش پمپاژ و آزمایش‌های شیمیایی، فیزیکی و میکروبیولوژیکی)، مشخصات منصوبات، مشخصات پمپ، آمار آبدهی چاه، ظرفیت ویژه، کیفیت آب چاه، سطح آب زیرزمینی و ... باشد.

omoorepeyman.ir

1- Nominal Capacity

- مشکلات چاه‌های آب در زمان نگهداری و چگونگی کنترل آنها

به طور کلی مولفه‌هایی مثل ماسه‌دهی پمپ، ورود رس و سیلت به‌داخل چاه، افت سطح آب زیرزمینی ناشی از پمپاژ، کاهش ظرفیت موثر چاه، کاهش آبدهی، پوسته‌بندی شیمیایی، انسداد بیولوژیکی، ساییدگی و خوردگی پمپ و تخریب ساختمان چاه باید در زمان نگهداری چاه‌ها به طور مرتب مورد رفتارسنجی واقع شود. چنانچه این مولفه‌ها به طور مرتب در زمان بهره‌برداری از چاه کنترل گردد، عمر مفید چاه افزایش خواهد یافت. در جدول (۳-۴) این مشکلات و نحوه کنترل آنها ارائه شده است.

جدول ۳-۴- مشکلات چاه‌های آب در زمان نگهداری و چگونگی کنترل آنها

راهکار مشکلات	بازبینی سطح آب زیرزمینی منطقه	بازبینی ساختمان چاه	بازبینی فیلم ویدئویی	بازبینی سطح آب زیرزمینی در آبخوان و در چاه	بازبینی آزمایش افت پله‌ای	آزمایش پارامترهای انسداد شیمیایی	آزمایش‌های فیزیکو-شیمیایی	آزمایش شرایط مکانیکی پمپ و تغییرات راندمان آن	بد عمل کردن چاه
ماسه‌دهی		×	×	×	×				
ورود رس و سیلت		×	×	×	×				
افت سطح آب زیرزمینی در چاه	×	×	×	×	×	×	×	×	
کاهش ظرفیت یا بازدهی چاه	×	×			×			×	×
کاهش آبدهی		×	×					×	×
پوسته‌بندی شیمیایی	×	×	×			×	×		
انسداد بیولوژیکی	×		×			×	×		
ساییدگی و خوردگی پمپ	×	×	×		×	×	×	×	
تخریب ساختمان چاه	×	×	×	×					

۳-۱۰-۵-۲- نگهداری فیزیک چاه‌های آب و منصوبات آن

پس از تجهیز چاه‌های آب لازم است از نظر فیزیکی چاه و منصوبات آن تحت مراقبت قرار گیرد تا عمر مفید آن افزایش یابد.

- حفاظت از پمپ

در نگهداری پمپ‌های آب (پمپ‌های الکتریکی) دو موضوع نیروی الکتریسیته و موضوع انسداد و فرسودگی مکانیکی باید مدنظر قرار گیرد.

تغییرات نیروی الکتریسیته در میزان ولتاژ یا آمپراژ، باعث وارد شدن صدمه به پمپ‌های آب می‌شود و بنابراین باید به‌منظور جلوگیری از صدمه دیدن آنها، تغییرات ولتاژ یا آمپراژ نیروی الکتریسیته را با استفاده از ترانس‌های برق کنترل نمود. الکتروموتورها باید در مکان‌های مطمئن، مناسب و امنی به‌منظور جلوگیری از هر گونه صدمه به آنها، نگهداری

omoorepeyman.ir

شوند (شکل ۳-۱۰). پمپ‌های شناور باید حتما همیشه در زیر سطح آب باشند و در خارج از آب قرار نگیرند، درضمن از داغ شدن کلیه موتورهای آب باید جلوگیری نمود. چنانچه امکان این موضوع وجود داشته باشد که سطح آب پایین‌تر از پمپ قرار گیرد بایستی سنسورهایی به پمپ وصل گردد تا به محض وقوع این موضوع نیروی الکتریسیته قطع شود. اگر نیروی الکتریسیته از تغییرات شدیدی برخوردار نباشد کافی است از محافظ‌های برقی استفاده نمود.

شکل ۳-۱۰- نگهداری سیستم الکتریکی پمپ چاه

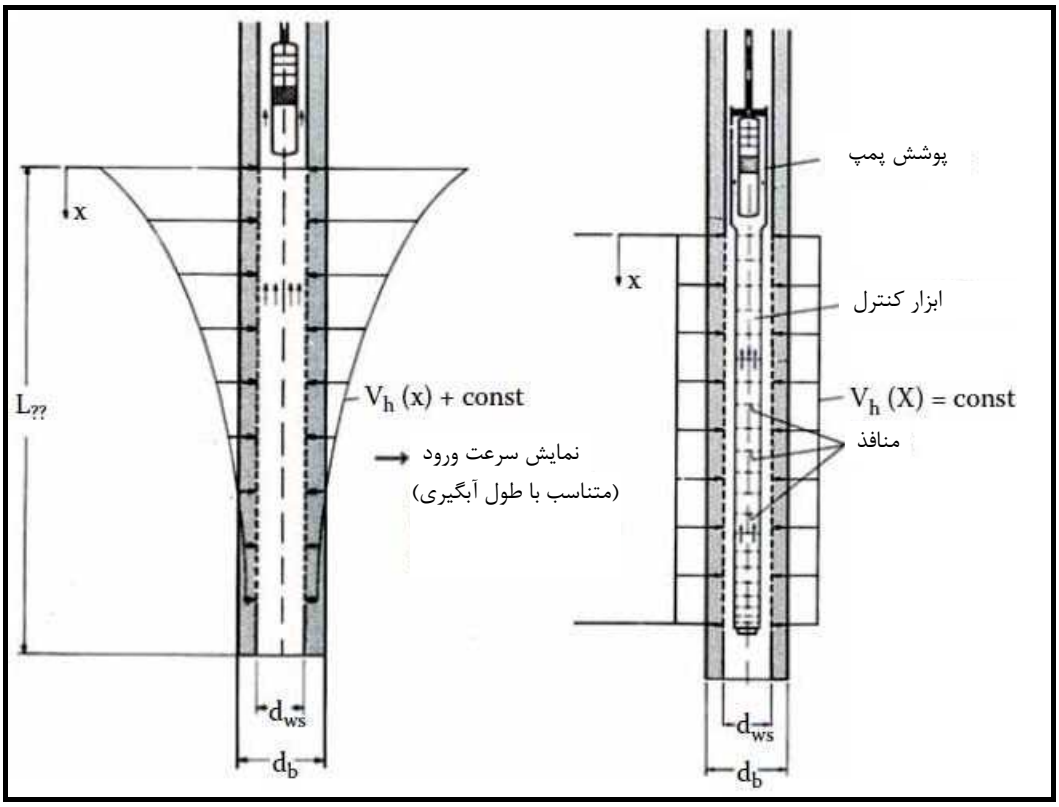
یکی از ساده‌ترین روش‌های نگهداری پمپ‌های شناور این است که از پوشش[1] پمپ استفاده نماییم. پوشش پمپ در واقع لوله‌ای است که به دور پمپ نصب می‌شود و آب نفوذی در اطراف موتور جریان پیدا می‌کند و باعث خنک شدن آن می‌شود.

به این دلیل که اسکرین‌ها به طور صد در صد نمی‌توانند از ورود مواد ریزدانه به داخل چاه جلوگیری کنند بنابراین لازم است جهت حفاظت پمپ از ماسه و سیلت به روش‌های زیر عمل نمود.

- نصب ابزار کنترل جریان مکش (SFCD)[2] به‌منظور جلوگیری از ورود سیلت و ماسه به داخل پمپ این ابزار هم برای پمپ‌های شناور و هم پمپ‌های توربینی شفت و غلاف‌دار می‌تواند، مورد استفاده قرار گیرد. این ابزار تا انتها یا کف اسکرین نصب می‌شود و کلیه جریان آب پمپ شده از داخل آن می‌گذرد. منافذ موجود در بدنه این ابزار سبب می‌شود که یک جریان هیدرولیکی کافی در قسمت‌های پایین اسکرین نسبت به قسمت‌های بالای آن ایجاد شود. به‌دلیل اینکه فشار در مدخل یا ورودی پمپ کم‌تر است لذا در بخش بالایی اسکرین جریان بیش‌تری ایجاد می‌شود. تاثیر این ابزار باعث ایجاد جریان سیلندری بیش‌تری به داخل چاه می‌شود. (شکل ۳-۱۱)

1- Shroud
2- Suction Flow Control Device

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۱- ابزار کنترل جریان مکش در پمپ

کاربرد این ابزار (SFCD) حتی تحت سخت ترین شرایط باعث کاهش میزان ماسه و کاهش جریان آشفته در اطراف پمپ شود. این ابزار همچنین در کاهش خوردگی و فرسودگی پمپ نیز موثر می‌باشد. در برخی از چاه‌های کم عمق و یا در شرایطی که نمی‌توان از ابزار SFCD استفاده نمود (به‌عنوان مثال در جایی که میزان طول اسکرین به‌قطر اسکرین تقریبا کم‌تر از ۳۰ باشد) از دستگاه «سانتریفوژ جداکننده ماسه»[1] به‌منظور زدودن ماسه‌هایی که از قبل در ورودی پمپ‌گیر کرده‌اند، استفاده می‌شود. (شکل ۳-۱۲)

1- Centrifugal Sand Sperator

omoorepeyman.ir

شکل ۳-۱۲- دستگاه جداکننده ماسه برای پمپ‌های شناور

(سقوط ذرات ماسه به پایین و جمع شدن آنها در سوپاپ آویزان دستگاه جداکننده ماسه)

omoorepeyman.ir

این ماسه‌ها در کف چاه انباشته می‌شوند. البته تجارب کارشناسی نشان می‌دهد که بعد از ایجاد تعادل هیدرولیکی در چاه، این ماسه‌ها در کف چاه بر روی هم انباشته می‌شوند که یکی از معایب آن این است که شرایط برای رشد باکتری‌های کلیفرم و دیگر میکروارگانیزم‌ها را فراهم می‌آورد. ساختن موتورخانه به‌ویژه در مناطق سردسیر کمک بزرگی به‌منظور جلوگیری از ورود آسیب و صدمه به چاه و منصوبات آن می کند در ساخت موتورخانه بایستی موارد زیر را مد نظر قرار داد:

- سقف ساختمان و دریچه آن به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتوان مواد و ابزار سنگین را به راحتی از آن خارج نمود.
- ساختمان طوری طراحی شود تا محل نصب جرثقیل و حفره چاه در امتداد یک خط راست قرار گیرد.
- یک ورودی وسیع برای خارج نمودن ابزارآلات بزرگ از داخل ساختمان ایجاد شود (درهای کشویی می‌توانند برای این کار مناسب باشند.
- در صورت امکان چنانچه ساختمان کامل قابل حمل (پیش ساخته) ایجاد شود، بسیار خوب است.
- خود چاه می‌تواند بیرون از ساختمان قرار گیرد و در این‌صورت در زمان نصب و یا بیرون کشیدن پمپ از داخل چاه و یا شستشوی آن، مشکلی ایجاد نخواهد شد (شکل ۳-۱۳)

شکل ۳-۱۳- نمونه‌ای از یک موتورخانه با سرویس‌دهی آسان

۳-۱۰-۵-۳- حفاظت کیفی

در گذشته، کاهش ۱۵ تا ۲۰ درصد آبدهی ویژه چاه به‌عنوان مرحله‌ای در نظر گفته می‌شود که چاه نیاز به عملیات نگهداری[1] داشت. احتمالا صبر کردن تا این مرحله بسیار دیر خواهد بود، زیرا ممکن است بخش‌هایی از

1- Preventative Maintenance

omoorepeyman.ir

بافت آبخوان دچار گرفتگی و انسداد شود بدون اینکه تاثیر خاصی بر ظرفیت ویژه داشته باشد، بنابراین بهتر است عملیات نگهداری جهت حفاظت چاه در مقابل انسداد بیولوژیک به طور مرتب مثلا هر ۶ ماه یا یکسال یک‌بار انجام شود. جهت حفاظت کیفی بهتر است موارد زیر مدنظر قرار گیرد.

- استفاده از کلر برای نگهداری و حفاظت کیفی چاه توصیه نمی‌شود زیرا کلر نمی‌تواند رسوب تشکیل شده روی ذرات بافت آبخوان را از بین ببرد. در این مورد بهتر است از اسید کلریدریک همراه با مواد پلیمری تمیز کننده چاه‌ها با نام تجاری QC-21 استفاده شود.
- چاه‌های فصلی یا چاه‌هایی که مدتی خاموش بوده‌اند ممکن است مسایلی را برای نگهداری ایجاد کنند. در هنگامی که پمپ روشن است و پمپاژ می‌کند، اکسیژن وارد محیط آبخوان شده و شرایط هوازی ایجاد می‌شود. وقتی پمپ برای مدتی خاموش می‌شود این محیط هوازی تبدیل به محیط غیرهوازی می‌شود و آب چاه بوی تخم مرغ گندیده می‌گیرد. بنابراین برای جلوگیری از تخریب کیفیت آب چاه، بهتر است هر از گاهی چاه برای مدت کوتاهی پمپاژ شود و عملیات نگهداری در مورد آن انجام شود.
- سیستم دیگری که برای نگهداری کیفی چاه وجود دارد، سیستم LABSTM[1] است که از یک گاز خنثی برای جلوگیری از ورود اکسیژن بداخل چاه استفاده می‌شود. اساس کار این روش به این‌صورت است که با استفاده از گاز نیتروژن رشد میکروب‌های هوازی کنترل می‌شود زیرا بیش‌تر مسایل انسداد چاه‌ها در اثر فعالیت‌های بیولوژیک به‌وجود می‌آید. باکتری‌های هوازی از این دیدگاه نسبت به باکتری‌های غیرهوازی برای چاه‌های آب مضرتر می‌باشند.

نیتروژن توسط سیلندرهای نیتروژن تامین می‌شود (شکل ۳-۱۴) اما گاهی می‌توان با استفاده از مولدهای نیتروژن به‌صورت مستقیم آن‌را از اتمسفر تولید نمود.

به طور خلاصه کارآیی این سیستم سبب می‌شود که:

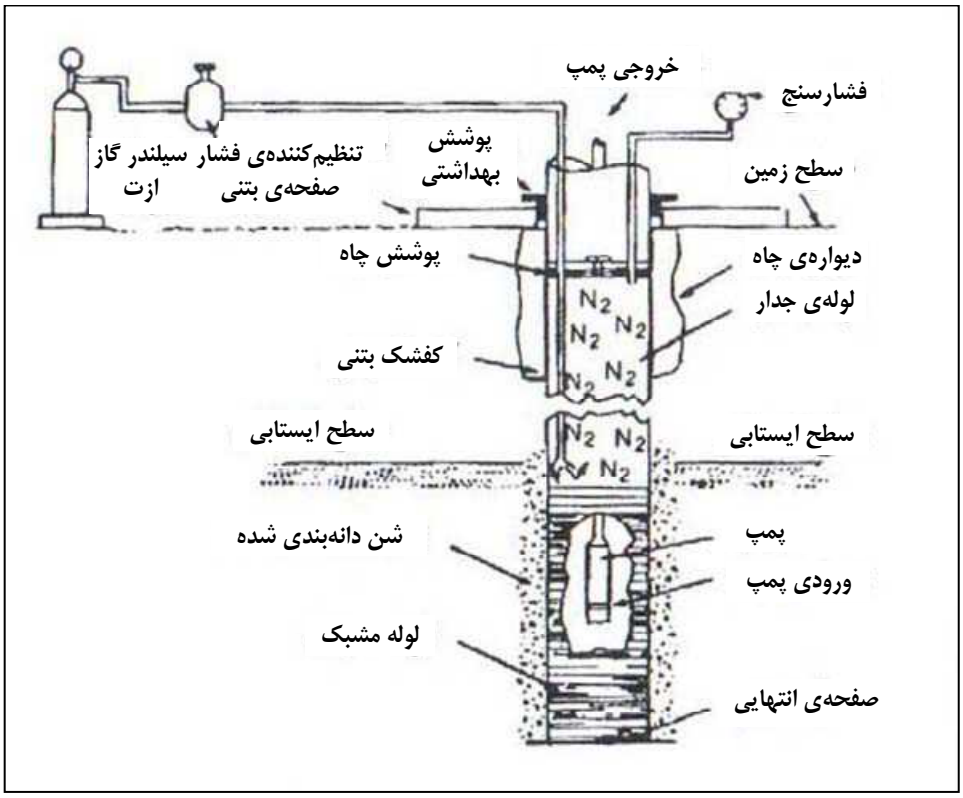
- سرعت کاهش ظرفیت آبدهی چاه کنترل و کم‌تر گردد.
- کیفیت آب را در حد خوب نگهدارد.

و خواص این سیستم به شرح زیر است:

- از نفوذ اکسیژن به داخل چاه جلوگیری می‌کند.
- از رشد باکتری‌های هوازی جلوگیری می‌کند.
- انسداد چاه را کند می‌کند.
- مسایل کیفیت آب را حل می‌کند.

1- Layne Anoxis Block System

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۴- نگهداری چاه آب با استفاده از یک گاز خنثی برای جلوگیری از ورود اکسیژن

۳-۱۰-۶- حفاظت چاه از دیدگاه آلودگی

در هنگام حفاری و تجهیز چاه آب، ممکن است به‌دلیل آلودگی ابزار حفاری و دیگر تجهیزات نظیر اسکرین، لوله جدار و پمپ به میکروب و یا مواد ارگانیک دیگر و یا در اثر نفوذ و نشت رواناب‌ها، فاضلاب‌های خانگی، پساب‌های صنعتی و آب‌های برگشتی از کشاورزی و ... از حد فاصل دیواره چاه و لوله جدار بدرون چاه، آب زیرزمینی و محیط درون چاه آلوده گردد. این موضوع در چاه‌های آب شرب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بنابراین بایستی پس از حفر و تجهیز چاه‌های آب، محیط درون چاه با انجام عملیاتی که در ذیل به آن اشاره می‌گردد از دیدگاه آلودگی، میکروب‌زدایی و بهداشتی شود.

۳-۱۰-۶-۱- سیمانکاری[1]

سیمانکاری چاه عملی است که طبق آن فضای حلقوی بین دیواره چاه و سطح خارجی لوله جدار و یا تمامی فضای گمانه حفر شده برای حفاظت کمی و کیفی چاه، به‌وسیله دوغاب سیمان و یا رس پر و مسدود می‌گردد. دوغاب سیمان[2] مخلوطی است از سیمان و آب که می‌توان آن‌را به روش ارائه شده در «دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت و گزارش حفاری» دفتر طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور به آن اشاره شده است، به‌منظور رسیدن به اهداف زیر تهیه نمود.

1- Grouting
2- Grout

omoorepeyman.ir

- اهداف سیمانکاری

۱- بستن و جداسازی لایه‌های قابل نفوذ و جلوگیری از نفوذ آب های زاید به داخل چاه
۲- جداسازی لایه‌های آبدار شور از شیرین
۳- بستن و متصل نمودن لوله‌های محافظ به جدار چاه
۴- جلوگیری از ریزش جدار چاه و یا احیانا جلوگیری از ورود گازهای تحت فشار به داخل چاه
۵- پر کردن فضاهای خالی و یا در صورت لزوم حفرات انحلالی
۶- حفاظت لوله‌های جدار در مقابل خوردگی
۷- بهداشتی نمودن محیط چاه و حفاظت از آن در مقابل آلودگی‌های سطحی به‌ویژه در چاه‌های آب شرب

در این بند از دستورالعمل صرفا موارد ۱ و ۶ و ۷ مدنظر می‌باشد. شایان ذکر است که ترکیب و چگونگی ساخت دوغاب سیمان و روش‌های سیمانکاری همانطور که قبلا نیز به آن اشاره شده «دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت و گزارش حفاری» به‌طور مفصل به آن پرداخته شده است.

دوغاب سیمان مورد استفاده باید دارای شرایط زیر باشد:

- نفوذپذیری[1] پایین داشته باشد (نفوذپذیری آن نسبت به نفوذپذیری مواد تشکیل‌دهنده زمین‌های اطراف چاه کم‌تر باشد).
- قابلیت اتصال فضای حلقوی بین لوله جدار و مواد تشکیل دهنده زمین اطراف چاه را داشته باشد.
- سرعت استحکام و گیرش کافی داشته باشد تا تاخیری در انجام مراحل بعدی توسعه و تکمیل چاه ایجاد نگردد.
- قدرت ترکیب شیمیایی با لوله جدار، مواد تشکیل دهنده اطراف چاه و دیگر اجزا چاه را نداشته باشد (از نظر شیمیایی غیرفعال باشد).
- به سهولت قابلیت مخلوط و پمپ شدن در فضای حلقوی دیواره چاه را در زمان معقول داشته باشد.
- به سازندهای تشکیل دهنده آبخوان در نقاط دور از چاه قابلیت نفوذ نداشته باشد.
- به سهولت قابلیت تمیز شدن داشته و بی‌خطر باشد.

۳-۱۰-۶-۲- ضدعفونی نمودن چاه

ابزارهای حفاری و مواد مصرفی در ساختمان و توسعه چاه عموما آلوده به میکروب بوده که گروهی از این میکروب ها بیماری‌زا می‌باشند. این دسته از میکروب‌ها، باکتری‌های کلیفرم نامیده می‌شوند و در صورت مشاهده در آب، دلالت بر آلودگی آب چاه از طریق فضولات حیوانی و انسانی دارد. کلیفرم ممکن است در موقع نصب پمپ و یا در موقع تعمیرات قطعه‌ای از آن و یا تعویض دیگر منصوبات و یا در زمان حفر و لوله‌گذاری به درون چاه راه یابد.

1- Permeability

omoorepeyman.ir

در بین متخصصین تاکید زیادی برضد عفونی کردن چاه با کاربرد محصولات کلره (گاز کلر، هیپوکلریت سدیم، هیپوکلریت کلسیم)، دی اکسید کلر و هیدروکسید سدیم شده است. اما باید به خاطر داشت که علیرغم خصوصیات ضدعفونی‌کنندگی این مواد، امکان رسوب مواد آلی موجود در آب ناشی از خاصیت اکسیدکنندگی آنها، وجود دارد و از طرفی با توجه به اینکه این مواد ضدعفونی کننده قادر به حل مواد معدنی رسوب نموده برروی لوله مشبک و یا بافت اطراف چاه که حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد این رسوبات را تشکیل می‌دهند، نمی‌باشد. بنابراین هر چند این مواد می‌توانند در ضدعفونی نمودن محیط درون چاه موثر باشند اما به دلایل مذکور امکان بیش‌تر شدن رسوبات در منافذ اسکرین‌ها نیز وجود دارد.

یکی از ساده‌ترین و موثرترین روش های ضدعفونی نمودن چاه کلروره نمودن چاه با استفاده از محلول هیپوکلریت کلسیم و سدیم یا وارد نمودن گاز کلر در آب چاه می‌باشد. به دست آوردن غلظت کافی از کلر (با استفاده از گاز کلر) مشکل می‌باشد و همچنین حمل و نقل آن بسیار خطرناک است. به این دلیل از هیپوکلریت سدیم بیش‌تر استفاده می‌شود. این ماده به‌دلیل ارزانی و تاثیر بیش‌تر (۵۰ درصد از هیپوکلریت کلسیم تاثیر بیش‌تری دارد)، مناسب‌ترین ماده ضدعفونی کننده در چاه‌های آب می‌باشد. کلسیم موجود در هیپوکلریت کلسیم به مواد پلیمری که توسط باکتری‌ها ایجاد می‌شود، می‌چسبد و چنانچه چاه حاوی مقادیری بی‌کربنات باشد، خطر رسوب کربنات کلسیم با به‌کار بردن هیپوکلریت کلسیم وجود دارد که به‌صورت تکه‌های سفید رنگ ظاهر می‌شود.

عمل ضدعفونی نمودن چاه یا گندزدایی[1] در هنگام استفاده از هیپوکلریت، با تولید اسید هیپوکلرو (HOCl) همراه می‌باشدکه باعث کشته شدن باکتری‌ها می‌گردد. هنگامی که جهت ضدعفونی نمودن چاه از هیپوکلریت سدیم یا کلسیم استفاده می‌شود، بسته به مقدار PH آب چاه، اسید هیپوکلرو و یون هیپوکلریت به‌وجود می‌آید. چنانچه PH آب چاه کم‌تر از ۷ باشد یون‌های هیپوکلریت تبدیل به اسید هیپوکلرو می‌شوند و چنانچه PH آب بالاتر از ۷/۴ باشد و محیط به سمت قلیایی شدن پیش برود، عمل عکس صورت می گیرد. یون هیپوکلریت به اندازه اسید هیپوکلرو خاصیت ضدعفونی کنندگی و گندزدایی ندارد، زیرا این یون‌ها به‌دلیل دارا بودن بار الکتریکی برروی سطح باکتری‌ها می‌نشیند و بدرون آنها نفوذ نمی‌کند. بنابراین اگر PH آب چاه بیش از ۸ باشد، باید ابتدا توسط یک اسید (ترجیحا اسید سولفامیک) PH آب را پایین آورد تا تاثیر گندزدایی هیپوکلریت افزایش یابد. نکته قابل ذکر این است که جهت پایین آوردن PH نباید از اسید کلریدریک استفاده نمود زیرا ترکیب اسید کلریدریک و هیپوکلریت تولید گاز خردل (گاز کلر) می‌کند که بسیار خطرناک است.

چنانچه عامل PH در استفاده از هیپوکلریت ها ایجاد محدودیت نماید می توان از سایر مواد ضدعفونی کننده دیگر مثل دی اکسید کلر استفاده نمود. دی اکسید کلر، ۳ برابر قوی تر از هیپوکلریت است که نسبت به PH نیز چندان حساس نمی‌باشد.

1- Disinfection

omoorepeyman.ir

یکی از نقاط ضعف استفاده از ضدعفونی کننده‌های کلردار، تولید تری هالومتان‌ها (THM) است که عملا با شستشوی کامل چاه پس از عملیات ضدعفونی، خطر تولید این مواد نیز از بین خواهد رفت. لازم به ذکر است که قبل از عملیات شستشو باید از آب چاه نمونه‌برداری به‌منظور انجام آزمایش کلیفرم انجام شود تا از انجام عملیات کامل ضدعفونی نمودن چاه، اطمینان حاصل شود.

۳-۱۰-۶-۳- بهداشتی نمودن ساختمان چاه

این موضوع در چاه‌هایی که به‌منظور تامین آب شرب حفر می‌شوند بیش‌تر مد نظر قرار می‌گیرد و در واقع با استفاده از روش سیمانکاری که در بند ۳-۱۰-۶-۱ به آن اشاره شد، عملیات بهداشتی نمودن ساختمان چاه انجام می‌شود.

در بسیاری موارد مشاهده شده که از نصب لوله جدار در داخل چاه‌ها (به‌ویژه چاه‌هایی که در سازندهای سخت حفر می‌شوند) به‌دلیل فقدان یک لایه ریزشی و یا از سیمانته نمودن بخش‌های سطحی فضای بین لوله جدار و دیواره چاه به علت صرفه‌جویی مالی خودداری می‌گردد. هر چند این موضوع می‌تواند تا حدودی هزینه‌های تجهیز چاه آب را کم‌تر نماید، اما پی‌آمدهای منفی ناشی از عدم اجرای آنها در آینده هزینه‌هایی را به صاحبان چاه وارد می‌نماید که چندین برابر هزینه‌های صرفه‌جویی شده می‌باشد. بنابراین لازم است به موارد زیر در زمان تکمیل و تجهیز چاه‌های آب به‌منظور بهداشتی نمودن ساختمان چاه‌های آب شرب توجه گردد.

فضای حلقوی بین لوله جدار و دیواره چاه با موادی غیرقابل نفوذ مانند رس و سیمان به منظور جلوگیری از ورود آلاینده‌ها و کلیفرم‌ها که می‌تواند از طریق نشت رواناب‌ها و فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی وارد چاه شوند، تا عمق مورد نیاز به شرح زیر مسدود گردد.

- در چاه‌هایی که در آبخوان‌های آبرفتی دانه درشت حفر می‌شوند این فضا تا چند متر پایین‌تر از عمق سطح آب زیرزمینی باید توسط رس و یا سیمان پر و مسدود گردد تا از ورود آلاینده‌های مذکور به داخل آبخوان جلوگیری گردد. هر چند میزان نفوذپذیری لایه‌های سطحی آبخوان بیش‌تر باشد این موضوع با دقت بیش‌تری باید انجام شود.
- چنانچه قسمت‌های بالایی و نزدیک به سطح زمین سفره آب زیرزمینی از مواد دانه‌ریز با قابلیت نفوذپذیری کم تشکیل شده باشد (مثل رس)، امکان آلوده شدن آب چاه و یا آب زیرزمینی آبخوان به‌دلیل نفوذپذیری کم لایه‌های سطحی، کم می‌باشد و به همین دلیل در این‌گونه مناطق کافی است تا عمل انسداد توسط رس و یا سیمان تا عمق لایه با نفوذپذیری کم ادامه یابد و پس از برخورد به لایه آبدار عملیات انسداد قطع شود.

در چاه‌هایی که در سازندهای سخت حفر می‌شوند به‌دلیل عدم وجود خاصیت خود پالایی[1] در این‌گونه سازندها، امکان آلوده شدن آب این چاه‌ها با مواد آلاینده از طریق نفوذ رواناب‌ها و فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی به علت

1- Self Purification

omoorepeyman.ir

وجود درز و شکاف و حفرات انحلالی، زیاد می‌باشد به همین دلیل عملیات انسداد فضای حلقوی بین دیواره چاه و لوله جدار در این چاه‌ها باید با دقت و عمق بیش‌تری انجام شود.

در این قبیل چاه‌ها فضای حلقوی بین لوله جدار و دیواره چاه تا عمق نصب لوله جدار باید توسط سیمان مسدود شود. لازم به توضیح است که در چاه‌هایی که به جای اسکرین از لوله جدار مشبک شده استفاده می‌گردد. این عمق همان عمق شروع لوله جدار مشبک شده می‌باشد و در چاه‌هایی که از اسکرین کارخانه‌ای استفاده شده عملیات انسداد در طول کل لوله جدار تا محل نصب اسکرین باید انجام شود.

در چاه‌هایی که به دلایلی از جمله ریزش لایه‌های زمین، مجبور به استفاده از لوله جدار موقت باشیم باید فضای بین دو لوله جدار قبل از بیرون کشیدن لوله موقت و نصب لوله جدار دائمی سیمانته شود و بعدا لوله جدار موقت از چاه بیرون کشیده شود.

omoorepeyman.ir

فصل ۴

احیا و بازیابی چاه‌های آب موجود (در حال بهره‌برداری)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱- کلیات

چاه‌های آب پس از مدتی که از بهره‌برداری آنها می‌گذرد به‌دلیل عوامل مختلفی که در پی خواهد آمد دچار کاهش آبدهی شده و عملا ظرفیت یا بازدهی اولیه خود را از دست می دهند. عمر مفید چاه های آب بستگی به رعایت نکات فنی در زمان حفر و تجهیز و همچنین نگهداری و حفاظت از چاه در زمان بهره برداری دارد. متاسفانه در کشور ما عمر مفید چاه های آب به علت عدم رعایت موارد مذکور کم بوده و بیش از ۹۰ درصد چاه های آب پس از گذشت حداکثر ۱۰ سال از دیدگاه کمی و کیفی به شدت شرایط اولیه خود را از دست می دهند و برخی از آنها عملا از چرخه بهره برداری خارج شده و به همین دلیل بهره‌برداران متحمل هزینه‌های زیادی می‌شوند.

عدم وجود یک سیستم نظارتی کافی در زمان حفر و تجهیز و عدم رعایت اصول نگهداری و حفاظت چاه‌های آب در زمان بهره‌برداری، کاهش عمر این چاه‌ها و نهایتا تحمیل هزینه‌های سنگینی را به همراه دارد.

شناخت عوامل موثر در کاهش کمی و کیفی ظرفیت چاه های آب و راه های مبارزه با این عوامل می تواند در افزایش عمر مفید چاه‌ها و نهایتا کاهش هزینه‌ها موثر باشد.

متاسفانه بازیابی چاه‌های آب در زمانی به کار گرفته می‌شود که چاه دچار مشکل شده و این واقعیت تلخ را باید پذیرفت که چنانچه مراحل حفر و تجهیز و همچنین نگهداری آن در مرحله بهره برداری با صرف هزینه کم رعایت می‌گردید، هم اکنون مجبور به تحمل هزینه‌های سنگین نمی‌شدیم و به این نکته بسنده می‌شود که پیشگیری بر درمان ارجحیت دارد.

۴-۲- مزایای بازیابی چاه‌های آب

مزایای بازیابی چاه‌های آب را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد.

۴-۲-۱- به دست آوردن ظرفیت ویژه[1]

هر چاه آب پس از حفر و تجهیز به ازای مقدار معینی آبدهی (Q)، باعث ایجاد مقداری افت (D) در سطح آب زیرزمینی می‌شود. نسبت میزان آبدهی به میزان افت (Q/D) را ظرفیت ویژه می‌نامند. هر چه این نسبت بیش‌تر باشد، حاکی از آن است که ضمن اینکه آبخوان از پتانسیل آبدهی خوبی برخوردار می باشد. مسایل فنی در زمان حفر و تجهیز چاه آب رعایت شده است. معمولا چاه‌های آب بنا به دلایل مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که در محیط آن اتفاق می‌افتد پس از مدتی ظرفیت ویژه اولیه خود را از دست می‌دهند. این زمان در برخی از کشورهای پیشرفته بیش از ۲۰

1- Specific Capocity

omoorepeyman.ir

سال است اما در کشور ما به‌دلیل عدم نظارت کافی در زمان حفر و تجهیز چاه‌های آب زیر ۱۰ سال می‌باشد که متاسفانه این موضوع باعث تحمیل هزینه‌های سنگینی به بهره‌برداران می‌شود.

با استفاده از روش‌هایی که در بخش‌های بعد به آن اشاره خواهد شد، می‌توان به ظرفیت ویژه اولیه چاه دست یافت به شرطی که روش‌های مناسب بازیابی را با توجه به شرایط موجود چاه، برای آن انتخاب و به مورد اجرا گذاشت.

۴-۲-۲- کاهش هزینه‌های پمپاژ

زمانی که یک چاه آب تحت تاثیر عوامل مختلف ظرفیت ویژه اولیه خود را از دست می‌دهد و افت سطح آب زیرزمینی در آن زیاد می‌شود، بهره‌بردار مجبور می‌شود که به‌منظور رسیدن به میزان آب مورد نیاز، آب را از اعماق بیش‌تر و با صرف زمان بیش‌تری در پمپاژ به دست آورد که این موضوع با افزایش هزینه پمپاژ همراه است. به طور کلی هزینه پمپاژ با میزان آبدهی چاه، مقدار افت، عمق سطح آب زیرزمینی، ارتفاع پمپاژ از سطح زمین، زمان پمپاژ و قیمت سوخت مصرفی رابطه مستقیم دارد. بنابراین با افزایش هر یک از پارامترهای مذکور قیمت تمام شده آب پمپاژی نیز افزایش می یابد که رابطه زیر را به منظور محاسبه هزینه آب پمپاژی می‌توان نوشت:

$$C = \frac{(Q)\,(S + SWL + h)\,(0.746)\,(T)\,(K)}{3965 * e} \qquad (۱-۴)$$

در این رابطه

C: قیمت یا هزینه آب پمپاژ شده

S: افت ایجاد شده در چاه

SWL: عمق سطح آب زیرزمینی

h: ارتفاع پمپاژ از سطح زمین

$TDH = S + SWL + h$[1]: مجموع ارتفاع پمپاژ = کل بار دینامیک

T: مدت زمان پمپاژ

K: قیمت سوخت

e: کارآیی یا بازدهی موتور و پمپ

۰/۷۴۶: فاکتور تبدیل اسب بخار به کیلو وات

۳۹۶۵: فاکتور تبدیل گالن در فوت به اسب بخار

با توجه به رابطه می‌توان دریافت که هزینه‌های مربوط به پمپاژ فقط با کارآیی یا بازدهی پمپ و موتور نسبت عکس دارد و با بقیه پارامترها رابطه مستقیم داشته و به این معناست که با افزایش هر کدام از پارامترهای موجود در صورت

1- TDH = Total Dynamic Head

omoorepeyman.ir

کسر، هزینه‌های پمپاژ افزوده می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از افزایش هزینه‌ها، انجام عملیات بازیابی چاه آب توصیه می‌گردد که انجام این عملیات کاهش هزینه پمپاژ را در پی خواهد داشت.

۴-۲-۳- افزایش طول عمر چاه

بدیهی است با انجام عملیات بازیابی از خوردگی، فرسودگی تجهیزات و پمپ چاه و همچنین رسوب مواد در لابلای فیلتر شنی جلوگیری خواهد شد که پی‌آمد آن افزایش طول عمر چاه می‌باشد.

۴-۲-۴- حل مسایل کیفیت آب (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی)

با انجام روش‌های مناسب بازیابی چاه‌های آب، مسایل ماسه‌دهی چاه، گل‌آلودگی ناشی از وجود سیلت و رس که مباحث کیفیت فیزیکی آب چاه را شامل می‌شود، از بین خواهد رفت.

وجود بوهای بد آب چاه‌ها مثل بوی تخم مرغ گندیده، بوی خاک، بوی ماهی، بوی مواد نفتی و بوی مرداب عمدتا به‌خاطر نوعی رشد بیولوژیک است. بوی تخم مرغ گندیده به خاطر وجود گاز سولفید هیدروژن ناشی از باکتری‌های احیاکننده سولفات در آب‌های زیرزمینی است. استفاده از کلر برای از بین بردن این باکتری‌ها زیاد موثر نیست زیرا آنها در زیر پوسته خارجی مواد رسوب کرده فعالیت می‌کنند، بنابراین باید ابتدا مواد رسوب کرده را خارج نمود تا باکتری‌های احیاکننده سولفات در معرض کلر قرار بگیرند و از بین بروند.

بوی خاک در آب های زیرزمینی به خاطر وجود جلبک های آبی و سبز (سیانوباکتریا) نیست بلکه عامل ایجاد این بو باکتری‌های اکتینوماسیت و استورپتوماسیت می‌باشند که مواد شیمیایی تولید شده توسط آنها شبیه سیانو باکتریاست.

وقتی بوی مواد نفتی در آب چاه احساس می‌شود باید آب را از لحاظ هیدروکربن‌ها بررسی کرد تا منبع آن مشخص شود. اگر هیچ منبع مواد نفتی عامل این قضیه نبود، بعید نیست که بوی بد به خاطر وجود نوعی باکتری می باشد که بویی شبیه بوی مواد نفتی در آب ایجاد می‌کند که معمول‌ترین این نوع باکتری‌ها، سودوموناس است.

دلیل دیگری که ممکن است باعث تغییراتی در کیفیت آب چاه شود این است که بخش‌هایی از لوله مشبک مسدود می‌شود و آبی که از سایر قسمت‌ها می‌آید کیفیت مناسب ندارد. این موضوع در چاه‌هایی که در چندین قسمت از طول چاه، به‌صورت متناوب از لوله مشبک و لوله کور استفاده شده، دیده می‌شود.

بنابراین با توجه به موارد مذکور بازیابی چاه‌های آب در موارد فوق باعث دست‌یابی به آب با کیفیت مناسب مانند مراحل اولیه بهره‌برداری چاه می‌شود.

omoorepeyman.ir

۴-۳- عوامل موثر در کاهش بازدهی چاه‌های آب

چاه‌های آب پس از حفر، تجهیز و بهره‌برداری تا مدتی بازدهی اولیه خود را حفظ می‌کنند. اما با گذشت زمان تحت تاثیر عوامل مختلف فیزیکی و شیمیایی مثل ترکیب شیمیایی آبها زیرزمینی، گازهای محلول، PH آب، سرعت جریان آب، تغییرات دما، نوسان های سطح آب زیرزمینی و فعالیت انواع باکتری ها، دچار جرم گرفتگی و خوردگی شده که مشکلات ناشی از این عوامل عمدتا به شکل کاهش بازدهی چاه (کاهش کمیت و کیفیت آب) بروز می‌کند. شناخت این عوامل و نحوه تاثیر هر کدام بر ساختمان چاه‌های آب می‌تواند تا حد زیادی در کاهش بروز مشکلات حتی جلوگیری از تاثیر بیش‌تر آنها بر چاه‌های آب و افزایش طول عمر مفید آنها موثر باشد. (جدول ۴-۱)

جدول ۴-۱- عوامل موثر در کاهش بازدهی چاه‌های آب و علل ایجاد آن

عامل	علل ایجاد
* ماسه دهی(خروج ماسه و سلیت از پمپ)که باعث فرسودگی پمپ و دیگر تجهیزات آن می‌شود	انتخاب و نصب نامناسب اسکرین و گراول پک، عدم توسعه کامل چاه،خوردگی اسکرین،ریزش گراول پک که در زمان توسعه چاه،از چاه خارج شده و فضای بازی را در گراول پک ایجاد نموده است،عدم دقت کافی در نصب لوله جدار و اسکرین،شکستن اسکرین ناشی از نشست زمین، حرکات زمین(زمین لرزه) بهره برداری بیش از حد از پمپ و تجهیزات،انتخاب پمپ بیش از ظرفیت و بازدهی چاه
* نفوذ رس و سلیت که باعث انسداد روزنه های گراول پک و گل آلودگی آب می‌شود.	عدم سیمانکاری مناسب بین لوله جدار و دیواره چاه، نفوذ گل از داخل درزوشکاف سنگ در چاه‌های فاقد لوله جدار، عدم توسعه کامل چاه، شکستن لوله جدار و اسکرین ناشی از نشست زمین، حرکت زمین (زمین لرزه)، بزرگ بودن دانه‌های گراول در زمان گراول پکینگ
* افت سطح آب زیرزمینی که باعث کاهش آبدهی چاه، آسیب پمپ و افزایش عمل اکسیداسیون می‌شود.	افت سطح آب زیرزمینی به‌صورت ناحیه‌ای یا منطقه‌ای و پمپاژ بیش از حد ظرفیت آبخوان.
* پایین بودن ظرفیت و آبدهی چاه که باعث ناکارآمدی و عملکرد ناقص چاه می‌شود.	نشت آب و یا ایجاد حفره در زمان آبداری (در چاه‌های آهکی)، بدعمل کردن و فرسودگی پمپ، پوسته بندی، انسداد، خوردگی و ایجاد سوراخ در لوله های تخلیه و افزایش باردینامیک در محل مصرف.
* از بین رفتن ظرفیت کامل چاه(عدم آبدهی چاه)	عمدتا ناشی از کار افتادن پمپ،همچنین نشت و یا فرار آب از محیط چاه، انسداد و یا ریزش
* پوسته‌بندی شیمیایی که باعث افزایش افت یا کاهش تزریق آب به درون پمپ شده و کاهش آب خروجی از چاه می‌شود.	رسوب مواد جامد اشباع حل شده در آب، غالبا کربنات کلسیم و منیزیم و نمک های سولفات یا اکسیدهای آهن و سولفید آهن دو ظرفیتی.
* انسداد بیولوژیکی که باعث افزایش افت یا کاهش میزان آب تزریقی به داخل پمپ می‌شود،کاهش آب خروجی از چاه، تغییر رنگ آب چاه، انسداد فیلتر و لوله‌های چاه می‌شود.	اکسیداسیون میکروبی و رسوب نمودن آهن، منگنز و گوگرد و تجمعی از لجن و گل و لای و غالبا همزمان می‌شود با پوسته‌بندی و خوردگی شیمیایی.
* خوردگی پمپ و چاه که باعث کاهش آبدهی و همچنین ماسه‌دهی چاه و گل آلودگی آب می‌شود.	افزایش برخی از پارامترهای شیمیایی آب شامل سولفید هیدروژن، نمک طعام، انسداد بیولوژیکی و الکترولیتی ناشی از جریان های سرگردان و به کار بردن برخی از مواد در زمان طراحی چاه.
* خرابی ساختمان چاه که باعث نابودی چاه می‌شود.	جابجایی‌های ناشی از تکتونیک، فرو نشست زمین، عدم استفاده از لوله جدار در چاه‌هایی که در سازندهای سخت ریزشی و یا حاوی حفره و غار حفر شده اند، خوردگی لوله جدار و اسکرین، عدم کاربرد لوله جدار مناسب، عدم سرویس به موقع چاه و عوامل دیگر

از مهم‌ترین مشکلات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

omoorepeyman.ir

۴-۳-۱- کاهش آبدهی و تغییر کیفیت آب چاه

تغییرات سطح آب زیرزمینی مستقیما تحت تاثیر میزان تغذیه و تخلیه می‌باشد. افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌ها می‌تواند ناشی از بروز خشکسالی‌های پیاپی و یا برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی باشد. هر دوی این عوامل توامان و یا جداگانه افت سطح آب زیرزمینی به صورت ناحیه‌ای (در کل آبخوان) و به‌صورت نقطه‌ای (در چاه آب) را در پی دارد افت ناشی از عوامل مذکور، کاهش بار هیدرولیکی در چاه و نهایتا کاهش آبدهی چاه را در پی خواهد داشت. به‌طور کلی به دلیل اینکه این بند از دستورالعمل خارج از موضوع دستورالعمل می‌باشد لذا به ذکر مباحث بالا اکتفا شده است.

چاه‌های آب پس از حفر، تجهیز و بهره‌برداری تا مدتی ظرفیت آبدهی اولیه خود را حفظ می‌کنند. با گذشت زمان بنا به دلایل متعددی آبدهی چاه کاهش می‌یابد. از دلایل عمده کاهش آبدهی چاه می‌توان به کاهش سطح آب زیرزمینی در آبخوان، رسوب مواد محلول در آب در بخش فیلتر شنی (گراول پک) و انسداد شبکه‌های لوله جدار، رشد باکتری‌ها و نهایتا انسداد بیولوژیکی، ماسه‌دهی و فرسوده شدن تجهیزات چاه اشاره کرد.

تغییر کیفیت آب چاه می‌تواند به سه حالت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی باشد. در حالت فیزیکی رنگ آب می‌تواند به دلایل مختلفی مثل وجود مواد معلق، باکتری‌ها و رسوبات ریزدانه تغییر کند که در نتیجه کدورت آب را در پی دارد.

تغییر کیفیت شیمیایی آب می تواند دلایل متعددی داشته باشد. در برخی حالات به علت برداشت بیش از حد از سفره‌های آبدار هجوم آب‌های شور مجاور آبخوان را به سمت سفره آب زیرزمینی شیرین همراه دارد. این موضوع که در مناطق ساحلی دریاها و دریاچه‌های آب شور بیش‌تر اتفاق می‌افتد، ناشی از افزایش مواد محلول در آب به ویژه کلرید سدیم می‌باشد.

تغییر در بو و مزه آب بیش تر به خاطر نوعی رشد بیولوژیک است بوهای معمولی عبارت از بوی تخم مرغ گندیده، بوی مواد نفتی، بوی خاک، بوی ماهی و بوی مرداب می باشد و خود گاز H_2S (سولفید هیدروژن) در آب باعث بوی تخم مرغ گندیده می شود که ناشی از فعالیت باکتری های احیا کننده سولفات در آب‌های زیرزمینی است. به علت اینکه این باکتری‌ها در زیر پوسته خارجی مواد رسوب کرده فعالیت می‌کنند، بنابراین با کلرزنی این باکتری‌ها از بین نمی‌رود. از بین بردن این باکتری ابتدا مستلزم خروج مواد رسوب کرده و سپس عمل کلرزنی است.

باکتری هایی مثل اکتینومایست و استروپتومایست عامل ایجاد بوی خاک در آب می‌باشند. به علت اینکه این باکتری‌ها تولید هاگ می‌کنند از بین بردن آنها مشکل است ولی با چند بار استفاده از مواد شیمیایی می‌توان هم باکتری‌ها و هم هاگ‌های تازه روییده شده این باکتری‌ها را از بین برد.

بوی مواد نفتی در نمونه آب چاه چنانچه ناشی از نشت هیدروکربن ها به آب زیرزمینی نباشد، می‌تواند به دلیل وجود نوعی باکتری به نام سودوموناس باشد.

omoorepeyman.ir

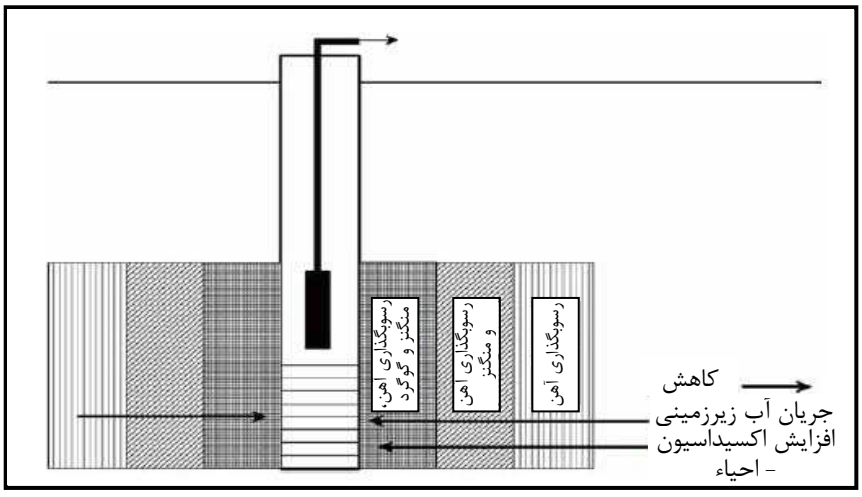
۴-۳-۲- جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی تجهیزات چاه‌های آب[1]

رسوب و تجمع مواد ارگانیک و غیرارگانیک بر روی لوله جدار، اسکرین‌ها و فضای بین عناصر تشکیل دهنده لایه آبخوان اطراف چاه را که تحت شرایط مناسبی به وقوع می‌پیوندد، جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی می‌گویند.

رسوبات حاصل ابتدا با ایجاد ناهمواری‌هایی در محل‌های ورود آب به چاه، افزایش موضعی سرعت جریان و تلاطم و آشفتگی آب را به همراه داشته و نهایتا باعث کاهش آبدهی چاه می‌شوند. جرم گرفتگی می‌تواند از نوع شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی باشد.

۴-۳-۲-۱- جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی شیمیایی[2]

آب زیرزمینی حتی در حالت فوق اشباع معمولا مقداری مواد جامد محلول و گازها را در خود نگهداری می کند. نوع و غلظت گازها میزان کانی‌های محلول در آب زیرزمینی و نحوه رسوب این مواد را تعیین می‌نماید. حرکت کند آب زیرزمینی وقت کافی جهت حل مقدار قابل توجهی از کانی‌ها را به آب می‌دهد. در بسیاری از حالات یک تعادل نسبی از مواد محلول در آب زیرزمینی وجود دارد، اما پمپاژ آب می‌تواند این تعادل را برهم بزند. در واقع آب زیرزمینی اغلب می تواند در ارتباط با اجزای اصلی تشکیل دهنده خود مثل کلسیت، به حالت فوق اشباع برسد. نتیجه این تغییرات می‌تواند باعث رسوب مواد اشباع، شده و نهایتا منجربه جرم گرفتکی یا پوسته‌بندی شیمیایی گردد. در برخی حالات، تغییر حالت فیزیکوشیمیایی آب زیرزمینی می تواند خصوصیات هیدرولیکی آبخوان را به ویژه در زمانی که پمپاژ شروع می‌شود و یا میزان آن تغییر می‌کند، تغییر دهد. (شکل ۴-۱)



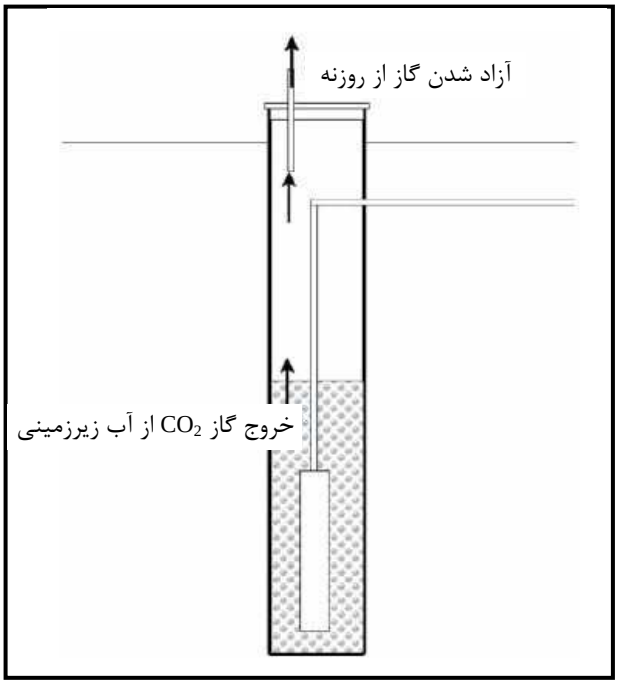
شکل ۴-۱- تغییرات اکسیداسیون و احیا در اطراف پمپ چاه‌های آب (به ترتیب رسوبگذاری آهن، منگنز و گوگرد توجه شود)

امور پیمان
omoorepeyman.ir

1- Well Incrustation
2- Chemical Incrustation

رسوب این کانی‌ها می‌تواند به صورت رسوب سخت و شکننده و یا نرم ولای و لجن مانند باشد. کربنات کلسیم ($CaCO_3$) به‌عنوان یک رسوب محلول در آب‌های شرب یافت می‌شود. آب زیرزمینی مقادیر مختلفی از بیکربنات کلسیم ($Ca(HCO_3)_2$) و دی اکسید کربن (CO_2) را به صورت محلول در خود دارد.

وقتی که پمپاژ یک چاه شروع می شود کاهش سطح آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد و این افت یا فشار بار هیدرولیکی باعث برهم زدن میزان انحلال گاز دی‌اکسیدکربن و نهایتا آزاد شدن آن می‌شود. قابلیت انحلال دی‌اکسیدکربن در آب نسبت به گازهای محلول دیگر، بیش از ۵۰ برابر است و بنابراین آب زیرزمینی گاز CO_2 محلول در خود را به راحتی از دست نمی دهد، مگر اینکه اختلاف سطح آب زیرزمینی در حالت استاتیک و در داخل چاه به حد قابل توجهی برسد که نتیجه آن کاهش فشار و آزاد شدن گاز دی اکسید کربن است. (شکل ۴-۲)



شکل ۴-۲ - آزاد شدن گاز CO_2 از آب زیرزمینی

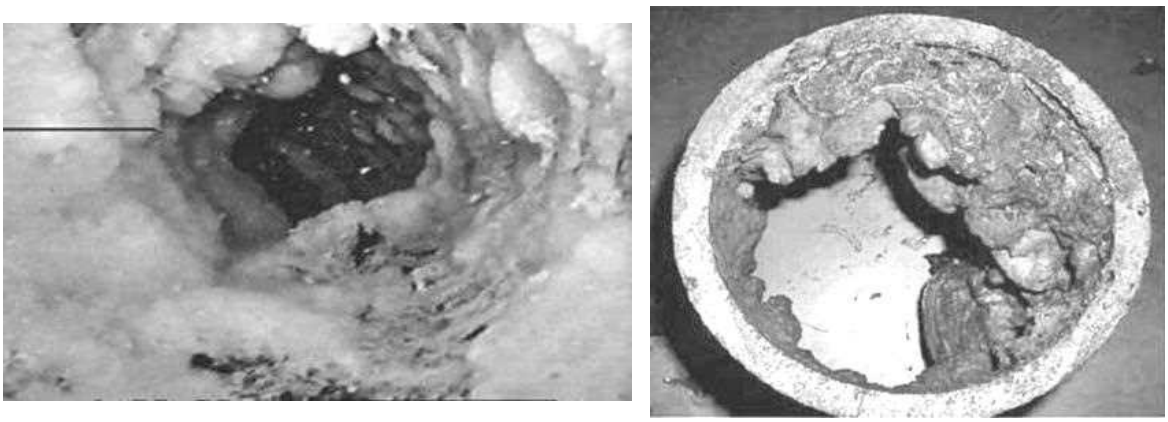
وقتی که در نتیجه افت سطح آب زیرزمینی و کاهش فشار، گاز دی اکسید کربن آزاد می‌شود، بیکربنات محلول ($Ca(HCO_3)_2$) به صورت بیکربنات کلسیم غیرمحلول ($CaCO_3$) در اسکرین و ساختمان چاه رسوب می کند و به همین صورت کربنات منیزیم ($MgCO_3$) نسبت به بیکربنات منیزیم حالتی مشابه دارد.

نتیجه تغییر حالت آب زیرزمینی از احیا کنندگی به اکسیداسیون و از اسیدی به قلیایی باعث رسوب اکسیدها و کربنات‌های آهن و منگنز شود. نتیجه این اکسیداسیون می تواند رسوبات لجن مانند و سیاه یا قهوه‌ای متمایل به قرمزی را از آهن و منگنز به همراه داشته باشد، گرچه میکروارگانیزم‌ها این رسوب‌گذاری را تشدید می‌نمایند.

omoorepeyman.ir

اکسیداسیون و تغییرات PH آب ممکن است در اثر بهره‌برداری بیش از حد از چاه های مجاور و ایجاد آشفتگی در آب زیرزمینی و سرعت ورود اکسیژن به آب زیرزمینی در اثر افت شدید سطح آب زیرزمینی و اکسیداسیون میکروبیولوژیکی، بیش‌تر شود. جرم‌گرفتگی یا پوسته‌بندی شیمیایی همچنین می‌تواند به عنوان عامل ثانوی انسداد بیولوژیکی[1] یا خوردگی[2] در تجهیزات چاه‌های آب باشد. جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی شیمیایی باعث کاهش بازدهی و آبدهی ویژه چاه و کاهش کیفیت آب تولیدی می‌گردد.

جرم گرفتگی شیمیایی عملا به دلیل خصوصیات شیمیایی آب، به طور کامل برطرف نمی‌شود. درصورتی‌که چنانچه در زمان حفر چاه آنالیزهای مناسبی از کیفیت آب زیرزمینی انجام پذیرفته باشد، می‌توان براساس این آنالیزها فضای باز اسکرین را طوری انتخاب نمود که سرعت جرم گرفتگی شیمیایی را کاهش دهد. همچنین با نتایج این آنالیزها می‌توان از اسکرین‌های فولادی ضد زنگ مقاوم در مقابل خوردگی در زمان بازیابی چاه‌های آب، استفاده نمود. (شکل ۴-۳)



شکل ۴-۳- نمونه‌هایی از پوسته‌بندی شیمیایی در تجهیزات چاه‌های آب

۴-۳-۲-۲- جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی بیولوژیکی[3]

رسوب مواد حاصل از فعالیت باکتری‌های احیاکننده سولفات و باکتری‌های آهن خوار جرم گرفتگی باکتریایی یا بیولوژیکی نامیده می شود که به شکل رسوبات ژله‌ای سفت و بقایای موجودات ذره‌بینی و همچنین لجن حاصل از عملکرد موجودات تک یاخته‌ای است که از آمونیاک و مواد آلی تغذیه می‌کنند.

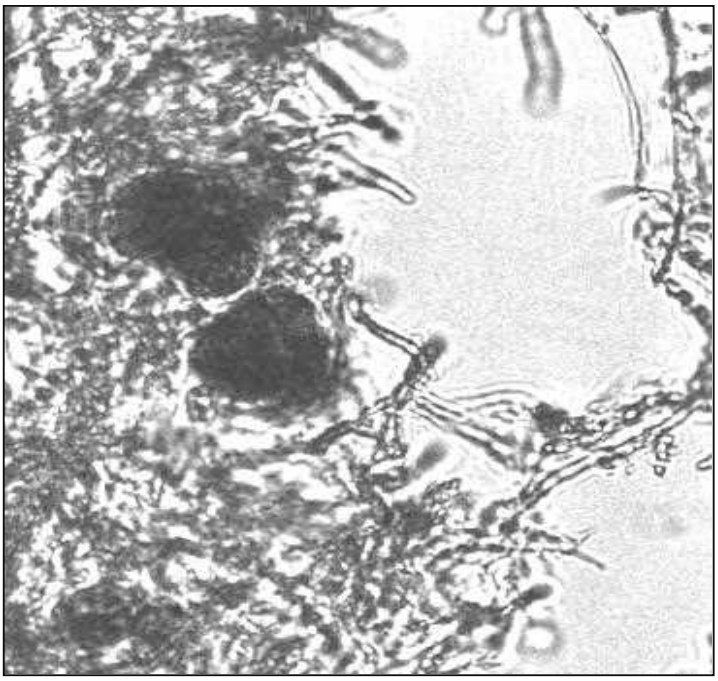
باکتری‌های طبیعی آهن موجود در چاه باعث آلودگی آب نمی‌شوند. وقتی چاهی حفر می‌گردد در حقیقت مجرای فعالی در زمین ایجاد می شود که از طریق آن اکسیژن به اعماق زمین یعنی جایی که قبلا اکسیژنی وجود نداشته است نفوذ می‌کند. با بهره‌برداری از چاه، میکروارگانیزم‌های طبیعی موجود شروع به فعالیت در اطراف چاه می‌کنند. هر چقدر میزان بهره‌برداری بیش‌تر باشد، مقدار بیش‌تری مواد آلی و غیرآلی وارد محیط آب‌های زیرزمینی می‌شود که می‌تواند پتانسیل رشد باکتری و رسوب مواد را افزایش دهد. به طور کلی بایستی به این نکته اشاره کرد

1- Biofouling
2- Corrosion
3- Biological Incrustation

omoorepeyman.ir

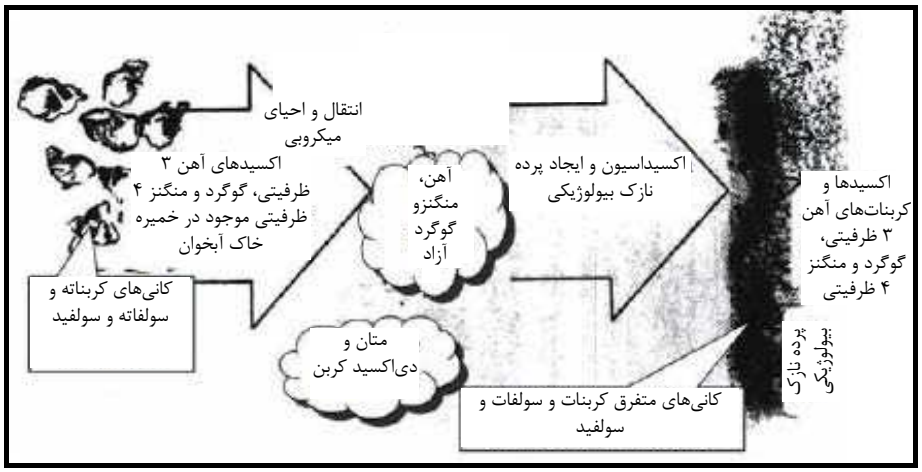
که باکتری ها به طور طبیعی در چاه وجود دارند که فراوانی آنها توسط عواملی از قبیل کربن آلی قابل دسترس، نیتروژن، فسفر، گوگرد، رطوبت، اکسیژن، PH، گیرنده‌های الکترون، خورده شدن توسط شکارچیان، مهاجرت و همچنین عوامل زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی مثل قابلیت هدایت هیدرولیکی آبخوان و ترکیب لیتولوژی لایه های آب دار کنترل می‌شود.

باکتری‌ها به دو دسته هوازی و غیرهوازی تقسیم می‌شوند. بیش از ۹۰ درصد باکتری‌های موجود در آبخوان‌ها، هوازی هستند که یا از اکسیژنی که مستقیما از طریق حفر چاه در آبخوان وارد شده استفاده می کنند و یا از سایر پذیرنده‌های اکسیژن مثل نیترات، گاز کربنیک، سولفات و اکسید کانی‌ها به جای اکسیژن استفاده می کنند. باکتری های آهن خوار از نوع بی‌هوازی (به جز باکتری های احیا کننده سولفات) به اندازه باکتری های هوازی مشکل‌ساز نیستند، هرچند که این باکتری ها مسایلی را در زمینه خوردگی لوله جدار و بو و مزه آب ایجاد می کنند، اما مقدار رسوبی که از این باکتری‌ها (غیرهوازی) ایجاد می‌شود به مراتب کم‌تر از رسوب ناشی از فعالیت باکتری‌های هوازی است. (شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵)



شکل ۴-۴- جرم گرفتگی ناشی از فعالیت باکتری‌های آهن

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۵- نحوه حرکت و انتقال گوگرد، منگنز و آهن در آبخوان (دیاگرام شماتیک فعالیت‌های بیولوژیکی که باعث عمل اکسیداسیون - احیا در آبخوان می‌شود)

۴-۳-۲-۳- جرم گرفتگی یا پوسته‌بندی فیزیکی[1] یا رسوب مواد معلق

گرفتگی یا انسداد بخش مشبک لوله جدار یا اسکرین‌ها و فضاهای خالی بین دانه‌های تشکیل دهنده آبخوان، توسط مواد دانه‌ریز مانند ماسه، سیلت و یا گل حفاری باقی مانده در چاه، شکل عادی و معمول جرم گرفتگی فیزیکی می‌باشد که معمولا جرم گرفتگی راکد نامیده می‌شود. اطلاق این عبارت به این دلیل است که ذرات ماسه و سیلت در مقابل پاک کننده‌های شیمیایی مقاوم بوده و می‌توانند مشکلات زیادی در آبدهی چاه‌ها ایجاد نمایند. علت این جرم گرفتگی را می‌توان به عدم توجه کافی در هنگام شستشو و توسعه چاه پس از حفر و یا عدم رعایت اندازه دانه‌ها در زمان گراول پکینگ و همچنین ماسه‌دهی چاه‌ها مرتبط دانست.

۴-۳-۳- خوردگی تجهیزات چاه‌های آب[2]

خوردگی تجهیزات چاه‌های آب یک پدیده پیچیده در چاه‌های آب می‌باشد. اصطلاح خوردگی به هر نوع پوسیدگی و فرسودگی تجهیزات چاه‌های آب اتلاق می‌شود که ناشی از آزاد شدن یون‌های فلزی تجهیزات چاه‌های آب در تماس با آب زیرزمینی، می‌باشد.خوردگی می‌تواند از نوع الکترولیتی، الکتروشیمیایی، و میکروبیولوژیکی باشد. دلایل خوردگی می‌تواند ناشی از ترکیب کیفی آب شامل میزان سولفید (H_2S یا S^2) و یون کلر(Cl) و الکترونهای ناشی از جریان‌های الکتریکی سرگردان باشد. هرچند که اکثر خوردگی‌ها می‌تواند منشا بیولوژیکی داشته باشد. شرایط خوردگی به دلیل عدم انتخاب پمپ و لوله و اسکرین مناسب می‌تواند تشدید شود. خوردگی می‌تواند تاثیرات ثانوی مثل ماسه‌دهی پمپ، تغییر کیفیت آب زیرزمینی (به‌ویژه افزایش میزان فلزات در آب)، انسداد ثانوی[3] و ریزش و فروریختگی ساختمان چاه را به همراه داشته باشد. خوردگی فلزات هم در آب‌های شیرین و هم در آب‌های شور همیشه در اثر واکنش‌های

1- Physical Incrustation
2- Corrosion of Water Wells Instruments
3- Secondary Clogging

omoorepeyman.ir

الکتروشیمیایی است. هرچند که آب خالص به علت تمایل به جذب یون ها می تواند به شدت خورنده باشد اما عمدتا یک الکترولیت ضعیف است که به عنوان محلول غیرهادی در مقابل الکتریسیته می‌باشد ولی آب دریا و دیگر آب‌هایی که مواد جامد زیادی را در خود حل نموده‌اند (دارای T.D.S بالایی می‌باشند.) الکترولیت‌های قویی می‌باشند که با ایجاد جریان الکتریکی موجب خوردگی آهن می‌شوند.

$$Fe^0 = Fe^{2+} + 2e^- \qquad (۲-۴)$$

یون‌های مثبت موجود در آب مثل (Na^+، Ca^{2+} و غیره) به سمت قطب کاتد (عمدتا به سمت سطح آزاد فلزی) و یون‌های منفی (مثل Cl^-، SO_4^{2-} و غیره) به سمت قطب آند حرکت می‌کنند و باعث ایجاد یک سلول الکتروشیمیایی و یا پیل الکتریکی می‌شود. یک پیل الکتروشیمیایی (سلول گالوانیک[1]) زمانی ایجاد می‌شود که دو سطح فلزی با خصوصیات الکتروشیمیایی متفاوت در تماس با یک محلول الکترولیت قرار بگیرند. این سطوح فلزی ممکن است از دو جنس متفاوت و یا قطعاتی از یک فلز که پتانسیل الکتریکی متفاوتی دارند، باشد.

لازم به توضیح است که خوردگی گالوانیک فقط سهم کوچکی را در خورندگی تاسیسات آب شرب به عهده دارد. در ادامه به انواع خوردگی‌های تجهیزات چاه‌های آب اشاره می‌شود.

۴-۳-۳-۱- خوردگی الکترولیتی[2]

این نوع خوردگی وقتی به‌وجود می‌آید که چاه یا پمپ به عنوان قطب زمین واقع می‌شود. اگر یک خط با ولتاژ بسیار زیاد از بالای چاه عبور کند تجهیزات چاه به صورت قطب زمین عمل خواهد کرد. در این صورت تجهیزات چاه به سرعت خوردگی پیدا خواهند کرد. راه حل این مساله استفاده از اتصالات دی‌الکتریک و یا فلنج‌های عایق است.

۴-۳-۳-۲- خوردگی الکتروشیمیایی[3]

بیش‌تر خوردگی‌ها وقتی آغاز می‌شود که یک سلول الکتروشیمیایی یا پیل الکتریکی در اطراف چاه شکل می‌گیرد. وقتی دو فاز مختلف در چاه وجود داشته باشد، یکی از آنها آند و دیگری کاتد می‌شود و یک سلول الکتروشیمیایی شکل می‌گیرد. فعالیت این سلول تحت تاثیر میزان کل مواد محلول (T.D.S) آب نیز قرار می‌گیرد. مقدار T.D.S روی سرعت انتقال الکتریسیته اثر می‌گذارد. مواد دیگری نیز وجود دارند که باعث تشکیل سلول الکتروشیمیایی می‌شوند. برای مثال H_2S (سولفید هیدروژن)، کلرورها، سولفات‌ها، نیترات‌ها، بی‌کربنات‌ها، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن، سبب شدت خورندگی آب می‌شوند. کلیه یون‌های موجود در آب به علت آن که در میزان هدایت الکتریکی آب موثرند، واکنش‌های شیمیایی را تحت تاثیر قرار می‌دهند و ممکن است سبب رسوب‌گذاری و یا حل آنها شود که خود بر عمل خورندگی تاثیر می‌گذارند.

1- Galvanic Cell
2- Electrolitic Corrosion
3- Electrochemical Corrosion

omoorepeyman.ir

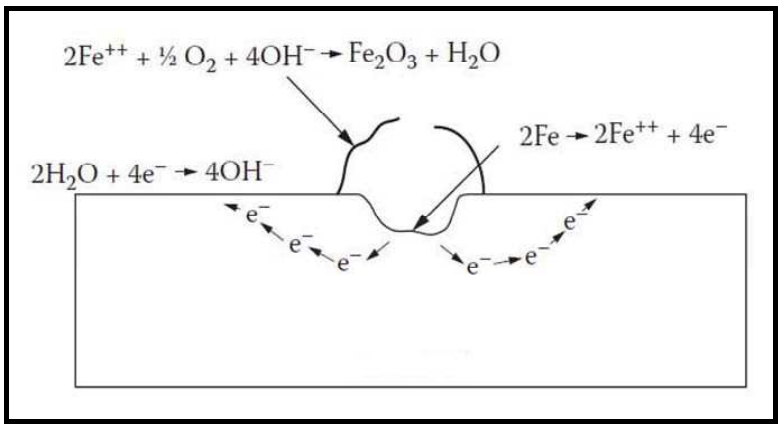
برخی از فعالیت‌های شیمیایی در آب مثل ترکیب یون هیدروکسید (OH^-) با آهن دو ظرفیتی (Fe^{++}) تشکیل هیدروکسیدفرو $Fe(OH)_2$ می دهد که در صورت وجود اکسیژن محلول در آب این ماده به صورت هیدروکسید فریک $Fe(OH)_3$ ظاهر می‌شود که غیرمحلول است و در آب رسوب می‌کند. ترکیب یون کلسیم با بی‌کربنات‌ها نیز در نهایت منجر به تشکیل رسوب کربنات کلسیم می شود. رسوبات به وجود آمده در برخی حالات باعث جلوگیری از خوردگی تجهیزات چاه می‌شوند.

واکنش‌های مذکور را می‌توان چنین نوشت.

$$Fe^0 = Fe^{2+} + 2e^- \qquad (۳-۴)$$

$$4Fe^{2+} + O_2 + 10H_2O = 4Fe(OH)_3 + 8H^+ \qquad (۴-۴)$$

الکترون آزاد شده از آهن در داخل لوله به عنوان یک جریان الکتریکی عمل می‌کند. یون Fe^{2+} در اکثر آب‌های زیرزمینی به‌صورت محلول می‌باشد و بنابراین از قطب آند جدا شده و در آب زیرزمینی پخش می‌شود و با اکسیژن محلول در آب تولید هیدروکسیدفریک ($Fe(OH)_3$) می‌کند. در اثر این واکنش حفره‌ای ایجاد می‌شود که در واقع هسته اولیه خوردگی تجهیزات چاه آب را تشکیل می‌دهد. (شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶- خوردگی در لوله‌های فولادی

لازم به ذکر است که خوردگی فیزیکی ناشی از مکش پمپ و حرکت مواد ریزدانه به داخل چاه، به نوعی در تشدید و افزایش خوردگی شیمیایی چاه‌ها تاثیرگذار می‌باشد.

۴-۳-۳-۳- خوردگی میکروبیولوژی[1]

تعدادی از موجودات تک سلولی مثل باکتری‌های آهن خوار و باکتری‌های سولفات خوار انرژی خود را از ترکیبات محلول در آب، اکسیداسیون فلزات و احیا سولفات ها به دست می آورند. برخی از آنها از ترکیبات ارگانیک تغذیه کرده و پاره ای در محیط‌های دارای هیدروژن و یا اکسیژن رشد می‌کنند.

1- Microbiological Corrosion

omoorepeyman.ir

حاصل عملکرد این باکتری‌ها تولید رسوب هیدروکسید آهن قرمز مایل به قهوه ای، سولفید آهن و لجن می‌باشد.

- باکتری‌های آهن‌خوار[1]

این باکتری‌ها هوازی بوده، از انرژی حاصل از اکسیداسیون و تجزیه بی‌کربنات‌های آهن تغذیه می‌کنند. در این عمل آهن دو ظرفیتی با هیدروکسید (OH^-) موجود در آب تولید محلول هیدروکسید فرو می‌کند که پس از واکنشی دیگر به رسوب هیدروکسیدفریک تبدیل می‌شود. رشد این باکتری‌ها در آب‌های کم عمق با درجه حرارت کم‌تر از ۲۴ درجه سانتی‌گراد و با مجموع املاح کم‌تر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بهتر و سریع‌تر است. آب‌هایی که مقدار اکسیژن آنها بین۰/۳ تا ۹ و مقدار آهن آنها کم‌تر از ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر است، محیطی مناسب برای رشد این باکتری‌ها می‌باشد. تولید لجن در چاه نیز حاصل فعالیت باکتری هایی است که از اکسیژن آزاد موجود در آب چاه استفاده می‌کنند. لجن تولید شده به صورت پوششی بر روی سطح لوله جدار و شبکه های لوله مشبک رسوب می‌کند که در نهایت محیطی غیرهوازی در زیر این پوشش لجنی ایجاد شده که شرایط مساعدی جهت رشد باکتری‌های غیرهوازی را به وجود می‌آورد.

باکتری‌های آهن خوار به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

الف- کوکسی های کپسول‌دار: تنها یک جنس آن به نام سیدروکاپسا[2] شناخته شده است. پیرامون کپسول این باکتری را رسوب‌های سخت و قهوه‌ای رنگ هیدروکسید فریک پوشانده است.

ب- باکتری‌های چسبنده: معروف‌ترین باکتری این گروه،گالیونلا[3] است که دارای زایده‌های نواری شکل از جنس هیدروکسیدآهن می‌باشد. رشد این باکتری در حضور مقادیر زیاد مواد آلی کاهش می‌یابد. محدوده دمایی نسبتا پایین برای رشد این باکتری سبب شده است که در آب سرد چاه‌ها و یا در هنگام زمستان، غالب‌ترین نوع باکتری‌ها در منابع آب باشد. به همین جهت گفته می‌شود که این باکتری مهم‌ترین باکتری آهن در چاه‌های آب است.

ج- باکتری‌های رشته‌ای: این دسته از باکتری‌ها از چهار جنس سرونوتریکس[4]، اسفاروتیلوس[5]، کلونوتریکس[6] و لیپوتریکس[7] تشکیل شده‌اند. باکتری‌های آهن‌خوار گاهی موجب بیماری در میزبان‌های خود می‌شود و بدین لحاظ به باکتری‌های فرصت طلب معروفند.

- باکتری‌های احیا کننده سولفات[8]

این باکتری‌ها غیرهوازی یا بی‌هوازی بوده و در محیط‌های فاقد اکسیژن فعالیت می‌کنند. ماده غذایی اصلی آنها

1- Iron Reducing Bacteria
2- Sidero Capsa
3- Gallionella
4- Crenothrix
5- Spharotilus
6- Colonothrix
7- Leptothrix
8- Sulphate Reducing Bacteria

omoorepeyman.ir

اسیدهای آلی ساده و هیدروژن مولکولی است که از تجزیه مواد آلی طبیعی ساده به دست می آید. حاصل فعالیت این باکتری‌ها هیدروژن سولفوره بوده که عامل اصلی اثرات مخرب این میکروارگانیزم‌ها می‌باشد که ماده‌ای بد بو و سمی است و سبب آلودگی آب می‌شود. رسوب سولفید آهن (FeS) نتیجه این فعالیت است. وجود آب‌های سیاه، قرمز و یا زرد رنگ و بوهای متعفن و ناهنجار را می‌توان به فعالیت این باکتری‌ها نسبت داد. این باکتری‌ها که در اغلب چاه‌های آب یافت می‌شود ماده‌ای به رنگ سبز متمایل به آبی تولید می‌کنند.

- باکتری‌های تشکیل دهنده لایه لزج

بیش‌تر باکتری‌های آهن تشکیل یک لایه لزج می‌دهند که این لایه لزج به صورت رشته‌های پلیمری به عنوان کپسول‌های محافظ اطراف سلول‌ها را در بر می‌گیرد. در داخل این لایه لزج است که بیش‌تر مواد معدنی رسوب می‌کند. این گروه باکتری‌ها انفرادی نبوده، بلکه به هم وابسته‌اند که شناخت آنها در بازیابی چاه‌های آب مهم است.

۴-۳-۳-۴- انواع مختلف خوردگی

رایج‌ترین خوردگی‌هایی که در چاه‌های آب پدید می‌آیند عبارتند از:

- خوردگی شیمیایی مستقیم

بر اثر این پدیده سطح فلز یا لوله جدار چاه به طور یکنواخت از بین می‌رود و لذا موجب گشاد شدن شبکه‌های لوله می‌گردد. در بسیاری از موارد علت پدید آمدن این نوع از خوردگی مربوط به عوامل فیزیکی، شیمیایی و یا ترکیب هر دو عامل می‌باشد.

- خوردگی انتخابی

دراین خوردگی یکی از فلزات موجود در آلیاژ زودتر از سایرین خورده می‌شود و از ترکیب آن خارج می‌گردد. لذا آلیاژ به شکل اسفنج در می‌آید و ضعیف و سست می‌شود. به عنوان مثال برنج آلیاژی است که در ترکیب آن روی به کار رفته و خوردگی به طور انتخابی فلز روی را از آلیاژ جدا می کند که به خوردگی Dezincification معروف است و یا چنانچه کربن توسط باکتری های احیا کننده سولفات از فولاد کربن دار (لوله جدار فولادی) جدا شود، تبدیل به گرافیت می شود که اصطلاحا به خوردگی GrapHitizotion معروف است.

- خوردگی گالوانیک یا دو فلزی

هرگاه دو فلز با دو جنس مختلف در محلولی هادی قرار گیرد تشکیل یک پیل الکتریکی داده و با برقراری جریان برق بین دو فلز، عمل خوردگی به‌وجود می‌آید. بدیهی است با افزایش جریان الکتریکی، شدت خوردگی فلزات زیاد می‌شود. خوردگی اسکرین‌ها اغلب از نوع گالوانیک است.

omoorepeyman.ir

از انواع دیگر خوردگی می‌توان به خوردگی باکتریایی یا سلولی، خوردگی لوله جدار ناشی از تماس با سیمان یا بتون دور لوله جدار و خوردگی ناشی از ترک یا شکاف برداشتن لوله جدار اشاره نمود.

۴-۳-۳-۵- مشکلات ناشی از خوردگی در کاهش عمر مفید چاه‌های آب

- گشادشدن شبکه های لوله جدار و در نتیجه ورود تدریجی مواد ریزدانه به چاه و آغاز ماسه دهی و در نتیجه ریزش ناگهانی دیواره چاه و خراب شدن ساختمان چاه
- کاهش مقاومت لوله جدار در مقابل فشار طبقات و در نتیجه تخریب چاه.
- رسوب مواد ناشی از پدیده خوردگی شیمیایی و در نتیجه انسداد اسکرین و شبکه‌های بخش مشبک لوله جدار و کاهش تدریجی ظرفیت بازدهی چاه.

۴-۳-۳-۶- عوامل موثر در خوردگی

- PH آب: هرقدرمیزان PH آب کم‌تر از ۷ باشد، میزان فرسایش و خورندگی آن افزایش می‌یابد.
- اکسیژن محلول در آب: افزایش میزان اکسیژن محلول در آب های اسیدی، خنثی یا آب های با قلیائیت کم، خوردگی را تشدید می‌کند.
- دی اکسید کربن محلول در آب: اگر میزان دی اکسید کربن موجود در آب به بیش از ۵۰ میلی گرم در لیتر برسد، حتی در صورت عدم وجود اکسیژن محلول، عمل خوردگی افزایش می‌یابد.
- املاح محلول در آب: افزایش میزان املاح آب چاه، با میزان خوردگی رابطه مستقیم دارد و چنانچه این میزان به بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برسد بر شدت خوردگی افزوده می‌شود.
- کلرورهای محلول در آب: اگر میزان یون‌های کلرور محلول در آب به بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر برسد در شرایطی که آب اسیدی باشد، با نفوذ به قشر محافظ فلزات و در هم شکستن آنها، پتانسیل فرسایش و خوردگی را تشدید می‌کند.
- دمای آب: به طور کلی واکنش‌های شیمیایی با افزایش درجه حرارت تشدید می‌شود، چون حرارت سبب کاهش خاصیت چسبندگی آب می‌شود و از این رو درجه پراکندگی اکسیژن در آب بیش‌تر می‌شود و موجبات خوردگی شیمیایی و فعالیت باکتری‌های هوازی را فراهم می‌کند.
- اسیدهای آلی: حضور اسیدهای آلی موجب تشدید خوردگی می‌شود.
- سولفات آهن: حضور سولفات آهن نیز سبب افزایش و تشدید خوردگی آب می‌شود.
- وجود باکتری‌های آهن خوار و باکتری‌های سولفات خوار: باکتری‌های آهن خوار از طریق اکسیداسیون آهن فرو به آهن فریک و باکتری‌های سولفات خوار از طریق مصرف هیدروژن مولکولی به شدت خورنده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

- هیدروژن سولفوره، دی اکسید گوگرد و گازهای مشابه: حضور و افزایش مقدار آنها در آب سبب افزایش اسیدیته آب شده و در نتیجه خاصیت خورندگی شیمیایی آب را افزایش می‌دهند.
- نوع و ترکیب فلزات به کار رفته در ساختمان تجهیزات چاه‌های آب یکی از عوامل موثر در خوردگی تجهیزات چاه‌های آب می‌باشد. در آب‌های خورنده اسیدی استفاده از لوله‌های PVC و UPVC توصیه می‌شود ولی چنانچه از لوله‌های فولادی استفاده گردد، باید این لوله‌ها با اکپاژی مناسب که در مقابل خوردگی مقاوم باشند پوشیده شود.

۴-۳-۳-۷- از بین رفتن لوله‌های PVC در چاه‌های آب

لوله‌های PVC به لحاظ مقاوم بودن در مقابل خوردگی، صاف و صیقلی بودن، وزن سبک و قابلیت انعطاف پذیری در تجهیزات چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. پلی‌ونیل‌کلراید (PVC)، فلوئور کربن (به عنوان مثال تفلن) و ترکیبات پلی‌استر به علت مقاوم بودن در مقابل خوردگی به‌صورت معمول به عنوان لوله‌های جدار و اجزای پمپ در چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

هر چند که لوله‌های PVC مورد استفاده در چاه‌های آب از مواد پلاستیکی سخت و محکمی ساخته می‌شوند اما چنانچه دارای درصد قابل توجهی ازمواد پلاستیکی باشند امکان از بین رفتن و تخریب آنها در چاه‌های آب وجود دارد. هیدروکربن‌ها ضمن عبور در لوله‌های PVC، ممکن است در محل اتصالات سست این لوله‌ها باعث ایجاد ترکیبات پلیمری و نهایتا در بعضی از شرایط محیطی آب باعث از بین رفتن این لوله‌ها شوند.

در مواقعی که ترکیبات ارگانیکی در آب زیرزمینی وجود داشته باشد، محل اتصالات لوله‌های PVC در اثر فعالیت ارگانیک‌ها، سست و شکننده می‌شود.

۴-۳-۴- فرسودگی تجهیزات سر چاه

فرسودگی تجهیزات سر چاه مثل لوله‌های آبده خروجی و سر تخلیه پمپ به علت تماس با آب‌های حاوی مواد خورنده و باکتری‌ها، تحت تاثیر خوردگی و رسوبگذاری قرار می‌گیرند اما این تاثیر به شدت خوردگی و یا رسوبگذاری در بخش‌هایی از تجهیزات چاه که در مجاورت و یا زیر سطح آب زیرزمینی قرار می‌گیرند، نمی‌باشد.

۴-۴- کنترل جرم گرفتگی و خوردگی در چاه‌های آب

هم اکنون با توجه به هزینه‌های نسبتا سنگین در حفر و تجهیز چاه‌های آب، لازم است پس از حفر و بهره‌برداری از چاه‌ها، تمهیدات لازم جهت حفظ و نگهداری آنها به کار گرفته شود. از تمهیداتی که در حفاظت از چاه‌ها باید مد نظر قرار داد، کنترل جرم‌گرفتگی و خوردگی در چاه‌هاست. بدیهی است غلفت در انجام عملیات رسوب‌زدایی در کنترل پوسیدگی، باعث کاهش عمر مفید و موثر و در نهایت کاهش ظرفیت بازدهی و از بین رفتن تدریجی چاه می‌شود.

omoorepeyman.ir

به طور کلی هیچ یک از فلزات و آلیاژها در مقابل انواع خوردگی مقاوم نبوده و بسته به شرایط فیزیکی و شیمیایی و باکتریایی آب‌های زیرزمینی، اثراتی از واکنش‌های پوسیدگی برروی لوله جدار چاه ایجاد خواهد شد. بنابراین با اعمال تمهداتی می‌توان اثرات آنها را کاهش داد و یا به تاخیر انداخت که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- در زمان لوله‌گذاری باید دقت شود که خراش یا فرورفتگی یا شکستگی در آن ایجاد نشود.
- با توجه به اینکه دو برابر شدن ضخامت لوله جدار باعث چهار برابر شدن عمر آن می شود، لذا باید از لوله های جدار با ضخامت کافی استفاده نمود.
- تزریق مواد شیمیایی به داخل چاه به منظور کاهش تاثیر عامل خورنده.
- استفاده از لوله‌های جدار مقاوم در برابر خوردگی مثل لوله‌های U.P.V.C.
- استفاده از لوله‌های با پوشش‌های حفاظتی معدنی مانند فلز روی در مورد گالوانیزه کردن آنها و یا کادمیوم و نیکل.
- استفاده از لوله های با پوشش حفاظتی آلی مانند موم، قیر و یا مواد پلاستیکی به منظور عایق بندی و جلوگیری از نفوذ رطوبت و یا جریان‌های القایی.
- ضدعفونی نمودن محیط درونی چاه.

همچنین برای آنکه جرم گرفتگی نیز بر روی لوله جدار و عناصر آبخوان اطراف چاه به حداقل تقلیل یابد باید موارد زیر را کاملا رعایت نمود.

- با توجه به ساختمان زمین شناسی، چاه را باید طوری تجهیز نمود که جریان آب به درون چاه با حداقل مقاومت صورت پذیرد در غیراین‌صورت سطح آب زیرزمینی براثر بهره‌برداری، افت زیادی خواهد داشت که همین امر موجب خواهد شد فشار و در نتیجه شرایط فیزیکی داخل چاه تغییر نماید در این حال دی‌اکسیدکربن بی کربنات های موجود در آب آزاد شده و کربنات‌های غیرمحلول کلسیم و آهن رسوب می‌نمایند.
- سرعت پمپاژ آب باید آنقدر تعدیل گردد تا افت سطح آب زیرزمینی به منظور ایجاد کم ترین تغییرات شرایط فیزیکی در درون چاه، به حداقل ممکن برسد.
- به منظور تقلیل تغییرات شرایط فیزیکی داخل چاه، حتی‌الامکان بهره‌برداری آب به طور مستمر و بدون وقفه انجام شود.
- به منظور جلوگیری از نفوذ هوا و درنتیجه افزایش اکسیژن محلول در آب که سبب فعالیت باکتری ها می شود، درب چاه با نصب توپی کاملا مسدود شود.
- انجام عملیات مرمت و بازیابی چاه‌های آب براساس برنامه‌ریزی مدون به‌صورت هر سه تا پنج سال یک بار.

omoorepeyman.ir

۴-۵- روش شناخت عوامل موثر در کاهش آبدهی چاه‌های آب

وقتی علل مشکلات چاه‌های آب در مورد انسداد و کاهش ظرفیت بررسی می‌شود، اطلاعات مربوط به سطح آب زیرزمینی، میزان پمپاژ، نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه، آزمایش‌های بیولوژیکی، لوگ حفاری و لوله‌گذاری و همچنین تصاویر و فیلم‌های ویدئویی در شناخت مشکلات چاه‌های آب موثر می‌باشند.

با استفاده از نتایج تجزیه شیمیایی آب می‌توان پتانسیل ایجاد رسوب را بررسی کرد. به عبارت دیگر با استفاده از میزان غلظت کاتیون ها و آنیون ها می توان تشخیص داد که احتمالا چه موادی رسوب خواهد کرد. از طرف دیگر با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی می توان به شرایط قلیائیت، سختی کل، pH، درجه حرارت و میزان سولفات‌ها، فسفات‌ها و سیلیکات‌ها پی‌برد. با تجزیه رسوب ته‌نشین شده روی لوله جدار و تجهیزات پمپ می‌توان دقیقا مشخص کرد با چه نوع رسوبی سرو کار دارید و بهترین راه حل چیست؟ البته باید در این مورد دقت نمود که رسوب مورد نظر ممکن است، بیانگر تمام مشکلات چاه نباشد ولی به هر حال بهتر از این است که به صورت حدس و گمان عمل شود.

آزمایش‌های بیولوژیکی نیز یکی از روش‌های شناخت مشکلات چاه‌ها است که می‌توان با توجه به شناسایی آنها عامل انسداد چاه را بررسی کرد. با استفاده از آزمایش‌های بیولوژیکی روی نمونه آب چاه می توان به نوع و تعداد باکتری‌های آهن خوار، باکتری‌های احیا سولفات و باکتری‌های تشکیل دهنده رسوب لزج و غیره پی برد.

استفاده از لوگ حفاری چاه‌های آب در تشخیص انسداد شبکه‌های لوله مشبک نیز مهم است. نوع آبخوان نیز در مساله انسداد باید مشخص شود زیرا پتانسیل انسداد مکانیکی در آبخوان ها متفاوت است. وبه همین منظورآزمایش های فیزیکو-شیمیایی به منظور شناسایی مشکلات چاه و تشخیص روش درمان هر مشکل بر روی آب چاه اجرا می‌گردد.

لیست آزمایش‌های مورد نیاز عبارتند از:

- آزمایش در محل:

این آزمایش‌ها به منظور مقایسه و کنترل جواب نهایی صورت می‌گیرند و شامل مراحل ذیل می‌باشد:

۱- اندازه‌گیری اکسیژن محلول طبیعی (DO)
۲- اندازه‌گیری CO محلول
۳- اندازه‌گیری PH در محل
۴- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) در محل
۵- اندازه‌گیری درجه حرارت آب چاه

- آزمایش‌های آزمایشگاهی:

در صورت نیاز به آزمایش های فیزیکو - شیمیایی حداقل ۱لیتر آب و آزمایش های کامل شیمی- فیزیک، بیولوژیکی، باکتریولوژی و ... حداقل ۵ لیتر آب جهت آزمایش های فرا میدانی مورد نیاز است. جهت ذخیره آب مورد نیاز بهتر است

omoorepeyman.ir

ظرف پلاستیکی (Pet) مورد مصرف ابتدا چند بار توسط آب خروجی چاه شستشو شده و سپس نمونه‌برداری آغاز گردد.

آزمایش‌های مورد نیاز به شرح ذیل می‌باشند:

۱- pH
۲- هدایت الکتریکی
۳- کل جامدات محلول (TDC)
۴- کدورت برحسب NTU
۵- دمای آب در آزمایشگاه
۶- یون‌های مثبت شامل:
- کلسیم
- منیزیم
- سدیم
- پتاسیم
- آمونیوم

۷- یون‌های منفی شامل:
- بی‌کربنات
- کربنات
- سولفات
- کلرور
- نیترات
- نیتریت

۸- آمونیاک
۹- قلیائیت‌ها شامل:
- قلیائیت کل
- قلیائیت ساده
- قلیائیت متیل

۱۰- سختی‌ها شامل:
- سختی کل
- سختی دائم

omoorepeyman.ir

- سختی موقت

۱۱- فلزات سنگین شامل:

- آهن
- منگز
- مس
- روی
- نیکل
- سرب
- جیوه

۱۲- آزمایش‌های میکروبی شامل:

- HPC
- کلی‌فرم‌ها:
  - مدفوعی
  - گرماپای

۱۳- آزمایش‌های بیولوژی شامل:

- پلانکتون‌ها
- کرم‌ها (نماتودها)

در انتها با فیلتر کردن رسوبات، باکتری‌های آهن خوار مشخص می‌شوند. جهت تشخیص نوع رسوب‌ها باید در مرحلـه اول مولفه‌های شیمیایی آب محاسبه و میزان یون‌های مثبت و منفی برحسب کربنات کلسیم مطابق جدول (۴-۲) نوشته شود.

جدول ۴-۲- یون‌های مثبت و منفی بر حسب کربنات کلسیم

یون‌های منفی (آنیون‌ها) بر حسب $Caco_3$	یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) بر حسب $Caco_3$
OH^-	Ca^{2+}
Hco_3^-	mg^{2+}
Co_3^{2-}	Na^+
So_4^{2-}	K^+
Cl^-	
No_3^-	

اکنون پس از ثبت وزن معادل کربنات کلسیم هر یک از یون ها شروع به واکنش آنهـا از بـالاترین حجـم مـی‌نمـاییم. سپس باتوجه به درجه سختی هریک از ترکیبات نسبت به انتخاب روش مناسب باز یابی چاه اقدام می‌شود.

درجه سختی برخی از یون‌های منفی مهم به شرح جدول (۴-۳) عبارتند از:

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۳- درجه سختی یون‌های منفی مهم

نام یون	درجه سختی
Hco_3^-	نرم
Co_3^{2-}	نرم
OH^-	نسبتا نرم
So_4^{2-}	سخت
Cl^-	سخت
No_3^-	سخت

با توجه به درجه سختی هریک از یون‌ها اعمال انرژی لازم در هنگام استفاده از روش‌های مافوق فشار قوی آب و ضربان‌ساز هوا انجام می شود. همچنین با توجه به شکسته شدن رسوبات سخت با استفاده از ضربه نیاز است جهت بالا بردن راندمان سیستم، صوت با زمان طولانی‌تر بر آنها اعمال گردد.

بررسی‌های ویدئویی چاه‌های آب شاید مهم‌ترین وسیله جهت تشخیص مشکلات چاه‌های آب باشد.

۴-۵-۱- روش چاه‌نگاری[1]

چاه‌نگار[2] دستگاهی است الکترونیکی که با استفاده از دوربین‌های درون چاهی قادر به فیلم‌برداری از درون چاه‌های آب به‌منظور مشاهده ساختمان چاه و مشکلات موجود در آنها می‌باشد. عملیاتی که با استفاده از این دستگاه در درون چاه‌های آب انجام می‌شود را چاه‌نگاری می‌گویند. در واقع عملیات چاه‌نگاری یک نوع آندوسکوپی چاه‌های آب می‌باشد.

۴-۵-۱-۱- اجزای دستگاه چاه‌نگار

یک دستگاه چاه‌نگار از اجزای زیر تشکیل شده است.

- جعبه مرکزی[3]

در جعبه مرکزی وسایل الکتریکی و الکترونیکی گنجانده شده است. کامپیوتر و مانیتور آن و صفحه کلیدهای کنترل، تقویت‌کننده برق و فرمانبرها در این جعبه جای می‌گیرد. ثبت داده‌ها توسط برنامه نرم‌افزاری ویژه‌ای انجام می‌شود که توسط شرکت‌های سازنده دستگاه ساخته می‌شود و ممکن است نرم افزار یک دستگاه با محصولات شرکت دیگر سازگار نباشد.

قدیمی‌ترین سیستم‌های چاه‌نگار از نوع آنالوگ بودند و داده‌های مربوط به سیستم روی نوار ویدئویی VHS ضبط می‌شد، اما این نوع سیستم قدیمی در حال حاضر از رده خارج شده و جای خود را به سیستم‌های دیجیتال داده است. (شکل ۴-۷- الف و ب)

1- Videometry Method
2- Videometer
3- Centeral Box

omoorepeyman.ir

الف

ب

شکل ۴-۷- سیستم چاه‌نگار آنالوگ

- سنسور دستگاه چاه‌نگار

سنسور دستگاه از یک قالب که درون آن دوربین، منبع روشنایی، شیشه محافظ دوربین و یک سری مدارهای الکتریکی نصب گردیده، تشکیل شده است. قالب سنسور باید توانایی مقاومت در مقابل فشار وارده از طرف ستون آب را داشته باشد. هر ۱۰ متر ستون آب معادل یک اتمسفر فشار می باشد و بنابراین این قالب به‌عنوان مثال در چاهی که ستون آبی برابر ۲۰۰ متر را دارا می باشد باید تحمل ۲۰ بار فشار را داشته باشد. قطر خارجی سنسور متناسب با قطر چاه‌های آب ساخته می‌شود. در گمانه‌های اکتشافی در محل سدها و چاه‌های با قطر کم باید از سنسورهای با قطر کم و

omoorepeyman.ir

در چاه‌های بهره‌برداری که با قطر بیش‌تر حفر می‌شوند از سنسورهای با قطر بیش‌تر استفاده نمود. طول و قطر سنسور دستگاه‌های چاه‌نگار ساخته شده توسط شرکت‌های سازنده متغیر بوده به طوریکه برخی کوتاه و برخی بلندتر (به‌عنوان مثال طول ۷۵۰، ۷۷۰ و ۱۱۶۰ میلی‌متر و قطر آنها ۲۱، ۳۶، ۴۰، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۶۰، ۶۵ میلی‌متر متغیر می‌باشد). شیشه سنسور دستگاه نیز باید همانند قالب دستگاه توان مقاومت در مقابل فشار وارده از طرف ستون آب را داشته باشد گذشته از این باید شفاف و فاقد خش باشد. (شکل ۴-۸)

دوربین یا دوربین‌های دستگاه چاه‌نگار یکی از مهم‌ترین اجزای آن می‌باشد به‌دلیل اینکه هر قدر قابلیت وضوح آنها بیش‌تر باشد در ارائه تصاویر شفاف و واضح و درنتیجه تشخیص دقیق مشکلات چاه‌ها کمک بزرگی به متخصصین می‌کنند. برخی دوربین‌ها قابلیت چرخش در دو محور افقی و عمودی را دارا می‌باشند و برخی دید ثابت دارند. قدرت چرخش برخی از آنها بین ۱۰۰± تا ۳۶۰ ± درجه متغیر است.

لنز برخی دوربین ها دارای دیافراگم اتوماتیک و فکوس دستی می باشد و برخی دارای دیافراگم و فکوس ثابت می‌باشند. خاصیت وضوح تصویر دوربین‌های به‌کار رفته در دستگاه‌های چاه نگار توسط شرکت‌های سازنده متغیر است، که در زیر به انواعی از آنها اشاره می‌شود.

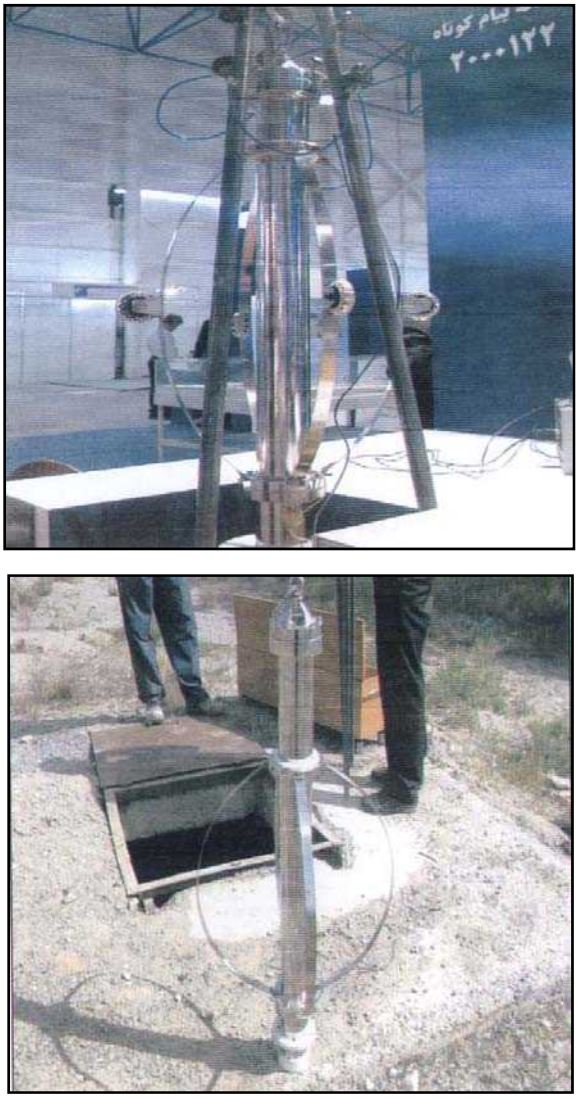
شکل ۴-۸- سنسور دستگاه چاه نگار

- خروجی دوربین به‌صورت دیجیتال یا فرمت AVI به اندازه ۲۴۰ × ۳۲۰ پیکسل (دوربین مدار بسته رابرتسون)
- خروجی دوربین آنالوگ ترکیبی با استفاده از مبدل خارجی A/D دیجیتالی می شود با وضوح ۴۸۰ × ۷۲۰ پیکسل و ۳۰ فریم در ثانیه

omoorepeyman.ir

- خروجی دوربین تصویر فایل AVI با وضوح ۴۲۰ × ۵۶۰ پیکسل
- خروجی دوربین فایل AVI با وضوح ۴۷۰ × ۶۲۵ پیکسل

هرچه قابلیت وضوح تصویر بیش‌تر، کیفیت فیلم برداشت شده بهتر خواهد بود. (شکل ۴-۹)



شکل ۴-۹- سنسور ویدئومتری

- منبع نور دستگاه

منبع نور یا روشنایی در سنسور دستگاه باید طوری تعبیه شود که نور کافی بر منطقه مورد نظر (دیواره چاه) تابیده شود. برخی از سنسورها دارای دو نوع منبع نور از دیودهای چراغ سفید می‌باشند و علاوه برآن یک لامپ هالوژن در بالای محفظه درون سنسور نور می‌تاباند. دیودهای چراغ سفید باعث می‌شوند که در بخش مرکزی تصویر سایه ایجاد نشود. در واقع در مواقعی که نور چراغ دیودها کافی نباشد از نور لامپ هالوژن استفاده می‌شود. (شکل ۴-۱۰)

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۱۰- سه پایه و نحوه استقرار آن

omoorepeyman.ir

- وینچ دستگاه

وینچ دستگاه شامل کابل و قرقره می‌باشد که با توجه به ظرفیت کابل می‌تواند در چاه‌های کم عمق و عمیق مورد استفاده قرار گیرد. شرکت‌های سازنده عمدتا از کابل نوع کواکسیال استفاده می‌کنند که طول آنها می‌تواند از ۵۰ متر در چاه‌های کم عمق تا ۱۲۰۰ متر در چاه‌های عمیق کاربرد داشته باشد. البته با توجه به عمق چاه‌های آب (حداکثر ۵۰۰ متر)، طول کابل بهتر است از ۵۰۰ متر افزایش پیدا نکند چرا که افزایش وزن وینچ را در پی دارد. (شکل ۴-۱۱)

شکل ۴-۱۱- وینچ و کابل جمع کننده

۴-۵-۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی

پس از اخذ فیلم ویدئویی از ساختمان درون چاه و شناسایی مشکلات چاه، بایستی داده‌های ثبت شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و در قالب یک گزارش شامل موارد زیر ارائه گردد:

omoorepeyman.ir

- بررسی وضعیت فیزیکی لوله جدار، لوله مشبک و اسکرین (خوردگی، کج شدگی، فرسودگی، پوسته‌بندی و ...)
- تعیین نوع رسوبات و پوسته‌های لوله جدار و اسکرین با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی و میکروبی آب چاه
- تعیین ضخامت ستون آب موجود در چاه (با استفاده از عمق کلی چاه و عمق سطح آب زیرزمینی)
- تعیین عمق مناسب نصب پمپ با استفاده از عمق نصب لوله‌های جدار، مشبک و اسکرین
- ارائه راهکارها و روش‌های مناسب بازیابی جهت رفع مشکل یا مشکلات موجود

۴-۵-۳- کاربرد ویدئومتر در شناخت عامل یا عوامل کاهش دهنده بازدهی چاه‌های آب و محدودیت‌های آن

دستگاه چاه نگار (ویدئومتر) در شناسایی موارد ذیل در چاه‌های آب کاربرد دارد:

- تعیین وضعیت لوله جدار و اسکرین، میزان خوردگی و گرفتگی شبکه‌های اسکرین و لوله جدار و وضعیت اتصالات آنها
- اندازه‌گیری عمق نصب لوله‌های مشبک و اسکرین
- تعیین جریان‌های عمودی ناشی از نشت فاضلاب، زه‌آب‌ها و آب‌های سطحی به داخل چاه
- تعیین عمق واقعی سطح آب زیرزمینی و عمق کلی چاه
- شناسایی هر گونه مواد خارجی در چاه
- شناسایی درز و شکاف و حفرات موجود در سازندهای سخت و تا حدودی جنس سنگ‌های تشکیل‌دهنده (در چاه‌های فاقد لوله جدار)
- شناسایی مواد هیدروکربنی روی سطح آب (روغن، گازوییل و ...)
- شناسایی محل‌های آسیب دیده لوله جدار (کج شدگی، فرورفتگی، خوردگی و ...)

۴-۵-۳-۱- کاربرد ویدئومتر در چاه‌های لوله‌گذاری شده

- تشخیص پوسیدگی و خوردگی لوله‌های جدار و اسکرین‌ها

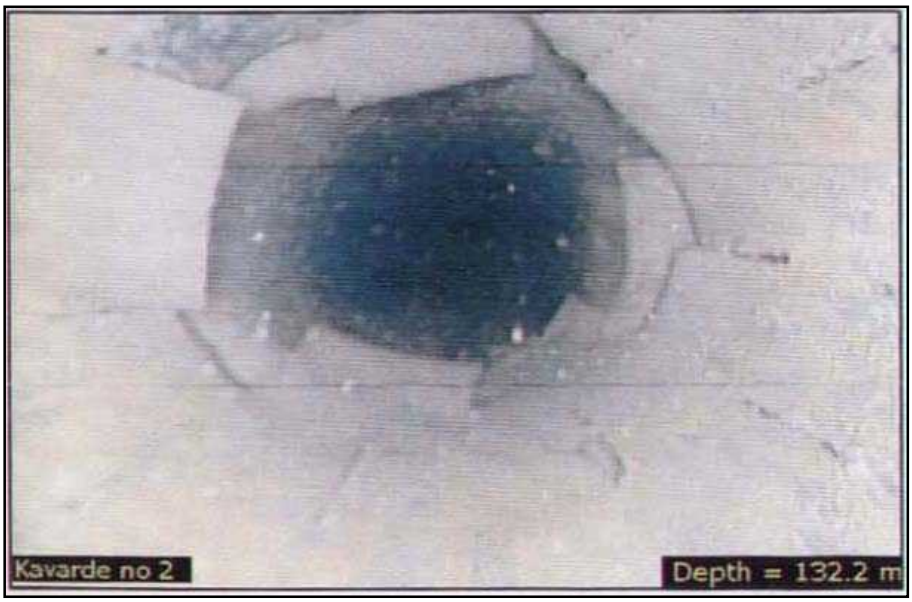
اکثر لوله‌های جدار چاه در تماس مستقیم با آب‌های خورنده، دچار خوردگی می‌شوند. خوردگی لوله جدار در آب‌های با اسیدیته پایین که عمدتا نزدیک و یا در مجاورت مناطق آتشفشانی قرار دارد، اتفاق می‌افتد. (شکل‌های ۴-۱۲ و ۴-۱۳)

omoorepeyman.ir

خوردگی لوله جدار

شکل ۴-۱۲- خوردگی کلسیتی ناشی از خروج گاز دی اکسید کربن ایجاد کربنات کلسیم

omoorepeyman.ir



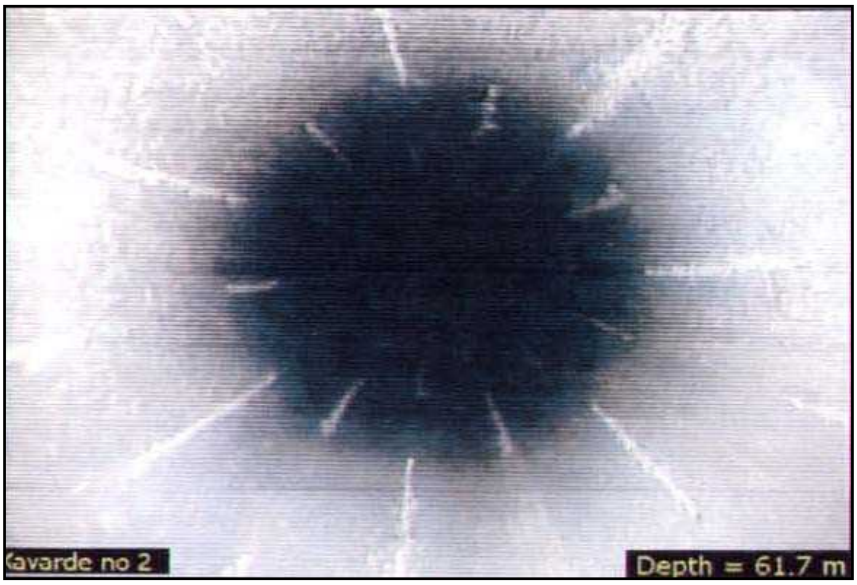
شکل ۴-۱۳- وجود پارگی در عمق ۱۳۲/۵ متری و عدم امکان تصویر برداری از اعماق پایین‌تر

۴-۵-۳-۱-۱- تشخیص گرفتگی و انسداد شبکه‌های لوله جدار و یا اسکرین‌های موجود در چاه

به‌منظور تسهیل ورود آب سفره به داخل چاه، با توجه به ترکیب لیتولوژی آبخوان قسمت هایی از لوله جدار را مشبک می‌نمایند و یا از اسکرین‌های کارخانه ای استفاده می‌کنند. این شبکه‌ها و اسکرین‌ها در مقابل آب‌های رسوب‌زا که عمدتا در مناطق آهکی و یا نزدیک این مناطق یافت می‌شوند، مسدود گشته و مانع ورود آب به داخل چاه می‌شوند که نهایت امر کاهش آبدهی چاه را به همراه دارد. تشخیص شبکه‌ها و اسکرین‌های مسدود شده با استفاده از ویدئومتری بسیار آسان است. (شکل‌های ۴-۱۴ و ۴-۱۵)

شکل ۴-۱۴- انسداد شبکه‌های لوله جدار

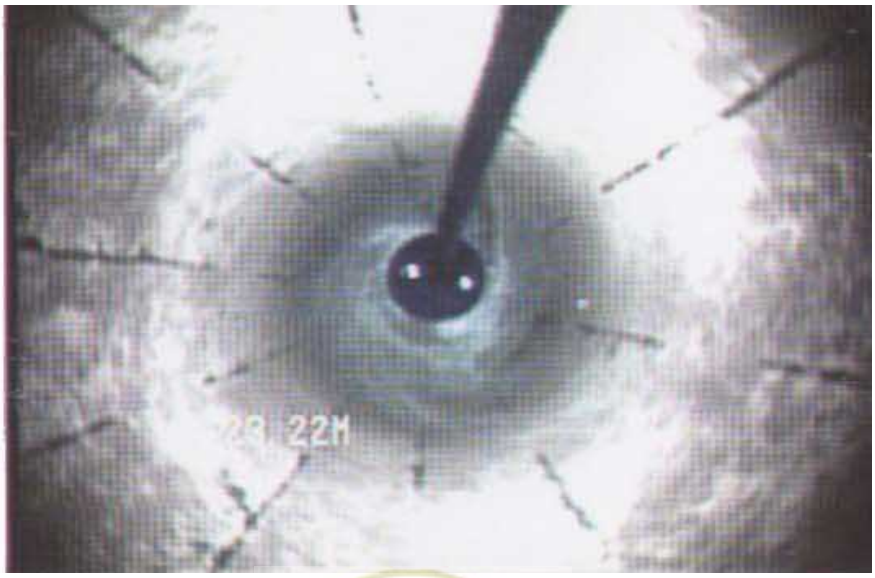
omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۵- انسداد اسکرین به علت وجود رسوبات کلسیتی و نیاز به برس‌زنی

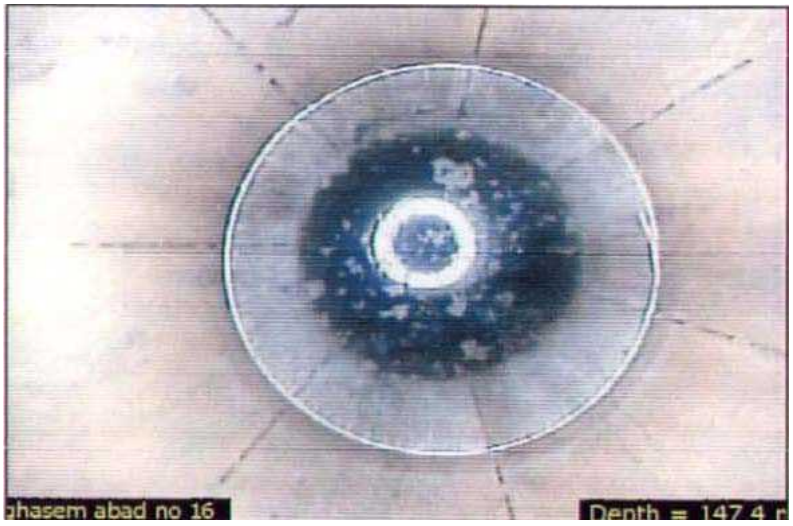
- تعیین دقیق متراژ لوله جدار اعم از مشبک و کور

میزان لوله جدار کور و یا مشبک و همچنین میزان اسکرین به کار رفته شده در چاه با استفاده از عملیات ویدئومتری قابل تعیین است. از طرفی با استفاده از لاگ زمین‌شناسی چاه و نتایج حاصل از ویدئومتری می‌توان تشخیص داد که آیا کارگذاری لوله کور و مشبک در مقابل لایه‌های آبدار و یا لایه‌های ریزدانه به درستی انجام شده یا خیر؟ (شکل‌های ۴-۱۶ تا ۴-۱۸)

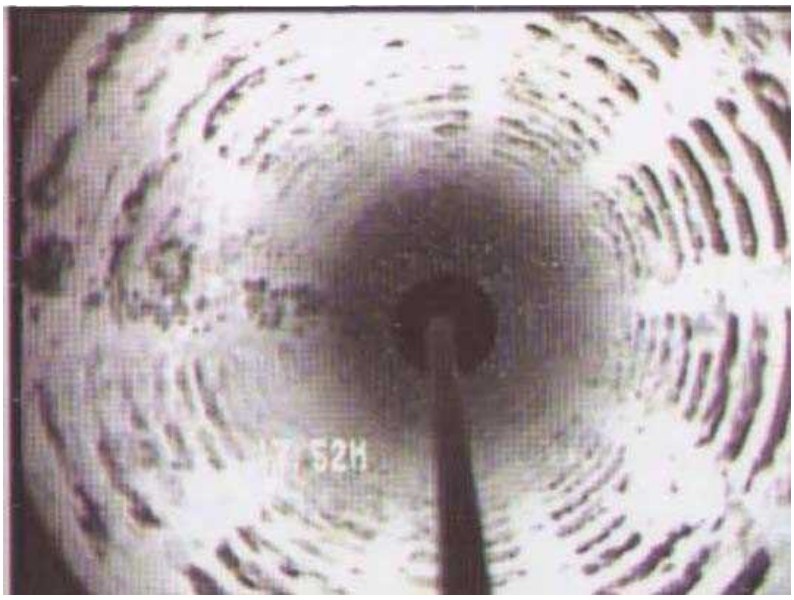


شکل ۴-۱۶- تشخیص شبکه‌های لوله جدار

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۷- شروع لوله جدار مشبک از عمق ۱۴۷/۵۰ متر

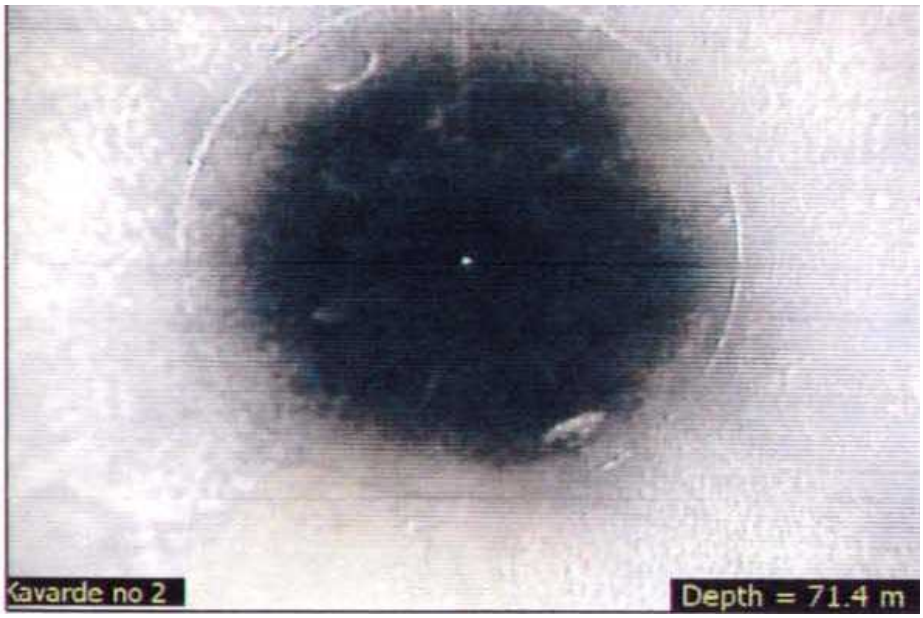


شکل ۴-۱۸- تشخیص شبکه‌های اسکرین

- تشخیص کج شدگی و انحراف لوله جدار

در زمان حفاری چاه چنانچه دستگاه حفاری تراز نباشد و یا به دلایلی دیگر مثل بافت نامناسب و مواد تشکیل دهنده زمین، چاه از امتداد قائم منحرف می‌شود که در زمان لوله‌گذاری عمدتا با مشکل مواجه خواهد شد و حتی نصب لوله جدار باید از طریق ضربه‌زنی انجام گردد. این انحراف توسط دستگاه ویدئومتری قابل تشخیص است. از طرف دیگر در برخی مناطق حرکات مداوم زمین (زمین لرزه) و یا تورم رسوبات دانه‌ریز مثل رس و مارن باعث شکستگی و یا کج شدگی لوله جدار می‌شود که به منصوبات چاه اعم از لوله جدار و پمپ خسارت وارد می کند. این موضوع توسط عملیات ویدئومتری قابل تشخیص می‌باشد. بررسی نتایج ویدیومتری نشان می‌دهد جدار در راستای مناسب قرار دارد و انحراف مشاهده نمی‌شود. (شکل ۴-۱۹)

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۹- بررسی نتایج ویدئومتری جدار

۴-۵-۳-۱-۲- تعیین دقیق عمق سطح آب زیرزمینی در حد سانتی‌متر

به محض برخورد دوربین به سطح آب زیرزمینی می‌توان عمق سطح آب زیرزمینی را از روی شمارشگر دستگاه قرائت نمود. (شکل ۴-۲۰)

شکل ۴-۲۰- سطح ایستابی آب در ۸۴/۱ متری

- تعیین میزان ضخامت ستون آب داخل چاه

با کسر نمودن عمق کلی چاه و عمق سطح آب زیرزمینی، ضخامت ستون آب داخل چاه تعیین خواهد شد.

omoorepeyman.ir

- اندازه گیری بعضی پارامترهای فیزیکوشیمیایی(درجه حرارت، PH، هدایت الکتریکی و....) در صورت نصب سنسورهای مربوطه

چنانچه سنسورهای مربوط به اندازه گیری پارامترهای مذکور بر روی ویدئومتر کارگذاشته شده باشد، می توان مولفه‌های مذکور را اندازه‌گیری نمود و تا حدودی به کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب چاه پی برد.

- تعیین حد انترفاز و زونهای آب شور و شیرین در صورت نصب سنسور مربوطه

چنانچه سنسور مربوط به اندازه گیری هدایت الکتریکی در ویدئومتر تعبیه شده باشد، با استفاده از تغییرات این مولفه در اعماق مختلف به‌ویژه در مناطق ساحلی دریاها و دریاچه‌ها می‌توان به حد انترفاز زون‌های آب شور و شیرین پی برد در این حد قابلیت هدایت الکتریکی آب تغییر قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت که قابل اندازه‌گیری با سنسور مذکور می‌باشد.

۴-۵-۳-۲- کاربرد ویدئومتر در چاه‌های بدون لوله

عمده چاه‌هایی که در سازندهای سخت به ویژه سازندهای کربناته حفر می‌شوند، به دلیل استحکام ستون زمین‌شناسی چاه، لوله‌گذاری نمی‌شوند. کاربرد ویدئومتر در این چاه‌ها به منظور تشخیص جنس لایه‌ها و همچنین آگاهی از وضعیت درزه‌ها، شکاف‌ها و پدیده‌های انحلالی ایجاد شده بسیار مفید خواهد بود. عمق زون‌های خرد شده و کارستیک را می‌توان با استفاده از این دستگاه تشخیص داد.

- تشخیص زون های فرار آب و لایه های آبدار: به علت ناهمگنی سازندهای سخت به ویژه سازندهای کربناته، شرایط ورود آب به داخل چاه و یا فرار آب در کل ستون چاه، یکسان نبوده که این ناهمسانی را می‌توان با استفاده از ویدئومتر در نقاط مختلف چاه تشخیص داد. وجود حفرات انحلالی در سازندهای کربناته، گاهی امکان فرار آب از چاه را میسر می‌سازد که با کاربرد دستگاه ویدئومتری می‌توان با ارائه راهکار مناسب نسبت به مسدود کردن محل‌های فرار آب و استفاده بهینه از آبخوان، اقدام کرد.
- تشخیص دانه‌بندی ستون زمین‌شناسی در چاه‌های آبرفتی: در چاه‌های آبرفتی بعد از برقو زدن و قبل از لوله‌گذاری، می‌توان به وضعیت لایه‌های تشکیل دهنده ستون چاه پی برد و نسبت به انتخاب لوله مشبک و یا اسکرین در اعماق مناسب اقدام کرد. این عمل باعث کاهش هزینه تجهیز چاه می‌شود.
- تشخیص وجود یا عدم وجود انحراف چاه در زمان حفر

۴-۵-۳-۳- کاربرد ویدئومتر در گمانه‌های اکتشافی و مطالعاتی محل سدها

قبل از احداث سد بررسی وضعیت سیستم‌های درز و شکاف و پدیده‌های انحلالی به منظور آگاهی از تراوایی (آبگذری) سازندهای پی سد و طراحی پرده تزریق، لازم و ضروری است که این امر با حفر تعدادی گمانه اکتشافی از نوع

omoorepeyman.ir

مغزه‌گیری[1] و عملیات چاه‌پیمایی و آزمایش نفوذپذیری انجام می‌شود. هر چند که از مغزه‌ها و آزمایش‌های مختلف می توان اطلاعات ذی قیمتی به دست آورد، اما با استفاده از ویدئومتر می‌توان اطلاعات بیش تری از وضعیت و میزان خردشدگی، میزان بازشدگی درزه‌ها و وجود حفرات و کانال‌های انحلالی به دست آورد که در تعیین دقیق‌تر حجم سیمان تزریقی و طراحی پرده تزریق کمک موثری است.

نظر به اینکه قطر حفاری این گونه گمانه‌ها ۷۶ و یا ۱۱۰ میلی‌متر است، حداکثر قطر سنسورهای مورد استفاده در این گمانه‌ها باید بین ۲ تا ۲/۵ باشد.

۴-۵-۳-۴- محدودیت‌های روش چاه‌نگاری

علی‌رغم کمک بزرگی که این دستگاه در شناسایی موارد فوق می‌کند، محدودیت‌هایی از جمله در موارد زیر دارد:

- امکان سنجش کیفیت و تا حدودی کمیت آب چاه وجود ندارد.
- عدم امکان بررسی فضای خارج لوله جدار (بخش گراول پک، بخش مسدود شده توسط سیمان و ...)
- وجود رسوبات ریز و مواد معلق در آب چاه و نهایتا ایجاد کدورت، دقت بررسی‌های ویدئومتری را کاهش می‌دهد.
- در چاه‌های آبی که لایه‌ای از مواد هیدروکربن برروی سطح آب چاه وجود دارد، در هنگام ورود دوربین به آب، مواد مذکور روی شیشه دستگاه می‌نشیند و وضوح تصویر را کم‌تر می‌کند و در برخی اوقات عملا عملیات ویدئومتری را غیرممکن می‌کند.
- در چاه‌های با قطر خیلی کم و خیلی زیاد کاربرد دستگاه ویدئومتری محدودیت پیدا می‌کند.

۴-۵-۴- پیشنهاد روش مناسب جهت بازیابی چاه آب

پس از شناخت عامل یا عوامل کاهش دهنده بازدهی چاه‌های آب شامل گرفتگی، پوسته‌بندی و انسداد و یا خوردگی شبکه‌های لوله جدار و اسکرین‌ها، بسته به نوع عامل یا عوامل کاهش دهنده باید با استفاده از یک یا چند روش که در قبل به آنها اشاره شده، در از بین بردن عوامل کاهش دهنده بازدهی چاه‌های آب اقدام نمود گاهی اوقات به علت عدم شناخت کافی از عوامل مذکور با کاربرد ترکیبی تعدادی از روش های بازیابی به جای بهبود وضعیت چاه، باعث از بین رفتن آن و یا کاهش عمر مفید چاه می‌شویم بنابراین لازم است کاربرد هر یک از روش‌های بازیابی با توجه به نوع عاملی یا عوامل کاهش دهنده بازدهی چاه مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۶- روش‌های بازیابی چاه‌های آب

به لحاظ سنگین بودن هزینه‌های حفر و تجهیز چاه‌های آب، راهکارهای مختلفی به منظور افزایش عمر مفید و جلوگیری از خوردگی و جرم گرفتگی چاه‌های آب به کار برده می‌شود. هیچ راه حل منحصر بفردی برای بازیابی تمام

1- Core Drilling

omoorepeyman.ir

چاه‌ها وجود ندارد.کاربرد روش‌های بازیابی باید متناسب با وضعیت چاه، جزئیات کامل آن (نوع شبکه‌ها و اسکرین‌ها، شرایط فیلتر شنی پشت لوله جدار، نوع و بافت آبخوان) و علت انسداد باشد. امروزه در کشورهای پیشرفته نگهداری و حفظ چاه آب از مهم‌ترین مسایل فنی صنعت آب است که از شروع عملیات حفاری آغاز می‌شود و پس از تکمیل عملیات مقدماتی با انجام تکنیک‌های توسعه و شستشو و در طول مدت بهره‌برداری طی یک برنامه صحیح و دقیق و بالاخره سرویس به موقع چاه انجام می‌شود.

در مرحله حفر و تجهیز چاه باید تمهیداتی به منظور افزایش عمر مفید چاه‌ها به کار گرفته شود که می‌تواند موارد زیر را شامل شود.

- دقت در لوله‌گذاری: در هنگام لوله‌گذاری چاه باید دقت شود لوله به راحتی در چاه نصب شود تا خراش، فرو رفتگی و یا شکستگی در آن ایجاد نشود.
- استفاده از لوله‌های ضخیم با آلیاژهای ضدزنگ (اگر ضخامت لوله جدار دو برابر شود، عمر آن در برابر پوسیدگی چهار برابر می‌شود)
- تزریق مواد شیمیایی به منظور جلوگیری از پوسیدگی و خوردگی
- استفاده از لوله‌های جدار متناسب با کیفیت شیمیایی آب و عمق چاه
- در صورت استفاده از لوله های فلزی، ایجاد پوشش حفاظتی بر روی لوله (این پوشش می تواند از نوع روی، کادمیوم و یا نیکل باشد) توصیه می‌شود.
- استفاده از لوله‌هایی با پوشش حفاظتی مواد آلی مثل موم، قیر و یا مواد پلاستیکی
- ضدعفونی کردن آب داخل چاه (روش معمول آن کلرزنی است)
- تجهیز چاه به نحوی که ورود جریان آب به چاه با حداقل مقاومت انجام شود.
- بهره برداری از چاه باید آنقدر تعدیل گردد تا آنکه افت سطح آب به منظور ایجاد کم ترین تغییرات شرایط فیزیکی داخل چاه به حداقل ممکن تقلیل یابد.
- حتی الامکان سعی شود استحصال آب به طور مستمر و بدون وقفه انجام شود تا تغییر شرایط فیزیکی داخل چاه به حداقل کاهش یابد.
- به منظور جلوگیری از نفوذ هوا و در نتیجه افزایش اکسیژن محلول که سبب فعالیت باکتری‌ها می‌شود درب چاه حتی‌الامکان توسط توپی مسدود گردد.

چنانچه فرض را بر این بگذاریم که کلیه موارد فوق رعایت شود باز مساله خوردگی و جرم گرفتگی پس از مدتی (دیر یا زود) رخ خواهد داد ازاین رو بازیابی چاه‌های آب بنا به توصیه کارشناسان، هر سه تا پنج سال با کاربرد یکی از روش‌ها و یا تلفیقی از روش‌های بازیابی ضروری و الزامی است.

omoorepeyman.ir

به طور کلی روش‌های بازیابی در چاه‌های لوله‌گذاری شده (اعم از آبرفتی و سازند سخت) شامل روش‌های مکانیکی، شیمیایی و هیدرولیکی می‌باشد که به شرح زیر ارائه می‌گردد.

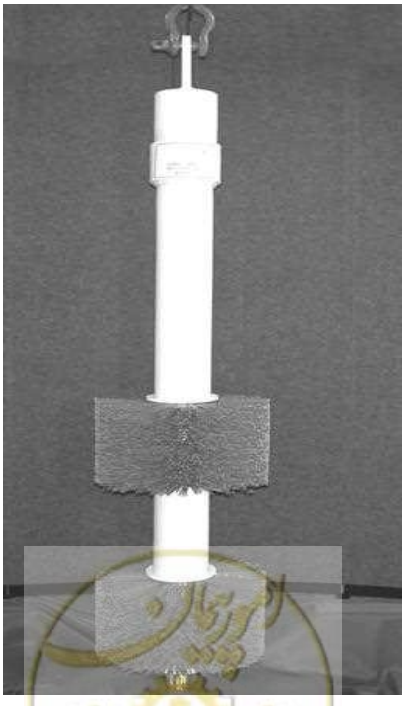
۴-۶-۱- روش‌های مکانیکی

مهم‌ترین روش‌های مکانیکی جهت بازیابی چاه‌های آبی عبارتند از روش برس‌زنی، روش سنبه زنی یا پیستونزنی، روش انفجاری، روش مافوق صوت و روش هوای فشرده که در زیر به آنها اشاره خواهد شد.

۴-۶-۱-۱- روش برس‌زنی

عملیات برس‌زنی لوله جدار چاه ساده‌ترین روش برای تمیز کردن سطح داخلی لوله جدار چاه می‌باشد که به‌صورت دورانی (افقی) و عمودی انجام می‌شود. در حالت برس‌زنی دورانی به علت حرکت دورانی برس منافذ اسکرین توسط مواد جدا شده از سطح لوله تقریبا مسدود می‌شود و این عمل باعث جلوگیری از نفوذ آب به داخل چاه می‌شود. برای پاک نمودن منافذ اسکرین باید با استفاده از حرکت عمودی برس که به صورت رفت و برگشت در درون لوله جدار انجام می‌شود، منافذ اسکرین‌ها تمیز می‌گردد و مواد پر کننده اسکرین به درون چاه سقوط می‌کند.

ذکر این نکته لازم است که در عملیات برس‌زنی به هیچ وجه نباید از برس فلزی استفاده نمود زیرا براساس بررسی های انجام شده استفاده از برس فلزی به دلیل ایجاد خراش و شیار در سطح داخلی لوله جدار، سبب زنگ زدگی و رسوب‌گذاری شدید شده و یا در محیط‌های آبی خورنده، باعث خوردگی شدید لوله جدار می‌گردد. بنابراین در این روش حتما باید از برس‌های پلاستیکی استفاده نمود و کاربرد برس‌های فلزی مجاز نمی‌باشد. (شکل ۴-۲۱)



شکل ۴-۲۱- روش برس‌زنی در چاه‌های آب

omoorepeyman.ir

۴-۶-۱-۲- روش پیستون زنی

به کاربرد این روش در توسعه چاه‌های آب در بخش‌های قبل به طور مفصل اشاره شد.

۴-۶-۱-۳- روش شکستگی صوتی[1]

این روش براساس استفاده از مواد منفجره جهت ایجاد درز و شکاف در سنگ‌ها در فعالیت‌های معدنی، استوار است. این مشاهدات باعث شد که با کاربرد نیترو گلیسرین، دینامیت و سایر مواد منفجره جامد جهت باز کردن و پاک نمودن چاه‌ها استفاده شود. دینامیت و سایر مواد جامد مشابه دیگر که پایدار بوده و به راحتی قابل حمل می‌باشند، با یک کلاهک آتش زنه سبک و توسط جهش ناگهانی الکتریکی توانایی بازکردن درز و شکاف‌ها و زدودن رسوبات جامد چاه‌ها را دارند.

باید توجه نمود که ایجاد انفجار در چاه ها با مواد منفجره مرسوم به مهارت خاصی نیاز دارد که باید فقط توسط افراد ماهر در این زمینه اجرا شود.

این روش برای چندین دهه است که در صنعت آب و نفت مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش با استفاده از خصوصیات ارتجاعی مختلف مواد (لوله های اسکرین، مواد پر کننده فضای بین دانه‌های گراول پک و اطراف آن، رسوبات روی سنگ‌ها و یا رسوبات بین دانه‌های تشکیل دهنده آبخوان) می‌توان رسوبات لوله جدار چاه و رسوبات روی سطوح فیلتر شنی را از بین برد. نیروی لازم تحت تاثیر انفجار با تناوب های مختلف، تامین می گردد. این روش با دو عمل فیزیکی توامان کنترل می‌شود.

ایجاد امواج با فرکانس موزون به منظور از بین بردن مواد رسوبی سخت، باکتری‌ها، و سایر رسوبات دیگر و حتی رسوبات سبک ژیپسی که امکان برطرف کردن آنها از طریق روش‌های شیمیایی تقریبا میسر نیست.

۴-۶-۱-۴- روش سیستم مافوق صوت[2]

امواج بین فرکانس‌های ۲۰ کیلوهرتز (KHZ) تا ۱ گیگا هرتز(GHZ) در گروه مافوق صوت طبقه‌بندی می‌شوند که برای فعال‌سازی چاه، فرکانس‌های پایین، بیش‌ترین تاثیر را دارند. استفاده از امواج مافوق صوت در مناطقی که غیرقابل دسترس می‌باشد، بعد از جنگ جهانی دوم رایج گردید.

در هنگام کار با این روش حباب‌هایی ایجاد می‌شود که این حباب‌ها فشاری تا ۲۰۰۰ بار و گرمایی تا ۵۰۰۰ درجه سانتی‌گراد به صورت نقطه‌ای بر جسم مورد نظر وارد کرده و باعث پاک‌سازی آن می‌شود. در سال ۱۹۹۷ شرکت سونیک با همکاری انجمن آب آلمان اقدام به تاسیس آزمایشگاهی پیشرفته جهت شبیه‌سازی چاه‌های آب تا عمق ۲۰۰ متر نمود و با تست آزمایشگاهی، سیستم مافوق صوت را برای چاه‌های آب ابداع نمود. در رسوب‌زدایی به‌وسیله این سیستم از انتقال انرژی تحت کنترل به وسیله موج استفاده می‌شود که امواج از طریق مبدل‌های مخصوص در محل شیار اسکرین‌ها

1- Sonic Vibratary Disruption
2- Ultra Sound System

omoorepeyman.ir

و لوله‌های مشبک انتشار یافته و باعث ارتعاش گراول‌های پشت لوله مشبک و اسکرین‌ها می‌گردد، سپس رسوبات سست شده و با استفاده از مکش موضعی از لابلای گراول‌ها به بیرون هدایت می‌شوند.

به طور کلی سیستم اولتراسوند مثل دیگر روش ها قابلیت پاکسازی رسوبات با درجه سختی کم و متوسط را دارد و رسوبات با درجه سختی زیاد چنانچه به طور متناوب چندین بار در معرض این امواج قرار بگیرند، قابل پاکسازی هستند.

امواج مافوق صوت حداقل تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در گراول‌های پشت لوله مشبک و اسکرین نفوذ می‌کند و باعث سست شدن رسوبات شیمیایی بین دانه‌های گراول‌ها می‌شود. این امواج همچنین به راحتی توانایی خرد کردن رسوبات داخل شیار اسکرین‌ها و لوله‌های مشبک را دارد. کارآمدی امواج اولتراسوند به صورت قابل توجهی با افزایش فشار(افزایش عمق چاه) افزایش می‌یابد.

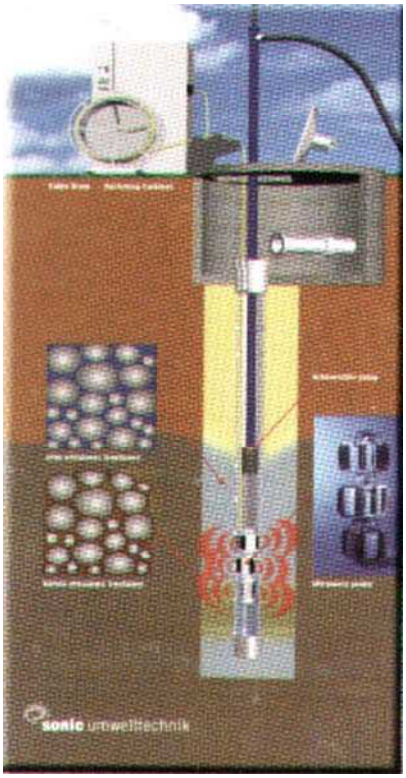
تحقیقات میدانی نشان داده که در محدوده گراول پک یک چاه، پس از انجام عملیات اولتراسوند با افزایش تخلخل و نفوذپذیری و کاهش تراکم مواد رو به رو می شود که این موضوع نشان دهنده پاک سازی کامل چاه از رسوبات به وسیله این امواج می‌باشد.

هر بخشی از چاه تقریبا ۱۰ دقیقه باید در معرض امواج مافوق صوت قرار گیرد به دلیل خاصیت میکروب‌کشی امواج مافوق صوت و از بین رفتن باکتری‌های آهن خوار، سرعت رسوب گرفتگی مجدد تجهیزات چاه کاهش می‌یابد.

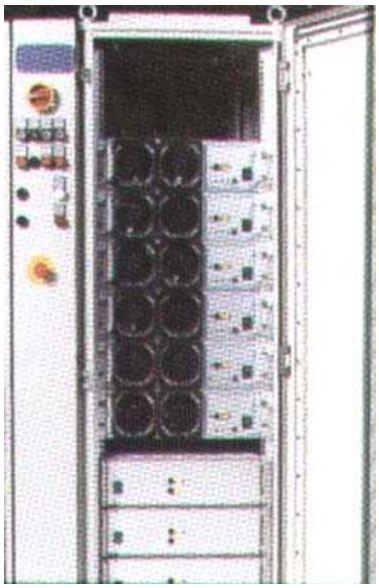
امواج مافوق صوت توسط برق و نوسانگرهای مغناطیسی تولید می شود. حرکات نوسانی دوره ای اطراف منبع تولید، امواج مافوق صوت را تحریک می کند. با تحریک خاصیت الاستیکی مواد، حباب‌های کوچکی تولید می‌شود که استرس مکانیکی همراه این امواج باعث جدا شدن رسوبات می گردد. این امواج معمولا محدوده ای حدود ۰/۳ تا ۱/۲ متر را پوشش می دهند. (شکل‌های ۴-۲۲ تا ۴-۲۴)

شکل ۴-۲۲- دستگاه مافوق صوت

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲۳- موقعیت عملکرد دستگاه التراسونیک در چاه عمیق



شکل۴-۲۴- کنترل پانل دستگاه فراصورت (التراسونیک) با قابلیت تنظیم شدت ارتعاش

به طور کلی مزایای استفاده از سیستم اولتراسوند عبارتند از:

- امکان کنترل کامل عملیات به وسیله اپراتور وجود دارد و به عبارت دیگر انرژی و فشار با توجه به مقدار و نوع رسوبات موجود در ناحیه مورد نظر قابل تغییر و تنظیم است.

omoorepeyman.ir

- عمق نفوذ موثر امواج مافوق صوت در گراول‌های پشت لوله جدار ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد و با توجه به فرکانس‌های بالای دستگاه مافوق صوت ضربه‌های وارد شده بر گراول‌ها ۲۰هزار بار در ثانیه می‌باشد.
- استفاده از این روش هیچ‌گونه استرسی بر بدنه لوله جدار وارد نمی‌کند.
- با استفاده از این روش می‌توان چاه را در حداقل زمان احیا نمود.
- توسط امواج مافوق صوت باکتری‌های موجود در چاه از بین می‌روند.
- خطرات احتمالی برای پرسنل در این روش به حداقل کاهش می‌یابد و در مقایسه با روش‌های مکانیکی و شیمیایی خطرات آن به طور قابل توجهی کم‌تر است.
- با توجه به عدم استفاده از مواد شیمیایی در روش مافوق صوت و عدم تولید مواد شیمیایی ثانویه، اثرات زیست محیطی مخرب و مضر در این سیستم وجود ندارد.

۴-۶-۱-۵- روش هوای فشرده[1]

دستگاه تولید کننده ضربان هوا (AIG) که به آن تفنگ هم گفته می‌شود به منظور اکتشاف نفت از بستر دریا ابداع شده بود ولی در حال حاضر برای احیا چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم با آزادسازی ناگهانی هوای فشرده ضربان‌های[2] پر فشار که قابلیت پاکسازی چاه‌های آب را دارند ایجاد می‌کند. فشار هوا بین ۱۵ تا ۲۰۰ بار و تعداد ضربان‌ها از ۱ تا۱۶ پالس در هر دقیقه متغیر می‌باشد، به علاوه در موارد خاص می‌توان از گاز نیتروژن به جای هوا استفاده نمود. از ویژگی‌های مهم سیستم ضربان ساز، شتاب آن است به طوری که یک دستگاه تولید کننده ضربان، قابلیت ایجاد شتابی بالغ بر یک کیلومتر در مجذور ثانیه ($1Km/s^2$) را دارد.

عدم نیاز به خروج تجهیزات احیا از چاه در حین انجام کار، پیوستگی عملیات، پاکسازی چاه به صورت متوالی و همچنین امکان تزریق مواد شیمیایی به داخل گراول پک از مزایای این روش است.

- مشخصات فنی سیستم ضربان ساز: مشخصات فنی سیستم در جدول (۴-۴) ارائه شده است

جدول ۴-۴- مشخصات فنی سیستم تولید کننده ضربان

شرح	مقدار	واحد
حداکثر قطر چاه برای پاکسازی	۵۰۰	میلی متر
قطر دستگاه	۱۲۲	میلی متر
حجم محفظه هوای فشرده	۲	لیتر
فشار گاز	حداقل۱۵ و حداکثر۲۰۰	بار
فرکانس	۱۶	پالس در دقیقه
انرژی پالس(در فشار۲۰۰بار بدون فشار هیدرواستاتیک)	۷۰۰۰۰معادل ۱۵ گرمTNT	ژول بر پالس
قدرت پالس(در فشار ۲۰۰ بار بدون فشار هیدرواستاتیک)	۷	مگاوات

1- Air Impulse Generator (Air Shock)
2- Pulse

omoorepeyman.ir

- اجزای تشکیل دهنده سیستم تولید کننده ضربان

- مبدل ضربان: با استفاده از مکانیسم موجود در این دستگاه ضربان‌هایی با فرکانس‌های ۱ الی ۱۶ پالس در دقیقه در داخل چاه تا عمق ۵۰۰ متری ایجاد می‌گردد که در نتیجه آن امواج متوالی آب با شتاب زیاد به‌وجود می‌آید. فشار ناشی از افزایش حجم ناگهانی هوا رسوبات روی لوله جدار چاه و منافذ اسکرین را جدا می‌کند و با انتقال این انرژی به پشت لوله جدار چاه کلیه رسوبات تشکیل شده در داخل شیار و گراول پک تحت تاثیر قرار گرفته و از آنها جدا می‌شوند.
- شیلنگ فشارقوی: شیلنگ هوای این سیستم قادر است هوا را با فشار حداکثر ۲۰۰بار تا عمق ۵۰۰ متری به دستگاه منتقل نماید.
- کمپرسور هوا: کمپرسورهای ۴ مرحله‌ای با حجم هوای ۱۵۰۰لیتر بر دقیقه و فشار تا ۳۵۰ بار فشرده‌سازی و تامین هوای مورد نیاز دستگاه ضربان ساز را به عهده دارد.
- سیلندرهای هوا: برای تامین هوای فشرده دستگاه از تعداد ۲۴ سیلندر ۵۰ کیلویی هوا با فشار ۲۰۰ بار استفاده می‌گردد. سیلندرهای مذکور به صورت دو مجموعه مستقل ۱۲ عددی با کلکتور مخصوص، هوای دستگاه را تامین می‌کند.
- قرقره: از قرقره مخصوص برای جمع کردن شیلنگ و جابجایی دستگاه در چاه استفاده می‌شود.
- تابلوی مرکزی: کنترل مجموعه به‌وسیله تابلوی مرکزی صورت می‌گیرد.
- وسیله حمل و نقل: کلیه مجموعه اعم از سیلندرها، شیلنگ، دستگاه ضربان‌ساز و قرقره برروی یک وسیله نقلیه مستقر شده و به محل چاه انتقال داده می‌شود.

- مزایای استفاده از دستگاه ضربان‌ساز

- بدون استفاده از هرگونه مواد منفجره فشار بالا به صورت ضربات تولید می‌گردد. ایجاد ضربان‌های قوی و پیوسته از مزایای این روش است همچنین نیازی به اخذ مجوز برای استفاده از این سیستم (برخلاف روش‌های انفجاری) وجود ندارد.
- برخلاف روش‌های متعارف سنتی با استفاده از این مجموعه بدون وارد کردن آسیبی به چاه تمامی سطح داخلی چاه تمیز می‌شود.
- ضربان‌های هوا برروی رسوبات انباشته شده روی لوله جدار و گراول‌های پشت لوله مشبک، موثر است.
- در این روش فشار و تعداد ضربان‌ها در دقیقه به‌وسیله کاربر قابل کنترل است.
- هیچ‌گونه آلودگی برای سفره آب زیرزمینی به‌وجود نمی‌آورد.
- بازیابی چاه در کوتاه‌ترین زمان ممکن انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۲- روش‌های شیمیایی[1]

این عملیات متناسب با روش حفاری، عمر چاه و ترکیب شیمیایی آب چاه انجام می‌شود. بازیابی چاه‌های آب با استفاده از مواد شیمیایی در بازیابی چاه آب، غلظت و حجم مواد است. گرچه این نکته بدیهی به نظر می رسد اما حجم آب موجود در چاه و یا آبی که باید مواد شیمیایی به آنجا برسد، باید دقیقا محاسبه شود زیرا غلظت کم یا زیاد مواد شیمیایی مورد نیاز در نظر گرفته می شود. غلظت ماده شیمیایی باید به حدی باشد که توانایی حل رسوبات موجود در روی لوله جدار، شبکه‌ها و همچنین رسوبات بین خلل و فرج دانه‌های فیلتر شنی (گراول پک) را داشته باشد.

یکی از روش‌های بازیابی شیمیایی استفاده از اسید می‌باشد. این روش به اسیدشویی یا تزریق اسید معروف است. اسید کلریدریک یکی از اسیدهایی است که در شستشوی چاه‌ها و از بین بردن رسوبات موثر می‌باشد. لازم به ذکر است که قبل از انجام عملیات به منظور تاثیر بیش‌تر مواد شیمیایی بر روی رسوبات، بازیابی اولیه چاه به روش‌های برس زدن، استفاده از هوای فشرده و سونار- جت توصیه می‌شود.

خوردگی چاه توسط اسید را می‌توان با کاربرد مواد بازدارنده[2] کنترل کرد. یکی از این مواد رودین[3] است که رودین - ۱۰۰ و رودین-۱۰۳ برای آب خطری ندارد در ادامه به نحوه استفاده از اسیدها در بازیابی چاه‌های آب اشاره می‌شود.

۴-۶-۲-۱- تزریق مواد متفرق کننده

چاه‌هایی که به روش دورانی همراه با گل حفاری، حفر می‌شوند باید برای پاک‌سازی آنها از ذرات گل حفاری از مواد متفرق‌کننده استفاده کرد. عملیات بازیابی چاه‌های آب با تزریق مقدار متناسبی از مواد متفرق کننده به داخل چاه آغاز می‌شود تا کلیه ذرات گل باقی‌مانده در چاه که خود مانع عبور ذرات ریز دانه و در نتیجه کاهش نفوذپذیری آبخوان می‌گردد از آن خارج شده تا ساختار آبرفتی اطراف چاه کاملا از این عناصر پاکسازی شود. بدیهی است این موضوع باعث افزایش ظرفیت آبدهی چاه می‌شود

۴-۶-۲-۲- استفاده از اسیدها در بازیابی چاه‌های آب (اسید شویی)[4]

اسیدها در از بین بردن رسوبات شیمیایی در آبخوان های سنگی کربناته و انحلال اکسیدهای اهن و منگنز و رسوبات کربناته مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسیدها همچنین با ایجاد شوک یونی به میکرو فلورای موجود در آب‌های با PH معمولی، خاصیت ضدباکتریایی و میکروبی نیز دارند.

1- Chemical Methods
2- Inhabitors
3- Rodine
4- Acidizing

omoorepeyman.ir

البته همه اسیدها برای بازیابی چاه‌های آب نمی‌توانند موثر واقع شود. معمولی ترین اسیدهایی که در بازیابی چاه‌های آب کاربرد دارند عبارتند از اسید موریاتیک با نام صنعتی اسید کلریدریک (HCL)، اسید سولفامیک (H_3NO_3S) و هیدروکسی استیک ($C_2H_4O_3$) و همچنین اسید فسفریک.

- انواع ترکیبات اسیدی

- اسید موریاتیک (اسید کلریدریک) یکی از قوی‌ترین اسیدهایی است که برای رسوب زدایی چاه‌های آب از آن استفاده می‌شود. این اسید چنانچه با غلظت مناسب به کار برده شود تاثیر آن برخوردگی اسکرین، لوله جدار و اجزا پمپ به حداقل می‌رسد.
- اگر چه این اسید اغلب به عنوان یک اسید قوی جهت پاکسازی چاه‌های آب استفاده می‌شود اما تاثیری بر رسوبات آهنی حاصل از فعالیت‌های بیولوژیکی که اولین مشکل در بسیاری از چاه‌های آب شرب، چاه‌های مشاهده‌ای یا رفتار سنجی و چاه‌های بهره‌برداری می‌باشد ندارند و ضمنا حمل آن خطرناک می‌باشد. در هنگام کاربرد این اسید باید از لباس‌های حفاظتی مخصوص و دهان بند طبی (ماسک) استفاده نمود. چنانچه در حین کار برروی هر شی یا اعضای بدن ریخته شود، باید فورا شسته شده و برطرف گردد. بخارات سمی این اسید در حین کار به سرعت از چاه خارج می شود که استنشاق این بخارات سمی می تواند باعث مرگ انسان شود. در صورت تماس با بدن انسان، می‌تواند آسیب جدی به بافت‌های بدن برساند. به خاطر این‌که این اسید خیلی قوی می‌باشد و باعث کاهش PH آب چاه به کم‌تر از ۱ می‌شود (PH<1)، لذا چنانچه به طور وسیع با مواد درون چاه خنثی نشود، بسیار خورنده می‌باشد و همین امر باعث می‌گردد که عملیات بازیابی به طور مناسب انجام نشود.
- اسید کلریدریک به علت خاصیت آلوده کنندگی، ممکن است به عنوان یک ماده قابل قبول در بازیابی چاه‌های آب مورد مصرف قرار نگیرد.
- اسید سولفامیک (H_3NO_3S) که به حالت دانه های جامد وجود دارد اگر در آب حل شود اسیدی قوی تولید می‌کند. اسیدسولفامیک را نباید با اسید سولفوریک که مایعی زرد رنگ می‌باشد، اشتباه گرفت و به دلیل اینکه تولید مواد غیرمحلول می‌کند و هرگز در پاک‌سازی چاه‌های آب به کار برده نمی‌شود.

اسید سولفامیک خیلی ارزان‌تر از اسید کلریدریک است، اما نسبت به آن قدرت پاکسازی کم تری دارد. اسید سولفامیک، به علت اینکه به صورت جامد است خیلی راحت قابل حمل و نقل می باشد. اسید سولفامیک به علت خشک و جامد بودن تولید بخار نمی کند و در صورت تماس با پوست خشک ایجاد سوزش نمی نماید. این اسید برروی سطوح اجسام به راحتی قابل پاک شدن است. بنا به دلایل مذکور اسید سولفامیک به عنوان بهترین اسید در پاکسازی چاه های آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسید سولفامیک به علت اینکه جامد است می‌توان به راحتی آن را در ستون آب چاه

omoorepeyman.ir

انداخت اما بهتر این است که دانه های جامد این اسید را قبلا در سطح زمین در یک تانکر آب حل نموده و سپس به درون چاه تزریق کرد.

در زمان پاک‌سازی چاه با این اسید و یا در هنگام مخلوط کردن آن با آب در سرچاه، مقدار کمی بخار یا گاز سمی خطرناک از محلول آزاد می‌شود، بنابراین لازم است به منظور جلوگیری از هر نوع خطری تهویه مناسب صورت گیرد.

موقع کاربرد این اسید چنانچه با مواد بازدارنده مخلوط شود مقدار کمی خوردگی در پمپ، اسکرین و لوله جدار ایجاد خواهد شد.

در مواقعی که این اسید با اسید کلریدریک برای پاک سازی چاه‌های آب مخلوط می‌شود و به طور تکراری در چاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد حتی برروی اسکرین‌های فولادی ضد زنگ نیز خوردگی کمی ایجاد می‌نماید. اسید سولفامیک تاثیر زیادی در انحلال رسوبات کربناته دارد.

عملکرد اسید سولفامیک در مقابل ترکیبات سولفاته اصلی مقداری محدودیت دارد و به تنهایی نمی‌تواند این ترکیبات را به خوبی حل کند. این اسید می تواند پوسته‌ها و رسوبات منگنزی و آهنی را به کندی حل نماید، بنابراین لازم است در موارد این چنینی از اسیدهای مناسب دیگر استفاده نمود.

اسید سولفامیک بهترین اسید برای اسیدشویی در بین ترکیبات اسیدهای ارگانیکی می باشد. به عنوان یک ماده تجارتی، اسید سولفامیک حتی در غلظت‌های پایین هم ایجاد آلودگی می کند. این اسید به محض مخلوط شدن با آب تولید آمونیاک می‌کند، بنابراین استفاده از دهان بند طبی (ماسک) ضروری است.

- اسید فسفریک و یا ترکیبات آن در کارخانجات صنعتی که آب مورد نیاز آنها از آب های زیرزمینی تامین می‌شود، کاربرد گسترده‌ای دارد. همان‌طور که قبلا گفته شد تعدادی کار برد مفید دارد اما در زمان کاربرد این اسید، رسوب فسفر را به جای می‌گذارد که می‌تواند اکسیده شده و تبدیل به فسفات شود که انرژی لازم جهت تنفس و سوخت و ساز باکتری‌ها را فراهم می‌نماید که مضر می‌باشد. هر چند با کاربرد این اسید غشاهای زنده[1] از بین می‌رود، اما شرایط برای ایجاد توده‌های زنده[2] برروی لوله جدار و تجهیزات چاه فراهم می‌شود.
- اسید هیدروکسی استیک که به نام اسید گلی‌کولیک نیز شناخته می‌شود، یک اسید ارگانیکی مایع می‌باشد که با غلظت‌های ۷۰ تا ۹۵ درصد در بازار موجود می‌باشد. از نظر ترکیب شیمیایی شبیه اسید استیک (سرکه) می‌باشد اما با PH زیادتر و همچنین تاثیر زیاد تر بر روی نمک‌های بازیک به‌ویژه کربنات‌ها. با کاربرد این اسید نتایج عالی در پاک‌سازی و از بین بردن رسوبات آهن و دیگر انواع رسوبات بیولوژیکی از چاه‌های آب، به دست آمده است. به دلیل اینکه این اسید خورنده نمی‌باشد و اکسیده نمی‌شود و به مقدار کمی بخار سمی تولید می‌کند و به سرعت مصرف می‌شود یا تحلیل می‌رود کاربرد آن آسان و راحت است. با این حال یک اسید قوی مایع می‌باشد که هنگام کاربرد آن، رعایت مسایل ایمنی ضروری است. این اسید همانند اسیدهای مایع دیگر در هنگام حمل و نقل باید برچسب

1- Biofilm
2- Biomass

omoorepeyman.ir

داشته باشد. اسیدهیدروکسی استیک به علت خصوصیات باکتری کشی و پاک نمودن رسوبات فلزی در پاک سازی چاه‌های آب که مشکل انسداد بیولوژیکی دارند، خیلی موثر می‌باشد. این اسید در آب تولید PH معادل ۲ تا ۳ می‌نماید و به همین لحاظ نسبت به اسید کلیریدریک و اسید سولفامیک ضعیفتر است، به همین دلیل باید یا زمان بیش تری در تماس با آب جهت پاکسازی چاه قرار بگیرد و یا اینکه به منظور کاهش دادن PH آب با اسید سولفامیک مخلوط گردد تا قدرت از بین بردن رسوبات را داشته باشد.

- اسیدهای ارگانیک دیگر نیز برای از بین بردن رسوبات و پاک کردن چاه مورد استفاده قرار می‌گیرند به عنوان مثال اسید اگزالیک (Oxalic Acid) در آب‌هایی که میزان کلسیم آنها پایین است، می‌تواند به عنوان عملیات مقدماتی اسید شویی مورد استفاده قرار گیرد. کاربرد این اسید همچنین در چاه هایی که غلظت یون کلسیم (Ca^{2+}) از مقدار مورد نظر کم‌تر است جهت حمله به رسوبات بیولوژیکی می‌تواند مفید باشد.

- کاربرد روش‌های اسید شویی

مقدار اسیدی که جهت پاکسازی مورد استفاده قرار می گیرد باید به اندازه‌ای باشد که توانایی تاثیرگذاری بر روی چاه را داشته باشد و محیط نزدیک آن‌را تحت تاثیر قرار دهد. اسید را می‌توان توسط روش پیستون زنی، روش جت یا روش ایرلیفت و یا با استفاده از دستگاه‌هایی که جهت شکست هیدرولیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تزریق نمود. در چاه های اسکرین گذاری شده حجم اسید مصرفی دو برابر چاه هایی است که بدون لوله جدار و اسکرین در سازندهای سخت حفر شده‌اند. بعد از اینکه اسید به داخل چاه تزریق شده باید به میزان حجم آب موجود در اسکرین چاه، آب به داخل چاه به منظور افزایش قدرت اسید و بازکردن منافذ مسدود شده اسکرین، تزریق شود. به منظور جلوگیری از خروج اسید تزریقی به سمت بالای چاه باید تزریق آب به کندی انجام شود.

در چاه‌هایی که دارای چند اسکرین می‌باشند و چاه‌های سازند سخت که دارای زون‌های خرد شده می‌باشند، جهت تزریق اسید به اعماق مربوط به این نواحی لازم است در زمان تزریق اسید از روش پیستون زنی با دو پکر که در قسمت بالا و پایین ناحیه مورد نظر قرار داده می‌شوند، استفاده نمود. محل مناطق مذکور می‌تواند از طریق فیلم‌های ویدئومتری، یا ابزار قطر سنجی و یا جریان‌سنج مشخص گردد.

فشار تزریق از داخل پکر برای افزایش بار، قابل تامین است. این فشار، نیروی لازم را کنترل می‌کند و حتی ممکن است باعث نفوذ اسید به نقاط دورتر و سازند آبخوان نیز گردد این عمل در چاه هایی که ملات بنتونیت در آنها به کار رفته و یا چاه‌هایی که ساختمان آنها مورد اطمینان نمی‌باشد و یا چاه‌های با قطر کم، باید با احتیاط انجام شود. میزان پخش شدگی و مهاجرت اسید نیز باید به طور کامل کنترل شود.

در هنگام اسید شویی با روش‌های فوق پرسنل باید شیلنگ‌ها و اتصالات را بازرسی و کنترل کنند و چنانچه نیاز به تعویض داشته باشند عوض نمایند تا آسیبی به آنها نرسد.

omoorepeyman.ir

استفاده از مواد بازدارنده به منظور کنترل تاثیر اسید برروی لوله جدار و دیگر تجهیزات فلزی چاه غالبا توصیه می‌شود. انواعی از مواد بازدارنده مثل ژلاتین و نمک‌های راشل را می‌توان جهت کنترل تاثیر اسید، به کار برد. بیش‌تر مواد بازدارنده غیرارگانیک سمی می‌باشند و باید پس از عملیات پاک‌سازی چاه، کاملا شسته شده و از چاه خارج گردند. ژلاتین به دلیل چسبندگی به مواد تشکیل دهنده آبخوان می‌چسبد و برای رشد باکتری‌ها تولید غذا می‌کند، به همین خاطر ژلاتین باید پس از عملیات پاکسازی چاه به طور کامل از چاه تخلیه گردد.

۴-۶-۲-۳- تزریق مواد ضد عفونی کننده

آخرین عملیات در تکمیل هر چاه ضدعفونی آن است که طی آن باید کلیه باکتری هایی که در حین حفاری وارد چاه شده‌اند، نابود گردند. ورود میکروارگانیزم‌ها به داخل چاه از طریق سیال‌های آلوده حفاری، ابزار و ادوات و مواد مورد استفاده و همچنین توسط نفوذ آب‌های سطحی آلوده صورت می‌گیرد.

بنابراین تمام چاه‌های جدید و چاه‌هایی که بازیابی و احیا می‌شوند باید الزاما قبل از بهره‌برداری ضدعفونی شوند.

۴-۶-۲-۴- بررسی روش‌های نوین (روش دی اکسید کربن سرد یا یخ خشک)

کاربرد یخ خشک (دی اکسید کربن جامد) یکی از روش هایی است که از دیرباز در بازیابی چاه های آب مورد استفاده قرار گرفته است گرچه کنترل غلظت و کاربرد آن همیشه مشکل بوده است. چنانچه دی اکسید کربن در آب زیرزمینی به حالت اشباع برسد می‌تواند از فعالیت میکروب‌ها جلوگیری نماید.

روش یخ خشک یک روش دستی و قوی و مهم در بازیابی چاه‌های آب می‌باشد. قطعات یخ خشک می‌تواند در یک دستگاه خنک کننده در جایی که امکان عبور خودرو و یا دستگاه نباشد، حمل گردد و این روش ضمن اینکه می تواند در توسعه چاه آب نیروی زیادی تولید کند، از دیدگاه اقتصادی نیز کم هزینه است. زمانی که دی اکسید کربن مایع تزریق می‌گردد، درجه حرارت کم می‌شود و تا حد درجه یخزدگی پایین می‌رود سپس کریستال‌های یخ خشک در اثر ترکیدن باعث از هم گسیختن رسوبات شیمیایی و بیولوژیکی می‌شود.

اسید کربنیک که به شکل CO_2 ظاهر می‌شود در آب حل شده و از تنفس میکروب‌ها جلوگیری می‌کند و همین موضوع باعث کشته شدن آنها می‌گردد.

نکات ایمنی: از آنجا که CO_2 به صورت قطعات جامد قابلیت تصعید دارد و به صورت گاز از آب خارج و جانشین اکسیژن می‌شود لذا در هوای آزاد و فضای باز باید مورد استفاده قرار گیرد.

اگر تزریق گاز خیلی زیاد سریع باشد نیروی انفجاری حاصل از رها شدن گاز خیلی زیاد بوده و این امر باعث ترکیدن تجهیزات درون چاه و نهایتا ایجاد ترکش می‌شود. انفجار ایجاد شده نیز ممکن است باعث خرابی ساختمان چاه و لوله جدار شود.

omoorepeyman.ir

در این روش محلول اسید کربنیک ایجاد شده دارای غلظت نسبتا بالایی بوده و مانند یک اسید متوسط به رسوبات موجود بر روی تجهیزات چاه حمله می‌کند. شوک حرارتی ایجاد شده بر روی باکتری‌ها و رسوبات حاصل از فعالیت آنها، در خروج رسوبات بیولوژیکی ممکن است مفید باشد.

مراحل انجام این روش به شرح زیر می‌باشد

۱- تزریق گاز CO_2 به منظور شروع تشکیل اسید کربنیک

۲- تزریق مایع دی اکسید کربن سرمازا به منظور یخزدگی و ایجاد آشفتگی

۳- دادن وقت کافی جهت نفوذ به داخل رسوبات و ایجاد واکنش

۴- خارج نمودن پکر از چاه و کاهش فشار برآب چاه

۵- توسعه مجدد مکانیکی با یکی از روش‌های پیستون زنی و یا روش‌های ذکر شده

قبل و بعد از عمل پاک‌سازی چاه با این روش، باید فیلم‌هایی ویدیویی تهیه و مورد بررسی قرار گیرد تا از پاک شدن چاه اطمینان حاصل شود.

برخی از ویژگی‌های مورد توجه این روش عبارتند از:

- فعالیت شیمیایی ماده تزریق شده کاهش می‌یابد و بنابراین با مولکولهای ارگانیکی واکنش نشان نمی‌دهد.
- حمل و نقل CO_2 متراکم و فشرده نسبتا امن می‌باشد (به علت وجود ذره‌های معلق از Mn,Cr,Ti,Mg,AL در گاز CO_2 ساطع شده، باید از استشمام آن دوری جست.)

مشکلات اجرای این روش:

- اختلاف قیمت بین این روش، با روش‌های مرسوم دیگر که در بازیابی چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- اجرای این روش به دلیل اینکه گاز CO_2 تمایل به خروج از چاه از نقاط ضعیف دارد، مشکل می‌شود.
- تاثیر شوک حرارتی سرد ایجاد شده در این روش به اندازه کاربرد روش گرم کردن آب نمی‌باشد.
- قابلیت حرارتی اندک رسوبات آبخوان باعث ایجاد محدودیت در انتقال سرمای تولید شده به نواحی مجاور و نزدیک چاه می‌شود.
- چنانچه به هردلیلی پکر درست و مناسب کار گذاشته نشود، گاز CO_2 از لوله جدار فرار کرده و خارج می شود و نهایتا باعث هدر رفتن سرمایه و وقت می‌شود.

این روش در چاه هایی که در سازندهای درزو شکافدار و کارستی حفر شده‌اند بسیار مفید می باشد که با عملیات تزریق گاز دی‌اکسید کربن، رسوبات کربناته موجود در درزو شکاف سنگ ها از بین رفته و باعث افزایش آبدهی چاه می‌شود هر چند این روش نسبت به سایر روش‌ها زمان بیش‌تری نیاز دارد اما دارای عملکرد بهتری است و در چاه‌های کارستی می‌تواند بازدهی چاه را تا ۳ برابر افزایش دهد.

omoorepeyman.ir

- طریقه تزریق گاز دی اکسید کربن

ابتدا یک پکر در بالای سطح آب در داخل لوله جدار نصب می‌گردد تا در داخل چاه یک فضای محبوس ایجاد شود و سپس توسط یک لوله، گاز به درون چاه تزریق می‌شود. در ابتدا PH آب به ۶ و با تزریق بشتر گاز، PH به ۵/۵ می‌رسد که باعث تبدیل کربنات‌ها به بی‌کربنات محلول می‌شود.

این روش در بازیابی چاه‌هایی که کاربرد مواد شیمیایی در آنها منع شده، مفید خواهد بود. چنانچه فضای حلقوی بین دیواره چاه و لوله جدار از سطح آب تا سطح زمینی سیمانته شده باشد، پکر را می‌توان در ابتدای لوله جدار (نزدیک سطح زمینی) قرار دارد.

۴-۶-۳- روش‌های هیدرولیکی[1]

روش های هیدرولیکی که جهت بازیابی چاه های آب کاربرد دارند با استفاده از نیروی مایع (آب) که با فشار و سرعت زیاد بر ناحیه مورد نظر برخورد می‌کند، مشکلات ایجاد شده در چاه را برطرف می‌نماید.

مهم ترین روش‌های هیدرولیکی که در بازیابی چاه‌های آب مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۴-۶-۳-۱- روش سیستم مافوق فشار زیاد[2]

این سیستم متشکل از از یک موتور دیزل قوی کوپله شده با پمپ پیستونی مناسب، شیلنگ فشار قوی و دیگر تجهیزات مکمل و ایمن است که در شستشو و پاکسازی جداره داخلی چاه‌های آبی از آن استفاده می‌شود. این مجموعه مافوق فشار زیاد قابلیت ایجاد فشار ۵۵۰ بار همزمان با دبی ۷۰ لیتر در دقیقه را دارد که به‌وسیله شیلنگ و نازل‌های مخصوص این فشار را به فاصله ۱تا ۲ سانتی‌متری دیواره داخل لوله جدار وارد می‌کند.

- اجزای تشکیل دهنده نازل و کارآیی آنها

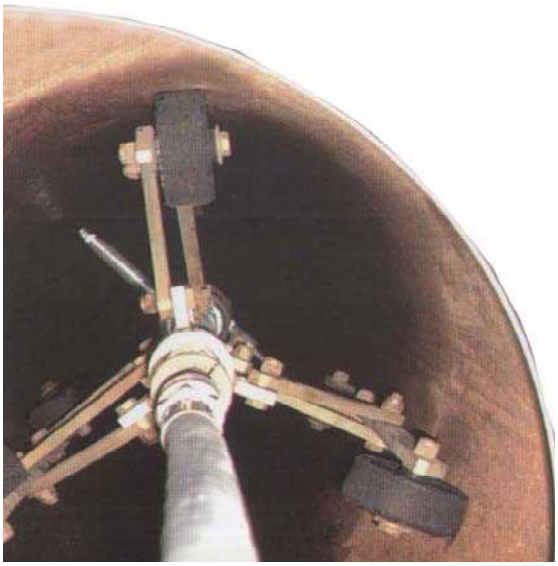
- حایل توسعه: جهت تنظیم فاصله نازل با سطح داخلی لوله جدار مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- زوایای اتصال قابل انتخاب حایل: حایل ها به سه طریق (عمود بر لوله جدار، ۴۵+ درجه رو به بالا و ۴۵- درجه رو به پایین) قابل اتصال به نازل جهت بهترین اعمال فشار بر رسوبات جدار چاه می‌باشد.
- قابلیت حرکت دورانی نازل: حرکت دورانی قابل کنترل نازل نه تنها از ایجاد فشار نقطه‌ای و در نتیجه از وارد شدن صدمه بر بدنه لوله جدار جلوگیری به عمل می آورد بلکه زاویه برخورد آب به منافذ اسکرین و شبکه های لوله جدار به گونه‌ای است که باعث خروج رسوبات از محل شیارها می‌گردد.
- قابلیت حرکت عمودی نازل: سرعت و جهت عمودی نازل به‌وسیله اپراتور قابل کنترل می‌باشد که به این ترتیب زمان و قدرت اعمال فشار در اعماق مختلف با توجه به حجم رسوبات قابل تغییر و کنترل می‌باشد.

1- Hydraulic Methods
2- Ultra High Pressure System

omoorepeyman.ir

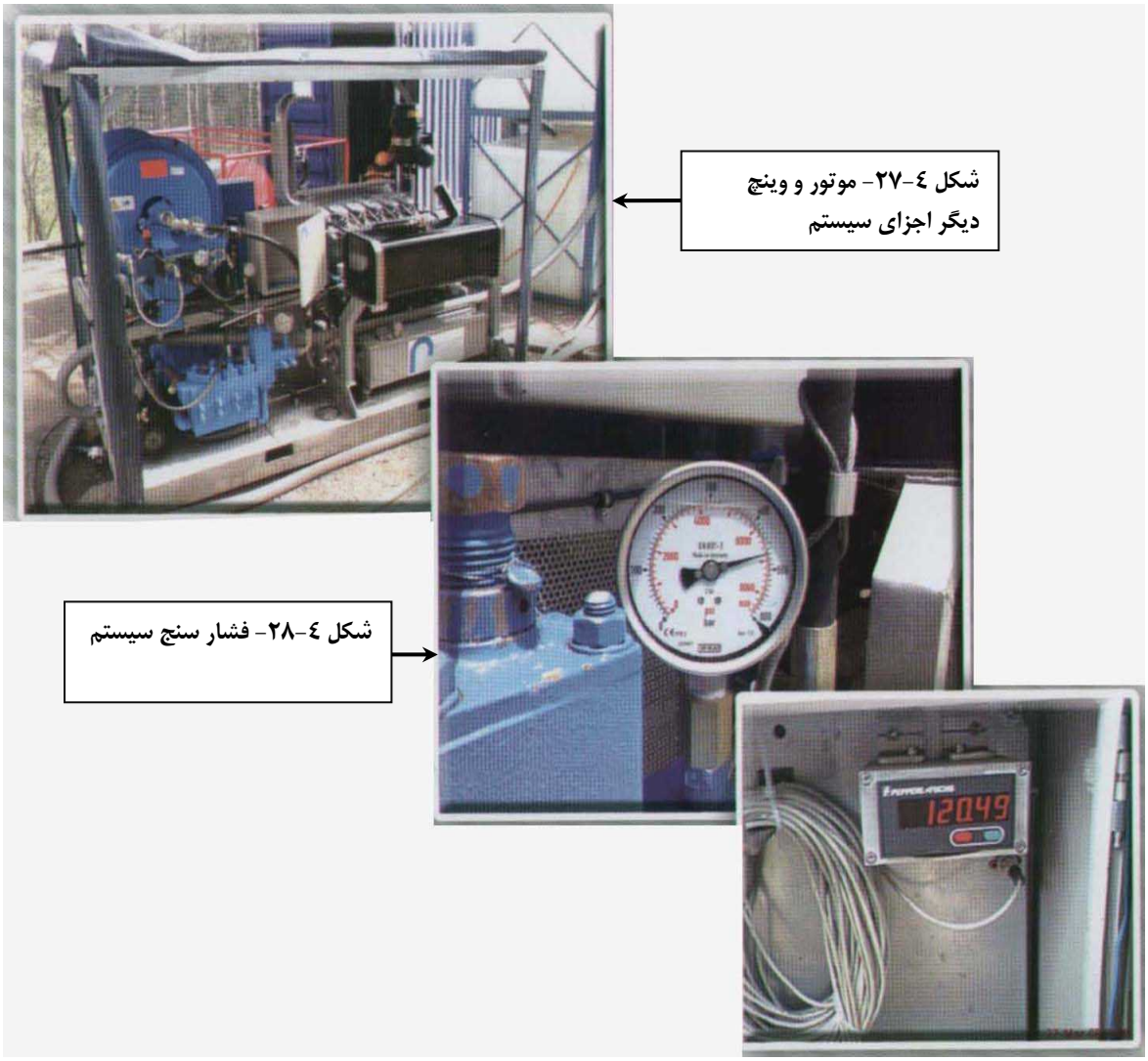
سیستم هدایت کننده: این سیستم باعث قرار گرفتن نازل در مرکز چاه شده و از برخورد نازل به بدنه چاه جلـوگیری می‌کند. با کمک این سیستم حداقل فاصله بین نازل و بدنه چاه قابل دستیابی است. (شکل‌های ۴-۲۵ تا ۴-۲۸)

شکل ۴-۲۵- نازل و بازوها



شکل ۴-۲۶- سیستم هدایت کننده، نازل و بازوها

omoorepeyman.ir



شکل ٤-۲۷- موتور و وینچ دیگر اجزای سیستم

شکل ٤-۲۸- فشار سنج سیستم

- مزایای استفاده از سیستم مافوق فشار زیاد

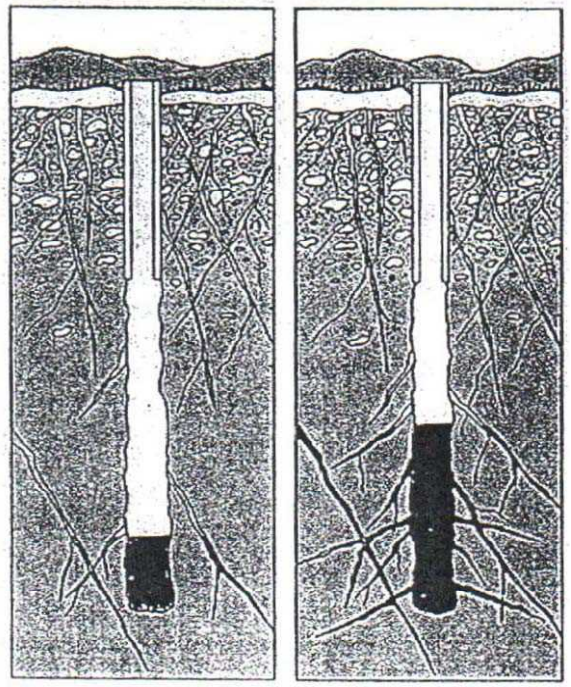
- این سیستم برخلاف استفاده از برس‌های غیرمتعارف سیمی هیچ‌گونه خراشی بر بدنه لوله جدار چاه ایجاد نمی‌کند و تمامی سطح داخلی لوله جدار چاه کاملا صاف و یکنواخت می‌شود.
- این سیستم قادر خواهد بود تا عمق ۵ سانتی‌متری گراول‌های پشت لوله جدار نفوذ نموده و باعث از بین بردن رسوبات تشکیل شده در بین دانه‌های گراول شود.
- امکان کنترل فشار و زمان اعمال فشار توسط اپراتور به منظور افزایش راندمان چاه و کاهش خسارت بر بدنه لوله جدار چاه وجود دارد.
- عدم آلودگی سفره آب زیرزمینی.
- کوتاه‌ترین زمان لازم برای احیاء چاه نسبت به روش‌های دیگر.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۳-۲- روش‌های شکستگی هیدرولیکی[1]

ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب فرآیندی است که در آن آب با فشار و حجم زیاد به درون چاه تزریق می‌شود و باعث تمیز شدن و باز نمودن درز و شکاف‌های موجود در سنگ می‌گردد.

این روش مخصوص چاه‌های حفر شده در سازندهای سخت درز و شکافدار و کارستی است که فاقد لوله جدار می‌باشند. با کاربرد این روش علاوه بر ایجاد شکستگی‌های جدید در سازند سخت، رسوبات نهشته شده در درزو شکاف‌های سازند سخت مجاور چاه نیز شکسته شده و باعث باز شدن مجدد آنها می‌گردد. همان‌طور که در شکل (۴-۲۹) مشاهده می‌شود درز و شکاف‌های جدید با شکستگی‌های آبدار در سنگ مادر مرتبط شده و آبدهی بیش‌تر شده است.



شکل ۴-۲۹- چاه قبل و بعد از ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب

دو روش ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب وجود دارد که عبارتند از:

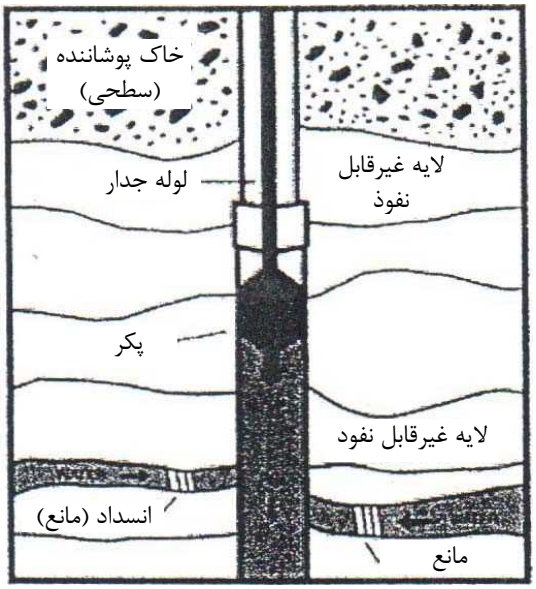
- روش استاندارد

این روش با استفاده از نصب یک پکر که در زیر لوله جدار و مستقیما در تماس با سازند سخت قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. نصب پکر برای ایجاد فشار لازم به منظور انجام موفقیت عملیات احیا می باشد. آب با فشار و حجم زیاد (۳۰۰تا۶۰۰ لیتر در دقیقه) و به مدت ۵ تا ۳۰ دقیقه به زیر پکر تزریق می‌گردد. فشار لازم برای ایجاد شکستگی بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ پوند بر اینچ مربع می‌باشد و در برخی موارد با توجه به جنس سازند تشکیل دهنده آبخوان فشار تا ۳۰۰۰ پوند بر اینچ مربع نیز افزایش

1- Hydraulic Fracturing

omoorepeyman.ir

می‌یابد. این عمل باعث برطرف کردن انسداد درزه و شکاف‌ها می‌شود و نهایتا با افزایش آبدهی چاه همراه است. ایـن روش در حالتی به کار برده می شود که هدف بهبود حداقل آبدهی مورد نیاز باشد. (شکل ۴-۳۰) لازم به ذکر است که محل نصب پکـر باید حداقل ۶ متر زیر لوله جدار و یا حداقل ۲۰ متر زیر سطح زمین باشد.



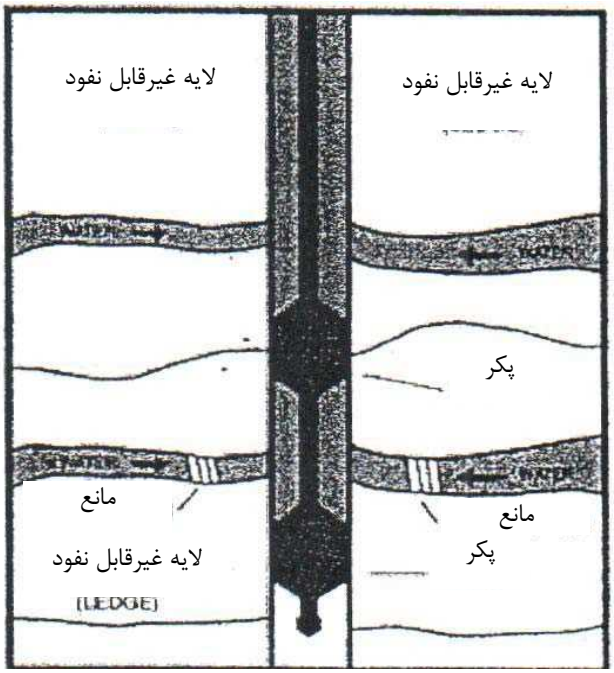
شکل ۴-۳۰- روش استاندارد ایجاد شکستگی هیدرولیکی توسط آب با استفاده از یک پکر

- روش ناحیه‌ای

در این روش با استفاده از دوپکر که در فاصله ۲۰ تا ۲۵ متر از یکدیگر نصب می‌شود آب بافشار و حجم زیـاد مطـابق روش قبلی به یک مقطع خاص (مقطع ۵ متری) وارد شده و ضمن اینکه باعث ایجاد درز و شکاف جدید می‌گـردد، درز و شکاف‌های مسدود شده توسط رسوبات را باز می‌نماید. این موضوع می‌تواند در مقاطع ۵ متری دیگر انجـام شـود تـا کـل ستون چاه با استفاده از این عمل احیا گردد. (شکل ۴-۳۱). کارآیی این روش نسبت به روش قبلی بیش‌تر است و با توجه به اینکه در مقاطع ۵ متری انجام می شود به زمان بیش‌تری نیز نیاز دارد و از طرف دیگر با توجه به اینکه این عملیات در بخش معینی از چاه انجام می‌شود تمام درزه و شکاف های قبلی که مسدود شده‌اند را باز می کند و افـزایش آبـدهی چـاه قابل توجه خواهد بود.

روش شکستگی هیدرولیکی معمولا پرهزینه بوده و زمان زیادی را می طلبـد و بنـابراین در چـاه هـایی کـه بـه منظور تامین آب شرب حفر شده و یا در چاه‌هایی که با اهداف خاص و به منظور آب زیاد حفر گردیده‌انـد، مـورد استفاده قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۳۱- روش ناحیه‌ای ایجاد شکستگی توسط فشار هیدرولیک آب با استفاده از دوپکر

۴-۶-۳-۳- آزمایش پمپاژ با آبدهی زیاد

به نحوه انجام این روش در بند مربوط به توسعه چاه‌های آب به طور مفصل اشاره شده است.

پس از انجام عملیات بازیابی متناسب با نوع مشکل چاه، پاکسازی چاه بایستی توسط عملیات پمپاژ انجام شود (بند ۴-۴) و سپس با انجام عملیات ویدئومتری مجدد نسبت به کاربرد مناسب روش های بازیابی، اطمینان حاصل شود و نهایتا در صورت احراز نتیجه مطلوب از عملیات بازیابی، چاه مجددا با توجه به شرایط جدید به دست آمده از نظر ظرفیت آبدهی، به پمپ و موتور مناسب تجهیز گردد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۵

خلاصه‌ای از کاربرد و روش‌های بازیابی چاه‌های آب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

چنانچه چاه‌های آب دچار مشکل کاهش ظرفیت ویژه و یا کاهش کیفیت آب شوند انجام مراحل زیر به ترتیب توصیه می‌شود:

۵-۱- عملیات مقدماتی

- انجام آزمایش ظرفیت ویژه یا آبدهی ویژه چاه(در صورت امکان از طریق آزمایش افت پله ای) قبل از اجرای عملیات بازیابی چاه آب باید انجام شود.
- آنالیزهای شیمیایی و باکتریولوژی نمونه آب چاه و بررسی های فیزیکی شامل فیلم های ویدئویی و روش های دیگر به منظور تعیین علت مشکلات ایجاد شده در چاه باید انجام شود.

۵-۲- توسعه مجدد چاه

گاهی اوقات به دلیل اینکه نکات فنی در زمان حفر چاه توسط حفار به طور کامل رعایت نشده به منظور خارج نمودن مواد حاصل از حفاری که در چاه باقیمانده و یا خروج کیک گل حفاری لازم است با استفاده از روش سنبه زنی[1] و جریان آب با فشار زیاد[2] چاه را مجددا توسعه داد که عملیات به تنهایی می تواند نتایج خوبی داشته باشد گرچه روش های دیگر توسعه نیز لازم است. جرم‌گرفتگی شیمیایی و بیولوژیکی ممکن است در برخی حالات به تنهایی با استفاده از روش‌های ارتعاشی آب و یا روش حرکات موجی آب رفع شود. روش‌های سریع مذکور در واقع برای زمان‌های اضطراری می‌تواند، مفید واقع شود.

۵-۳- انجام عملیات بازیابی چاه آب

وقتی که هریک از روش‌های بالا به تنهایی نتوانند جوابگوی حل مشکلات چاه آب شوند، باید به طریق زیر عمل نمود.

- ابتدا باید بررسی داده‌های فیزیکوشیمایی و میکروبیولوژی آب چاه و همچنین بررسی وضعیت پمپ صورت پذیرد، سپس پمپ را از داخل چاه بیرون کشیده تمیز و یا تعویض نمایید. توصیه می شود با شرکت های خدمات مهندسی مثل ویدئومتری و یا چاه پیمایی (در صورت تمایل) تماس بگیرید. گاهی اوقات فیلم‌های ویدئویی و یا چاه پیمایی جهت بیرون کشیدن پمپ از چاه می‌تواند موثر واقع شود.
- استفاده از این اطلاعات می‌تواند در شروع عملیات و انتخاب روش‌های بازیابی مفید باشد.
- شروع توسعه مجدد چاه با انجام روش سنبه زنی ملایم و برس‌زنی صورت می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

1- Surging
2- Jetting

- با استفاده از روش سنبه زنی و مواج کردن آب، ضد عفونی کننده و یا اسید(که بر اساس آنالیزهای شیمیایی آب چاه‌ها انتخاب می‌شوند)، از طریق ایجاد شوک های منقطع به مدت چهار ساعت پخش کرده و به داخل چاه تزریق کنید و یا از طریق مکش پمپ این عمل را به مدت ۱۸تا۲۴ ساعت ادامه دهید.
- تزریق محلول اسید و یا ضدعفونی کننده‌های دیگر به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش پیستون زنی و یا جریان آب با فشار زیاد. روش برس زنی اغلب برای رسوبات آهن که بر دیواره لوله جدار نشسته‌اند، ترجیح داده می‌شود. روش‌های هیدرولیکی همچنین برای ایجاد تلاطم و آشفتگی در آب می‌تواند به کار برده شود.
- پس از انجام عملیات بالا از طریق پمپاژ مواد حاصل از انجام روش های بالا را تاز مانی که آب چاه روشن و شفاف و بدون رنگ شود، از چاه خارج نمایید.
- برای چاه‌های آب شرب لازم است عملیات تزریق مواد ضدعفونی کننده که براساس میزان مواد جامد خارج شده از چاه انتخاب می‌شود، نسبت به چاه‌های دیگر یک یا دو مرتبه بیش‌تر انجام شود. در خصوص کلرزنی در این قبیل چاه‌ها باید استانداردهای جهانی رعایت گردد.

  انجام عملیات ویدئومتری در خاتمه این مرحله توصیه می‌شود.
- بررسی قسمت های مختلف پمپ آب از نظر خوردگی و رسوبات روی آن، تعویض قطعات معیوب، شستشوی پمپ، لوله‌ها و کابل‌ها، با محلول کلر و یا مواد ضد آلودگی و سپس نصب مجدد پمپ.
- انجام عملیات پمپاژ به منظور اینکه آیا ظرفیت ویژه چاه بهبود یافته یا خیر؟و برداشت نمونه آب جهت تعیین کیفیت آب و انجام آزمایش‌های میکروبیولوژیکی به‌ویژه آزمایش کلیفرم در چاه‌های آب شرب.
- چنانچه انجام روش های فوق موفقیت آمیز نبوده و مشکل چاه آب حل نشده باشد، تکرار تعدادی از مراحل فوق و یا کل آنها ضروری است.
- پس از مراحل فوق و تجهیز مجدد چاه لازم است برنامه حفاظت و نگهداری از چاه به کار گرفته شود.

omoorepeyman.ir

پیوست ۱

مطالعه موردی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۱-۱- گزارش عملیات پاک‌سازی و فعال‌سازی چاه شماره ۳ ویره

عملیات احیای چاه شماره ۳ ویره به‌مدت ۱۲ روز، توسط ۴ نفر پرسنل انجام پذیرفت. در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۰۲ دستگاه‌ها به‌وسیله جرثقیل کفی و کامیونت ایسوزو این شرکت به محل مورد نظر حمل و عملیات احیای توسط پرسنل شرکت آبزای شمال به شرح جدول (پ.۱-۱) یر انجام گرفت.

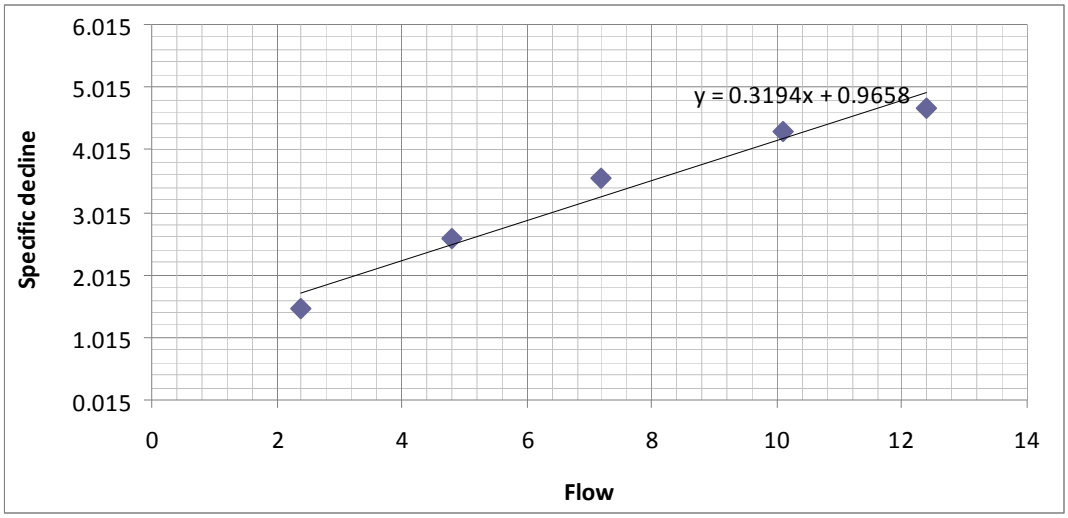
جدول پ.۱-۱- خلاصه عملیات

نوع عملیات	تاریخ شروع	تاریخ خاتمه	توضیحات
بازدید اولیه	۱۳۹۰/۰۷/۲۸	۱۳۹۰/۰۷/۲۸	چاه موقعیت احیا دارد.
آزمایش پمپاژ اولیه	۱۳۹۰/۰۸/۰۹	۱۳۹۰/۰۸/۱۰	با در نظر گرفتن نتایج به نظر می‌رسد دبی چاه فوق پس از احیا باید حداقل ۲۰ مترمکعب در ساعت افزایش داشته باشد.
خروج منصوبات	-	-	توسط کارفرما جهت انجام عملیات ویدئومتری
عملیات ویدئومتری اولیه	۱۳۹۰/۰۸/۲۹	۱۳۹۰/۰۸/۲۹	شیارهای شبکه در بیش‌تر اعماق بسته بوده و در اعماق ۱۱۶/۰۶ و ۱۱۶/۹۶متری پارگی‌های جزیی مشاهده شد. در عمق ۱۴۳/۲۶ متری جمع‌شدگی لوله جدار از محل مشبک به دلیل فشارهای جانبی مشاهده شد.
حمل دستگاه‌ها به محوطه کارگاه	۱۳۹۰/۰۹/۰۲	۱۳۹۰/۰۹/۰۲	به منظور انجام عملیات احیای.
عملیات احیا با استفاده از سیستم مافوق فشارقوی آب (Ultra High Pressure)	۱۳۹۰/۰۹/۰۳	۱۳۹۰/۰۹/۰۴	فشار کار ۳۳۰ بار – محدوده پاک‌سازی ۸۰ الی ۱۴۸ متری می‌باشد.
ویدئومتری مرحله دوم	۱۳۹۰/۰۹/۰۵	۱۳۹۰/۰۹/۰۵	شیارها در بیش‌تر اعماق بسته می‌باشند و پس از ریختن آب پاک در داخل چاه به‌دلیل گرفتگی شدید شیارها سطح استاتیک از ۸۵/۸۷ به ۷۱/۶۱ متری تغییر یافت، این مهم نشان دهنده بسته بودن کامل شیارها و لابه‌لای گراول‌ها می‌باشد.
عملیات احیای با استفاده از سیستم ضربان هوا (Air Shock)	۱۳۹۰/۰۹/۱۱	۱۳۹۰/۰۹/۱۱	فشار اعمالی ۳۵ بار – محدوده پاکسازی ۱۲۰ الی ۱۰۷ متری می‌باشد.
عملیات پیش احیای (اسید شویی)	۱۳۹۰/۰۹/۱۱	۱۳۹۰/۰۹/۱۱	در شروع کار به دلیل انسداد شیارها تعداد دفعات استفاده از پیستون ۶ بار بود که در پایان به ۲ بار کاهش یافت.
عملیات احیای با استفاده از سیستم ضربان هوا (Air Shock) مرحله دوم	۱۳۹۰/۰۹/۱۶	۱۳۹۰/۰۹/۱۶	فشار اعمالی ۳۵ بار – محدوده پاکسازی ۱۲۰ الی ۱۰۷ متری می‌باشد.
عملیات احیای با استفاده از سیستم مافوق صوت (Ultra Sound) به همراه مکش موضعی	۱۳۹۰/۰۹/۱۶	۱۳۹۰/۰۹/۲۰	هر متر دیواره چاه از ۱۰۸ متری تا عمق ۱۲۰ متری حدود ۱۰ الی ۱۵ دقیقه در معرض امواج مافوق صوت قرار گرفت و سپس توسط سیستم مکش رسوبات از لابه‌لای گراول‌ها خارج گردید.
ویدئومتری نهایی	۱۳۹۰/۰۹/۲۱	۱۳۹۰/۰۹/۲۱	چاه تا عمق ۱۴۶/۳۲ متری ویدئومتری گردید و شیارها در بیش‌تر اعماق کاملا باز می‌باشند.

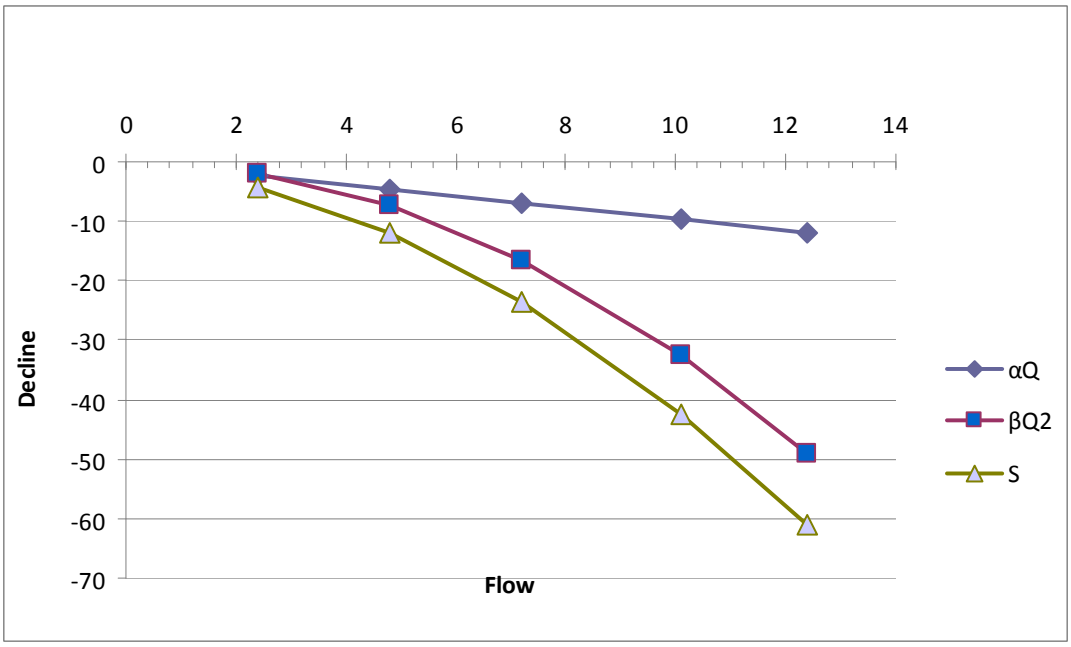
پ.۱-۲- آزمایش پمپاژ اولیه

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۸/۰۹ عملیات آزمایش پمپاژ اولیه آغاز شد و تا ۱۳۹۰/۰۸/۱۱ ادامه یافت که در نتیجه دبی حداکثر در سرتخلیه حدود ۱۲/۵ مترمکعب در ساعت (۳/۵ لیتر در ثانیه) اندازه‌گیری شد، براساس محاسبات انجام شده بالغ بر ۸۰٪ افت چاه ناشی از شیارهای شبکه می‌باشد لذا به نظر می‌رسد چاه قابلیت افزایش آبدهی حدود ۶ لیتر در ثانیه را دارا می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل پ.۱-۱- نمودار جریان - کاهش ویژه



شکل پ.۱-۲- شکل جریان - کاهش

پ.۱-۳ – آزمایش فیزیکو- شیمیایی آب

براساس آزمایش فیزیکو - شیمیایی انجام شده سفره، این چاه دارای رسوبات سخت سولفات منیزیم، کلرورمنیـزیم و نیترات سدیم می‌باشد لذا بهتر است زمان اعمال امواج مافوق صوت در هر متر طول چاه افزایش یابد. همچنین باتوجه به غلظت بالای رسوبات بی‌کربنات کلسیم و منیزیم باید سطح داخلی چاه و مشبک‌ها توسط سیستم مافوق فشارقوی آب با فشار بالاتر از ۳۰۰ بار شستشو داده شود.

omoorepeyman.ir

پ.۱-۴- عملیات ویدئومتری اولیه

به‌منظور اطلاع از وضعیت لوله جدار، شیارها و تعیین عمق‌نهایی چاه، عملیات ویدئومتری اولیه در تاریخ ۹۰/۰۸/۲۹ انجام پذیرفت، طی این عملیات سطح استاتیک ۸۵/۸۷، شروع مشبک ۱۰۵/۶۵و عمق چاه ۱۷۲/۶۰ متری اندازه‌گیری شد. (شکل‌های پ.۱-۳ و پ.۱-۴)

براساس این ویدئومتری باکتری‌های آهن‌خوار کلونی‌های بزرگی بر روی لوله آبده و سطح داخلی چاه تشکیل داده‌اند. لذا به‌منظور از بین بردن کامل این باکتری‌ها باید امواج مافوق صوت با زمان ماندگاری بالا بر هر متر طول جداره اعمال گردد. با در نظر گرفتن این نکته که امواج مافوق صوت فقط در قسمت مشبک اعمال می‌گردند، بهتر است برای بالا بردن راندمان عملیات احیا و همچنین تثبیت آبدهی چاه برای زمان طولانی نسبت به شستشوی چاه با کلر پس از احیای آن اقدام گردد.

شکل پ.۱-۳- تصویر کلیات ویدئومتری در سطح استاتیک ۱۱۶/۸۷ متر

شکل پ.۱-۴- تصویر عملیات ویدئومتری سطح استاتیک ۱۷۱/۸۱ متر

omoorepeyman.ir

پ.۱-۵- حمل دستگاه‌ها به محوطه کارگاه

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۰۲ مجموعه احیا به منظور انجام عملیات پاکسازی و فعال‌سازی چاه شماره ۳ ویره به محوطه کارگاه انتقال داده شدند. (شکل پ.۱-۵)

شکل پ.۱-۵- عملیات پاکسازی و فعالسازی چاه

پ.۱-۶- پاکسازی با استفاده از سیستم مافوق فشار قوی آب

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۰۳ پس از آماده نمودن دستگاه‌ها، تست سیستم اولتراهای پرشر، تنظیم موتور پمپ دیزل، چیدمان دستگاه‌ها و قرقره‌های مورد نظر انجام پذیرفت و دیواره داخلی چاه با فشار حدود ۳۳۰ بار به‌وسیله سیستم مافوق فشار قوی آب از عمق ۸۰ متری تا عمق نهایی پاکسازی شد. به‌منظور افزایش پاکسازی احیای این عملیات مجددا با فشار ۴۰۰ بار در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۰۴ انجام پذیرفت که در طی آن سطح داخلی لوله و محل شیارها کاملا از رسوبات مبرا شدند. لازم به‌ذکر است که سیستم مافوق فشارقوی قابلیت نفوذپذیری و پاکسازی گراول پک تا ضخامت ۵ سانتی‌متر را دارا می باشد. (شکل‌های پ.۱-۶ الی پ.۱- ۸)

شکل پ.۱-۶- استفاده از سیستم مافوق فشار قوی

omoorepeyman.ir

شکل پ.۱-۷- تصویر داخل چاه

شکل پ.۱-۸- فشارسنج فشار اعمال شده را نشان می‌دهد

پ.۱-۷- عملیات ویدئومتری مرحله دوم

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۰۵ به‌منظور اطلاع از وضعیت لوله جدار و شیارها بعد از عملیات مافوق فشارقوی آب، ویدئومتری چاه صورت پذیرفت. اگرچه به علت کدورت شدید امکان تشخیص شیارها میسر نشد ولی هیچ‌گونه پارگی در جداره (به جز جمع‌شدگی عمق ۱۴۳/۲۶ متری) مشاهده نشد. (تصاویر پ.۱-۹ الی پ.۱- ۱۲)

شکل پ.۱-۹- تصاویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۴۳/۸۲ متر

omoorepeyman.ir

شکل پ.۱-۱۰- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۴۴/۲۵ متری

شکل پ.۱-۱۱- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۰۸/۵۲ متر

شکل پ.۱-۱۲- تصویر حاصل از ویدئومتری در عمق ۱۱۰/۱۴ متر

پ.۱-۸- احیای چاه بااستفاده از مجموعه ضربان هوا[1]

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۱ و ۱۳۹۰/۰۹/۱۶ عملیات احیای چاه به وسیله مجموعه ضربان هوا، ۲ بار از عمق ۱۲۰ تا

1- Air Shock

omoorepeyman.ir

۱۰۷متری با فشار حدود ۳۵ بار صورت پذیرفت که در نتیجه بر ضریب نفوذ آب در گراول پک و حتی سفره (تا شعاع ۱۰متر) افزوده شد. (تصاویر پ.۱-۱۲)

شکل پ.۱-۱۳- احیای چاه به‌وسیله ضربات هوا

پ.۱-۹- عملیات پیش احیای (اسید شویی)

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۱ عملیات اسید شویی آغاز شد و تا پایان ۱۳۹۰/۰۹/۱۱ ادامه یافت که با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اسید مخصوص و بازدارنده مناسب طی پیستون زدن مداوم اسیدیته آب به مدت ۱۲ساعت بین ۱ و ۲ ثابت نگه داشته شد. (شکل پ.۱-۱۴)

omoorepeyman.ir

شکل پ.۱-۱۴- عملیات اسیدشویی چاه

پ.۱-۱۰- احیای چاه با استفاده از مجموعه مافوق صوت[1] و خروج رسوبات سست شده از چاه

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۶ پس از آماده‌سازی سیستم، کوپله کردن سیستم مکش و ... سیستم احیا در عمق ۱۰۸متری نصب گردید و عملیات احیا با استفاده از این سیستم آغاز شد. احیای چاه به‌وسیله امواج مافوق صوت از عمق ۱۰۸ الی ۱۱۴متری در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۷ و از عمق ۱۱۴ تا ۱۲۰متری در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۸ انجام گرفت. در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۹ هر متر دیواره چاه از سطح استاتیک تا عمق ۱۲۰ متری حدود۴۰ الی ۶۰ دقیقه در معرض امواج مافوق صوت قرار گرفت و سپس توسط سیستم مکش رسوبات از لابه‌لای گراول‌ها خارج گردید (شکل پ.۱-۱۵)، در بعضی اعماق صاف شدن آب و خروج رسوبات حتی بیش از یک ساعت طول کشید خروج آب با کدورت‌های (رنگ‌ها) مختلف نشانگر وجود انواع مختلفی از رسوبات و باکتری‌های آهن‌خوار و ... در چاه می‌باشد. (شکل پ.۱-۱۶) در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۲۰ به‌منظور افزایش راندمان عملیات احیا در هنگام خروج سیستم، قسمت‌های منتخبی از جداره و گراول‌های پشت آن مجددا در معرض امواج مافوق صوت و مکش موضعی قرار گرفت.

1- Ultrasound

omoorepeyman.ir

شکل پ.۱-۱۵- احیای چاه به‌وسیله مجموعه مافوق صوت

omoorepeyman.ir

شکل پ.۱-۱۶- مراحل صاف شدن درهنگام پمپاژ موضعی همراه با استفاده از سیستم اولتراسوند

omoorepeyman.ir

پ.۱-۱۱- ویدئومتری نهایی

در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۲۱، به‌منظور اطلاع از وضعیت داخلی لوله جدار و شیارها بعد از عملیات احیا، تهیه فیلم مقایسه‌ای و تعیین عمق‌نهایی چاه ویدئومتری نهایی چاه صورت پذیرفت. براساس این ویدئومتری شیارهای شبکه به جز اعماقی که به‌دلیل کدورت شدید غیرقابل رویت گردیده‌اند، کاملا باز می‌باشد. (تصویر پ.۱-۱۷)

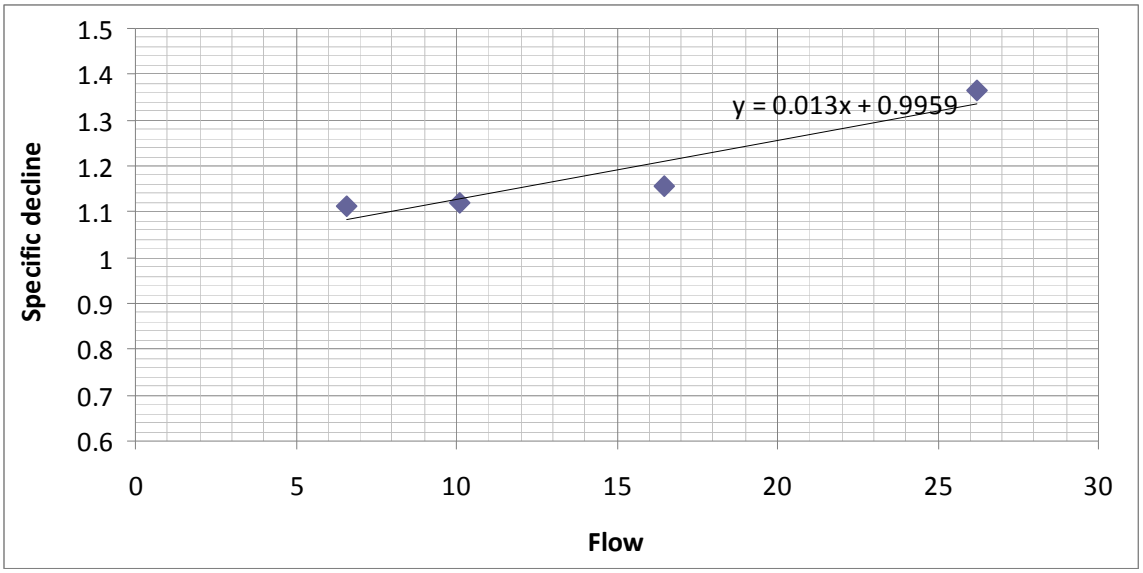
شکل پ.۱-۱۷- تصاویر ویدئومتری بعد از احیا

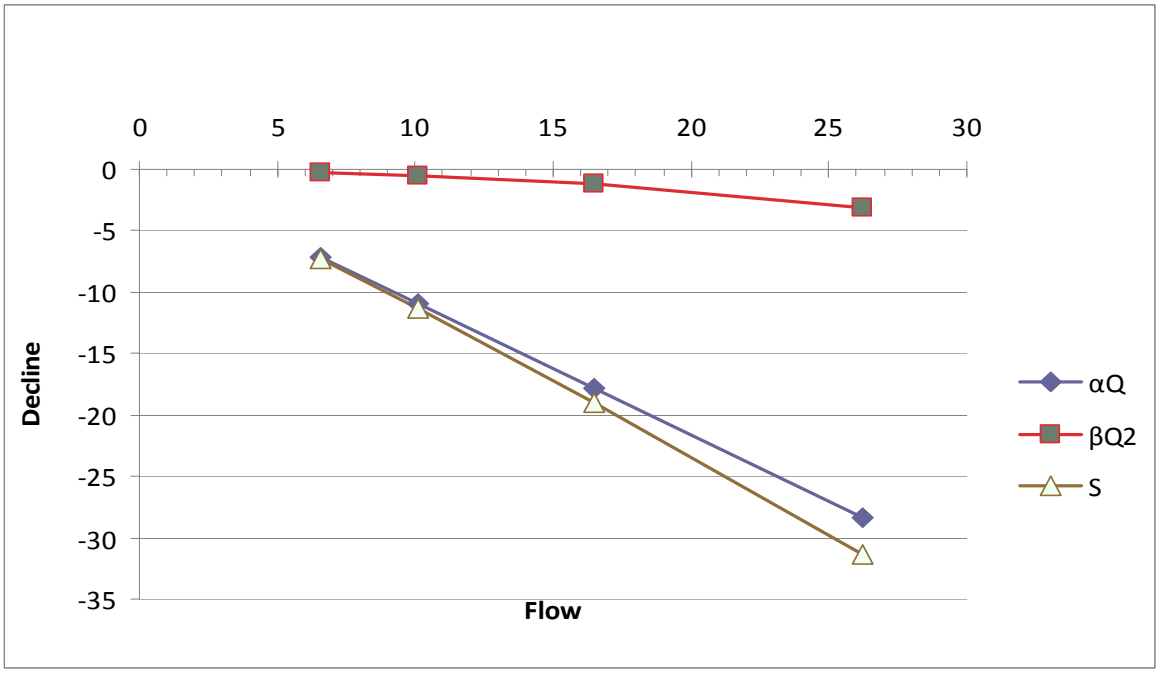
پ.۱-۱۲- آزمایش پمپاژ ثانویه

در تاریخ۱۳۹۰/۱۰/۲۱ عملیات آزمایش پمپاژ اولیه آغاز شد و تا مورخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۴ ادامه یافت که در نتیجه آن دبی حداکثر در سر تخلیه ۲۶/۲ مترمکعب در ساعت (۷/۳ لیتر بر ثانیه) و افت متناظر با این دبی ۳۵/۷۳ متر اندازه‌گیری شد.

omoorepeyman.ir

براساس محاسبات انجام شده بالغ بر ۹۰٪ از افت چاه ناشی از ضعف سفره تشخیص داده شد. (شکل پ.۱-۱۸)





شکل پ.۱-۱۸- نمودارهای جریان - کاهش و جریان - کاهش ویژه

پ.۱-۱۳- نتیجه و پیشنهاد

باتوجه به سطوح دینامیک و دبی‌های قبل و پس از احیای این چاه، آبدهی ویژه پس از احیا با ۳۴۹٪ افزایش به حدود ۰/۷۳۳ مترمکعب بر ساعت بر متر رسیده است. لذا در صورت نصب پمپ مناسب و برداشت آب تا رسیدن به سطح

omoorepeyman.ir

دینامیک قبلی امکان استحصال حدود ۴۵ مترمکعب بر ساعت از چاه وجود دارد. ضرایب و افت‌های اندازه‌گیری شده قبل و پس از احیا به شرح جدول (پ.۱-۲) می‌باشد.

جدول پ.۱-۲- ضرایب و افت‌های اندازه‌گیری شده قبل و بعد از احیا

	پیش از احیای	بعد از احیای
ضریب افت سفره	۱/۴۲۱	۱/۰۸
ضریب افت شبکه	۰/۲۸۵۷	۰/۰۰۴۵
افت کلی	۵۹/۰۸	۳۵/۷۳
افت سفره	۱۷/۶	۲۸/۳
افت شبکه	۴۳/۹	۳/۰۹
دبی	۱۲/۴	۲۶/۲
دبی ویژه	۰/۲۰۹۹	۰/۷۳۳

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

۱- نشریه ۳۶۷- الف «دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت» و تهیه گزارش حفاری (چاه‌های بهره‌برداری، اکتشافی، پیزومترها و مشاهده ای)- طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور.

۲- نشریه ۱۷۹- الف «دستورالعمل آزمایش‌های پمپاژ » - طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور

۳- نشریه «دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاه‌های آب » شماره ۲۵۰-۶۱-۱۳۷۴

۴- ثنایی-محمد علی «حفاری در تشکیلات دانه‌ریز با روش دورانی »-وزارت نیرو-امور آب

۵- شرکت جهاد حفاری «تکنیک حفاری»

۶- خیابانی-ناصر،بازسازی ساختمان چاه‌های قدیمی و احیاء ظرفیت آبدهی آنها به روش جرم زدایی

۷- طریفی-عبدالرسول«تکنولوژی چاه آب-اصول حفاری اکتشافی و توسعه آب زیرزمینی و سایر مواد کانی»-۱۳۶۷

۸- گروه آموزش-ویرث ایران-منوچهر البرزی، «طرح و برنامه اصولی توسعه چاه‌های آب»-۱۳۷۲

۹- گزارش‌ها و بروشورهای شرکت آبزای شمال-

۱۰- گزارش‌ها و بروشورهای شرکت پارس پرال

۱۱- مرکز پژوهش‌های آب و محیط زیست کوثر-دانشگاه تربیت معلم، «خلاصه دروس کارگاه آموزشی روش‌های ویدئومتری و توسعه و احیای چاه‌های آب-۱۳۸۹

۱۲- مولوی- سید فرهاد «بازیابی چاه‌های آب»- دانشگاه صنعتی اصفهان-۱۳۸۰

۱۳- هنرمند ابراهیمی- عیسی، «حفاری و تجهیز چاه‌های آب» مهندسان مشاور کاوآب

14- Alford, G., R.Leach, and S.A.Smith. Operation and maintenance of extraction and injection wells at HTRW sites.2000

15- Amy,P.S., and D.L. Hal deman.The microbiology of the Terrestrial deep subsurface. 1997

16- Cullimore.D.R. Microbiology of well biofouling, 2007

17- Cullimor, D.R.Practical manual of Groundwater microbiology,2008

18- Discroll.F.Groumdwater and wells , Johnson well Screens,1986

19- Houben,G., and C. Treskatis. Water well Rehabilitation and Reconstruction. NewYork, 2007

20- Howsam.P.water wells monitoring, maintenance and Rehabilitation-1990

21- Lennox,J.B. Application of well condition assessment and Reliabilitation techniques, 2007

22- National Groundwater Associtation, Manual of water well Construstion practices.1998

23- Schnieders.J.H. Chemical Cleaning,disinfection and decoutamination of water wells.2003

24- Smith, S.A., Comeskey. E.A. Sustainable wells, Maintenance, Problem Prevention, and Rehabilitation, London, Newyork,2010.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

Instruction for Rehabilitation, Restoration and Development of Agriculture and Drinking Water Well

No .645

Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical Affairs

Ministry of Energy
Bureau of Engineering and Technical Criteria for Water and Wastewater

nezamfanni.ir

http://seso.moe.org.ir

2013

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با هدف شناسایی عوامل موثر در کاهش آب‌دهی چاه‌های آب، روش‌های جلوگیری از کاهش بازدهی چاه‌ها، روش‌های توسعه در مراحل حفر و کاربرد روش‌های مختلف بازیابی چاه‌های آب و کاستن از هزینه‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی تهیه گردیده است.

omoorepeyman.ir