

OP 317

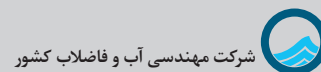
دستور عمل انتخاب و نصب
لوله جدار، اسکرین، گراول پک
در چاه‌های آب شرب



به نام یحانه خدای که آب را آفرید
همیشه شایسته

۱. مقدمه	۴
۲. هدف	۵
۳. نصب لوله هادی	۵
۴. لوله جدار	۵
۵. طول و محل نصب مشبک لوله جدار (لوله اسکرین).....	۱۰
۶. کنترل مستقیم و شاغول بودن لوله گذاری چاه	۱۸
۷. شن انبانی (گراول پکینگ)	۱۹
۸. مراجع و مستندات	۳۲

دستورعمل انتخاب و نصب لوله جدار
اسکرین و گراول پک در چاه های آب شرب



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

♦ استفاده از مطالب نشریه یادکر
منبع بلا مانع است.

امور طراحی و صفحه آرایی: انتشارات مکت نظر

MAX 2021 MAX GROUP | CSR
DESIGN STUDIO | is our Strategy

تهیه و تنظیم:

اسامی در پایان به ترتیب حروف الفبا ذکر شده است.

مقدمه

پدیده گسیختگی لوله جدار چاه در پی آسیب دیدگی لوله جدار چاه‌های بهره‌برداری تحت تاثیر عوامل چون کشش، تنش، فرو روندگی، ترکیدگی یا برش حاصله از پدیده نشست ناشی از بهره‌برداری سیالات زیر رخ می‌دهد.

تخلیه آب بین ذرات خاک در محیط‌های اشباع و نیمه اشباع، موجب تراکم رسوبات و افزایش تنش موثر می‌گردد که این پدیده سبب انتقال تدریجی تنش از آب منفذی به ذرات خاک و تراکم و نشست زمین می‌شود. پیامدهای وقوع این پدیده در مراحل اولیه سبب کاهش آب‌دهی، افزایش کدورت آب، انحراف از محور قائم می‌گردد و در مراحل حادثه به علت تغییر شکل زیاد و نهایتاً بریدگی لوله جدار تجهیزات درون چاه به تله افتاده و امکان استفاده مجدد را مشکل می‌گردد. در پی وقوع چنین مشکلاتی چاه‌های بهره‌برداری به رغم هزینه‌های زیاد در حین احداث و اجرا بدون استفاده رها می‌شود.

ضمن تشکر از زحمات جناب آقای مهندس طباطبایی و سرکار خانم مهندس خاطری و همکاران کارگروه ملی تخصصی بهره‌برداری و پایداری منابع تامین آب شرب که در تهیه این دستورالعمل همکاری نموده‌اند امید است دستورالعمل مذکور گامی در جهت پایش بهره‌برداری بهینه از چاه‌ها باشد. نظرات و پیشنهادات اصلاحی همکاران سبب ارتقای نسخه‌های آتی این دستورالعمل خواهد شد.

سیدحمیدرضا کشفی

معاون راهبری و نظارت بر بهره‌برداری

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

پاییز ۱۴۰۰



فصل اول: لوله هادمی و لوله جدار

۱- هدف

با توجه به اینکه عموماً در سطح کشور لایه‌های آب‌دار زیرزمینی در رسوبات آب‌رفتی ریز دانه واقع شده است، لذا انتخاب لوله جدار و لوله مشبک (اسکرین) مناسب خصوصاً در دشت‌های مسئله‌دار از مهمترین نکات تجهیز چاه محسوب می‌گردد. در همین راستا شیوه‌نامه زیر با ذکر استانداردها و الزامات انتخاب مناسب لوله هادی، لوله جدار و شن انبانی (گراول پک) در چاه‌های آب شرب در راستای تعدیل مسائل مشکلات پیش روی و افزایش عمر مفید بهره‌برداری از چاه، تدوین گردیده است.

۲- نصب لوله هادی^۱

به علت وجود لایه‌های فرسایشی و نامناسب در سطح رویی زمین و همچنین ارتعاشات مته حفاری یا تخریب دهانه چاه در تماس با مایع حفاری از لوله هادی استفاده می‌شود. لوله هادی با قطری کمتر از دهانه حفاری و بیشتر از قطر لوله جدار از سطح زمین تا عمق مورد نظر، قرار می‌گیرد. فاصله بین لوله هادی و دیواره خاکی چاه با ریختن یا تزریق سیمان کاملاً مسدود و محکم می‌شود. معمولاً در چاه‌های تامین آب شرب نصب لوله هادی الزامی است، زیرا علاوه بر جلوگیری از نفوذ آب‌های سطحی به چاه، به تراز بودن دستگاه حفاری به منظور جلوگیری از انحراف محور چاه کمک می‌کند. در تفکیک آبخوان‌های با آب شور سطحی می‌توان لوله هادی از سطح زمین تا کف لایه حاوی آب شور و سازند غیرقابل نفوذ نصب گردد.

۲-۱- الزامات لوله هادی

- طول لوله هادی باید متناسب با جنس زمین‌شناسی محل حفاری پیشنهاد گردد، ولی عموماً در صورتی که چاه تامین آب شرب نباشد حسب شرایط زمین بین ۶ تا ۲۵ متر در نظر گرفته شود.
- قطر آن حداقل ۴ اینچ کمتر از قطر دهانه حفاری چاه باشد.
- قطر لوله هادی باید به اندازه‌ای انتخاب گردد که موقع برقراردادن نهایی چاه یا در صورت نیاز به نصب لوله‌های موقت در طول حفاری، مشکلی ایجاد نگردد. به طور متوسط معمولاً از قطر لوله جدار ۶ اینچ بزرگ‌تر در نظر گرفته می‌شود.
- ضخامت آن براساس جدول استاندارد API و به تناسب قطر حداقل ۶ میلی‌متر باشد.

۲-۲- عایق کاری یا سیمانکاری

ایزوله کردن بخش‌هایی از چاه عملی است که طبق آن فضای حلقوی بین دیواره چاه و سطح خارجی لوله و یا تمامی فضای گمانه برای دو هدف

- محافظت لایه‌های سطحی و سفره‌های حاوی آب، حفاظت از نفوذ آب‌های آلوده سطحی و بهداشتی نمودن چاه (جهت مطالعه بیشتر که دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب کشاورزی و شرب) مطالعه گردد.
- انسداد لایه‌های حاوی آب با ترکیب شیمیایی نامناسب و جلوگیری از افت کیفیت آب چاه صورت می‌گیرد. عملیات دوغاب ریزی به چاه بایستی با آب شرب و در مواردی که هدف انسداد لایه‌های بسیار شور است از سیمان

ضد سولفات و بصورت عملیات پیوسته و بدون وقفه صورت پذیرد.

۲-۱-۲ تزریق و جداسازی سفره های آبی با کیفیت متفاوت با سیمانکاری

برای جداسازی سفره های آبی از یکدیگر و عایق نمودن دیواره چاه، جهت ممانعت از ورود آب آلوده سفره های سطحی و با نفوذ آب از سطح زمین و و از پشت لوله جدار به داخل چاه می بایست از موادی نظیر سیمان یا خاک رس و در مواردی از بنتونیت استفاده نمود. در چاههای دارای دو لوله جدار علاوه بر تزریق این مواد در حد فاصل دیواره چاه یا لوله جدار می بایست فضای بین دو لوله نیز با آن پر شود. برای عایق بندی کامل دیواره چاه سعی شود لوله جدار کاملاً در مرکز چاه قرار . برای این کار میتوان چهار قطعه آهن به ضخامت فاصله لوله جدار با دیواره چاه به چهار طرف لوله به فواصل ۲۰ متر در طول لوله جوش داد. دوغاب سیمان (sement grout) تزریق از مخلوط یک پاکت ۵۰ کیلو گرمی سیمان پرتلند با مقدار ۲۳ تا ۲۷ لیتر آب ساخته می شود. چنانچه حجم آب بیشتر از ۲۷ لیتر باشد سیمان به حالت تعلیق در آمده و گیرش آن متوقف می شود و اگر حجم آب کمتر از ۲۳ لیتر شود به علت غلظت زیاد در حفره ای کوچک نفوذ نمی نماید. و فقط سطح دیواره چاه را می پوشاند که کارایی مثبتی نخواهد داشت.

در مواردی برای روان تر شدن مخلوط سیمان تزریقی و کاهش درجه سفتی آن از اختلاط ۱٫۵ تا ۲٫۵ کیلو گرم خاک بنتونیت در هر کیسه ۵۰ کیلوگرمی سیمان همراه با ۲۰ لیتر آب استفاده میشود. در مناطق شور برای مقاوم سازی سیمان و کاهش درجه حرارت زایی آن از سیمان های پوزولانی استفاده میشود. (پوزولان نوعی ماده معدنی سیلیسی است که در محیط آبی فعال شده و با یونهای مثبت موجود در سیمان تشکیل سیلیکات های سخت می دهد .

چنانچه لایه دارای حفره ها و شکستگیهای بزرگ باشد برای عایق کاری آن می توان از مخلوط پوکه معدنی و صنعتی به نام پرلیت یا ۲ تا ۶ درصد بنتونیت در دوغاب سیمان استفاده نمود. درجه سختی یا میزان املاح آب مصرفی برای ساخت دوغاب سیمان نبایستی بیشتر از دهزار میلی گرم در لیتر باشد. بالا بودن مقدار سولفات آب یک عامل منفی است. برای عایق کاری بخش خشک چاه میتوان از دوغاب خاک رس با ماسه ریز دانه استفاده کرد. در مورد لوله های upvc از انجا که لوله در حین سیمانکاری تحت فشار و حرارت قرار میگیرد و این حرارت ممکن است تا ۷۵ درجه سانتی گراد بالا برود، جهت جلوگیری از شکستن لوله بهتر است آن را از آب پر نمود. عمق ارتفاع سیمانکاری در هر مرحله نباید از ۱۰ متر بیشتر گردد.

۳- لوله های جدار^۱

به منظور ممانعت از ریزش دیواره چاه و جلوگیری از آسیب و صدمه به پمپ و دیگر منصوبات چاه، لوله هایی از جنس فلز یا غیرفلز در چاه مورد استفاده قرار می گیرد. طول و قطر لوله های جدار باید طوری انتخاب شود که علاوه بر موارد مذکور، ضمن افزایش عمر مفید چاه، شرایط لازم برای استفاده از آن در چاه های بهره برداری را داشته باشد.

۱-۳- الزامات پیش از نصب لوله جدار

- قبل از لوله گذاری حفار باید به نسبت ساخت شاسی بتنی با ارتفاع ۶۰ سانت که تحمل وزن لوله گذاری را داشته باشد، اقدام نماید و جهت جلوگیری از انحراف چاه باید تا پایان لوله گذاری تراز آن مرتب بررسی گردد.
- نصب لوله های فولادی صرفاً باید به وسیله انگشتی یا الواتور و یا وسایل مشابه دیگر با تایید دستگاه نظارت و توسط پیمانکار صورت گیرد. ایجاد سوراخ در لوله ها برای آویختن توسط میله آهنی ممنوع می باشد. حضور فیزیکی دستگاه

نظارت در مرحله لوله‌گذاری الزامی و بدون حضور دستگاه نظارت ممنوع می‌باشد.

- لوله‌ها باید بدون هر گونه خمیدگی، فرورفتگی، انحنای ... باشد.
- در شروع عملیات نصب اولین شاخه با استفاده از لوله‌گیر در چاه آویخته و شاخه بعدی توسط کابل دستگاه در بالا نگه داشته می‌شود و به صورت خال جوش و با دستگاه تراز و اطمینان از قائم بودن لوله به یکدیگر وصل می‌گردد.
- درز بین لوله‌ها کاملاً توسط جوش به یکدیگر متصل بوده فاصله بین دو لوله وجود نداشته باشد.
- برای استحکام بیشتر ۳ یا ۴ تسمه به عرض ۲ یا ۳ سانت و طول ۱۵ تا ۲۰ سانت به ضخامت ۵ میل به دور لوله به صورت مساوی جوش داده شود.
- در صورتی که بنا به ضرورت از لوله جدار با دو قطر متفاوت استفاده می‌شود، لازم است از لوله تلسکوپی یا تداخلی یا لوله تبدیل استفاده شود. با توجه به خسارت‌هایی که لوله‌های تو در تو به چاه وارد می‌سازد، حتی‌الامکان از این روش استفاده نگردد.
- در سازه‌های آبرفتی خصوصاً رسوبات ریزشی، انتهای اولین لوله که در کف چاه قرار می‌گیرد، به صورت قیف یا مخروطی برش داده و جمع شود تا از ورود دانه‌ها و شن‌ها به داخل چاه جلوگیری به عمل آید. البته در چاه‌های ناقص، یعنی چاه‌هایی که تا سنگ کف حفاری نشده‌اند، برای پیش‌بینی کف‌شکنی چاه در مواقع کم‌آبی، بهتر است از این کار خودداری گردد.
- با استفاده از لوله‌ای به طول ۱۰ تا ۱۲ متر با قطر ۲ اینچ کمتر از قطر لوله جدار نیز می‌توان شاقولی بودن چاه کنترل نمود. به این صورت که لوله مذکور باید بتواند در طول چاه به راحتی و بدون گیر کردن به لوله جدار چاه، حرکت کند.
- حداکثر انحراف مجاز ۲ سانت در هر ۱۰۰ متر طول لوله است.

۳-۲- دستور کار لوله‌گذاری در چاه‌های آبرفتی

- اولین شاخه لوله ساده نصب می‌گردد که بعنوان رسوب گیر محسوب می‌گردد.
- در شرایط معمولی و متعارفی (بافت‌های دانه درشت و متوسط یکنواخت) سر تا سر لایه اشباع را می‌بایست لوله مشبک نصب نمود.
- در صورتی که بافت لایه اشباع متغیر و دارای نواحی ریزشی یا دانه ریز باشد، می‌بایست در مقابل طبقات ریز دانه و ریزشی لوله غیر مشبک قرار گیرد.
- در مناطقی که بر اساس نظر کارشناس می‌بایست پمپ نصب گردد باید یک شاخه ۶ متر لوله غیر مشبک نصب گردد.
- در چاه‌هایی که تا انتهای سقره حفاری شده اند بایست دهانه اولین شاخه بصورت مخروطی (موشکی) در آید.
- الزامیست لوله گذاری بصورت آزاد و بدون ضربه و با کمترین صدمه به بدنه لوله انجام گیرد.
- الزامیست نصب لوله به الوتر انجام گیرد و از سوراخ نمودن لوله و نگهداری آن توسط پلوس خود داری شود.
- با استفاده از لوله ای به طول ۱۰ تا ۱۲ متر با قطر ۲ اینچ کمتر از قطر لوله جدار، نیز می‌توان شاقولی بودن چاه کنترل نمود. به این صورت که لوله مذکور می‌بایست بتواند در طول چاه به راحتی و بدون گیر کردن به لوله جدار چاه، حرکت کند.
- حداکثر انحراف مجاز ۲ سانت در هر ۱۰۰ متر طول لوله است.

- لوله جدار با رنگ اپوکسی قبل از اجرا عایقکاری شود تا طول عمر آن افزایش یابد.
- در چاه‌های شولاتی اولین شاخه لوله جدار که در کف چاه نصب می‌شود بصورت ساده (کور) اجرا شود.
- جهت اندازه‌گیری سطح استاتیک و دینامیک چاه ابزار و تجهیزات لازم لحاظ گردد.

۲-۴- مشخصات فنی لوله جدار

- قطر لوله:
- قطر اسمی (ND)
- قطر خارجی (OD)
- قطر داخلی (ID)
- محاسبه وزن لوله:
$$M = 3.14 D . L . T . d$$
- M: وزن لوله (گرم)
- D: قطر داخلی لوله (cm)
- L: طول لوله (cm)
- T: ضخامت لوله (cm)
- d: $7.85 (g/cm^3)$ وزن مخصوص فولاد
- **ضخامت دیواره جدار** که توسط کارفرما تعیین می‌شود، باید برای ایستادگی در ساختمان لایه‌های زمین و همچنین در مقابل نیروهای هیدروستاتیکی که در طی نصب به آن وارد می‌شود، مقاومت کافی را داشته باشد. طبق آیین‌نامه ضخامت لوله جدار در حداقل موارد بیش از ۶ میل در نظر گرفته شود.
- **قطر لوله جدار** دو اینچ بزرگ‌تر از قطر پمپ انتخابی باشد. قطر پمپ انتخابی بستگی به میزان دبی و نوع پمپ طبق جدول شماره (۱) دارد.
- **ضخامت واقعی دیواره جدار** باید برای هر مورد به طور جداگانه و براساس تجزیه و تحلیل فشار و کشش مورد نظر که در طول هر فاز از ساخت و احداث چاه و شرایط و وضعیت محل مربوطه به آن وارد می‌شود، تصمیم‌گیری و طبق جدول شماره (۲) انتخاب می‌گردد. در صورت خورنده بودن آب تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.
- **طول لوله ساده (کور)** برای نصب در چاه باید با توجه به ستون زمین‌شناسی، ضخامت لایه‌های آب‌دار افت سطح آب سفره در منطقه و همچنین در مقابل لایه‌های فاقد آب مشخص و پیشنهاد گردد. به این طریق در بخش غیراشباع و در مقابل لایه‌های فاقد آب و لایه‌های با دانه‌بندی در حد رس و سیلت به اندازه کمی بیش از طول ضخامت این لایه‌ها از لوله ساده کور استفاده نمود.



جدول شماره (۱): رابطه عمق نصب، قطر و ضخامت لوله جدار براساس استاندارد (A۱۰۰)
مشخصات فنی لوله جدار

قطر داخلی لوله جدار	اینچ	میلی‌متر	ماکزیمم آب‌دهی پمپ	ماکزیمم آب‌دهی پمپ
			(مترمکعب دو روز)	(لیتر بر ثانیه)
۴	۱۰۲	۱۰۹۰	۱۳	
۵	۱۲۷	۱۶۹۰	۲۰	
۶	۱۵۲	۲۴۵۰	۲۸	
۸	۲۰۳	۴۲۵۰	۴۹	
۱۰	۲۵۲	۶۷۰	۷۸	
۱۲	۳۰۵	۹۵۹۰	۱۱۱	
۱۴	۳۳۷	۱۱۷۰۰	۱۳۵	
۱۶	۳۸۷	۱۵۵۰۰	۱۷۹	
۱۸	۴۳۷	۱۹۸۰۰	۲۲۹	
۲۰	۴۸۹	۲۴۷۰۰	۲۸۶	
۲۵	۹۵۱	۳۶۱۰۰	۴۱۸	

جدول شماره (۲): ضخامت لوله جدار حسب قطر لوله جدار و عمق چاه

عمق چاه (m)	۸ (۲۰۳)	۱۰ (۲۵۴)	۱۲ (۳۰۵)	۱۴ (۳۶۶)	۱۶ (۴۰۶)	۱۸ (۴۵۷)	۲۰ (۵۰۶)	۲۲ (۵۵۹)	۲۴ (۶۱۰)	۳۰ (۷۶۲)
(۳۰-۰۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴
(۶۰-۳۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴
(۹۰-۶۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲
(۱۲۰-۹۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲	۹,۵۲
(۱۸۰-۱۲۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲	۹,۵۲	۱۱,۱۱
(۲۴۰-۱۸۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲	۹,۵۲	۹,۵۲	۱۱,۱۱
(۳۰۰-۲۴۰)	۶,۳۵	۶,۳۵	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲	۱۱,۱۱	۱۱,۱۱	۱۲,۷۰
(۴۵۰-۳۰۰)	۶,۳۵	۷,۹۴	۷,۹۴	۷,۹۴	۹,۵۲	۹,۵۲	۹,۵۲	۱۱,۱۱	-	-

۳- لوله جدار UPVC



شکل شماره (۱): لوله جدار چاه U.P.V.C رزوه‌دار

- مقاومت بالای لوله جدار چاه یو پی وی سی در برابر خوردگی، اسیدی، ترکیبات شیمیایی آب‌های زیرزمینی، عدم رشد باکتری در جدار لوله عمده‌ترین دلیل جابگزینی این نوع لوله با لوله‌های فولادی می‌باشد.
- غیرهادی بودن لوله‌های چاهی جدار upvc و عدم جذب ذرات و بیو فیلم در جداره.
- هزینه نصب کمتر از لوله‌های فلزی یا لوله‌های فولادی جدار چاه.
- جلوگیری از آشفته شدن جریان در چاه و آب‌دهی بسیار بالا به دلیل شبکه‌های پی در پی و منظم و افقی بودن شیارها.
- کاهش یا حذف هزینه لایروبی و تغییر محل چاه .
- محافظت از ابزار درون لوله جدار چاه از قبیل لوله و مغزی که پس از پایان حفاری کار گذاشته می‌شود.
- اما باید در نظر داشت که این نوع لوله طبق minimum standard for public water system نباید از این لوله‌ها بیش از ۹۲ متر عمق استفاده نمود.

جدول شماره (۳): حداقل ضخامت دیواره لوله جدار حسب قطر

Nominal Casing Diameter (in inches)	Minimum Wall Thickness (in inches)
4	0.188
5	0.188
6	0.188
8	0.219
10	0.250
12	0.250
14	0.312
16	0.312
18	0.375
20	0.375
24	0.375



فصل دوم: لوله اسکرین

۱- طول و محل نصب مشبک لوله جدار (اسکرین)

ورود آب از لایه‌های آب‌دار زیرزمینی به درون چاه از طریق شیارهایی که در قسمت‌های مشبک لوله جدار وجود دارد، امکان‌پذیر می‌باشد. این شبکه‌ها جهت ورود آب‌های زیرزمینی به چاه لازم است. ابعاد و تعداد شبکه‌ها و نسبت فضای باز به سطح جانبی لوله متناسب با وضعیت دانه‌بندی نمونه‌های حفاری چاه و قطر لوله در طراحی بخش مشبک لوله جدار بسیار موثر است.

۱-۱- مشخصات فنی لوله مشبک یا اسکرین

- طول کل جدار مشبک
- افزایش طول لوله اسکرین در آب‌دهی چاه اثر مثبتی دارد، ولی افزایش قطر اثر کمی دارد. حداقل طول اسکرین یک چاه باید با فرمول زیر (برگرفته از دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفاری چاه‌های آب در آب‌رفت و سازندهای سخت، وزارت نیرو) یا فرمول‌های شرکت سازنده تعیین شود.

$$Q = 86400 \cdot A_e \cdot L_{\min} \cdot V_e$$

- $L_{\min}$ = حداقل طول اسکرین بر حسب متر (مقدار طولی از کل لوله جدار که باید به صورت مشبک در آید)

- Q = میزان آب‌دهی (متر مکعب در روز)

- A_e = فضای باز موثر در طول یک متر از لوله اسکرین بر حسب متر مربع در متر

- V_e = سرعت ورودی آب از اسکرین بر حسب متر بر ثانیه

۱-۲- ابعاد شکاف‌ها (روزنه‌ها) در لوله‌های مشبک یا اسکرین

۱-۲-۱- شبکه‌بندی دستی

در صورت استفاده از هوا و کاربیت برای تهیه اسکرین، شیارهایی به طول ۲۰۰ میلی‌متر با عرض ۲ تا ۳ میلی‌متر با توجه به قطر و مقاومت لوله ایجاد گردد. ضمن اینکه استفاده از جوش الکتریک برای مشبک کردن لوله‌های جدار به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

- به وسیله کاربیت

- به وسیله اره برقی

- ابعاد شبکه‌ها:

- طول: ۲۰ cm

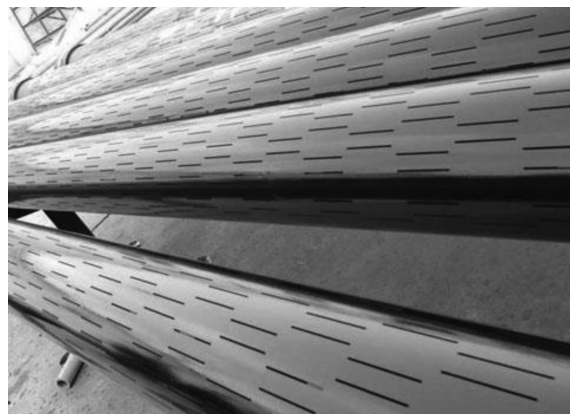
- عرض: ۲-۳ mm

- شبکه‌بندی به وسیله مته برقی (سوراخ‌های دایره‌ای در لوله‌های کم قطر)

صراحتاً استفاده از مشبک لوله‌های اسکرین به روش دستی در چاه‌های آب شرب ممنوع می‌باشد.



شکل (۲): شبکه‌بندی دستی لوله‌های جدار



شکل (۳): شبکه‌بندی کارخانه‌ای لوله‌های جدار

۲-۲-۱- شبکه‌بندی کارخانه‌ای (اسکرین):

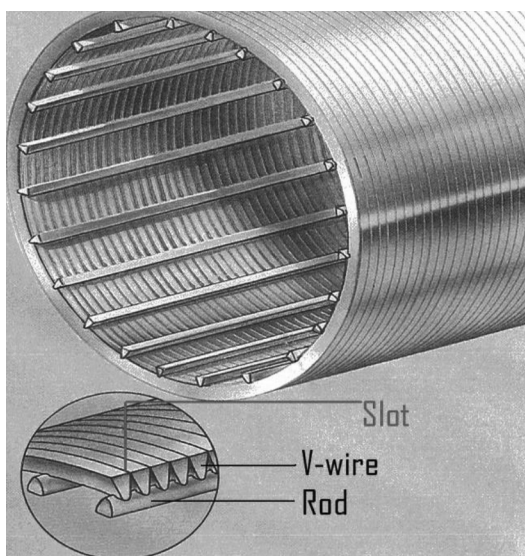
- اسکرین با رشته‌های فولادی با مقطع مستطیلی یا مربع شکل
 - اسکرین با رشته‌های فولادی با مقطع دایره‌ای شکل
 - اسکرین با رشته‌های فولادی با مقطع مثلثی شکل
- لوله‌های اسکرین با مقطع مربع یا مستطیل شکل:
- رشته‌های فولادی با مقطع مربع یا مستطیلی به هم بافته شده احتمال مسدود شدن منافذ توسط دانه‌های شن از معایب این نوع لوله‌ها می‌باشد.



شکل (۴): لوله‌های اسکرین کارخانه‌ای با مقطع مربع شکل

لوله‌های اسکرین با مقطع مثلثی شکل:

- این لوله‌ها از اتصال رشته‌های فولادی با مقطع مثلثی شکل ساخته می‌شود.
- قاعده مثلث (منفذ) به طرف بیرون و بدنه چاه و رأس آن به سمت داخل چاه قرار می‌گیرد.
- رسوبات بدون مسدود کردن منافذ وارد چاه می‌شوند.
- تعداد شبکه‌ها و در نتیجه سطح فضای باز لوله مناسب است.



شکل (۵): لوله‌های اسکرین کارخانه‌ای
با مقطع مثلثی شکل



شکل (۶): لوله‌های اسکرین کارخانه‌ای
دو جداره فولاد و استیل

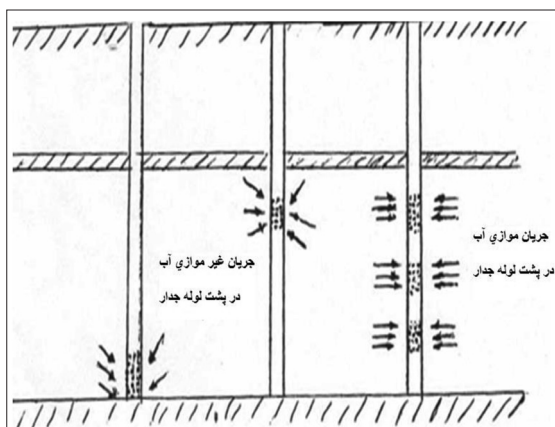
انواع متداول لوله‌های اسکرین:

- اسکرین جانسون آمریکایی (برای رسوبات ریز)
- اسکرین Sure استرالیایی (برای رسوبات ریز)
- اسکرین نولد آلمانی (برای رسوبات درشت)

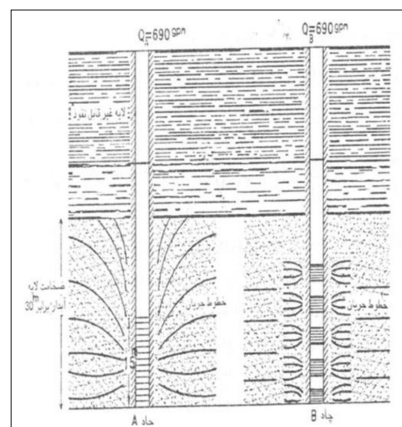
لوله‌های اسکرین در شست‌وشوی چاه به روش surging کارآیی خوبی دارند.

۳-۱- نصب لوله‌های مشبک:

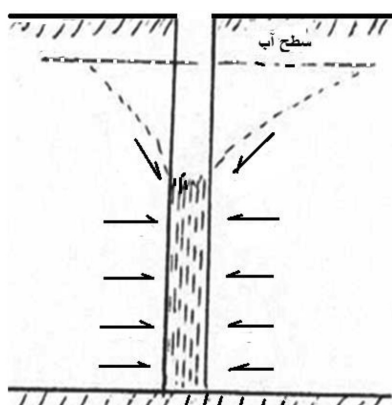
- ۷۰ تا ۸۰ درصد ضخامت بخش اشباع سفره باید اسکرین‌گذاری شود. در این حالت بیش از ۹۰ درصد ظرفیت آب‌دهی چاه قابل بهره‌برداری خواهد بود.
- در حالت فوق مولفه‌های جریان افقی می‌باشد.
- در سفره‌های آزاد بهتر است لوله اسکرین زیر سطح افت آب نظیر دبی بهره‌برداری چاه نصب شود.
- چاه با لوله اسکرین کم، شبیه چاه ناقص عمل می‌کند.
- تعداد شبکه‌های لوله اسکرین باید به اندازه‌ای باشد که سرعت آب در پشت لوله جدار همیشه کمتر از ۳ سانتی‌متر در ثانیه باشد (Hunter Blair 1970).
- در چاه‌های که کامل کف لوله جدار بسته می‌شود. حدود ۳ متر پایین چاه، لوله ساده نصب می‌گردد.
- اگر عمق نصب پمپ قابل پیش‌بینی باشد نصب ۱ شاخه لوله (۳ متر) ساده در مقابل پمپ توصیه می‌شود.
- لوله‌گذاری باید به صورت آزاد و آرام انجام شود.
- در طبقات ریزشی که از لوله‌های تلسکوپی استفاده می‌گردد یا لوله‌گذاری با ضربه انجام می‌شود، عمر چاه کاهش می‌یابد.



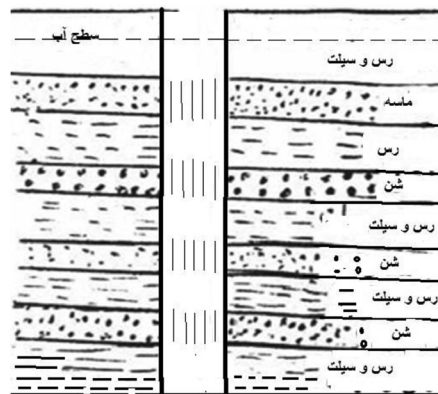
شکل (۷): وضعیت خطوط جریان آب به داخل چاه
نسبت به موقعیت لوله‌های مشبک



شکل (۸): حرکت آب در پشت لوله جدار در دو نوع
لوله‌گذاری لوله مشبک در سفره تحت فشار



شکل (۹): حرکت آب در پشت لوله جدار
لوله مشبک در سفره آزاد



شکل (۱۰): نصب لوله‌های مشبک در چاه
در رسوبات آب‌رفتی غیرهموژن

حرکت آب در پشت لوله‌های جدار مشبک باید حتی‌الامکان به صورت افقی و آرام باشد. در غیر این صورت حرکت آب به صورت آشفته درآمده و باعث انتقال رسوبات دانه ریز شده و پشت لوله جدار خالی خواهد شد.

جدول شماره (۴): رابطه قطر و طول شیارهای اسکرین مورد نیاز بر حسب میزان دبی پمپاژ (بر گرفته از نشریه ۵۷۷)

حداقل طول اسکرین مورد نیاز (m)			فضای باز اسکرین		قطر اسکرین (m)
Q=300m³/hr	Q=200m³/hr	Q=100m³/hr	m²/m	%	
۲۳۱	۱۵۴	۷۷	۰٫۰۲۴	۱۰	۰٫۱۵
۱۱۸	۷۹	۳۹	۰٫۰۴۷	۲۰	۰٫۱۵
۵۹	۳۹	۲۰	۰٫۰۹۴	۴۰	۰٫۱۵
۱۷۹	۱۱۹	۶۰	۰٫۰۳۱	۰٫۲	۰٫۲
۸۸	۵۹	۲۹	۰٫۰۶۳	۲۰	۰٫۲
۴۴	۲۹	۱۵	۰٫۱۲۶	۴۰	۰٫۲
۱۴۲	۹۵	۴۷	۰٫۰۳۹	۱۰	۰٫۲۵
۷۰	۴۷	۲۳	۰٫۰۷۹	۲۰	۰٫۲۵
۳۵	۲۴	۱۲	۰٫۱۵۷	۴۰	۰٫۲۵

- در چاه‌هایی که از گراول پک استفاده نمی‌شود و به طور طبیعی از دانه‌بندی زمین استفاده می‌گردد روزنه اسکرین باید مطابق معیارهای ذیل ساینده‌بندی شود.
- هنگامی که ضریب یکنواختی از ۶ بزرگ‌تر است: روزنه‌های اسکرین به گونه‌ای انتخاب می‌گردد که ۳۰ تا ۴۰ درصد از نمونه آبخوان حفظ کنند.
- هنگامی که ضریب یکنواختی نمونه‌ها کمتر از ۶ است روزنه‌های اسکرین طوری انتخاب می‌شوند که ۴۰ تا ۵۰ درصد از نمونه آبخوان را حفظ کنند.

جدول شماره (۵): تعداد شیارها در لوله جدار بر حسب قطر لوله

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

از آنجا که فرورفتگی در لوله جدار با نسبت D/t (قطر به ضخامت) نسبت عکس دارد. با افزایش دو برابری ضخامت لوله مقاومت در آن چهار برابر می‌شود. برای دشت‌های مسئله‌دار که دارای تشکیلات ریز دانه با آب‌دهی ضعیف هستند، پیشنهاد می‌گردد به جای افزایش قطر لوله جدار و اسکرین‌ها که موجب کاهش مقاومت آنها می‌گردد از لوله‌هایی با قطر کمتر و جهت جبران کاهش سطح باز شدگی تعداد شکاف‌ها بیشتر و فیلتر ضخیم‌تر استفاده گردد.



شکل (۱۱): لوله‌های اسکرین پیش‌ساخته (Prepacked)

۶- کنترل مستقیم و شاغولی بودن لوله‌گذاری چاه

مستقیم و شاغول بودن چاه‌های آب باید برای نصب موفقیت‌آمیز تجهیزات پمپاژ دائمی و بهره‌برداری مناسب و طولانی مدت از آنها صورت بگیرد. میزان تلورانس که در ذیل اشاره شده برای چاه‌هایی است که با پمپ‌هایی با شافت تجهیز می‌شوند.

۱-۲- روش محاسبه مقدار انحراف چاه:

برای اندازه‌گیری میزان شاغول و مستقیم بودن چاه از وزنه‌ای متصل به کابل که از روی قرقره سه‌پایه عبور کرده، استفاده می‌شود. ارتفاع سه‌پایه از دهانه چاه ۳ متر است. یک صفحه پلاستیکی شفاف با دوایر متحدالمرکز و یک شکاف برای برقراری امکان جابه‌جایی کابل از مرکز صفحه تا بیرون آن در امتداد یکی از شعاع‌های دایره به منظور اندازه‌گیری میزان انحرافات استفاده می‌شود.

وزنه‌ای استوانه‌ای به نام شاغول به ارتفاع حدود ۱۰ اینچ و قطر یک چهارم اینچ (۱۳ میلی‌متر در استاندارد A100) کوچک‌تر از قطر داخلی لوله جدار چاه که به یک رشته سیم بکسل به قطر حداقل ۴ میلی‌متر متصل است. به وسیله سه پایه در داخل چاه آویزان می‌کنند به طوری که امتداد سیم بکسل درست در مرکز سطح مقطع دایره چاه قرار گیرد. ضمناً قرقره‌های سه پایه به وسیله پیچ‌های رگلاژی می‌توانند تنظیم شوند تا اثر جابه‌جایی کابل روی قرقره را هنگام باز شدن خنثی کنند.

شروع اندازه‌گیری از سطح دهانه چاه می‌باشد و هر ۳ متر (۱۰ فوت) که وزنه پایین می‌رود، یک بار میزان انحراف را به وسیله صفحه شفاف با دوایر متحدالمرکز اندازه می‌گیرند. در آغاز کار صفحه پلاستیکی را روی دهانه لوله جدار طوری قرار می‌دهند که یکی از دایره‌های آن بر دهانه لوله جدار منطبق شود و سیم بکسل شاغول درست از مرکز این صفحه عبور کند. حال با پایین رفتن تدریجی وزنه شاغول در درون چاه در صورت وجود انحراف در امتداد چاه، وزنه و سیم بکسل متصل به آن از مرکز چاه به طرف دیواره آن متمایل می‌شود که در این صورت صفحه را با خود چرخانده و در داخل شیار آن قرار می‌گیرد. مقدار جابه‌جایی کابل را نسبت به شعاع چاه یعنی فاصله مرکز تا دیواره چاه اندازه‌گیری می‌کنند.

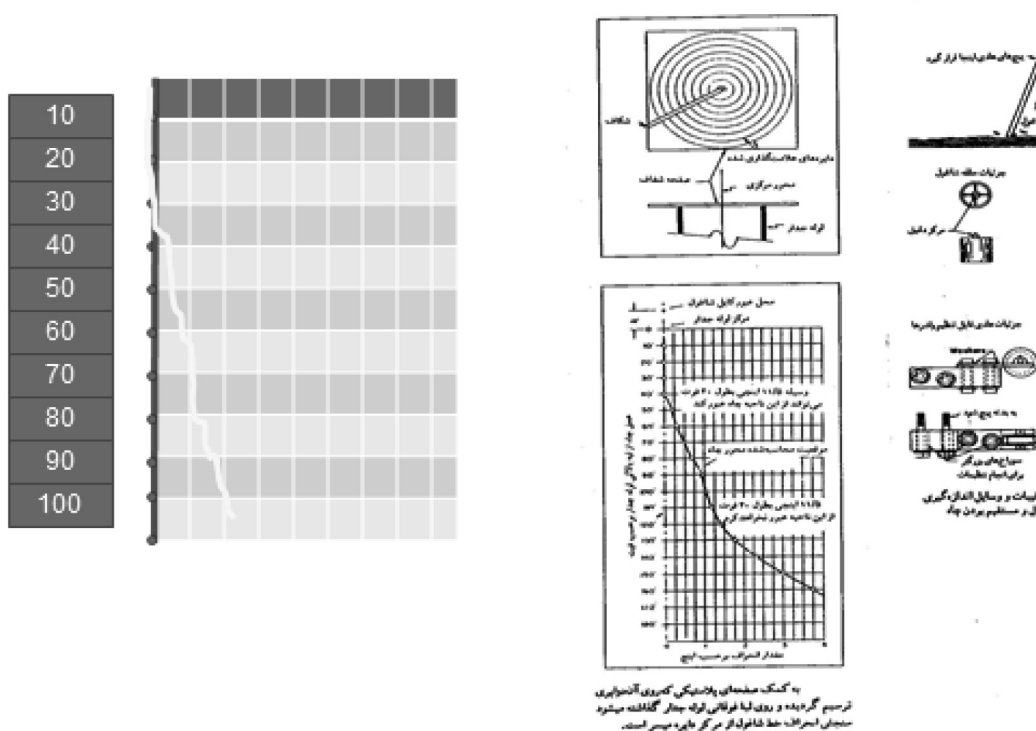
انحراف چاه = (باز شدگی طول سیم از لبه چاه) / (میزان انحراف سیم از مرکز دایره بر حسب سانتی‌متر * ارتفاع باز شدگی سیم با احتساب ۳ متر)

(فرمول فوق اکتساب تناسب اضلاع در مثلث‌های متشابه است)

یکسان بودن بودن میزان انحراف برای هر سه متر از ستون چاه نشان‌دهنده مستقیم بوده چاه است؛ اگر چه حالت شاغولی ندارد، اما شکستگی در مقطع طولی چاه زمانی اتفاق می‌افتد که مقادیر انحراف در یکی از طول‌های ۳ متری ستون چاه، بیش از فواصل مشابه دیگر باشد.

اندازه‌گیری مقادیر انحراف چاه را می‌توان در روی محور مختصاتی که محور افقی آن میزان انحراف بر حسب سانتی‌متر و محور عمودی عمق چاه را بر حسب متر نشان دهد به صورت نمودار ترسیم نمود.

پس از خاتمه عملیات نصب لوله جدار، کنترل لازم با راندن یک شاخه لوله به طول ۱۲ متر و با قطر ۲ اینچ کمتر از قطر داخلی لوله جدار تا عمق نهایی صورت خواهد گرفت. همچنین انجام آزمایش شاقول بودن توسط پیمانکار و با نظر دستگاه نظارت برای تحویل چاه ضروری است.



شکل شماره (۱۲): نمونه گراف انحراف چاه از قائم

تبصره ۱- در صورت بروز یا مشخص شدن هر گونه اشکال فنی، پیمانکار موظف به رفع نقص آن به هزینه خود می‌باشد.

تبصره ۲- میزان انحراف مجاز برابر با ۲ سانتی‌متر برای هر یک صد متر لوله‌گذاری در ابتدای دهانه چاه می‌باشد.

۳- شن انبانی (گراول پکینگ)

افزایش میزان نفوذپذیری ناحیه پیرامون اسکرین ناشی از حذف برخی از مواد دانه ریز اطراف آن و جایگزین نمودن مواد با دانه‌بندی مناسب است. گراول پک در سازه‌های ماسه آب‌رفتی، ماسه بادی، آبخوان‌های رسوبی دانه ریز متوسط و درشت، ماسه سنگ با سیمان متوسط مطابق نشریه ۵۷۷ توصیه می‌گردد.

- فیلتر شنی، نفوذ پذیری اطراف چاه را بالا می‌برد.
- از ورود رسوبات دانه ریز به داخل چاه جلوگیری می‌کند.
- امکان استفاده از لوله‌های اسکرین با فضای باز بیشتر را فراهم می‌کند.
- سرعت حرکت آب به داخل چاه را کاهش می‌دهد.
- کلید اصلی ساختمان چاه تهیه نمونه‌های دقیق خاک چاه و گراول پکینگ مناسب است.
- چاه‌های حفاری شده در سازند سخت نیازی به شن‌ریزی دور لوله جدار ندارند مگر در شرایط خاص...

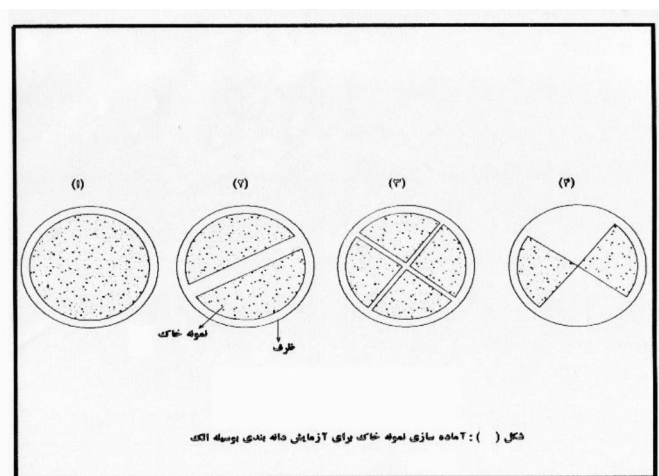
۳-۱- مشخصات شن مورد استفاده در شن انبانی

- مراحل انتخاب نوع شن:
- تهیه نمونه‌های دقیق خاک از چاه
- انجام عملیات دانه‌بندی Sieve Analysis
- تهیه نمودار دانه‌بندی نمونه‌ها خاک
- محاسبه پارامترهای دانه‌بندی خاک
- تهیه نمودار دانه‌بندی شن دور لوله
- برآورد درصد ابعاد دانه‌های شن برای دور لوله

مراحل انجام آزمایش دانه‌بندی نمونه‌های خاک:

از هر نمونه ۱۰۰ گرم خاک برداشته و با هم خوب مخلوط می‌گردد.

- این خاک در یک ظرف سینی پهن می‌شود.



شکل (۱۳): آماده سازی خاک برای آزمایش دانه‌بندی به وسیله الک

- خاک داخل سینی ابتدا به ۲ قسمت و مجدداً به ۴ قسمت تفکیک می‌گردد.

- دو ربع مقابل هم کنار گذاشته و دو ربع دیگر با هم کاملاً مخلوط می‌شود.
- دو ربع مخلوط شده در دستگاه آون کاملاً خشک می‌گردد.
- نمونه وزن شده و روی اولین الک (الک درشت دانه) ریخته می‌شود.
- عمل الک کردن با دستگاه Shaker به طور کامل انجام می‌گردد.
- دانه‌های باقیمانده روی اولین الک وزن شده و در مقابل شماره الک یادداشت می‌شود.
- دانه‌های باقیمانده روی الک اول و دوم روی هم جمع و وزن شده و در مقابل شماره الک دوم ثبت می‌گردد.
- این کار تا آخرین الک تکرار می‌شود. مجموع وزن دانه‌های روی الک‌ها باید با کمی خطا برابر با وزن کل نمونه باشد.
- با به دست آوردن این اطلاعات می‌توان نمودار دانه‌بندی نمونه را روی کاغذ نیمه لوگ رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

مشخصات سه سری الک به شرح زیر:

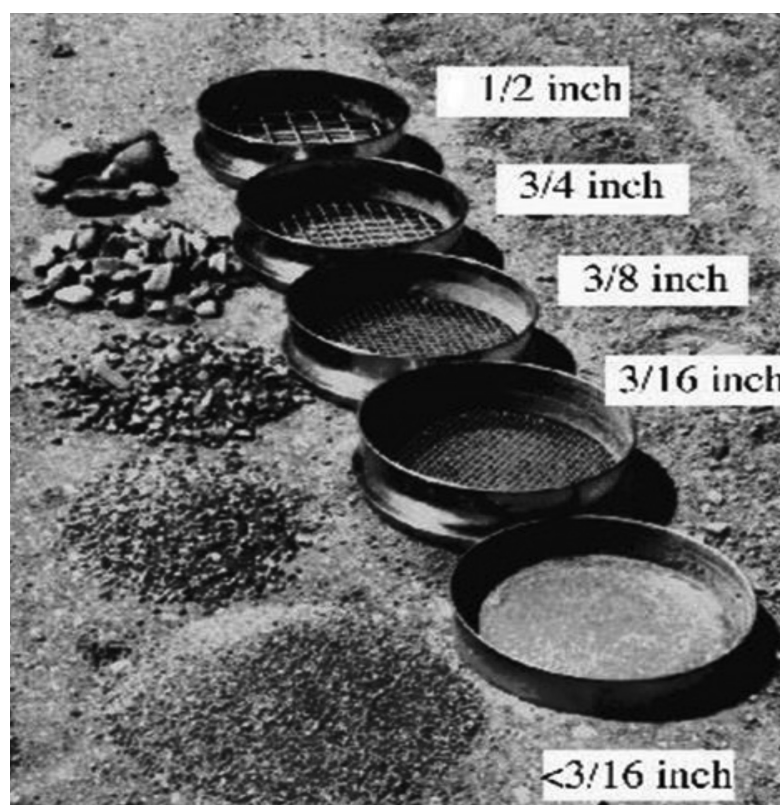


ماسه درشت		ماسه و شن		ماسه ریز	
نمره	اندازه شبکه‌ها (اینچ)	نمره	اندازه شبکه‌ها (اینچ)	نمره	اندازه شبکه‌ها (اینچ)
۱۴	۰٫۰۴۶	۶	۰٫۱۳۱	۲۸	۰٫۰۲۳
۲۰	۰٫۰۳۳	۸	۰٫۰۹۳	۳۵	۰٫۰۱۶
۲۸	۰٫۰۲۳	۱۰	۰٫۰۶۵	۴۸	۰٫۰۱۲
۳۵	۰٫۰۱۶	۱۴	۰٫۰۴۶	۶۵	۰٫۰۰۸
۴۸	۰٫۰۱۲	۲۰	۰٫۰۳۳		
۶۵	۰٫۰۰۸	۲۸	۰٫۰۲۳		
		۳۵	۰٫۰۱۶		
		۴۸	۰٫۰۱۲		

شکل (۱۴): نمونه دانه‌بندی به وسیله الک



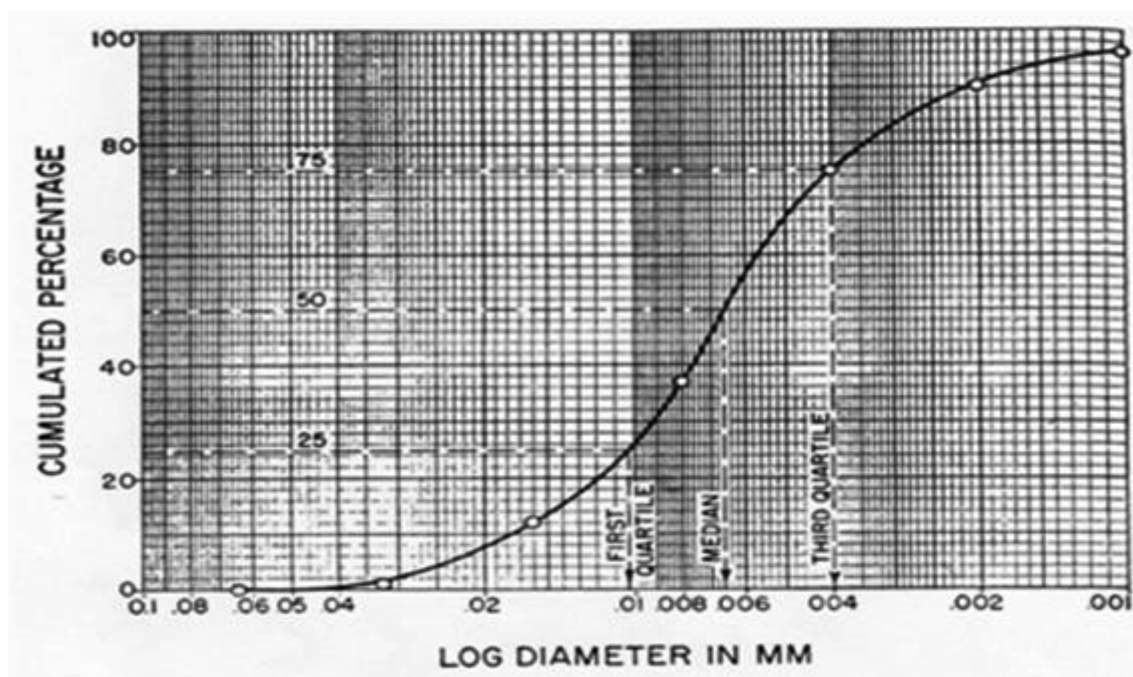
شکل (۱۵): الک‌های مورد استفاده در آزمایش دانه‌بندی در آزمایشگاه مکانیک خاک



شکل (۱۶): الک‌های مورد استفاده در آزمایش دانه‌بندی در آزمایشگاه مکانیک خاک



شکل (۱۷): غربالگر shaker مورد استفاده در آزمایش دانه‌بندی خاک در آزمایشگاه



شکل (۱۸): منحنی دانه‌بندی نمونه‌های خاک با استفاده از آزمایش دانه‌بندی

۳-۲ - شاخص‌های مورد استفاده از نمودار دانه‌بندی:

- قطر موثر دانه‌ها، d_{10} (قطری که ۱۰ درصد دانه‌ها کوچک‌تر از آن است).

- U_c (Uniformity Coefficient): شاخص یکنواختی

$$U_c = d_{60}/d_{10}$$

$U_c > 2.5$: خاک دارای دانه‌بندی یکنواخت

$U_c < 2.5$: لایه آب‌دار غیریکنواخت

ضریب GPR

ضریب گراول پک: (نسبت d_{50} قطر گراول پک / d_{50} قطر لایه آب‌دار)

$$(GPR = d_{50} \text{ gravel pack} / d_{50} \text{ aquifer})$$

- $GPR = 4 - 6$: عملیات شن‌ریزی موفقیت‌آمیز بوده و ساختمان چاه از کیفیت خوبی برخوردار می‌باشد.

- نسبت ۴ زمانی انتخاب می‌شود که دانه‌بندی سفره ریز و یکنواخت باشد (well sorted).

- نسبت ۵ در حالتی که لایه‌بندی شن درشت و غیریکنواخت باشد.

- نسبت ۶ برای زمانی که لایه‌ها از شن و ریگ کاملاً غیریکنواخت تشکیل شده باشد (well graded).

✓ $GPR = 7 - 10$: کیفیت ساختمان چاه خوب نیست.

✓ $GPR > 10$: چاه دچار ماسه‌دهی خواهد شد.

✓ $GPR = 20$: ماسه‌دهی بسیار زیاد و احتمال تخریب کامل چاه.

- نسبت ۶ تا ۹ برای شن و ماسه‌های به شدت غیریکنواخت همراه با سیلت.

- اگر $d_{10} < 2.5 \text{ mm}$ و $U_c > 3$ باشد، شن‌ریزی دور لوله لازم نیست.

- در سفره آبی با لایه‌بندی مختلف اگر d_{50} لایه درشت کمتر از ۴ برابر d_{50} لایه دانه ریز باشد، گراول پک

یکنواخت و شبکه یکنواخت براساس ریزترین لایه پیشنهاد می‌گردد. در غیر این صورت برای هر لایه گراول پک و

شبکه جدا باید طراحی شود. Ahrens 1957

- اگر لایه دانه ریز روی لایه دانه درشت باشد، اسکرین لایه دانه ریز باید حدود ۶۰ سانتی‌متر در داخل لایه درشت نفوذ کند.

- در این حالت قطر شبکه لایه درشت نباید از ۲ برابر شبکه لایه دانه ریز تجاوز نماید. Johnson 1972

- در سفره‌های آبی با لایه‌بندی متفاوت بهتر است d_{50} گراول پک براساس لایه دانه ریز محاسبه شود.

۳-۳ - تهیه نمودار دانه‌بندی شن مورد نیاز برای پشت لوله (گراول پک):

• تهیه نمودار دانه‌بندی نمونه خاک چاه براساس دانه ریزترین لایه.

• در روی این نمودار اندازه ۷۰ درصد تجمعی دانه‌های باقیمانده یا ۳۰ درصد تجمعی رد شده از الک و d_{10}

و d_{50} مشخص و در ضریب ۴ تا ۶ ضرب و این نقاط در کنار نمودار یاد شده منتقل می‌شود. به این ترتیب چند

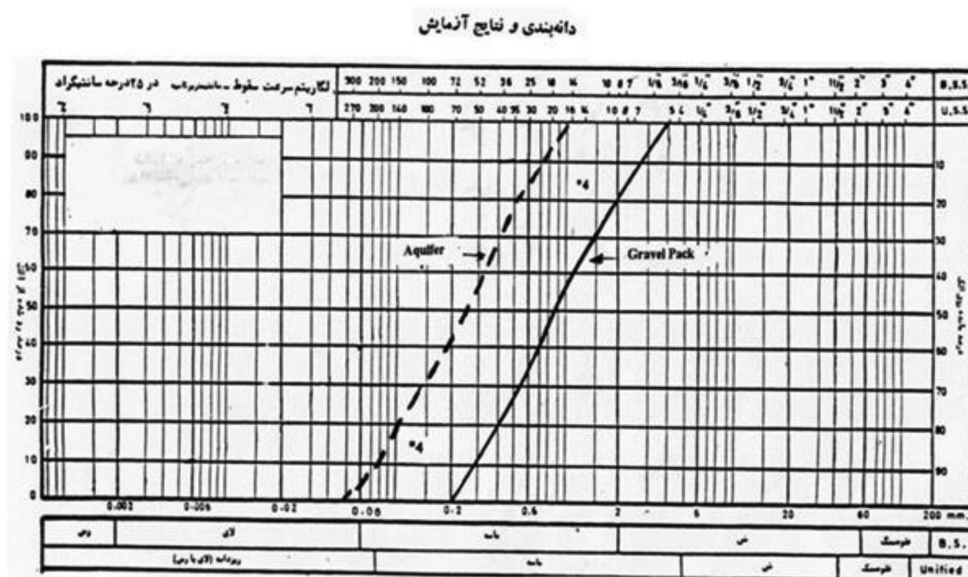
نقطه از نمودار گراول پک به دست می‌آید.

• ضریب U_c گراول پک را معادل یا کمتر از U_c نمودار خاک چاه منظور نموده به طوری که نمودار گراول پک از این

نقطه بگذرد.

• با رسم نمودار گراول پک، مشخصات شن مورد نیاز با درصد دانه‌های مختلف پیشنهاد می‌گردد.

- اندازه شبکه اسکرین نیز طوری پیشنهاد می‌گردد که حداقل ۹۰ درصد دانه‌های گراول از آن عبور ننماید.
- ضخامت گراول پک ۵ تا ۸ و گاهی به ۲۵ سانتی‌متر می‌رسد.
- از نظر تئوری ضخامت گراول پک باید ۲ تا ۳ برابر قطر ذرات گراول باشد. برای هر لایه نیز می‌توان گراول پک جداگانه تهیه کرد.



شکل (۱۹): تهیه نمودار شن مورد نیاز برای پشت لوله جدار به کمک نمودار دانه‌بندی خاک سفره

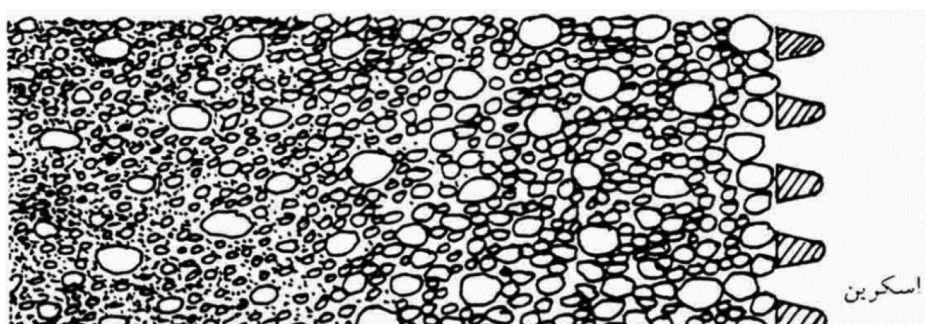
جدول (۶): جدول تجربی برای تخمین قطر شن دور لوله و شبکه لوله جدار

اندازه قطر شبکه ها	اندازه قطر دانه های شن و درصد مورد نیاز		قطر اندازه مواد متشکله سفره آبی
1.50mm	mm 3-6		گرانول mm ۰,۵۵-۰,۰۴
	20%	کمتر از mm 3.125	
	70%	از mm 3.125 تا mm 6.25	
	10%	بیشتر از mm 6.25	
1.50mm	mm 2.4-6		ماسه درشت ۰,۵۲۵mm-۰,۳۲۵
	20%	کمتر از mm 2.3	
	70%	از mm 2.3 تا mm 4.7	
	10%	بیشتر از mm 6.25	
1.2mm	mm 1.5-4		ماسه متوسط تا درشت ۰,۵۲۵mm-۰,۳۲۵
	20%	کمتر از mm 1.6	
	70%	از mm 1.6 تا mm 3.9	
	10%	بیشتر از mm 3.9	
0.8mm	mm 1.5-3		ماسه متوسط تا ریز ۰,۳۵۲mm-۰,۲۵
	40%	mm 1.6	
	60%	از mm 1.6 تا mm 3	
0.8mm	mm 1.2-3		ماسه دانه ریز ۰,۲۵mm-۰,۱۵
	30%	کمتر از mm 1.6	
	60%	از mm 1.6 تا mm 3	
	10%	بیشتر از mm 3	

جدول (۷): جدول تجربی نسبت ابعاد دانه‌های پشت لوله جدار، منافذ لوله اسکرین و دانه‌های سفره

ابعاد ذرات سفره (mm)	ابعاد گراول پک (mm)	ابعاد منافذ اسکرین (mm)
۰٫۱-۰٫۶	۰٫۷-۱٫۲۵	۰٫۶
۰٫۲-۰٫۸	۱-۱٫۲۵	۰٫۷۵
۰٫۳-۱٫۲۵	۱٫۵-۲	۱
۰٫۴-۳	۱٫۷۵-۲٫۵	۱٫۵
۰٫۵-۳	۳-۴	۲

شکل (۲۰): منطقه توسعه یافته در اطراف یک چاه (ذرات لای و ماسه‌های دانه ریز از لایه‌لای مواد تشکیل‌دهنده لایه آبدار خارج شده است)



شکل (۲۱): ساختمان يك چاه كامل

- شن مورد استفاده باید کروی شکل (رودخانه‌ای)، عاری از مواد ارگانیکی، حتی الامکان از جنس سیلیس با ۹۵ در صد خلوص، با دانه‌بندی محاسبه شده متناسب با دانه‌بندی رسوبات سفره باشد.
- فیلتر شنی باید به گونه‌ای دانه‌بندی شوند که بین ۸۵ تا ۱۰۰ درصد مواد شن انتخاب شده در پشت لوله اسکرین حفظ شود.
- در مواردی که عرض شیار لوله مشبک ۰٫۲۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود شن انبانی دور لوله جدار چاه ضروری می‌باشد.
- حداقل ضخامت مجاز فیلتر شنی باید ۳ اینچ (۷۷ میلی‌متر) و حداکثر ضخامت آن معمولاً از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز ننماید.
- قطر و میزان درصد دانه‌بندی شن مورد استفاده باید با استفاده از منحنی دانه‌بندی نمونه‌های خاک سفره و منحنی فیلتر پیشنهادی (شکل شماره ۱۷) مشخص و ارائه می‌گردد.
- مقدار قطر گراول پک با استناد به ضریب یکنواختی به رجوع به دستورالعمل نامگذاری حفاری چاه‌های آب جدول ۴-۱۷ انتخاب می‌گردد که این مقدار عموماً ۸ تا ۱۰ میل در نظر گرفته می‌شود.
- مواد گراول پک باید در فضای حلقوی و در مجاورت با اسکرین چاه قرار داده شود و حداقل تا ۲۰ فوت (۶ متر) بالای اسکرین امتداد داشته باشد.
- آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های گراول پک باید توسط شرکت پیمانکار هنگام تحویل و قبل از جای‌گذاری تایید گردد.

- گراول پک هنگام نصب باید گندزدایی شود.
- برای این منظور و نیز جهت جلوگیری از ریختن گراول‌های اضافی در بالای اسکرین لازم است تا لوله‌ای به نام لوله شن‌ریزی یا لوله ترمی در بالای اسکرین و در پشت لوله جدار تا سطح زمین نصب شود کاربرد این لوله جهت اضافه نمودن مواد گراول بعد از توسعه و پایین رفتن ارتفاع گراول پک پشت اسکرین هنگام بهره‌برداری می‌باشد. لوله شن‌ریزی لوله‌ای است به قطر ۲ تا ۳ اینچ که در فضای بین لوله جدار و دیوار چاه قرار می‌گیرد.

۳-۴ الزامات و محدودیت‌های مربوط به مواد گراول پک و میزان ناخالصی آن

- ثقل ویژه: میانگین ثقل ویژه مواد گراول پک نباید کمتر از ۲/۵ باشد.
- حداقل ثقل ویژه از لحاظ وزنی نباید بیشتر از ۱ درصد این مواد دارای شکل ویژه ۲/۲۵ یا کمتر از آن باشند.
- ذرات گرد گوشه: ذرات باریک پهن و کشیده و ذراتی که ابعاد بزرگ‌ترین آنها از سه برابر کوچک‌ترین آنها تجاوز می‌کند به طور کل این ذرات نباید از لحاظ وزنی بیش از ۲ درصد کل ذرات باشند.
- قابلیت حل شدن در اسید: طی زمان ۲۴ ساعت نباید بیش از ۵ درصد مواد گراول در اسید هیدروکلریک حل شود.
- شست‌وشوی گراول: گراول‌ها باید شسته شوند و عاری از خاک، غبار، ذرات گل و رس و هر گونه آلودگی و ناخالصی‌های ارگانیکی باشند.
- گراول نباید حاوی آهن، منگنز، مس، سرب و هر گونه فلزات سنگین دیگر یا ترکیبات مختلف آنها باشد به طوری که میزان و ترکیب آنها هیچگونه اثر منفی روی کیفیت آب نداشته باشد.
- فیلتر شنی (گراول پک) باید به دقت و آهستگی از پشت لوله جدار و توسط لوله‌ای به قطر ۲ تا ۴ اینچ از انتها تا عمق مورد نظر جایگزین گردد (لوله انتقال گراول در بالای محل شن‌ریزی باقی می‌ماند به طوری که افت گراول در لوله قابل کنترل باشد). در روش حفاری دورانی این عمل توأمان با رقیق نمودن گل حفاری به وسیله فرستادن جریان آب از طریق سوزن‌های حفاری به داخل چاه صورت می‌پذیرد.
- توضیح اینکه پیمانکار باید قبلاً تدابیر لازم را جهت تهیه گراول مورد نیاز به عمل آورد تا حداکثر ۲۴ ساعت پس از خاتمه لوله‌گذاری و طبق برنامه پیش‌بینی شده و مشخصات فنی مربوطه نسبت به گراول پکینگ به طور کامل اقدام و سپس دستگاه حفاری بعد از تایید مناقصه‌گذار با هماهنگی امور آب (سازمان آب منطقه) فک پلمپ گردیده و محل را ترک نماید.
- تبصره: چنانچه در خاتمه عملیات توسعه و آزمایش پمپاژ مشخص گردد بنا به هر دلیل گراول افت نموده و به شن‌ریزی مجدد نیاز باشد، پیمانکار موظف است نسبت به تکمیل شن‌ریزی بدون دریافت وجه اقدام نماید.

مراجع و مأخذ:

1. American water works associatin ANSI/AWWA A100-97, «AWWA STANDARD FORWELL»
2. American water works association ANSI/AWWA A100-97 associatin ANSI/AWWA C654-97, «AWWA STANDARD FOR DISINFECTION WELL»
۳. غفوری، «۱۳۹۲» ارزیابی تاثیر افت سطح ایستایی بر ناپایداری و تجزیه اسکرین‌های چاه‌های آب تحقیقات آب ایران. سال نهم، شماره ۲، ۴۲-۵۱.
۴. راه‌های اکتشافی و پیزومترها و دستورالعمل روش تکمیل فرم‌های مصوب حفاری.
۵. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، سال ۱۳۹۲، «دستورالعمل احیا، توسعه و بهسازی چاه‌های آب (کشاورزی و شرب)» نشریه شماره ۶۴۵.
۶. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی، فروردین ۱۳۸۷ «دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاه‌های آب در آبرفت و سازندهای سخت و تهیه گزارش حفاری (چاه‌های بهره‌برداری، اکتشافی، پیزومترها و مشاهده‌ای» نشریه شماره ۵۷۷.



تدوین‌کنندگان (به ترتیب حروف الفبا)

ردیف	نام و نام خانوادگی	شرکت
۱	رضا حاجی آبادی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۲	ندا خاطری	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۳	الهام خوشبخت	شرکت آب و فاضلاب لرستان
۴	نظر علی رمضانی	ناظر حفاری شرکت آب و فاضلاب بوشهر
۵	علی مددی‌پور	مدیر تولید و مسئول کیفیت شرکت غربال فیلتر
۶	خشایار نامداریان	شرکت آب و فاضلاب لرستان
۷	علی نجاتی‌پور	شرکت آب و فاضلاب خراسان رضوی
۸	محمد حسن نجاتی	همکار بازنشسته آب منطقه‌ای فارس - کهگیلویه و بویراحمد
۹	مهسا واعظ تهرانی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

تاریخ:



تاریخ:

موضوع:



<https://ope.nww.ir>