

# دستورالعمل حفر و تجهیز

## چاهکهای مشاهد‌های



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

# دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهدهای

نشریه شماره ۱۵۴

معاونت امور فنی  
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی



## فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی  
دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده ای/معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و  
معیارهای فنی؛ وزارت نیرو، [امور آب].- تهران: سازمان برنامه و بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی -  
اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۵.  
۳۰ص: مصور- (سازمان برنامه و بودجه.دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه  
شماره ۱۵۴)انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۵/۰۰/۸۰

مربوط به دستورالعمل شماره: ۱۳۸۹-۶۶۵۲/۵۶-۱۰۲ مورخ ۱۳۷۵/۱۰/۸  
کتابنامه: ص. ۳۰

۱. آبهای زیرزمینی - حفاری و استخراج. ۲. چاهها. الف. ایران. وزارت نیرو. امور آب  
. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان.  
د. فروست.

ش. ۱۵۴. ۲س/ ۳۶۸ TA

## دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده ای

### تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات  
چاپ اول: ۵۰۰ نسخه، ۱۳۷۵

قیمت: ۲۵۰۰ ریال

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمد تعالی

|  |   |
|--|---|
| بده :<br>تمامی دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاور   | دستورالعمل شماره : ۱۰۲-۶۶۵۲/۵۶-۱۳۸۹<br>مورخ : ۷۵/۱۰/۸ |
| موضوع : دستورالعمل حفرو تجهیز چاهکهای مشاهده ای  |   |
| <p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرایی<br/>طرحهای عمرانی به پیوست نشریه شماره ۱۵۴ دفتر تحقیقات ومعیارهای فنی این سازمان<br/>با عنوان " دستورالعمل حفرو تجهیز چاهکهای مشاهده ای " از گروه دوم ابلاغ<br/>میگردد.</p> <p>تاریخ اجرای این دستورالعمل ۱۳۷۶/۱/۱ می باشد.</p> <p>شایسته است دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاور مفاد نشریه یاد شده و ضوابط و<br/>معیارهای مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد<br/>استفاده قرار دهند.</p> <p style="text-align: center;"><br/>حمید میرزاده<br/>معاون رئیس جمهور ورئیس سازمان برنامه و بودجه</p> |   |



## پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده طرحها را مورد تأکید جدی قرار داده است. با توجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه (دفتر تحقیقات و معیارهای فنی) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان، آقایان دکتر سید فرهاد موسوی دانشیار دانشکده کشاورزی، مهندس حمید رضا صفوی عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران، دکتر امیر تائبی هرنندی معاون پژوهشی دانشکده عمران، برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

زمستان ۱۳۷۵



## ترکیب اعضاء کمیته

این استاندارد با مشارکت اعضای کمیته فنی شماره ۳-۲ (زهکشی) تهیه و تدوین شده است که اسامی آنان به ترتیب حروف الفبا بشرح زیر می باشد :

|                        |                              |  |
|------------------------|------------------------------|--|
| آقای مجتبی اکرم        | بانک کشاورزی                 | فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی       |
| خانم بنفشه بهنام       | طرح تهیه استانداردهای مهندسی | فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی       |
|                        | آب کشور                      |  |
| آقای جوادپور صدرالله   | مهندسین مشاور ایران زمیک     | فوق لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی     |
| آقای ابراهیم شاه قاسمی | مهندسین مشاور تهران سحاب     | دکترای مهندسی منابع آب و مهندسی بهداشت |
| آقای احمد لطفی         | مهندسین مشاور پندام          | فوق لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی     |

ضمناً آقایان : دکتر ابراهیم پذیرا، مهندس علی حقیقت طلب و دکتر اسدالله روحی در جلسات نهایی کردن این استاندارد شرکت و با تجربیات خویش کمیته زهکشی را یاری کرده اند.



## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                    |
|------|--|
| ۱    | ۱- مقدمه                                 |
| ۱    | ۲- کلیات                                 |
| ۲    | ۳- روش کار                               |
| ۲    | ۳-۱ انتخاب محل و عمق حفاری               |
| ۳    | ۳-۲ تراکم شبکه چاهکهای مشاهده‌ای         |
| ۴    | ۳-۳ پیاده کردن نقاط بر روی زمین          |
| ۴    | ۳-۴ انتخاب نوع و قطر لوله چاهک مشاهده‌ای |
| ۶    | ۳-۵ شرایط عمومی احداث چاهک               |
| ۸    | ۳-۶ روشهای حفر                           |
| ۱۰   | ۳-۷ تراز یابی                            |
| ۱۱   | ۴- اندازه‌گیری سطح آب                    |
| ۱۱   | ۴-۱ وسایل و روشهای اندازه‌گیری           |
| ۱۳   | ۴-۲ آماربرداری و ثبت اطلاعات             |
| ۱۴   | ۴-۳ نمونه‌برداری                         |
| ۱۵   | ۵- اصلاح و بازسازی چاهکهای مشاهده‌ای     |
| ۱۵   | ۶- استفاده از نتایج اندازه‌گیری          |
| ۱۵   | ۶-۱ نقشه هم عمق آب زیرزمینی              |
| ۱۵   | ۶-۲ نقشه همتراز آب زیرزمینی              |
| ۱۶   | ۶-۳ نقشه هم نوسان آب زیرزمینی            |
| ۱۶   | ۶-۴ هیدروگراف سطح آب زیرزمینی            |
| ۱۷   | فرمهای شماره ۱، ۲ و ۳ برای ثبت اطلاعات   |
| ۲۰   | ۷- منابع و مآخذ                          |



## ۱- مقدمه

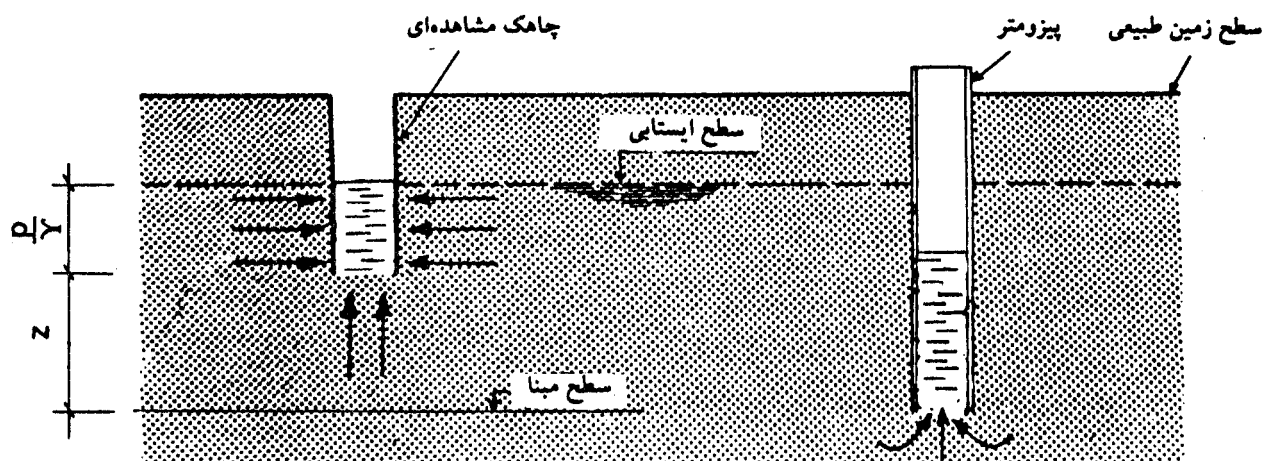
هدف از ارائه این دستورالعمل ایجاد وحدت روش در نحوه حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای<sup>۱</sup> است. از اطلاعات جمع‌آوری شده می‌توان برای تشخیص عمق آب زیرزمینی در نقاط مختلف و تعیین شکل سفره، مشخص کردن مناطق زهدار، تعیین جهت حرکت آب زیرزمینی، تشخیص مناطق تغذیه و تخلیه و نهایتاً تعیین گرادیان هیدرولیکی و شدت جریان آب زیرزمینی سفره سطحی استفاده کرد.

## ۲- کلیات

چاهک مشاهده‌ای، چاه کم قطری است که به‌طور قائم تا عمقی حفر می‌گردد که حتی المقدور در هنگام پایین افتادن سطح ایستابی نیز دارای آب باشد. از آنجا که آماربرداری از چاهکهای مشاهده‌ای در مطالعات زهکشی حداقل به یکسال زمان نیاز دارد و نیز رعایت این نکته که باید برداشت آمار سطح آب بعد از این دوره نیز ادامه یابد، لذا به منظور حفظ و دوام بیشتر چاهکهای مشاهده‌ای و جلوگیری از ریزش جدار آنها، باید دیواره چاهکها را بالوله مشبک حفاظت کرد.

از چاههای کم عمق که معمولاً در سطح دشت و یا در روستاها برای مصارف شرب انسان و حیوان و یا مصارف جزئی کشاورزی حفر گردیده است، نیز در صورت وجود اطمینان از نشان دادن سطح ایستابی واقعی، می‌توان به عنوان چاهک مشاهده‌ای استفاده نمود.

ذکر این نکته لازم است که غالباً از چاهکهای مشاهده‌ای به صورت نادرست به عنوان "پیزومتر" نام برده می‌شود. در پیزومتر، آب می‌تواند فقط از انتهای آن وارد شود، در صورتی که در چاهک مشاهده‌ای آب از جدار و انتهای آن وارد می‌شود. شکل ۱ تفاوت بین چاهک مشاهده‌ای و پیزومتر را نشان می‌دهد:



شکل ۱- مقایسه چاهک مشاهده‌ای و پیزومتر



مقدار ارتفاع یا فشار پیزومتریک با  $z + \frac{p}{\gamma}$  نشان داده می‌شود که معرف فاصله سطح آب تا سطح مبناست. از آنجا که چاهکهای مشاهده‌ای مستقیماً "سطح ایستابی را نشان می‌دهند، بنابراین فشار سطح آب در آنها معادل فشار اتمسفر و عبارت  $\frac{p}{\gamma}$  برابر صفر است. در نتیجه مقدار  $z$  که در حقیقت فاصله سطح آب نسبت به سطح مبنای مقایسه است، پتانسیل آب را نسبت به سطح مبنا مشخص می‌سازد. از آنجا که جهت حرکت آب زیرزمینی همواره از سمت پتانسیل بیشتر به سوی پتانسیل کمتر است، بنابراین با اندازه‌گیری پتانسیل آب زیرزمینی در نقاط مختلف، می‌توان جهت جریان آن را تشخیص داد.

علاوه بر موارد یاد شده، از چاهکهای مشاهده‌ای برای نمونه برداری فصلی از آب زیرزمینی به منظور بررسی کیفیت آن نیز استفاده می‌شود.

### ۳- روش کار

#### ۳-۱ انتخاب محل و عمق حفاری

در مطالعات زهکشی، چاهکهای مشاهده‌ای عموماً "در شبکه‌ای مربع یا مستطیل شکل حفرو تجهیز می‌گردند. طراحی دقیقتر شبکه تنها در صورتی امکانپذیر است که اطلاعات کافی در مورد توپوگرافی، زمین شناسی، هیدرولوژی و خاکشناسی منطقه به نحوی در دست باشد، تا بتوان جهت حرکت آب زیرزمینی را از قبل تشخیص داد. در هر حال باید سعی شود که یکی از امتدادهای شبکه همسو با جهت اصلی حرکت آب انتخاب گردد. در صورتی که تغییر تراز آب زیرزمینی زیاد باشد، بهتر است که شبکه به صورت مستطیلی به نحوی آرایش داده شود که عرض مستطیل در جهت حرکت آب زیرزمینی قرار گیرد.

برای انتخاب محل حفرو نصب چاهکهای مشاهده‌ای باید شرایط زیر نیز مورد توجه و رعایت قرار گیرد:

- چاهکهای مشاهده‌ای باید حتی‌الامکان در نقاط استثنایی از نظر عوارض سطحی زمین حفرو نگردند و رقوم سطح زمین در نقاط نصب نمایانگر تراز سطح زمین در نقاط مجاور باشد.
- برای تشخیص تغذیه و یا تخلیه از طریق یک منبع خاص آب نظیر: رودخانه، برکه، کانال خاکی، استخر و غیره، لازم است چاهکهایی در حریم این‌گونه منابع با فواصل مناسب حفرو شوند. در این صورت به هنگام قرائت سطح آب در چاهک باید وضعیت، مشخصات و به ویژه موقعیت سطح آب در این منابع مورد توجه و دقت قرار گیرد و در ستون ملاحظات فرم ثبت مشاهدات صحرایی چاهکهای مشاهده‌قید شود.
- محدوده شبکه چاهکهای مشاهده‌ای باید تا حدودی فراتر از محدوده پروژه گسترش یابد، تا بتوان کیفیت و کمیت جریانهای ورودی و خروجی به محدوده پروژه را شناسایی کرد.



- چون اندازه گیری سطح آب در چاهکها در دوران بهره برداری نیز ادامه می یابد، بنابر این نقاط انتخابی باید حتی الامکان نزدیک: جاده ها، ساختمانها، مرز ثابت مزارع و یا نقاط مشخص دیگری باشد، تا اولاً دسترسی به آنها به سهولت امکانپذیر باشد، ثانیاً دائمی بودن محلهای اندازه گیری تضمین گردد. علاوه بر آن، موقعیت نقاط انتخابی باید به نحوی تعیین شود تا حتی المقدور مشکلات خاصی به هنگام عملیات زراعی برای کشاورزان ایجاد نشود.
- عمق مناسب حفر چاهکهای مشاهدهای با توجه به عملیات لایه بندی خاک، مطالعات آبهای زیرزمینی و همچنین با قضاوت کارشناسی به نحوی انتخاب گردد که اولاً حتی الامکان در اکثر مواقع سال دارای آب باشد، و ثانیاً لایه محدودکننده را قطع نکند، به طوری که بتوان از نتایج آن فقط سطح آزاد آب سفره سطحی را به دقت مشخص نمود.
- در مواردی که سطح ایستابی در عمقی پایین تر از حداکثر عمق کارگذاری چاهک قرار گیرد، به گونه ای که امکان اندازه گیری در طی دوره مطالعات وجود نداشته باشد، توصیه می شود با احداث چاههای مشاهدهای ( عمیق تر از چاهک)، امکان اندازه گیری نوسانات آب زیرزمینی در این نقاط را به وجود آورد. تراکم این چاهها بر حسب شرایط منطقه انتخاب می شود. چنانچه در منطقه از قبل چاه وجود داشته باشد، می توان از آنها به عنوان نقاط مشاهدهای استفاده نمود.
- در مناطقی که احتمال می رود سفره آب زیرزمینی تحت فشار وجود داشته باشد، احداث شبکه پیزومتری هماهنگ با شبکه چاهکهای مشاهدهای ضروری خواهد بود. در صورتی که احداث پیزومترهای مرکب ضرورت پیدا کند، معمولاً محل آنها در مجاورت چاهکهای مشاهدهای انتخاب و نصب می شود.

### ۲-۳ تراکم شبکه چاهکهای مشاهدهای

تراکم شبکه نقاط مشاهدهای بستگی به شرایط توپوگرافی، زمین شناسی، هیدرولوژیکی و نیز مساحت و گستردگی محدوده مورد مطالعه و همچنین مرحله مطالعاتی دارد. در حالت کلی برای مطالعات شناسایی برای مساحتهای ۱۰۰۰۰ هکتار به بالا شبکه ۲×۲ کیلومتری نقاط مشاهدهای می تواند مناسب تلقی شود. در مطالعات توجیهی برای مساحتهای ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ هکتار شبکه ۱×۱ کیلومتری نقاط مشاهدهای توصیه می گردد. در مساحتهای کمتر، تراکم نقاط مشاهدهای می تواند بیشتر از حدود فوق در نظر گرفته شود، ولی در هر حال شبکه متراکم تر از ۵/۵×۵/۵ کیلومتری توصیه نمی شود.

در مساحتهای بیشتر از ۲۰۰۰۰ هکتار تراکم نقاط را می توان کمتر در نظر گرفت، ولی در هر حال فواصل شبکه از ۲×۲ کیلومتر بیشتر توصیه نمی گردد.



علاوه بر نقاط شبکه، هر جا شرایط ویژه منطقه اقتضا کند، (به طور مثال، در مناطقی که تغییرات سطح آب زیرزمینی شدیدتر است؛ همچنین مناطق تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی) اقدام به نصب چاهک مشاهده‌ای با تراکم بیشتر می‌شود.

### ۳-۳ پیاده کردن نقاط بر روی زمین

نقشه‌های توپوگرافی و یا مسطحاتی که در آن عوارض سطحی زمین با جزئیات کافی نشان داده شده باشد و یا عکسهای هوایی با مقیاس مناسب، می‌تواند کمک موثری برای پیاده کردن نقاط اندازه‌گیری بر روی زمین کند. در بعضی شرایط، به ویژه در مناطقی که عوارض سطحی زمین کافی نباشد و یا نقشه‌های مناسب وجود نداشته باشد، استفاده از وسایل نقشه برداری برای پیاده کردن نقاط ضروری می‌گردد. در هر حال چنانچه استفاده از عکسهای هوایی میسر باشد، برای تسریع در کار و صرفه جویی در هزینه، توصیه می‌شود که پیاده کردن نقاط با استفاده از آنها انجام گیرد. اگر عکسهای هوایی را شخص مجربی به کار گیرد، معمولاً "نقاط پیاده شده از دقت کافی برای این‌گونه مطالعات برخوردار خواهد بود.

### ۴-۳ انتخاب نوع و قطر لوله چاهک مشاهده‌ای

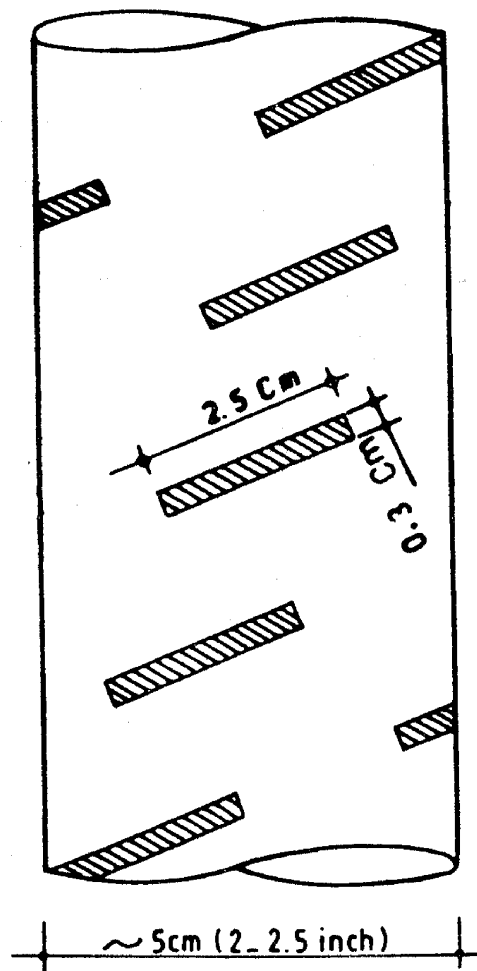
۱-۴-۳ لوله چاهک مشاهده‌ای باید به صورت مشبک و دارای سطح داخلی صاف باشد، ولی برای جلوگیری از نشست آبهای سطحی به داخل چاهک، حدود یک متر از بالای آن باید غیرمشبک باقی بماند. جنس لوله جداره چاهکها می‌تواند از نوع: PVC، آزیست سیمان یا آهن گالوانیزه انتخاب شود. با در نظر گرفتن سهولت کار، دوام کافی و عدم تاثیرگذاری شیمیایی لوله و آب بر یکدیگر، توصیه می‌شود که از لوله‌هایی با جنس PVC استفاده به عمل آید.

۲-۴-۳ برای مشبک کردن لوله‌ها از روشهای زیر استفاده می‌شود:

- ایجاد سوراخهایی به قطر کمتر از ۳ میلیمتر به کمک مته الکتریکی یا هر وسیله مناسب دیگر
- ایجاد شکافهای مستطیل شکل که ابعاد آنها از ۲۵×۳ میلیمتر تجاوز نکند.

در هریک از روشهای فوق توصیه می‌شود که مجموع مساحت سوراخها در حدود ۲ تا ۵ درصد سطح جانبی لوله را تشکیل بدهد و حتی المقدور از لوله‌هایی با شکاف مستطیل شکل استفاده شود (شکل ۲).





شکل ۲- شمای قسمت مشبک جداره چاهک مشاهده‌ای

۳-۴-۳ در انتخاب قطر لوله باید به نکات زیر توجه کرد:

- وسیله اندازه گیری سطح آب و وسیله نمونه برداری از آب را بتوان به سهولت وارد آن کرد.
- هزینه تهیه و نصب آن حداقل باشد.

بادر نظر گرفتن نکات فوق، در شرایط متعارف مطالعات زهکشی که معمولاً "عملیات لایه بندی و نصب لوله چاهکهای مشاهده‌ای به طور همزمان انجام می‌گیرد و در نظر است که در آینده امکان نمونه برداری از آب زیرزمینی نیز وجود داشته باشد، توصیه می‌شود که از لوله‌های PVC به قطر ۲ یا ۲/۵ اینچ استفاده گردد. چنانچه به هر عنوان نیازی به نمونه برداری از آب زیرزمینی وجود نداشته باشد، می‌توان از لوله‌هایی به قطر حدود  $\frac{1}{4}$  اینچ نیز استفاده نمود.

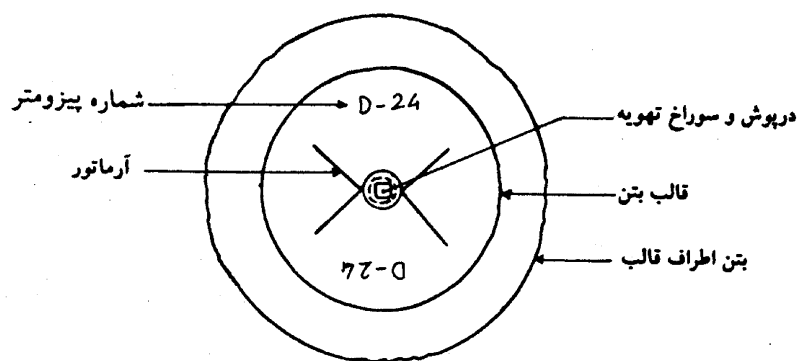
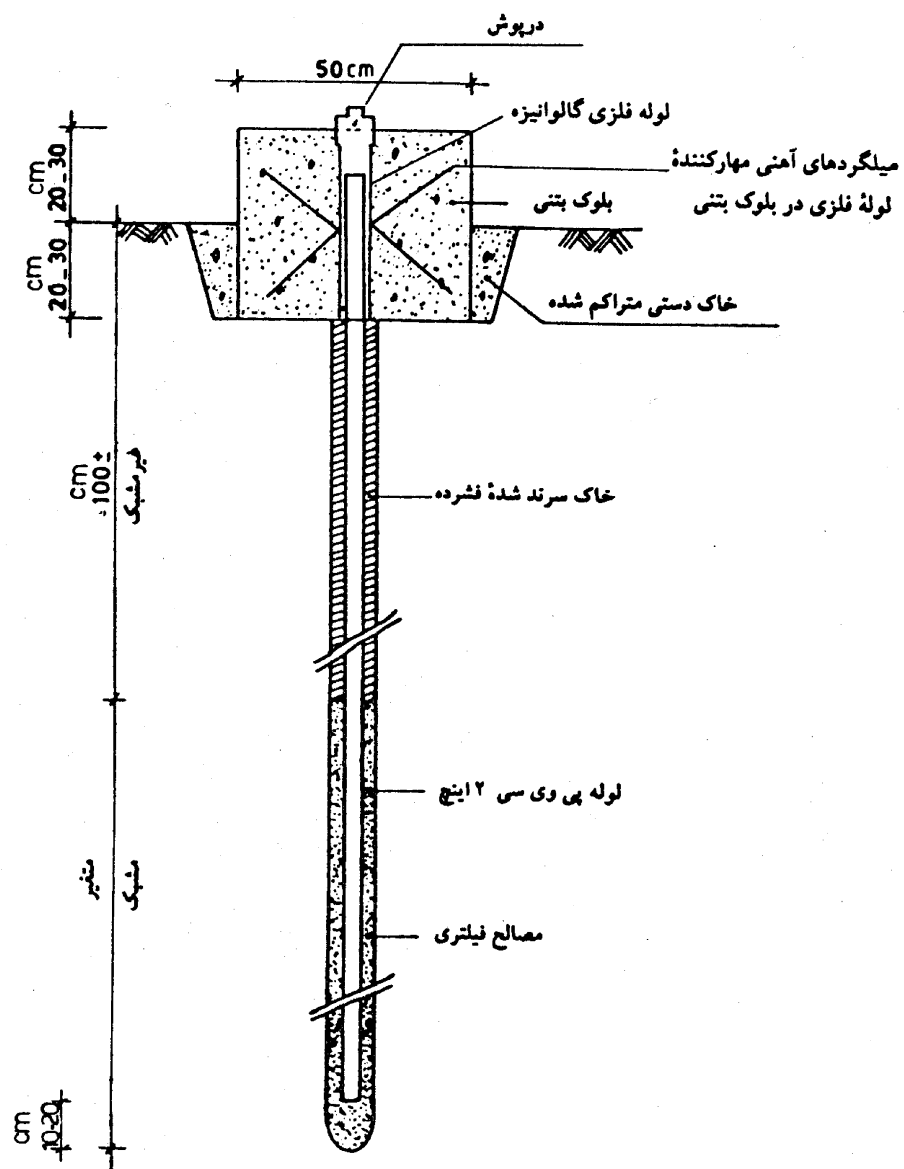


### ۵-۳ شرایط عمومی احداث چاهک

در احداث چاهک مشاهده‌ای نکات زیر باید رعایت شود :

- ۱-۵-۳ در پایان عملیات حفاری چاهک، برای بازشدن منافذ جدار چاهک و نیز برای جمع آوری گل و لای و لجن از درون آن، باید برای عملیات شستشو توسط آبکش<sup>۱</sup> اقدام شود.
- ۲-۵-۳ لازم است حداقل به عمق ۱۰ سانتیمتر فضای خالی در انتهای چاهک ایجاد گردد. فضای ایجاد شده با فیلتر شنی پر می‌شود، تا از مسدود شدن انتهای لوله در اثر تجمع گل و لای جلوگیری گردد. مصالح شنی شسته شده با قطر بین ۴ تا ۱۰ میلیمتر برای این منظور توصیه می‌شود.
- ۳-۵-۳ چاهک باید تا حد امکان به صورت عمودی حفر گردد و از انحراف یا کج شدن آن جلوگیری به عمل آید.
- ۴-۵-۳ چاهک باید به گونه‌ای آبیندی شود که از نفوذ قائم آب سطحی در حد فاصل لوله جدار و بدنه چاهک جلوگیری گردد. به این منظور حدود یک متر فوقانی لوله به صورت غیر مشبک باقی گذاشته شده و فضای بین لوله و بدنه چاهک با خاک سرند شده حاوی رس پر و متراکم می‌شود.
- ۵-۵-۳ دهانه چاهک باید بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد. برای مهار چاهک و دوام بیشتر آن لازم است که از یک بلوک بتنی استفاده به عمل آید ( شکل ۳). توصیه می‌شود بلوک بتنی بارنگهای زرد، نارنجی یا رنگ مناسب دیگر رنگ آمیزی گردد؛ به نحوی که از محیط اطراف متمایز و به سهولت قابل دیدن باشد. شماره چاهک بر روی سطح بتن حک می‌شود.
- ۶-۵-۳ چاهک باید مجهز به درپوشی باشد که با آچار قابل باز و بسته شدن باشد. بر روی درپوش و یا در جدار قسمت فوقانی لوله، سوراخی ایجاد می‌گردد تا اطمینان حاصل شود که فشار در چاهک برابر با فشار اتمسفر است.
- ۷-۵-۳ پس از تکمیل عملیات تجهیز و نصب، درون لوله نیز به وسیله آبکش با قطر مناسب شستشو و از عملکرد صحیح لوله اطمینان حاصل می‌شود.
- ۸-۵-۳ از چاهک‌هایی که برای لایه بندی خاک حفر می‌شود، تنها در صورتی برای چاهک مشاهده‌ای می‌توان استفاده نمود که لایه محدودکننده را قطع نکرده باشد.





شکل ۳- ساختمان چاهک مشاهده‌ای با بتن استوانه‌ای شکل



### ۳-۶ روشهای حفر چاهک

چاهکهای مشاهدهای عموماً "به کمک آگردستی و یا موتوری حفر می‌شوند. در مواردی که امکان حفر چاهک به کمک این روش امکانپذیر نباشد، احتمال دارد که بتوان از روشهای دیگر استفاده کرد.

با وجود این، با توجه به امکانات عملی موجود توصیه می‌شود که حتی الامکان عملیات حفر چاهک مشاهدهای به روش آگر انجام گیرد.

#### ۳-۶-۱ حفر چاهک مشاهدهای به روش آگر<sup>۱</sup>

در این روش به کمک آگر دستی و یا موتوری، چاهکی به قطر حدود ۵ سانتیمتر بزرگتر از لوله و به عمق حداقل ۱۰ سانتیمتر بیشتر از عمق موردنیاز حفر می‌گردد. قبل از نصب لوله، عمق اضافی با مخلوط سنگریزه و ماسه ( مصالح فیلتری ) پر می‌شود. پس از استقرار لوله تا حدود یک متری سطح زمین، ماسه در اطراف لوله ریخته می‌شود. سپس اطراف لوله در قسمت فوقانی با خاک سرند شده حاوی رس، پر و متراکم می‌شود، به نحوی که آب سطحی نتواند مستقیماً و از کنار لوله به داخل آن نفوذ کند.

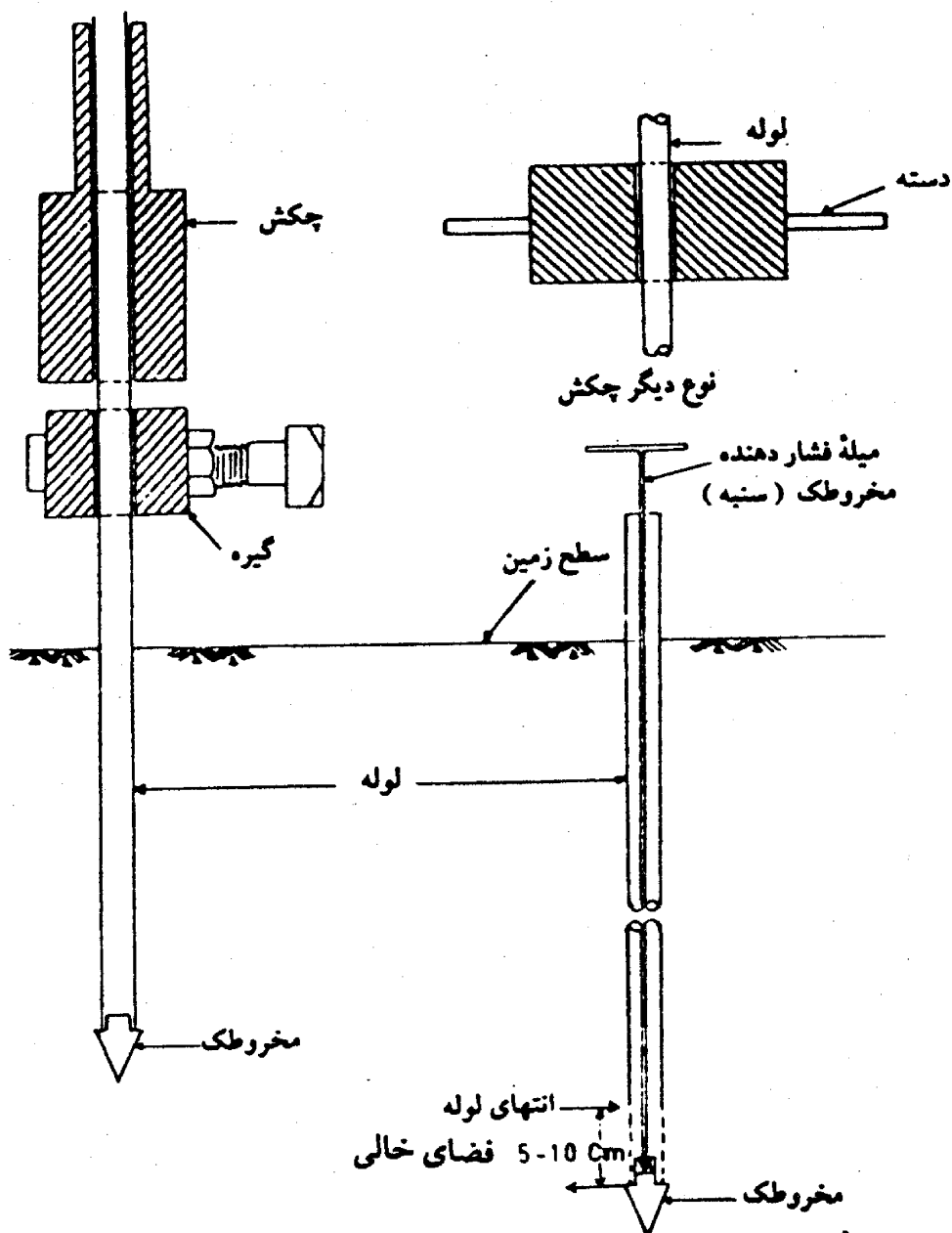
از مزایای مهم این روش می‌توان: به سادگی اجرای کار، عدم نیاز به تجهیزات ویژه و امکان انجام دادن همزمان عملیات لایه بندی و حفاری چاهک مشاهدهای اشاره کرد.

#### ۳-۶-۲ حفر چاهک مشاهدهای به روش رانشی<sup>۲</sup>

در این روش از لوله غیر مشبک فلزی به قطر حدود  $\frac{3}{4}$  اینچ استفاده می‌شود. وسایل و تجهیزات موردنیاز در شکل ۴ نشان داده شده است. در این روش برای سهولت رانش لوله به داخل زمین و جلوگیری از ورود خاک به داخل آن ابتدا مخروط و یا ساچمه‌ای در نقطه مورد نظر قرار داده و سپس لوله به‌طور قائم بر روی مخروط یا ساچمه گذاشته می‌شود. در فاصله نیم تا یک متری سطح زمین، گیره‌ای با کمک پیچ به لوله متصل و محکم می‌گردد. به منظور رانش لوله به درون خاک از چکش استفاده می‌شود ( چکش بین ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم وزن داشته و می‌تواند مجهز به دو دستگیره باشد تا بالابردن آن توسط کارگر با سهولت بیشتری انجام شود). در حین کار، باید قائم بودن لوله به وسیله یک تراز بنایی واری و کنترل شود.



پس از آنکه لوله حدود نیم متر در داخل خاک فرو رفت، پیچ گیره باز و به بالاتر انتقال داده می شود. پس از محکم کردن مجدد آن، عمل ضربه زنی به وسیله چکش ادامه می یابد. این عمل آنقدر تکرار می شود تا لوله به عمق مورد نظر برسد. پس از آن، لوله مشبکی به قطر حداکثر  $\frac{1}{4}$  اینچ در داخل لوله خارجی قرار داده می شود. ضروری است، در انتهای عملیات نصب، لوله فلزی غیرمشبک را از خاک خارج کرد. به این منظور می توان از جک استفاده به عمل آورد.



شکل ۴- وسایل و تجهیزات نصب چاهک مشاهده ای به روش رانشی



استفاده از این روش دارای سه محدودیت عمده زیر است :

- ۱- ریختن مصالح فیلتری در پیرامون لوله مشبک به سهولت امکانپذیر نیست؛ بنابراین فقط درزمینهای شنی که احتیاج به فیلتر ندارد، قابل توصیه است.
- ۲- به علت کمی قطر لوله، نمونه برداری از آب زیرزمینی با استفاده از آبکش امکانپذیر نیست.
- ۳- بازو بسته کردن گیره تا حدودی وقت گیر و استهلاک آن زیاد است.
- ۴- در خاکهای سنگین راندن لوله به عمق موردنظر معمولاً به سختی امکانپذیر است.

### ۳-۶-۳ حفر چاهک مشاهده‌ای با استفاده از فشار آب<sup>۱</sup>

در این روش، حفاری به کمک جت آب با اتصال یک شیلنگ فشارقوی به یک پمپ با فشار زیاد انجام می‌گیرد. این شیلنگ به انتهای فوقانی لوله غیر مشبک به قطر  $\frac{3}{4}$  اینچ به کمک پیچ به‌طور محکم بسته می‌شود. پس از روشن کردن موتور پمپ، لوله به کمک دست متناوباً به سمت بالا و پایین حرکت داده می‌شود و به این ترتیب عمل حفاری صورت می‌گیرد. معمولاً در این هنگام آب از سطح خاک واز جدار خارجی لوله به بیرون جریان می‌یابد. پس از اینکه لوله به عمق مورد نظر رسید، پمپ خاموش می‌گردد. سپس باید شیلنگ از لوله جدا شود و لوله فلزی مشبکی همانند آنچه که در روش رانشی گفته شد، داخل لوله قرار داده و مطابق روش مذکور، عملیات ادامه یابد.

یادآوری می‌شود که استفاده از این روش با توجه به محدودیتهای زیر در شرایط ایران متداول نیست:

- ۱- ریختن مصالح فیلتری در پیرامون لوله مشبک به سهولت امکانپذیر نیست.
- ۲- به علت کمی قطر لوله، نمونه برداری از آب زیرزمینی با استفاده از آبکش امکانپذیر نیست.
- ۳- تامین آب موردنیاز حفاری در مناطق دوردست بامشکلاتی مواجه خواهد بود.
- ۴- به تجهیزات ویژه مانند موتور پمپ سیار نیاز است.

### ۷-۳ ترازیبی

پس از اتمام عملیات حفر و تجهیز چاهکها و حتی المقدور قبل از شروع اندازه گیریهای سطح آب، باید درباره ترازیبی کلیه چاهکهای مشاهده‌ای اقدام نمود. برای این منظور توصیه می‌شود که رقوم لبه فوقانی لوله و یا بلوک بتنی و همچنین رقوم سطح زمین مجاور نسبت به سطح مرجع پروژه مشخص گردد.



#### ۴- اندازه گیری سطح آب

#### ۴-۱ وسایل و روشهای اندازه گیری

#### ۴-۱-۱ عمقیاب الکتریکی (سوند الکتریکی)<sup>۱</sup>

اصول کلی عمقیاب الکتریکی، بر مبنای برقراری جریان الکتریکی توسط آب درون لوله است. الکترودهای عمقیاب که به فاصله نزدیکی از یکدیگر و در انتهای یک کابل طولانی و مدرج قرار دارند، به محض برخورد با آب، جریان را در مدار برقرار می کنند. برقراری جریان با علائمی نظیر: صدای بوق، سوت، روشن شدن چراغ و یا حرکت عقربه آمپرتر مشخص می گردد. پس از اعلام اولین علامت برقراری جریان، عمق سطح آب را می توان به کمک سیم مدرج عمقیاب اندازه گیری کرد ( شکل ۵).

این روش برای اندازه گیریهای دقیق و به ویژه در چاههای مشاهده ای که عمق بیشتری دارند و انجام دادن روشهای دیگر در آنها به سهولت امکانپذیر نیست، کاربرد دارد.

#### ۴-۱-۲ کلاهک فلزی<sup>۲</sup>

این وسیله از یک نیم کره و یا لوله فلزی تو خالی متصل به زنجیر، ریسمان و یا متر نواری تشکیل شده است. برخورد این وسیله با سطح آب موجب ایجاد صدا می شود و عمق آب با دقت کافی، با اندازه گیری طول زنجیر یا ریسمان تعیین می شود ( شکل ۵).

#### ۴-۱-۳ استوانه شناور

این وسیله از یک استوانه کوچک چوبی یا کائوچویی که به نخ نایلونی ( ماهیگیری ) متصل است و بر سطح آب شناور می ماند، تشکیل شده است. تماس شناور با سطح آب از وضعیت نخ قابل تشخیص است و بدین وسیله می توان عمق آب را با دقت مطلوب اندازه گرفت.

#### ۴-۱-۴ لوله پلاستیکی

برای اندازه گیری سطح آب می توان از لوله های پلاستیکی باریک که همراه با دمیدن هوا در آن، به پایین فرستاده می شود، استفاده کرد.

1 - Electrical probe

2 - Popper

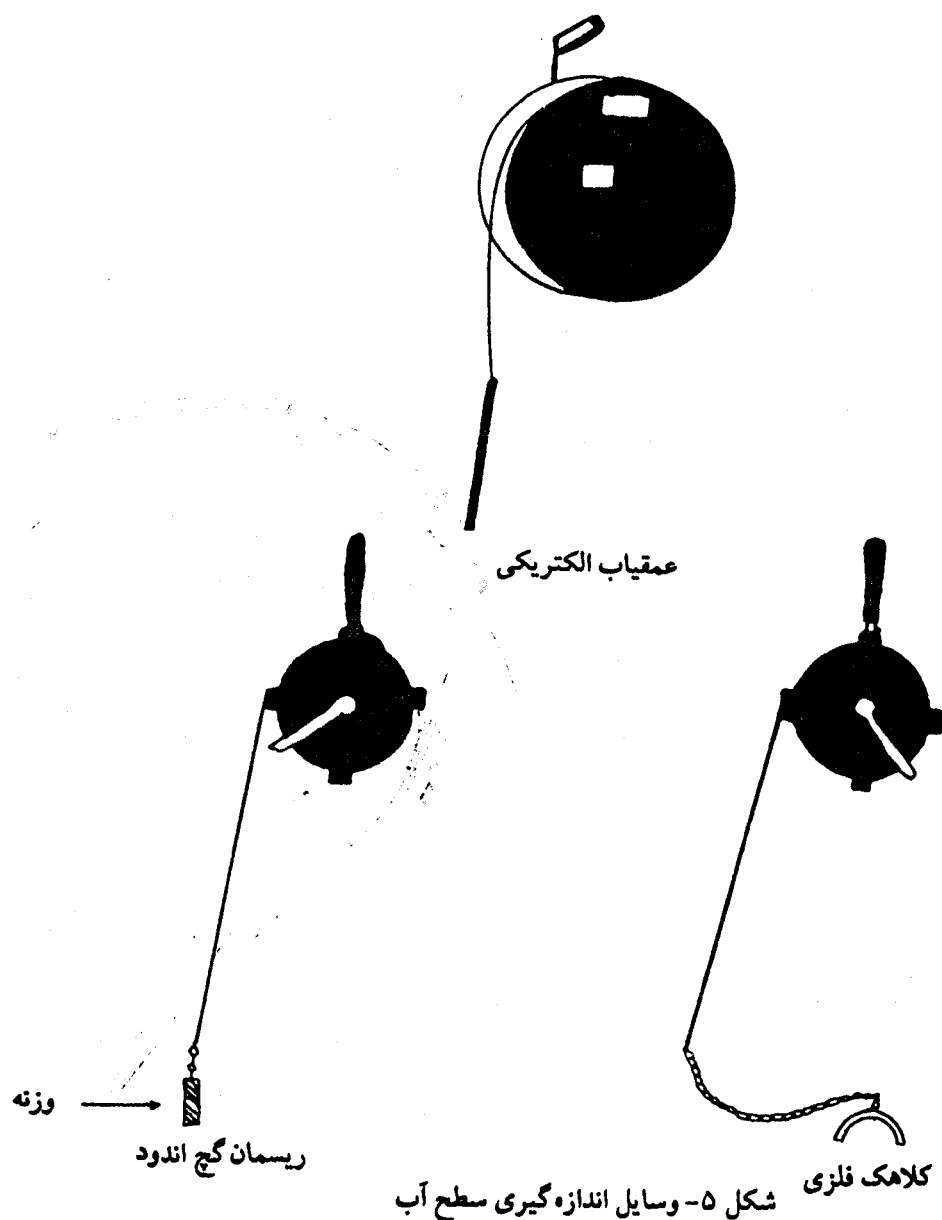


#### ۴-۱-۵ وسایل اندازه گیری تقریبی سطح آب

علاوه بر وسایل یادشده، در مواردی که اندازه گیری دقیق سطح آب مورد نظر نباشد، می توان از وسایل زیر نیز استفاده کرد:

- میله یا لوله فلزی

در مواردی که عمق آب کم باشد، می توان با فرو بردن یک میله یا لوله فلزی باریک به درون چاهک، عمق آب را اندازه گیری کرد. یادآوری می گردد که در این روش باید حتی الامکان از فرو بردن بیش از اندازه لوله یا میله در آب که باعث بالا آمدن سطح آب می گردد اجتناب کرد، تا خطای اندازه گیری به حداقل ممکن برسد.



شکل ۵- وسایل اندازه گیری سطح آب



## - ریسمان متصل به وزنه

ریسمان کنفی مدرج متصل به وزنه باید به اندازه‌ای در چاهک مشاهده‌ای رانده شود تا به سطح آب برسد. سپس این عمل آنقدر ادامه یابد، تا اولین عدد صحیح ریسمان در مقابل نقطه ثابت روی درپوش قرار گیرد. چون رنگ ریسمان با فرورفتن در آب تغییر می‌کند، می‌توان نقطه تماس با آب را تشخیص داد. سپس عدد خوانده شده در قسمت مرطوب ریسمان را از عدد خوانده شده بر روی نقطه ثابت کسر کرد و تفاوت این دو عدد، عمق سطح ایستابی را از محل نقطه اندازه‌گیری نشان خواهد داد. برای سهولت تشخیص رطوبت، می‌توان ریسمان را با گچ یا خاک رس، اندود کرد. از این روش تنها در صورتی می‌توان استفاده کرد که نمونه برداری از آب به منظور بررسی کیفیت آن مورد نظر نباشد (شکل ۵). یادآوری می‌شود که در این روش باید حتی الامکان از فروبردن بیش از اندازه ریسمان در آب که باعث بالآمدن سطح آب و جذب آب توسط ریسمان می‌گردد، اجتناب کرد تا خطای اندازه‌گیری به حداقل ممکن برسد.

## ۲-۴ آمار برداری و ثبت اطلاعات

۱-۲-۴ سطح آب در هر چاهک نسبت به یک سطح مرجع ثابت که عموماً "لبه لوله است، اندازه‌گیری می‌شود. با تعیین فاصله بین سطح مرجع و زمین طبیعی مجاور، تغییرات سطح آب نسبت به سطح زمین قابل اندازه‌گیری خواهد بود.

۲-۲-۴ در هر اندازه‌گیری حداقل ۲ بار قرائت صورت می‌گیرد و نتیجه در فرم شماره ۱ درج می‌گردد.

۳-۲-۴ اندازه‌گیری باید به صورت دوره‌ای و مستمر و معمولاً "هر ماه یکبار و حداقل به مدت یکسال (دوره مطالعاتی) انجام شود. توصیه می‌شود در دوره مطالعات حداقل یکبار پس از وقوع بارندگیهای سنگین، ذوب برف و یا آبیاری نیز اندازه‌گیری تکرار گردد.

۴-۲-۴ برای سهولت در امر مقایسه ارقام ثبت شده، ضروری است که اندازه‌گیری عمق سطح ایستابی در کلیه چاهکهای مشاهده‌ای در هر ماه در کوتاهترین مدت انجام گیرد.

۵-۲-۴ چنانچه در زمان قرائت دوره‌ای شبکه، یک یا چند چاهک در زمینهایی قرار گرفته باشد که به تازگی آبیاری شده باشد، توصیه می‌شود که اندازه‌گیری به فاصله چند روز بعد تکرار شود.

۶-۲-۴ با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و محاسبات لازم، فرمهای شماره ۲ و ۳ تکمیل گردد.

۷-۲-۴ توصیه می‌شود که اندازه‌گیریها پس از اتمام مطالعات و حتی در دوران بهره‌برداری به‌طور کامل و با دقت ادامه یابد و در پایان هر سال نتایج حاصله مورد تحلیل قرار گیرد و با نتایج سالهای قبل مقایسه و ارزیابی شود.



#### ۳-۴ نمونه برداری

در مطالعات زهکشی معمولاً "نمونه برداری از آب زیرزمینی برای تشخیص کیفیت آن ضروری است. این نمونه برداریها که برحسب شرایط ممکن است فصلی، ششماهه و حتی سالانه انجام گیرد، با استفاده از چاهکهای مشاهدهای امکانپذیر است. نمونه برداری از آب درون چاهک به دوروش انجام میگیرد:

#### ۱-۳-۴ روش استفاده از ظرف نمونه برداری

برای نمونه برداری از آب داخل چاهکهای مشاهدهای می توان از آبکش و یا بطری نمونه برداری استفاده کرد. توصیه می شود برای سهولت کار از آبکش استفاده شود. این روش منحصرأ برای چاهکهایی که با کمک اگر حفاری شده اند و قطر آنها از ۲ اینچ کمتر نیست، مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور کاهش خطای اندازه گیری توصیه می شود که ابتدا ظرف نمونه برداری و همچنین ظرف ارسال نمونه را حداقل یکبار با آب داخل چاهک شستشو داد. پس از پرکردن ظرف ارسال نمونه و نصب بر چسب بر روی آن، نمونه برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه ارسال می شود. درپوش ظرف محتوی نمونه، باید کاملاً محکم باشد تا از تبخیر آب جلوگیری شود. عدم انتقال سریع نمونه به آزمایشگاه احتمالاً موجب ازدیاد موجودات ذره بینی و تغییر در کیفیت آب می گردد. همچنین در صورتی که پیش بینی شود که ارسال نمونه ها به آزمایشگاه با تاخیر صورت می گیرد، بهتر است سطح آب درون بطری را به کمک ماژیک یا چسب بر روی آن علامت گذاری نمود.

#### ۲-۳-۴ روش استفاده از پمپ

این روش معمولاً برای چاهکهایی که با یکی از دوروش رانشی و یا فشار آب حفر گردیده اند و قطر آنها حدود ۱/۴ اینچ است، مورد استفاده قرار می گیرد. به کمک لوله باریک یا شیلنگی که به یک پمپ مخصوص متصل است، مقداری آب برداشت می شود و ابتدا بطری نمونه برداری را با آن آب شستشو داده و سپس آن را پر می کنند. لازم به تذکر است که این روش می تواند تا هنگامی که فاصله سطح ایستابی تا سطح زمین از حدود ۶ متر تجاوز نکند، کاربرد داشته باشد.

بدیهی است که در این روش نیز باید احتیاطات لازم از قبیل: محکم بودن درپوش ظرف و ارسال سریع نمونه به آزمایشگاه مورد توجه قرار گیرد.



## ۵- اصلاح و بازسازی چاهکهای مشاهده‌ای

در طول دوره اندازه‌گیری، ممکن است تعدادی از چاهکهای مشاهده‌ای را به صورت عمد و یا سهو، اهالی تخریب کنند، که باید برای بازسازی یا جایگزینی آنها سریعاً اقدام شود. علاوه بر آن ممکن است چاهک به علت تجمع گل ولای و یا وجود لجن، کارایی خود را از دست بدهد. در این صورت، می‌توان به وسیله گل‌کشی و یا با شستشوی سریع، چاهک را به وضعیت قابل بهره‌برداری بازگرداند. اگر قطر چاهک اجازه دهد، برای گل‌کشی معمولاً از آبکش مخصوص، اگر حلزونی و مته‌های لجن‌کش استفاده می‌شود. برای شستشوی سریع از پمپ کوچکی که به یک شیلنگ پلاستیکی باریک متصل است، استفاده می‌گردد. در این حالت آب همراه با گل ولای در حد فاصل لوله جدار و شیلنگ پلاستیکی به سمت بالا جریان می‌یابد و از چاهک خارج می‌شود.

در شرایطی که احتمال مسدودبودن منافذ لوله مشبک جدار وجود داشته باشد، ممکن است بتوان از فشار باد نیز برای بازگشایی منافذ لوله مشبک استفاده کرد.

## ۶- استفاده از نتایج اندازه‌گیری

از آمار جمع‌آوری شده از چاهکهای مشاهده‌ای برای تهیه نقشه‌های زیر می‌توان استفاده کرد.

### ۱-۶ نقشه هم‌عمق آب زیرزمینی

۱-۱-۶ عمق سطح ایستابی نسبت به سطح زمین طبیعی از فرم شماره ۲ استخراج و بر روی نقشه مربوط آورده می‌شود.

۲-۱-۶ در این نقشه مناطق هم‌عمق آب زیرزمینی با فواصل نیم یا یک متری مشخص و تفکیک می‌شود. از این نقشه در تشخیص و تفکیک مناطق بالقوه زهدار می‌توان استفاده نمود.

۳-۱-۶ این نقشه بر حسب شرایط به صورت ماهانه یا فصلی تهیه می‌شود. چنانچه با بررسی آمار به دست آمده مشخص گردد که نوسان سطح آب در نقاط مختلف از روند یکسانی پیروی می‌کند، می‌توان تنها به تهیه نقشه‌هایی اقدام کرد که سطح عمومی آب زیرزمینی در بالاترین و پایین‌ترین حد خود قرار داشته باشد.

### ۲-۶ نقشه هم‌تراز آب زیرزمینی

۱-۲-۶ تراز سطح ایستابی نسبت به مبنای مقایسه از فرم شماره ۳ استخراج و بر روی نقشه مربوط آورده می‌شود.

۲-۲-۶ در این نقشه تراز آب زیرزمینی به فواصل نیم تا یک متر مشخص می‌شود. فواصل خطوط تراز به



توپوگرافی بستگی دارد و در مناطق با شیب خیلی کم ممکن است فواصل کمتر و در مناطق شیبدار این فواصل بیشتر باشد.

۳-۲-۶ بروی این نقشه می‌توان جهت جریانهای زیرزمینی را ترسیم و مناطق تغذیه و یا تخلیه را شناسایی کرد.

اطلاعات حاصل از این نقشه می‌تواند برای برآورد شدت جریانهای زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۲-۶ این نقشه بر حسب شرایط به صورت ماهانه و یا فصلی تهیه می‌شود. چنانچه با بررسی آمار به دست آمده

مشخص گردد که نوسان سطح آب در نقاط مختلف از روند یکسانی پیروی می‌کند، می‌توان تنها به تهیه

نقشه‌هایی اقدام کرد که سطح عمومی آب زیرزمینی در بالاترین و پایین ترین حد خود قرار داشته باشد.

### ۳-۶ نقشه هم نوسان آب زیرزمینی<sup>۱</sup>

۱-۳-۶ نقشه نوسان سطح آب می‌تواند بسته به هدف پروژه به یکی از سه صورت زیر باشد :


- نوسان بین حداکثر و حداقل سطح ایستابی در کل منطقه
  - نوسان بین حداکثر و حداقل سطح ایستابی در هر یک از نقاط مشاهده‌ای بدون توجه به تاریخ وقوع آن
  - نوسان بین حداکثر و حداقل سطح ایستابی در کل منطقه بدون در نظر گرفتن فصل غیر زراعی
- ۲-۳-۶ بر روی این نقشه دامنه تغییرات آب زیرزمینی در طول دوره آماری مشخص می‌شود و می‌توان مناطق با دامنه تغییرات معین را بر روی آن تفکیک کرد.
- ۳-۳-۶ شدت و سرعت نوسانات آب زیرزمینی کم و بیش نشاندهنده خصوصیات هیدرودینامیکی آبرفت و منابع تغذیه و تخلیه است، بنابراین، این نقشه می‌تواند در ارزیابی مشخصه‌های زهکشی منطقه طرح مورد استفاده قرار گیرد.

### ۴-۶ هیدروگراف سطح آب زیرزمینی

به منظور بررسی نوسانات و یا تغییرات دوره‌ای سطح آب زیرزمینی، از نتایج مشاهدات چاهکها می‌توان برای تهیه هیدروگراف تعدادی از چاهکهای مشاهده‌ای و یا هیدروگراف واحد منطقه استفاده کرد.



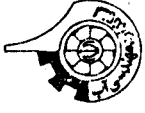
فرم شماره ۱- ثبت مشاهدات صحرایی چاهکهای مشاهده‌ای

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>وزارت نیرو</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>نام پروژه .....</p> <p>نام مامور .....</p> <p>ماه ..... سال .....</p> </div> </div> |                   |  |  |                    |           |
|--|-------------------|--|--|--------------------|-----------|
| شماره چاهک   | عمق چاهک<br>(متر) | عمق سطح ایستابی<br>نسبت به لبه لوله<br>(متر) | ارتفاع لبه لوله<br>از سطح زمین<br>طبیعی<br>(متر) | روز<br>اندازه‌گیری | ملاحظات * |
|  |                   |  |  |                    |           |

\* در این ستون مواردی نظیر: تاریخ آبیاری قبلی، وقوع پایدگی، ذوب برف، کاربری اراضی و غیره ذکر شود.

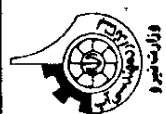


فرم شماره ۲ - خلاصه نتایج اندازه گیری عمق آب زیرزمینی  
(عمق از سطح زمین برحسب سانتی متر)

|   |            |                |        |          |         |       |      |       |     |
|---|------------|----------------|--------|----------|---------|-------|------|-------|-----|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> <p>نام پروژه:</p> <p>نام مامور:</p> </div> </div> |            |                |        |          |         |       |      |       |     |
| ردیف  | شماره چاهک | عمق چاهک (متر) | سال ۱۳ |          |         |       |      |       | مهر |
|   |            |                | مهر    | آبان     | آذر     | دی    | بهمن | اسفند |     |
| شهریور  | مرداد      | تیر            | خرداد  | اردیبهشت | فروردین | اسفند | بهمن | دی    | آذر |
|   |            |                |        |          |         |       |      |       |     |



فرم شماره ۳- خلاصه نتایج اندازه گیری تراز آب زیرزمینی در ماههای مختلف  
(متر از سطح مینا...)



نام پروژه:  
نام مامور:

| ردیف                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| شماره چاهکی         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| رقوم زمین طبیعی     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| رقوم لبه فوقانی بتن |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| سال ۱۳              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| مهر                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| آبان                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| آذر                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| دی                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| بهمن                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| اسفند               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| فروردین             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| اردیبهشت            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| خرداد               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| تیر                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| مرداد               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| شهریور              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



## ۷- منابع و مأخذ:

- 1- Drainage of Agricultural Land, USDA, SCS, 1973.
- 2- Drainage Manual, Bureau of Reclamation, U.S Department of Interior, 1978.
- 3- Drainage Principles & Applications, ILRI, Wageningen, 1979.
- ۴- زهکشی اراضی، لامبرت اسمیدما و دیویدرای کرافت، ترجمه و تدوین امین علیزاده، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ۱۳۷۰.
- ۵- دستورالعمل انجام لایه بندی خاک در مطالعات زهکشی، کمیته زهکشی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور



In the Name of God  
Islamic Republic of Iran  
Ministry of Energy  
Iran Water Resources Management CO.  
Deputy of Research  
Office of Standard and Technical Criteria

# ***Manual of Casing and Establishment of Observation Wells***

Publication No. 154



مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات