



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۰۲۵۶
چاپ اول
۱۳۹۵

INSO
20256
1st.Edition
2016

آب‌های زیرزمینی - تعیین ظرفیت ویژه و برآورد
قابلیت انتقال در چاه کنترلی - روش آزمون

Ground Waters - Determining Specific
Capacity and Estimating Transmissivity at
the Control Well- Test Method

ICS: 13.060.10

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

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

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«آب‌های زیرزمینی - تعیین ظرفیت ویژه و برآورد قابلیت انتقال در چاه کنترلی - روش آزمون»

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه بیرجند - عضو هیات علمی

اکبر پور، ابوالفضل

(دکتری مهندسی عمران - هیدرو لیک)

دبیر:

اداره کل استاندارد خراسان جنوبی

مالکی بیرجندی، مهدی

(کارشناسی ارشد مدیریت)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد یزد

اکرم زاده، مجتبی

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

دانشگاه صنعتی شاهرود

جعفری عظیم آبادی، هادی

(دکترای ژئوهیدرولوژی)

آب منطقه‌ای استان خراسان جنوبی

رحیمی، هادی

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

دانشگاه آزاد اسلامی - هیات علمی

علی آبادی، مجید

(دکترای شیمی محیط زیست)

اداره کل استاندارد خراسان شمالی

فرجی، احمد رضا

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی

فریور، صادق

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مالکی بیرجندی، حسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

موسی زاده، هدی

(فوق لیسانس زمین شناسی)

نصرآبادی، علی رضا

(فوق لیسانس آبخیز داری)

ویراستار:

اکرم زاده، مجتبی

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

سمت و/یا محل اشتغال:

فرمانداری بیرجند

شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان جنوبی

اداره کل منابع طبیعی و آبخیز داری خراسان جنوبی

اداره کل استاندارد یزد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها، اختصارات و یکاها
۲	۱-۳ نمادها و یکاها
۴	۴ خلاصه روش
۴	۵ اصول کلی
۵	۶ وسایل
۸	۷ روش‌های تثبیت شرایط
۸	۸ روش اجرای آزمون
۹	۹ تصحیح افت ارتفاع آب در آبخوان آزاد
۹	۱۰ اثرات انبارش چاه حفاری شده
۱۰	۱۱ محاسبه ظرفیت ویژه
۱۰	۱۲ تخمین قابلیت انتقال از ظرفیت ویژه
۱۲	۱۳ تصحیح قابلیت انتقال برای چاه‌های جزئی
۱۳	۱۴ گزارش آزمون: برگه‌ها/ صورت‌بندی داده‌های آزمون
۱۳	۱۵ دقت و اریبی
۱۴	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «آب‌های زیرزمینی- تعیین ظرفیت ویژه و برآورد قابلیت انتقال در چاه کنترلی- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد بیست سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۲۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

منبع و مأخذی (منابع و مأخذی) که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D5472/D5472M: 2014, Standard Test Method for Determining Specific Capacity and Estimating Transmissivity at the Control Well

آب‌های زیرزمینی - تعیین ظرفیت ویژه و برآورد قابلیت انتقال در چاه کنترلی - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای انجام آزمون ظرفیت ویژه، محاسبه ظرفیت ویژه چاه کنترلی و تخمین قابلیت انتقال در پیرامون چاه کنترلی است. ظرفیت ویژه، آبدهی چاه بر حسب واحد افت سطح آب در مدت زمان مشخص، بعد از آغاز عملیات پمپاژ است.

۲-۱ این استاندارد همراه با استاندارد ASTM D4050، برای انجام آزمون‌های برداشت^۱ و تزریق به درون چاه استفاده می‌شود.

۳-۱ روش تعیین قابلیت انتقال از ظرفیت ویژه، از روش غیر تعادلی تایس^۲ که برای تعیین قابلیت انتقال و ضریب ذخیره آبخوان می‌باشد، متفاوت است. روش غیرتعادلی تایس در استاندارد ASTM D4106 بیان شده است.

۴-۱ محدودیت‌ها - محدودیت‌هایی این روش برای تعیین قابلیت انتقال، در درجه اول به مطابقت بین حالت میدانی و ساده کردن فرضیات این روش آزمون، مربوط می‌شود.

۵-۱ دامنه کاربرد این روش آزمون به قابلیت‌های دستگاهی محدود می‌شود.

۶-۱ همه مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده در این استاندارد باید با استاندارد ASTM D6026 که برای گرد کردن و معنادار کردن ارائه شده است مطابقت داشته باشد.

۶-۱-۱ روش‌های استفاده شده برای تعیین چگونگی جمع‌آوری و ثبت و محاسبه داده‌ها در این استاندارد به عنوان استاندارد صنعتی در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، داده‌ها ارائه دهنده ارقام معناداری هستند که باید نگه‌داشته شوند. روش‌های استفاده شده تنوع مواد، هدف از جمع‌آوری داده‌ها، اهداف مطالعاتی ویژه و یا هرگونه ملاحظات را برای مقاصد کاربر را در نظر نمی‌گیرد؛ و این روش معمول برای افزایش یا کاهش ارقام معنادار از داده‌های گزارش شده متناسب با این ملاحظات است. در نظر گرفتن ارقام معنادار استفاده شده در این روش‌های تجزیه‌ای برای طراحی‌های مهندسی بوده و فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است

1 Withdrawal
2-Theis

۲ مراجع الزامی^۱

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- 2-1 ASTM D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- 2-2 ASTM D2488 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)
- 2-3 ASTM D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
- 2-4 ASTM D4050 Test Method for (Field Procedure) for Withdrawal and Injection Well Testing for Determining Hydraulic Properties of Aquifer Systems
- 2-5 ASTM D4106 Test Method for (Analytical Procedure) for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Nonleaky Confined Aquifers by the TheisNonequilibrium Method
- 2-6 ASTM D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data.

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و یکاها

۱-۳ در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D653، به کار می‌رود.

۲-۳ نمادها و یکاها

۱-۲-۳

K هدایت هیدرولیکی

یادآوری- هدایت الکتریکی بر حسب $[LT^{-1}]$ بیان می‌شود.

۲-۲-۳

m لایه اشباع

یادآوری- لایه (ضخامت) اشباع شده بر حسب واحد طول، L ، بیان می‌شود.

۳-۲-۳

Q تخلیه (دبی)^۱

یادآوری- تخلیه بر حسب واحد حجم بر زمان، $[L^3T^{-1}]$ ، بیان می شود.

۴-۲-۳

$\frac{Q}{s}$ ظرفیت ویژه

یادآوری- ظرفیت ویژه بر حسب، $[(L^3T^{-1})L^{-1}]$ ، بیان می شود.

۵-۲-۳

r شعاع چاه

یادآوری- شعاع چاه بر حسب واحد طول، [L]، بیان می شود.

۶-۲-۳

s افت سطح ارتفاع آب چاه

یادآوری- افت سطح ارتفاع آب چاه بر حسب واحد طول، [L]، بیان می شود.

۷-۲-۳

S ضریب ذخیره

یادآوری- ضریب ذخیره، بدون بعد می باشد.

۸-۲-۳

T قابلیت انتقال

یادآوری- قابلیت انتقال بر حسب واحد مجذور طول بر زمان، $[L^2T^{-1}]$ ، بیان می شود.

۹-۲-۳

T' مقدار موقتی انتقال

یادآوری- مقدار موقتی انتقال بر حسب واحد مجذور طول بر زمان، $[L^2T^{-1}]$ ، بیان می شود.

۱۰-۲-۳

t مدت زمان انجام پمپاژ

یادآوری- مدت زمان انجام پمپاژ بر حسب واحد زمان، [t]، بیان می شود.

$$11-1-3 \quad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

یادآوری - بدون واحد بیان می شود.

$$12-1-3$$

$W(u)$ تابع چاه

یادآوری - بدون واحد بیان می شود.

$$13-1-3$$

$$C_1 = \left[\frac{W(u)}{4\pi} \right] C_1$$

یادآوری - بدون واحد بیان می شود.

۴ خلاصه روش

۱-۴ چاه کنترلی به یک آب سنج مخزنی یا سایر دستگاه‌های اندازه‌گیری آبدهی چاه تجهیز شده و اندازه‌گیری سطح ایستایی آب پس از تثبیت شرایط است.

۲-۴ پس از تثبیت شرایط پمپ، چاه به طور پیوسته پمپاژ شده و اندازه‌گیری‌ها انجام می‌شود. سپس ظرفیت ویژه تعیین و تخمین قابلیت انتقال چاه محاسبه می‌شود.

۵ اصول کلی

۱-۵ فرضیه‌های معادله تاپس، ظرفیت ویژه و تخمین قابلیت انتقال از ظرفیت ویژه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این فرضیه‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۱-۱-۵ آبخوان همگن و همسان است.

۲-۱-۵ آبخوان به صورت افقی، با ضخامت یکنواخت و در ابعاد ناحیه‌ای به صورت نامحدود گسترش یافته است.

۳-۱-۵ آبخوان در مرزهایی در بالا و پایین چینه‌های نفوذناپذیر محصور شده است.

۴-۱-۵ گرادیان چگالی در جریان سیال باید ناچیز فرض شود و مقاومت گرانی جریان باید از قانون دارسی^۱ پیروی کند.

۵-۱-۵ چاه کنترلی، در آبخوان نفوذ نموده و به صورت یکسان آب از کل ضخامت آبخوان دریافت می‌نماید.

1- Darcy's Law

۶-۱-۵ چاه کنترلی، قطر بی‌نهایت کوچکی دارد.

۷-۱-۵ چاه کنترلی، با نرخ ثابتی تخلیه می‌شود.

۸-۱-۵ چاه کنترلی، کارآیی ۱۰۰ درصد دارد.

۹-۱-۵ آبخوان، در طول زمان پمپاژ اشباع باقی می‌ماند.

۲-۵ پیامدهای فرضیات و محدودیت‌های روش

۱-۲-۵ فرضیات ساده‌سازی لازم برای حل معادله تاپس و کاربرد این روش، هرگز به طور کامل با شرایط آزمون میدانی مطابقت ندارد. استفاده رضایت‌بخش روش ممکن است با بکارگیری یک یا چند عامل اصلاح شده تجربی در ارتباط می‌باشد.

۲-۲-۵ به طور کلی، مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از ظرفیت ویژه با مقادیر تعیین شده از آزمون-های آبخوان که در آن از چاه‌های مشاهده‌ای استفاده شده بسیار متفاوت است. این اختلاف‌ها ممکن است منعکس کننده این باشد که: ۱- ظرفیت ویژه نشان دهنده پاسخ بخش کوچکی از آبخوان نزدیک به چاه یوده و ممکن است تا حد زیادی تحت تاثیر شرایط نزدیک چاه از قبیل بسته‌های شنی یا مواد دانه‌بندی شده حاصل از توسعه چاه باشد و ۲- اثرات کارایی و نفوذ ناقص باشد.

۳-۲-۵ مقادیر تخمینی قابلیت انتقال از داده‌های ظرفیت ویژه نسبت به مقادیر به دست آمده از تجزیه و تحلیل افت سطح (ارتفاع) آب که در بعضی از فواصل چاه‌های پمپاژ شده مشاهده می‌شود، درستی کمتری دارند.

یادآوری - کیفیت نتیجه حاصل از این استاندارد، به مهارت کارشناسان مجری آن و مناسب بودن امکانات و تجهیزات مورد استفاده بستگی دارد. سازمان‌هایی که معیارهای استاندارد ASTM D3740 را برآورده می‌کنند قابلیت و مهارت و توانایی انجام آزمون/ نمونه برداری/ بازرسی/ و غیره را دارا می‌باشند. به کاربران این استاندارد هشدار داده می‌شود که انطباق با استاندارد ASTM D3740 به خودی خود، به نتایج اعتبار نمی‌بخشد. اعتبار نتایج به عوامل زیادی بستگی دارد. استاندارد ASTM D3740 برخی از این عوامل ارزیابی یا می‌سنجد.

۳-۵ روش میدانی آزمون برداشت چاه با روش‌های تحلیلی تقریبی در مکان‌های هیدرولوژیکی به منظور تعیین قابلیت انتقال و ضریب ذخیره آبخوان و هدایت هیدرولیکی لایه‌های محصور شده استفاده می‌شود.

۶ وسایل

۱-۶ انواع مختلفی از تجهیزات می‌تواند برای برداشت یا تزریق آب به چاه کنترلی، اندازه‌گیری نرخ برداشت یا تزریق و اندازه‌گیری سطح آب مورد استفاده قرار گیرد. روش آزمون ممکن است انواع مختلفی از تجهیزات برای رسیدن به نتایج مشابه، ارتباط داشته باشد. این اهداف با استفاده از تجهیزات بندهای ۷ و ۸ به دست

آمده است. انتخاب تجهیزات و وسایل اندازه‌گیری ارزیابی خواهد شد تا اطمینان حاصل شود که درستی و حساسیت کافی برای ارزیابی بعدی داده‌ها به وسیله استاندارد ASTM D4106 فراهم خواهد شد.

۲-۶ چاه کنترلی

روش‌های آزمون تخلیه یا تزریق چاه نیاز دارند که آب از یک چاه برداشت یا به آن تزریق شود. این چاه، به عنوان چاه کنترلی، باید به گونه‌ای حفر و تکمیل شود که آب با نرخی از آبخوان یا به آبخوان (معمولاً ضخامت کل آبخوان) منتقل شود که یک تغییر قابل اندازه‌گیری در سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای رخ بدهد. چاه کنترلی باید تا حد ممکن کارآمد باشد تا افت سطح^۱ (تلفات) آب بین آبخوان و چاه را کاهش دهد. توسعه چاه باید تا حد ممکن کامل باشد تا تولید ماسه یا گل و لای مازاد و تغییرات بعدی در کارایی و سطح آب پمپاژ چاه در طی آزمون از بین برود. مقطع‌های یک چاه کنترلی باید مطابق استاندارد ASTM D2488 توصیف و یادداشت شود. روش تجزیه و تحلیل انتخابی برای بررسی داده‌ها، ممکن است ابعاد خاص چاه‌های کنترلی از قبیل طول و عمق لوله مشبک به کار رفته را مشخص کند. الزامات ویژه چاه‌های کنترلی ممکن است در استانداردهای روش‌های تجزیه و تحلیلی ویژه ارائه شده باشد (برای مثال به روش آزمون استاندارد ASTM D4106 مراجعه کنید).

۳-۶ چاه‌های مشاهده‌ای یا پیزومترها^۲

تعداد چاه‌های مشاهده‌ای و فاصله آنها از چاه کنترلی و فواصل لوله مشبک ممکن است به روش آزمون به کار گرفته شده بستگی داشته باشد. به روش آزمون تحلیلی برای ویژگی‌های چاه‌های مشاهده‌ای مورد استفاده، مراجعه شود (برای مثال، روش آزمون استاندارد ASTM D4106 را ببینید).

۴-۶ پمپ چاه کنترلی

پمپی با توانایی برداشت آب با نرخ ثابت یا با نرخ متغییر تعریف شده از چاه کنترلی می‌باشد. پمپ و موتور باید با اندازه مناسب برای نرخ پمپاژ و آب‌کشی طراحی شده، باشند. پمپ یا موتور برای تنظیم سرعت تخلیه باید به یک مکانیزم کنترلی مجهز شده باشند. در مورد موتورهای دیزلی، بنزینی یا با سوخت گاز طبیعی، تنظیمات درجه سوخت باید امکان تنظیمات کم در نرخ پمپاژ را فراهم نماید. معمولاً پمپ‌های مجهز به موتور الکتریکی با تنظیم فشار برگشتی روی پمپ از طریق یک شیرکشویی در مسیر تخلیه، کنترل می‌شوند. برای انتخاب نرخ تخلیه به حد کافی کم باید دقت نمود، به طوری که بتوان نرخ تخلیه را بدون باز کردن کامل شیر کشویی، ثابت نگه داشت. اگر این روش عملی نبود، انشعابی در مسیر تخلیه ایجاد نموده و قسمتی از تخلیه را از مسیری جداگانه از مسیر برداشت به چاه برگردانید. اگر آب برداشت می‌شود، برای جلوگیری از تغذیه مجدد و برگشت به آبخوان در حال آزمون باید تخلیه به اندازه کافی از این ناحیه دور انجام شود.

^۱ - Head loss

^۲ - Piezometers

۵-۶ بسیاری از آزمون‌های آبخوان در «محل طرح غیر منتظره» انجام شود، یعنی، استفاده از چاه‌های استحصالی موجود به عنوان چاه کنترلی و استفاده از سایر چاه‌های موجود برای مشاهده سطح آب می‌باشد. در چنین مواردی، موقعیت‌ها و فواصل لوله مشبک چاه‌ها باید با الزامات روش تجزیه و تحلیل آزمون مطابقت داشته باشد.

۶-۶ تجهیزات اندازه‌گیری سطح آب

اندازه‌گیری‌های دستی می‌تواند با استفاده از یک نوار (متر) فولادی یا یک نوار (متر) الکتریکی، ثبت‌کننده مکانیکی متصل به یک شناور، یا ترکیبی از فشارسنج و وقایع نگار (داده نگار) الکترونیکی داده‌ها، انجام شود.

۱-۶-۶ ثبت‌کننده‌های مکانیکی

ثبت‌کننده‌های مکانیکی از یک شناور درون چاه برای ایجاد یک ثبت گرافیکی تغییرات سطح آب استفاده می‌کنند. در ابتدای آزمون، ممکن است تشخیص تغییرات کوچک زمان روی نمودار ثبت‌کننده، خیلی مشکل باشد، بنابراین ثبت‌کننده باید به سنجشگرهای اضافی اندازه‌گیری در زمان اولیه یا به علامت‌گذاری اثر دستگاه ثبات خودکار تغییرات سطح آب و ثبت کردن زمان با علامت، مجهز شده باشد. ثبت‌کننده مکانیکی را به صورت دوره‌ای در طول آزمون با استفاده از نوار فولادی مورد بررسی قرار دهید.

۲-۶-۶ مبدل‌های فشاری و واقعه‌نگارهای داده الکترونیکی

ترکیبی از مبدل فشاری و واقعه‌نگار داده الکترونیکی می‌تواند اندازه‌گیری سریع تغییرات سطح آب را فراهم کند و می‌تواند برای کاهش تاخیر متناوب در آزمون نمونه‌ها، برنامه‌ریزی شود. مبدل فشاری برای اندازه‌گیری تغییرات فشار معادل با دامنه تغییرات مورد انتظار سطح آب را انتخاب کنید. مبدل را در یک میدان با افزایش و کاهش در یک بازه اندازه‌گیری شده چاه بررسی کنید. همچنین مقادیر اندازه‌گیری خوانده شده را به صورت دوره‌ای با یک نوار فولادی بررسی کنید.

۳-۶-۶ تجهیزات مورد استفاده برای اندازه‌گیری جریان‌ها و سطح آب باید دارای سوابق واسنجی باشند یا برای آزمون واسنجی شده باشند.

۷-۶ دستگاه اندازه‌گیری مقدار ماسه

دستگاه‌هایی برای اندازه‌گیری مقدار شن و ماسه در آب تخلیه شده موجود است. انواع مخروطی (برای مثال، ایمهوف^۱) می‌تواند برای غلظت‌های بالای شن و ماسه در آب تخلیه شده استفاده شود و جداسازهای شن و ماسه با تکنیک گریز از مرکز (برای مثال، روسوم^۲) می‌تواند برای سطوح پایین‌تر استفاده شود که به صورت تجاری در دسترس بوده و استفاده می‌شوند.

1 - Imhoff
2 - Rossum

۷ روش‌های تثبیت شرایط

- ۱-۷ روش‌های تثبیت شرایط، قبل از آزمون انجام می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که چاه کنترلی به خوبی تجهیز شده و تخلیه چاه و تجهیزات اندازه‌گیری سطح آب عملیاتی است.
- ۱-۱-۷ چاه کنترلی را با یک آب سنج مخزنی واسنجی شده یا نوع دیگری از دستگاه‌های اندازه‌گیری آبدهی مجهز کنید.
- ۲-۱-۷ چاه کنترلی را با سامانه‌ای برای ثابت نگه داشتن تخلیه، مجهز کنید.
- ۳-۱-۷ چاه کنترلی را برای اندازه‌گیری سطح آب پیش از آزمون (سطح آب پیش از پمپاژ) و سطوح آب پمپاژ شده در طول آزمون ظرفیت ویژه، تجهیز کنید.
- ۴-۱-۷ سطح ایستایی آب را قبل از شروع پمپاژ اندازه‌گیری کنید.
- ۵-۱-۷ با شروع پمپاژ، زمان سپری شده را با یک ساعت مناسب یا ثبت کننده داده‌ها اندازه‌گیری کنید. پس از ۳ تا ۵ دقیقه آبدهی چاه و افت آب باید اندازه‌گیری و ثبت شود.
- ۶-۱-۷ اگر تمام تجهیزات به طور صحیح کار کنند، اندازه‌گیری افت (ارتفاع) آب در چاه می‌تواند به دست آمده و تخلیه ثابت باقی بماند، بررسی تجهیزات می‌تواند به پایان برسد.
- ۷-۱-۷ قبل از این که آزمون ظرفیت ویژه شروع شود، پمپاژ را متوقف نمایید و اجازه دهید سطح آب به سطح پیش از پمپاژ باز گردد.

۸ روش اجرای آزمون

- ۱-۸ تخلیه اولیه چاه
- ۲-۸ آبدهی چاه و سطح پمپاژ آب را در چاه کنترلی، در فواصل زمانی از پیش تعیین شده، اندازه‌گیری کنید، برای مثال در ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه پس از این که تخلیه شروع می‌شود. نرخ تخلیه را در طی آزمون تنظیم کنید تا تخلیه در محدوده ۵٪ نرخ برنامه‌ریزی شده، حفظ شود. آب‌های تخلیه شده باید در فاصله‌ای به اندازه کافی دور از ناحیه برای جلوگیری از تغذیه و برگشت مجدد به آبخوان در حال آزمون قرار گیرند.
- ۳-۸ در حالی که آزمون ادامه دارد، محاسبات زیر را دنبال کنید:
- ۱-۳-۸ در صورت امکان، افت آب برای اثرات غیر اشیاعی آبخوان را تعدیل کنید (به بند ۹ مراجعه کنید).
- ۲-۳-۸ ظرفیت ویژه را تعیین کنید (به بند ۱۱ مراجعه کنید) و قابلیت انتقال را برآورد کنید (به بند ۱۲ مراجعه کنید). اگر اثرات انبارش (ذخیره) چاه حفاری شده ناچیز باشد (به بند ۱۰ مراجعه کنید)، مقدار جدید

T را با مقدار استفاده شده برای محاسبه C_1 ، مقایسه کنید، اگر این مقدار در محدوده ۱۰ درصد باشد، آزمون باید خاتمه پیدا کند.

۸-۳-۳ اگر چاه کنترلی در سراسر ضخامت آبخوان لوله گذاری مشبک نشده باشد، قابلیت انتقال آبخوان را باید بر اساس بندهای ۱۲ و ۱۳ برآورد نمود.

یادآوری ۱- برداشت آب از چاه آلوده ممکن است به علت تولید آب آلوده‌ای که با آن سرکار خواهند داشت مشکل ساز باشد که باید مطابق مقررات مربوطه مورد استفاده قرار گرفته و دفع شود.

یادآوری ۲- استفاده از یک دستگاه اندازه‌گیری مقدار شن و ماسه هنگامی سودمند خواهد بود که یک چاه جهت ارزیابی شرایط، تعیین نرخ پمپاژ و برای اجتناب از آسیب به چاه، پمپاژ می‌شود.

۹ تصحیح افت آب در آبخوان آزاد^۱

۹-۱ معادله تاپس به طور مستقیم برای آبخوان های محبوس شده^۲ کاربرد دارد و با اعمال محدودیت‌هایی برای استفاده آبخوان‌های آزاد مناسب است. اگر آبخوان آزاد باشد و افت (ارتفاع) آب در چاه کمتر از ۱۰ درصد ضخامت اشباع شده قبل از پمپاژ باشد، خطای خیلی کمی ایجاد می‌شود. اگر افت آب در چاه بیش از ۲۵ درصد ضخامت اشباع شده قبل از پمپاژ باشد، این آزمون نباید برای تخمین قابلیت انتقال استفاده شود. برای آبخوان‌های آزاد (محبوس نشده) با افت آب در چاه معادل ۱۰ تا ۲۵ درصد ضخامت اشباع شده اولیه، افت آب را برای اثرات ضخامت اشباع شده کاهش یافته، با استفاده از معادله زیر، توسط ژاکوب^۳ ارائه شده، تصحیح کنید:

$$s' = s - \frac{(s^2)}{2m} \quad (1)$$

که در آن:

s افت آب اندازه‌گیری شده در چاه کنترلی؛

s' افت آب اصلاح شده؛

m' ضخامت اشباع آبخوان قبل از پمپاژ.

۱۰ اثرات ذخیره چاه حفاری شده

۱۰-۱ اگر ذخیره (انبارش) چاه، افت ارتفاع آب در مدت زمان آزمون را تحت تاثیر قرار می‌دهد، معیار زمان را برای تعیین تاثیر ذخیره چاه بر افت در طول آزمون مورد ارزیابی قرار دهید. پس از پاپادوپولوس^۴ و

1 - Unconfined
2 - Confined
3 - Jacob
4 - Papadopoulos

کوپر^۱، معیار زمان اصلاحی ویکس^۲، $t > \frac{25r^2}{T}$ ، برای مواردی که افت ارتفاع در چاه کنترلی تحت تاثیر انبارش چاه قرار نگرفته، ارائه شد.

مثال‌ها: یک چاه با شعاع ۳۰۵ میلی‌متر و T برابر با $9.2903 \text{ m}^2/\text{day}$ ، معیار زمانی برابر با $t > 25r^2/T = t > 25 \text{ days} = t > 32.8 \text{ min}$ دارد.

۱۱ محاسبه ظرفیت ویژه

۱-۱۱ افت سطح آب و زمان شروع پمپاژ را ثبت کنید.

۲-۱۱ ضریب ویژه چاه کنترلی را از متوسط آبدهی چاه (Q) و افت ارتفاع سطح آب (S) محاسبه کنید:

$$\text{ظرفیت ویژه} = Q/s[(L^3 T^{-1})L^{-1}] \quad (۲)$$

۱-۲-۱۱ یک مثال از محاسبه ظرفیت ویژه که تخلیه بر حسب (m³) مترمکعب برابر (۴/۵۴۶ m³/min) و افت ارتفاع آب برابر ۱۵ متر داده شده است:

$$\text{ظرفیت ویژه} = ۴/۵۴۶ \text{ m}^3/\text{min}(۱۴۴۰ \text{ min}/\text{day})/۱۵ \text{ m} = ۱۰۹ \text{ m}^3/\text{day}$$

۱۲ تخمین قابلیت انتقال از ظرفیت ویژه

۱-۱۲ معادله غیر تعادلی اصلاح شده تاپس برای ارزیابی قابلیت انتقال داده‌های گرفته شده از ظرفیت ویژه به شرح زیر است:

$$T = \left[\frac{w(u)}{4\pi} \right] Q/s \quad (۳)$$

۱-۱-۱۲ شکل عمومی معادله به صورت زیر است:

$$T' = C_1 Q/s \quad (۴)$$

که در آن:

$$C_1 = \left[\frac{w(u)}{4\pi} \right]$$

۱۲-۱-۲ مقدار C_1 را از یک مقدار موقتی قابلیت انتقال، T' ، ضریب ذخیره تخمینی، S ، شعاع چاه، r ، و مدت زمان آزمون، t ، محاسبه می‌شود. یک مثال از محاسبه C_1 با استفاده از مقادیر میدانی تخلیه بر حسب واحدهای SI به شرح ذیل است:

که در آن:

$$T' = 1022 \text{ m}^2/\text{day}$$

$$S = 2 \times 10^{-5}$$

$$r = 200 \text{ mm}$$

$$t = 0.05 \text{ days}$$

$$C_1 = \left[\frac{w(u)}{4\pi} \right]$$

$$W(u) = (-0.5772 - \ln[u])$$

که در آن:

$$u = (r^2 S)/(4Tt) = 4.0809 \times 10^{-10}$$

$$C_1 = (0.5772 - \ln[4.0809 \times 10^{-10}])/4\pi$$

$$C_1 = (0.5772 - \ln[4.0809 \times 10^{-10}])/12.5664$$

$$C_1 = (0.5772 - [-21.6195])/12.5664$$

$$C_1 = 21.0423/12.5664 = 1.6745$$

۱۲-۱-۳ قابلیت انتقال از معادله ۴ محاسبه می‌شود؛

$$T = C_1 Q/s$$

$$Q/s = 109 \text{ m}^3/\text{day}/\text{ft} \quad \text{فرض کنید}$$

$$T = 1.6745 \times 109 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m} = 1163.52 \text{ m}^3/\text{day}$$

۱۲-۱-۴ اگر مقدار محاسبه شده قابلیت انتقال در بند ۱۲-۱-۳ در محدوده ۱۰٪ مقدار قابلیت انتقال موقت، T' ، باشد، مقدار C_1 را از مقدار جدید قابلیت انتقال مجدداً محاسبه کرده و مقدار قابلیت انتقال را با استفاده از فرمول مجدداً محاسبه کنید. در این مثال از آنجائی که ۱۱۶۳/۵۲ متر مکعب در روز تقریباً ۵۹ درصد از مقدار اولیه T (قابلیت انتقال) ۱۰۲۲ متر مربع در روز است، یک مقدار با درستی بیش‌تر C_1 می‌تواند برای مقدار T' جدید محاسبه شود.

$$T = 1022 \text{ m}^2/\text{day}$$

$$S = 2 \times 10^{-5}$$

$$C_1 = W(u)/4\pi$$

$$W(u) = (-0.5772 - \ln[u])$$

که در آن:

$$u = (r^2 S) / (4Tt) = 8.9780 \times 10^{-6} = 6.9597 \times 10^{-10}$$

$$C_1 = (0.5772 - \ln 6.9597 \times 10^{-10}) / 4\pi$$

$$C_1 = (0.5772 - \ln 6.9597 \times 10^{-10}) / 12.5664$$

$$C_1 = (0.5772 - (-21.0857)) / 12.5664$$

$$C_1 = 20.5085 / 12.5664 = 1.6320$$

بنابراین:

$$T' = C_1 \left(\frac{Q}{s} \right) = 1.6320 \times 1022 \text{ m}^2/\text{day} = 1667 \text{ m}^2/\text{day}$$

مقدار جدید قابلیت انتقال در محدوده ۱۰٪ مقدار استفاده شده برای محاسبه قابلیت انتقال است.

یادآوری - برآورد اولیه قابلیت انتقال می‌تواند مبنایی برای مقادیر قابلیت انتقال و انبارش آبخوان در مکان‌های دیگر یا از شناخت کلی خواص آبخوان باشد. این قابلیت انتقال می‌تواند از وقایع نگاری‌های حفاری با استفاده از روش‌های توصیف شده توسط گیوتنتیج^۱ و دیگران تخمین زده شود. ضریب انبارش می‌تواند برای آبخوان‌های غیر محصور شده (آزاد) ۰٫۲ و برای آبخوان‌های محصور شده $10^{-6} \times b$ تخمین زده می‌شود، که b ضخامت آبخوان بر حسب متر است. در ناحیه‌ای که خواص آبخوان نامشخص است و داده‌های وقایع نگاری حفاری وجود ندارد، مقادیر اصلاح شده زیر از هارلاند^۲، کولم^۳ و گیوتنتیج می‌تواند به عنوان تخمین اولیه برای C_1 استفاده شود:

۱٫۶	آبخوان محبوس
۰٫۸	آبخوان غیر محبوس (آزاد)

۱۳ تصحیح قابلیت انتقال برای چاه‌های ناقص

۱-۱۳ اگر ضخامت کل آبخوان، لوله گذاری مشبک نشده باشد، مقدار، T' ، نشان دهنده قابلیت انتقال بخش لوله مشبک شده آبخوان خواهد بود. برای تخمین قابلیت انتقال ضخامت کل آبخوان، قابلیت انتقال تخمینی را بر طول فواصل لوله مشبک شده تقسیم نموده تا هدایت هیدرولیکی (K) محاسبه شود.

پس از محاسبه (K) مقدار هدایت هیدرولیکی، در ضخامت کل ضخامت اشباع شده (m) آبخوان ضرب شده تا برآوردی از قابلیت انتقال محاسبه شود که به شرح زیر خواهد بود:

$$T = Km$$

1 - Gutentag
2 - Harlan
3 - Kolm

۱۴ گزارش آزمون: برگه‌ها/ صورت‌بندی داده‌های آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۴ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۲-۱۴ گزارش شامل تمام داده‌ها، از جمله توصیف حوزه محل طرح، ساخت چاه، نام کارکنان مشغول به کار، نقشه‌های سطح پمپاژ آب و تخلیه چاه با زمان؛
- ۳-۱۴ تحلیل موجود از داده‌ها، استفاده از فنون تکراری برای c ، هنگامی که نتایج مقدار اولیه ورودی T و S متفاوت است؛
- ۴-۱۴ مقایسه شرایط آزمون محاسبه‌ای با فرضیات روش‌های آزمون ذکر شده در بند ۵-۱؛
- ۵-۱۴ سوابق واسنجی برای جریان سنج‌ها، وسایل سطح آب و سامانه‌ها؛
- ۶-۱۴ مقدار شن و ماسه در آب تخلیه شده (اگر استفاده می‌شود)؛

۱۵ دقت و اریبی

۱-۱۵ دقت

داده‌های آزمون برای دقت به دلیل ماهیت این روش آزمون ارائه نشده است. مشارکت هم‌زمان در یک برنامه آزمون برای ده شرکت کننده یا بیشتر در حال حاضر عملی نبوده و همچنین پرهزینه است.

۲-۱۵ اریبی

هیچ مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این روش آزمون نیست. بنابر این اریبی نمی‌تواند محاسبه شود.

کتابنامه

- [1] Theis, C. V., 1935, the Relation between the Lowering of Duration of Discharge of a Well Using Ground-Water Storage: *American Geophysical Union Transactions*, v. 16. pt. 2, p. 519–524.
- [2] Jacob, C. E., “Determining the Permeability of Water-Table Aquifers,” in Bentall, Ray, Compiler, “Methods of Determining Permeability, Transmissibility, and Drawdown,” U.S. Geological Survey Water- Supply Paper 1536-I, 1963, pp. 245–271.
- [3] Weeks, E. P., 1978, Aquifer Tests—the State of the Art in Hydrology: in Proceedings Invitational Well-Testing Symposium, October 19–21, 1977, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, LBL- 7027, UC-66, TID 4500-R66, p. 14–26.
- [4] Papadopoulos, I. S., and Cooper, H. H., Jr., 1967, Drawdown in a Well of Large Diameter: *Water Resources Research*, v. 3, no. 1, p. 241–244.
- [5] Gutentag, E. D., Heimes, F. J., Krothe, N. C., Luckey, R. R., and Weeks, J. B., 1984, Geohydrology of the High Plains Aquifer in parts of Colorado, Kansas, Nebraska, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas, and Wyoming: U.S. Geological Survey Professional Paper 1400-B, 63 p.
- [6] Harlan, R. L., Kolm, K. E., and Gutentag, E. D., 1989, *Water-Well Design and Construction*: Elsevier, Amsterdam, 205, p.