

OP 205

دستورالعمل

آزمون خطای کنکور

و تحلیل هدررفت ظاهری آن



پاییز ۱۴۰۲

وزارت نیرو



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت راهبری و
نظارت بر بهره‌برداری

دقت مدیریت مصرف، خدمات مشترکین
و کاهش هدررفت

ابلاغ کننده:

مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

تدوین کننده:

دفتر مدیریت مصرف، خدمات مشترکین و کاهش هدررفت / معاونت راهبری و نظارت بر بهره برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

گروه تدوین کننده:

مدیر کل دفتر مدیریت مصرف، خدمات مشترکین و کاهش هدر رفت آبفای کشور	علی سیدزاده
رئیس گروه مطالعات هدررفت آب آبفای کشور	سعید تکیه
دفتر مدیریت مصرف، خدمات مشترکین و کاهش هدر رفت آبفای کشور	علی اکبر غزلی
مدیر دفتر آب بدون درآمد آبفای خراسان جنوبی	محسن عزیزی

گروه تصویب کننده : کارگروه ملی مدیریت مصرف و کاهش هدررفت ظاهری

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور – دبیر کارگروه	سعید تکیه
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	مریم سادات حمیدیان
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	زهره شهابی فر
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	سید فرید موسوی
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	افشین نورایی
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	آزاده جزایری
شرکت آب و فاضلاب استان خراسان جنوبی	محسن عزیزی
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	شاهین جباری
شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان غربی	لطیف خوش سیرت
شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان غربی	محرم حیدر زاده
شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان	محسن صالح
شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان	میثم اعلایی
شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر	بابک دلاوری
شرکت آب و فاضلاب استان لرستان	یاسر فتحی
شرکت آب و فاضلاب استان یزد	سیاوش پاکدل

دستورالعمل

آزمون خطای کنتور و تحلیل هدررفت ظاهری آن

OP205

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه
۱	۲- اهداف
۱	۳- دامنه کاربرد
۲	۴- مسئولیت ها و نظارت
۲	۵- تعاریف
۶	۶- آشنایی با کنتورهای مکانیکی
۷	۷- اهمیت و ضرورت تست کنتور
۸	۸- دلایل عدم دقت کنتور
۱۱	۹- دبی‌های مشخصه کنتور
۱۲	۱۰- مقادیر و روابط دبی‌های مشخصه کنتور
۱۳	۱۱- طبقه بندی کلاس دقت کنتور
۱۳	۱۲- مراحل تست و تحلیل خطای کنتور
۱۴	۱۲-۱- تعیین هدف تست
۱۵	۱۲-۲- تعیین جامعه آماری
۱۵	۱۲-۳- تعیین نمونه آماری
۱۵	۱۲-۳-۱- برآورد اولیه تعداد نمونه آماری
۱۶	۱۲-۳-۲- کنترل تعداد نمونه آماری
۱۶	۱۲-۳-۳- انتخاب نمونه آماری
۱۷	۱۲-۴- تعیین دبی‌های تست کنتور
۱۷	۱۲-۴-۱- دبی‌های تست کنتور نو
۱۸	۱۲-۴-۲- دبی‌های تست کنتور کارکرده
۱۹	۱۲-۵- تعیین حجم آب مورد نیاز در دبی‌های تست کنتور
۱۹	۱۲-۵-۱- حداقل حجم آب مورد نیاز تست خطای کنتور
۱۹	۱۲-۵-۲- توزیع حجم آب در دبی‌های تست کنتور کارکرده
۱۹	۱۲-۵-۲-۱- توزیع حجم آب در دبی‌های تست بر اساس جداول تیپ
۲۱	۱۲-۵-۲-۲- توزیع حجم آب در دبی‌های تست بر اساس الگوی مصرف مشترک
۲۷	۱۲-۵-۳- توزیع حجم آب در دبی‌های تست کنتور نو

عنوان

صفحه

۲۷	 ۱۲-۶- انتخاب روش تست
۲۷	 ۱۲-۶-۱- تست خطای کنتور با میز تست
۲۹	 ۱۲-۶-۲- تست خطای کنتور با دستگاه پرتابل
۳۰	 ۱۲-۷- مراحل تست خطای کنتور با دستگاه پرتابل
۳۳	 ۱۲-۸- محاسبه خطای نشاندهی کنتور
۳۳	 ۱۲-۸-۱- خطای نشاندهی کنتور در هر دبی تست
۳۴	 ۱۲-۸-۲- متوسط وزنی خطای نشاندهی کنتور
۳۴	 ۱۲-۹- معیارهای تایید آزمون خطای کنتور
۳۵	 ۱۲-۱۰- ضریب تصحیح کنتور
۳۵	 ۱۲-۱۰-۱- محاسبه ضریب تصحیح کنتور
۳۵	 ۱۲-۱۰-۲- تحلیل ضریب تصحیح کنتور
۳۶	 ۱۳- متوسط خطای کنتور و ضریب تصحیح در نمونه آماری
۳۶	 ۱۴- هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور
۳۷	 ۱۵- تحلیل اقتصادی هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور
۳۷	 ۱۶- تحلیل فنی و اقتصادی خطای کنتور در جامعه آماری
۳۸	 ۱۷- برنامه تست کنتور کارکرده
۳۸	 ۱۸- برنامه تعویض کنتور کارکرده



۱- مقدمه

مطابق با استاندارد بین المللی 2013، OIML-R49 و استاندارد ملی ۱۹۱۹۱، آزمونهای انجام شده بر روی کنتورهای آب را می توان به سه دسته کلی به شرح ذیل تقسیم بندی کرد:

- ✓ **آزمون تصویب نوع:** آزمونی که به منظور تایید نوع خاصی از کنتور (یک خانواده کنتور) انجام می شود.
- ✓ **آزمون تصدیق اولیه:** آزمونی که به منظور تایید کیفیت کنتورهای نو خریداری شده انجام می شود.
- ✓ **آزمون تصدیق ثانویه:** آزمونی که به منظور بررسی و یا تایید خطای کنتورهای کارکرده انجام می شود.

در این دستورالعمل به آزمون خطای نشاندهی کنتورهای نو (تصدیق اولیه) و آزمون خطای نشاندهی کنتورهای کارکرده (تصدیق ثانویه) پرداخته می شود. آزمون خطای کنتور در ادبیات آب بدون درآمد بخشی از فعالیت های شناسایی هدررفت ظاهری می باشد. در نتیجه گزارشهای واسله از مامورین قرائت کنتور، مامورین پیمایش و یا خود مشترک، کنتورهای آب نصب شده (کارکرده) را می توان به دو دسته کلی کنتورهای متوقف و کنتورهای ظاهراً سالم تقسیم بندی کرد. آزمون خطای کنتور معمولاً بر روی کنتورهای نو و یا کنتورهای کارکرده ظاهراً سالم (نه متوقف) انجام می گیرد.

شرکت های آب و فاضلاب موظف می باشند طی برنامه ای منظم و دوره ای نسبت به انجام پیمایش مشترکین و انجام آزمون خطای کنتورهای نصب شده (کارکرده) اقدام نموده و ضمن تعیین خطای کنتورها و برآورد حجم هدررفت ظاهری ناشی از آن، در صورت لزوم نسبت به تعویض کنتورهای دارای خطای غیرمجاز اقدام نمایند. همانگونه که ذکر شد آزمون خطای کنتور علاوه بر کنتورهای کارکرده بر روی کنتورهای نو و به منظور تایید کیفیت آنها نیز انجام می گیرد.

۲- اهداف

- ایجاد وحدت رویه در روش تست خطای کنتورهای نو و کارکرده
- ایجاد وحدت رویه در تایید خطای مجاز کنتور های نو و کارکرده
- تحلیل فنی و اقتصادی هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور مشترکین
- اولویت بندی عملیات تعویض کنتورهای کارکرده مشترکین

۳- دامنه کاربرد

این دستورالعمل شامل آزمونهای تصدیق اولیه (برای کنتورهای نو) و آزمونهای تصدیق ثانویه (برای کنتورهای کارکرده) می باشد. این دستورالعمل برای تعیین خطای نشاندهی کنتورهای نو و کارکرده از نوع مکانیکی و الکترونیکی کاربرد دارد.



آزمون‌های تصدیق اولیه کنتور (شامل تست خطای کنتور با ۳ دبی تست و نیز تست فشار) و آزمون‌های تصدیق ثانویه کنتور (شامل تست خطای کنتور با ۳ دبی تست) توسط شرکت‌های آب و فاضلاب ذیصلاح و نیز آزمایشگاه‌های مرجع و همکار مورد تایید سازمان استاندارد و یا مورد تایید شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قابل انجام می‌باشد.

به منظور ارزیابی و تصویب نوع کنتور نمی‌توان از این دستورالعمل استفاده نمود. ارزیابی و تصویب نوع کنتور می‌بایست توسط آزمایشگاه‌های مرجع و همکار مورد تایید سازمان استاندارد و بر اساس استاندارد ملی ۱۹۱۹۱ انجام شود.

۴- مسئولیت‌ها و نظارت

مسئولیت حسن اجرای این دستورالعمل در سطح شرکت‌های آب و فاضلاب بر عهده مدیران عامل شرکتها و مسئولیت نظارت بر حسن اجرای آن در سطح ملی بر عهده معاونت راهبری و نظارت بر بهره‌برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و دفتر مدیریت مصرف، خدمات مشترکین و کاهش هدررفت آب می‌باشد.

۵- تعاریف

شرکت: شرکت آب و فاضلاب

استاندارد: استاندارد بین‌المللی OIML-R49, 2013 و یا آخرین ویرایش استاندارد ملی شماره ۱۹۱۹۱

آب بدون درآمد: تفاضل حجم آب تولید شده (ورودی) و حجم آب فروش رفته (خروجی) در یک سیستم آبرسانی، که معمولاً بر حسب درصدی از حجم آب تولیدی بیان می‌شود.

هدررفت واقعی: بخشی از آب بدون درآمد که به صورت فیزیکی (نشت و یا سرریز) از سیستم آبرسانی هدر می‌رود.

هدررفت ظاهری: بخشی از آب بدون درآمد که به صورت غیرفیزیکی از سیستم آبرسانی هدر می‌رود، به عبارت دیگر توسط مصرف‌کننده مصرف می‌شود اما به علت خطای کنتور، مصارف غیر مجاز و یا خطای سیستمی، درآمدی از آن حاصل نمی‌شود.

کنتور: دستگاهی که در یک مجرای بسته کاملاً پر نصب می‌شود و وظیفه اندازه‌گیری پیوسته، ذخیره‌سازی و نمایش مقادیر حجم و یا دبی آب عبوری را بر عهده دارد. مقصود از کنتور در این دستورالعمل، کنتور آب می‌باشد.

کنتور مکانیکی: کنتور آبی که بر اساس اصول مکانیکی حجم آب عبوری را اندازه‌گیری می‌کند.

کنتور الکترونیکی: کنتور آبی که بر اساس اصول الکتریکی و الکترونیکی حجم آب عبوری را اندازه‌گیری می‌کند.

اجزای اصلی کنتور: هر کنتور آب دست کم از سه جزء اصلی اندازه‌گیرنده (ترانسدیوسر اندازه‌گیری)، شمارنده و نمایش‌دهنده تشکیل شده است که این اجزا بصورت غیر قابل تفکیک (کنتور کامل) و یا قابل تفکیک (کنتور مرکب) می‌باشند.



اجزای جانبی کنتور: دستگاه‌های الکترونیکی که بصورت مجزا و اختیاری بر روی کنتور نصب می شوند و وظیفه ثبت، توصیف، انتقال و نمایش داده های اندازه گیری شده را بر عهده دارند.

خطای (نشاندهی): مقدار کمیت اندازه گیری شده (حجم نشاندهی) منهای مقدار کمیت مرجع (حجم واقعی) می باشد.

حجم واقعی: حجم واقعی آب عبوری از کنتور می باشد که توسط یک وسیله اندازه گیری مرجع و استاندارد (مثل مخزن استاندارد و یا کنتور کالیبره) اندازه گیری می شود.

حجم نشاندهی: حجم آب نشان داده شده توسط کنتور می باشد.

خطای (نشاندهی) نسبی: نسبت خطای (نشاندهی) کنتور به حجم واقعی آب متناظر عبوری از کنتور که معمولاً بر حسب درصد بیان می شود.

متوسط خطای وزنی: متوسط وزنی خطای یک کنتور در دبی های مختلف تست که بر اساس الگوی مصرف آب مشترک محاسبه می شود.

ضریب تصحیح: نسبت حجم واقعی بر حجم نشاندهی را گویند. با اعمال ضریب تصحیح، حجم مصرف مشترک (که توسط کنتور اندازه گیری می شود) به حجم واقعی مصرف تبدیل می شود.

حداکثر خطای مجاز: حداکثر خطایی که بر اساس استاندارد ملی و این دستورالعمل مجاز شمرده می شود. طراحی و ساخت کنتور باید به گونه ای باشد که خطای نشاندهی آن در شرایط بهره برداری اسمی از حداکثر خطای مجاز تجاوز نکند.

منحنی مشخصه خطای کنتور: منحنی که مقدار درصد خطای نسبی کنتور را در دبی های مختلف نشان می دهد.

زینه تصدیق (قرائت): کمترین مقدار تقسیم بندی مقیاس نمایشگر کنتور را گویند. به عبارت دیگر حداقل مقدار قابل قرائت توسط کنتور می باشد.

جهت تست کنتور: جهتی که کنتور در آن جهت تست می شود. جهت تست کنتور مطابق با جهت نصب آن (مشخص شده توسط سازنده) می باشد.

نرخ جریان (دبی) تست: متوسط نرخ جریان عبوری در مدت تست کنتور می باشد که توسط شیر پایین دست کنتور تنظیم شده و پس از تثبیت توسط یک وسیله مرجع کالیبره (کنتور کالیبره و یا مخزن استاندارد) اندازه گیری می شود.

توجه: دبی تست در آزمون های ارزیابی نوع (آزمون خطا و آزمون دوام) دست کم ۶ دبی شامل Q_1 , Q_2 , Q_3 , $0.35(Q_2+Q_3)$, $0.7(Q_2+Q_3)$ و Q_4 می باشد. در آزمون های تصدیق اولیه و تصدیق ثانویه از ۳ دبی تست استفاده می شود. دبی های تست تصدیق اولیه شامل Q_1 , Q_2 , Q_3 و دبی های تست تصدیق ثانویه شامل Q_1 , $0.35(Q_2+Q_3)$, $0.7(Q_2+Q_3)$ می باشند.



قطر نامی (DN): مشخصه عددی سایز کنتور که به صورت DN و یک عدد کامل بی بعد نمایش داده می شود و معمولاً ارتباط آن با قطر داخلی و خارجی مجرای کنتور به صورت DN/DI یا DN/DO نمایش داده می شود. DN معمولاً نباید به صورت مستقیم در محاسبات وارد شود.

کمیت تاثیرگذار: کمیتی که بر اندازه گیری کمیت اصلی اثر می گذارد. چنانچه مقدار کمیت تاثیرگذار در دامنه شرایط بهره برداری اسمی باشد به عنوان "فاکتور تاثیرگذار" شناخته می شود و چنانچه خارج از دامنه شرایط بهره برداری اسمی باشد به عنوان "اختلال" شناخته می شود.

شرایط بهره برداری اسمی: تمام شرایط که می بایست در زمان بهره برداری از یک کنتور اجرا شود تا عملکرد آن مطابق طراحی باشد. در واقع شرایط بهره برداری اسمی بازه هایی را برای نرخ جریان و کمیت های تاثیرگذار مشخص می کند تا الزاماً خطای نشاندهی کنتور در محدوده حداکثر خطای مجاز قرار بگیرد. شرایط بهره برداری اسمی برای یک کنتور باید مطابق مشخصات جدول ۱ باشد.

جدول ۱ - شرایط بهره برداری اسمی از کنتور

گستره نرخ جریان	شامل Q_1 تا Q_3
گستره دمای محیط	بین $+5$ تا $+55$ درجه سانتیگراد
گستره دمای آب	مطابق کلاس دمایی کنتور
گستره رطوبت نسبی محیط	از 0% تا 100% (برای وسایل قرائت از راه دور از 0% تا 93%)
گستره فشار آب	0.3 تا 10 bar (برای کنتورهای $DN \geq 500$ حداکثر فشار مجاز باید حداقل 6 bar باشد)

شرایط مرجع: شرایط بهره برداری که به منظور ارزیابی و تصویب نوع کنتور و مقایسه عملکرد یک کنتور بکار گرفته می شود. در زمان ارزیابی نوع کنتور، تمام کمیت های تاثیرگذار بجز کمیت مورد آزمون می بایست در گستره شرایط مرجع نگه داشته شوند. شرایط مرجع برای کنتورهای مکانیکی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ - شرایط مرجع برای کنتور مکانیکی

نرخ جریان	$0.7(Q_2 + Q_3) \pm 0.03(Q_2 + Q_3)$
دمای آب	T_{30}, T_{50} تا 5 ± 20 درجه سانتیگراد T_{180} تا T_{70} درجه سانتیگراد و 5 ± 50 درجه سانتیگراد $T_{30/180}$ تا $T_{30/70}$ درجه سانتیگراد
فشار آب	در محدوده شرایط بهره برداری اسمی
گستره دمای محیط	15 تا 25 درجه سانتیگراد (حداکثر تغییرات دما در مدت آزمون تا 5 درجه سانتیگراد در گستره مرجع مجاز می باشد)
گستره رطوبت نسبی محیط	45 تا 75 درصد (حداکثر تغییرات رطوبت نسبی در مدت آزمون تا 10% در گستره مرجع مجاز می باشد)
گستره فشار اتمسفر محیط	0.86 تا 1.06 bar



تبصره: شرایط مرجع برای کنتورهای الکترونیکی منطبق با استاندارد کمیسیون بین المللی برق و الکترونیک می باشد.

شرایط آزمون تصدیق اولیه و ثانویه: شرایط بهره برداری که در حین آزمون های تصدیق اولیه و تصدیق ثانویه می بایست رعایت شود در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳ - شرایط آزمون تصدیق اولیه و ثانویه تست کنتور

گستره نرخ جریان	شامل Q_1 تا Q_3
گستره دمای محیط	بین ۵ تا ۵۵+ درجه سانتیگراد
گستره دمای آب	T30, T50 T180 تا T70 T30/180 تا T30/70 ۱۰±۲۰ درجه سانتیگراد ۱۰±۲۰ درجه سانتیگراد و ۱۰±۵۰ درجه سانتیگراد ۱۰±۵۰ درجه سانتیگراد
گستره رطوبت نسبی محیط	از ۰٪ تا ۱۰۰٪ (برای وسایل قرائت از راه دور از ۰٪ تا ۹۳٪)
گستره فشار آب	۰/۳ تا ۱۰ bar (برای کنتورهای $DN \geq 500$ حداکثر فشار مجاز باید حداقل ۶ bar باشد) (فشار آب در خروجی هر کنتور باید حداقل ۰/۳ bar باشد)

ارزیابی و تصویب نوع: مجموعه آزمون های که به منظور تایید نوع خاصی از کنتور (خانواده کنتور) بر روی چند نمونه از آن نوع انجام می شود. ارزیابی نوع شامل بررسی ظاهری، آزمون خطا، آزمون دوام، آزمون دمای اضافه آب، آزمون خطای تعویض و آزمون میدان مغناطیس استاتیک می باشد.

خانواده کنتور: گروهی از کنتورها با اندازه/دبی متفاوت که در مشخصاتی نظیر سازنده، تشابه هندسی نواحی مرطوب، اصول اندازه گیری، Q_3/Q_2 ، کلاس دقت، کلاس دمایی، وسایل الکترونیکی، استاندارد طراحی و مونتاژ، مواد (اجزای در ارتباط با عملکرد کنتور)، الزامات نصب (مثلا طول مستقیم بالادست و پایین دست) یکسان باشند.

تصدیق اولیه: آزمون هایی که (پس از تایید نوع کنتور) بر روی کنتورهای نو به منظور تایید کیفیت آن ها انجام می شود. تصدیق اولیه شامل آزمون فشار و آزمون خطای کنتور (با ۳ دبی تست) می باشد.

تصدیق ثانویه: آزمونی که بر روی کنتورهای کارکرده (در مدار بهره برداری) و به منظور تایید و یا بررسی خطای آن ها انجام می شود.

کنتور خراب: کنتور آبی که وظیفه اندازه گیری حجم و یا دبی جریان را به درستی انجام نمی دهد. کنتور خراب در مقابل کنتور سالم می باشد و شامل کنتور متوقف و کنتور خطا دار می باشد.

کنتور متوقف: کنتور آبی که مقدار حجم یا دبی جریان عبوری را اندازه نمی گیرد و یا نشان نمی دهد.



کنتور خطادار: کنتور آبی که مقدار حجم یا دبی جریان عبوری را با خطایی بیش از حداکثر خطای مجاز نشان می‌دهد. کنتورهای خطادار به دو گروه کنتورهای کم انداز و کنتورهای بیش انداز می‌باشد.

کنتور کم انداز: کنتور خطاداری که مقدار حجم یا دبی عبوری را کمتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد.

کنتور بیش انداز: کنتور خطاداری که مقدار حجم یا دبی عبوری را بیش از مقدار واقعی نشان می‌دهد.

کنتور سالم: کنتور آبی که که مقدار حجم یا دبی جریان عبوری را با خطای کمتر از حداکثر خطای مجاز نشان می‌دهد.

طبقه بندی مشترکین از نظر مصرف: مشترکین بر اساس حجم مصرف در ماه به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند:

- ✓ کم مصرف: حجم مصرف تا یک سوم الگوی مصرف
- ✓ خوش مصرف: حجم مصرف یک سوم الگو تا الگوی مصرف
- ✓ پر مصرف: حجم مصرف از الگو تا دو برابر الگوی مصرف
- ✓ بد مصرف: حجم مصرف دو برابر الگوی مصرف به بالا

۶- آشنایی با کنتورهای مکانیکی

طبق تعریف استاندارد، کنتور آب و سیله‌ای است که برای اندازه‌گیری پیوسته، ذخیره سازی و نشان دادن حجم آب عبوری از یک مسیر بسته بکار می‌رود. با توجه به این تعریف می‌توان قسمتهای تشکیل دهنده کنتور را به سه بخش اصلی تقسیم نمود:

۱- بخش اندازه گیرنده (ترانسدیوسر اندازه‌گیری)

۲- بخش شمارنده

۳- بخش نمایش دهنده

بخش اندازه گیرنده کنتور قسمتی است که وظیفه تبدیل حجم، دبی، سرعت، یا وزن آب عبوری به علائم یا سیگنالهای قابل شمارش را برعهده دارد. این سیگنالها از طریق مکانیکی و یا الکترونیکی به قسمت شمارنده منتقل و پس از شمارش و پردازش نتایج حاصل از قسمت نمایش دهنده مشاهده می‌گردد. هر یک از بخشهای فوق می‌تواند در یک محفظه مجزا یا اینکه هر سه آنها در محفظه‌ای مشترک جاسازی شوند و بر همین اساس کنتورها به دو دسته کلی کنتورهای کامل و کنتورهای مرکب طبقه بندی می‌شوند.

یکی از متداولترین انواع کنتورهای آب که برای اندازه‌گیری مستقیم حجم آب مصرفی بکار می‌روند کنتورهای مکانیکی می‌باشد. در این کنتورها از یک جز تشخیص دهنده جریان نظیر پروانه یا پیستون متحرک استفاده می‌شود که میزان حرکت و جابجایی آن متناسب و متأثر از حرکت سیال بوده و با انتقال حرکت از این قطعه و از طریق محور مرکزی به شمارنده میزان حجم آب عبوری اندازه‌گیری و ثبت می‌شود.

انتقال حرکت پروانه و یا پیستون به شمارنده هم بصورت چرخ دنده‌ای (نوع گیربکسی) و هم بصورت تلفیقی از درگیری دو آهنربای دائمی و تعدادی چرخ دنده (نوع مغناطیسی) امکان‌پذیر است.



در کنتورهای نوع گیربکسی چنانچه کلیه قطعات داخلی با آب در تماس باشند نوع کنتور تر و اگر به جز بخش شمارنده بقیه قطعات با آب در تماس باشد، کنتور نیمه خشک و اگر فقط پروانه با آب در تماس باشد (مانند کنتورهای نوع مغناطیسی) نوع کنتور خشک نامگذاری می‌شوند.

مزیت کنتورهای مکانیکی مغناطیسی نسبت به کنتورهای گیربکسی کاهش میزان تماس قطعات داخلی با آب و عدم رسوب املاح موجود در آن و در نتیجه جلوگیری از خرابی کنتور در اثر گیرکردن قطعات داخلی می‌باشد. اما مواردی نظیر تاثیر میادین مغناطیسی خارجی روی عملکرد کنتور بروز پدیده قطع اتصال در آهن رباهای دائمی و یا جذب براده‌های فلزی احتمالی موجود در آب از معایب این نوع کنتورها می‌باشد. بسیاری از شرکت‌های معتبر کنتورسازی با طراحی اصولی و تعبیه حلقه مغناطیس و استفاده از آهن رباهای دائمی مناسب و دقیق اشکالات مذکور را در محصولات تولیدی خود مرتفع نموده‌اند.

کنتورهای مکانیکی نوع حجمی که کنتورهای جابجایی مثبت نیز نامیده می‌شوند، قادرند تا حجم سیال را بطور مستقیم اندازه‌گیری نمایند. در این کنتورها جزء تشخیص‌دهنده جریان، یک قطعه پیستونی یا دیسک مانند است که بطور متوالی و متناسب با حجم سیال دوران نموده و در نتیجه حجم آب عبوری در هر دوران توسط پیستون یا دیسک اندازه‌گیری می‌شود. این کنتورها نسبت به املاح موجود در آب حساس‌تر بوده و احتمال گیر نمودن مکانیزم داخلی آنها بر اثر املاح موجود در آب بیشتر است. به همین جهت استفاده از کنتورهای حجمی بیشتر برای آبهای تمیز و با سختی کم پیشنهاد می‌شود.

۷- اهمیت و ضرورت تست کنتور

بطور کلی می‌توان اهمیت و ضرورت انجام تست خطای کنتورهای آب را در موارد ذیل خلاصه نمود:

۷-۱- ضرورت انجام از جنبه فنی

از راهکارهای مقابله با بحران آب، کاهش هدررفت آب و منجمله کاهش هدررفت ناشی از خطای کنتورهای آب می‌باشد. در محاسبات بالانسینگ آب و برنامه‌ریزی فعالیتهای کاهش آب بدون درآمد شناخت حجم تولید و مصرف آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجائیکه کنتور وسیله رابط مصرف و توزیع می‌باشد، لذا خطا در این جزء از سیستم در نهایت می‌تواند منجر به برآوردهای غلط مصرف و نیاز آبی و در نتیجه بکارگیری راه حل‌های غیرمنطقی گردد.

۷-۲- ضرورت انجام از جنبه اقتصادی

کنتور، ابزار کنترل درآمد حاصل از فروش آب در شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشد و این شرکت‌ها براساس درآمدهای خود می‌بایست پاسخگوی هزینه‌های خود و انتظارات جامعه تحت پوشش باشند. لذا خطا و عدم دقت کنتورها تاثیر بسزائی در اقتصاد شرکت‌ها، اختلال در عملکرد آنها و رضایتمندی مشترکین دارد.



۷-۳- ضرورت انجام از جنبه اجتماعی

مصارف مشترکین توسط کنتور اندازه‌گیری می‌شود و وجود کنتورهایی با خطای بالا موجب افزایش نارضایتی و اعتراضات مردم به مصارف و قبوض آب می‌گردد. همچنین این موضوع موجب هدررفت وقت پرسنل شرکت‌های آب و فاضلاب به منظور رسیدگی به این قبیل شکایت‌ها می‌گردد. لذا شناسایی خطای کلی موجود در سیستم اندازه‌گیری مصرف آب مشترکین منجر به مدیریت صحیح مصرف و جلب رضایت مشترکین می‌گردد.

۷-۴- ضرورت انجام از جنبه زیست محیطی

هدررفت بی رویه آب در پروسه تولید تا مصرف، منجر به تاثیر مخرب انسان بر محیط زیست و منابع آب شیرین می‌گردد و در نهایت محدودیت منابع آبی را بدنبال خواهد داشت.

۸- دلایل عدم دقت کنتور

عمده دلایل عدم دقت کنتورها را می‌توان به موارد زیر نسبت داد:

۸-۱- فرسایش

فرسایش زیاد قسمتهای متحرک کنتور در اثر مواردی چون عبور جریان با سرعت زیاد (انتخاب نامناسب کنتور و قطر آن که منجر به سرعت زیاد آب ورودی به کنتور می‌شود) و همچنین وجود ذرات جامد معلق از قبیل شن و ماسه (که به دلیل انجام تغییرات یا ماسه دهی چاه ها وارد شبکه می‌شوند) ایجاد می‌شود. فرسایش توربین و یا قسمت اندازه‌گیری، به مرور زمان باعث از کار افتادگی کنتور خواهد شد. برای جلوگیری از این اتفاق باید کنتور به صورت تراز قرار گرفته و حداکثر سرعت جریان آب متناسب با حداکثر ظرفیت کنتور باشد. به عبارت دیگر کنتور متناسب با حداکثر مصرف و طبق مشخصات کارخانه انتخاب شده باشد.

۸-۲- انتخاب نامناسب نوع و قطر کنتور

انتخاب غیر صحیح نوع و ظرفیت هیدرولیکی کنتور تاثیر بسزایی در سرعت جریان و فرسایش و عدم دقت کنتور خواهد داشت. لذا در انتخاب نوع و قطر کنتور می‌بایست محاسبات دقیقی در رابطه با ظرفیت مورد نیاز انجام پذیرد.

۸-۳- جهت نصب کنتور

خطای کنتور گاهی به علت نصب غیر صحیح در جهتی مغایر با جهت تعیین شده توسط سازنده اتفاق می‌افتد. لذا در نصب کنتور می‌بایست به جهت نصب توجه شود.



۸-۴- درجه حرارت آب

کنتورها دارای کلاس حرارتی متفاوت می‌باشند. درجه حرارت بالاتر از طراحی باعث انبساط توربین و ایجاد اصطکاک غیرمعمول در محور توربین شده که در نهایت موجب خرابی و کم خوانی کنتور خواهد شد. در صورتیکه قسمت ثبات از پلاستیک باشد درجه حرارت بالا باعث خرابی و تغییر شکل آن می‌شود. درجه حرارت پایین تاثیر عمده ای در کارکرد کنتور ندارد. فقط حرارت زیر صفر موجب یخ زدگی، انبساط پوسته و شکستگی کنتور خواهد شد. برای جلوگیری از تاثیر درجه حرارت، محفظه کنتور باید در فضای مناسب قرار گیرد و برای جلوگیری از برگشت آب گرم به کنتور نیز باید از شیر یک طرفه استفاده شود.

۸-۵- خوردگی

تمام قسمت های فلزی که در کنتور به کار می‌روند باید در مقابل خوردگی مقاوم باشند. در صورتی که خوردگی آب در مناطق خاص بالا باشد لازم است دوره تعویض کنتورها را کوتاه تر انتخاب نمود.

۸-۶- مواد معلق و رسوبات

مواد معلق داخل آب در بین پره های توربین قرار گرفته و باعث افزایش خطای اندازه گیری کنتور می‌شود. به همین دلیل استفاده از صافی برای جلوگیری از ورود ذرات شن و ماسه به داخل کنتور ضروری است. گل و لای و سنگ ریزه های موجود در آب شبکه توزیع در بیشتر موارد موجب گرفتگی و پارگی صافی ها و از کار افتادن شمارنده نیز می‌شود.

۸-۷- نقص در ساخت

استانداردهای ساخت کنتور، حد خطای مجاز برای دقت کنتورها را تعیین کرده اند. عدم دقت در ساخت و استفاده از وسایل و مواد نامرغوب، عدم دقت در انبارداری و حمل باعث می شود که برخی از کنتورهای نو دقت لازم را نداشته و عدد صحیح را نشان ندهند.

۸-۸- وجود رگه در بدنه کنتور

وجود رگه و همگن نبودن پوسته از مشکلات ناشی از زمان ساخت می‌باشد که در هنگام ذوب و ریخته گری بدنه پیش می‌آید. پیشنهاد می‌شود توسط کارخانه سازنده، کنترل دقیق اعمال شود و قطعات معیوب قبل از مونتاژ کنار گذاشته شوند.

۸-۹- معیوب بودن بازوی اتصال دو سر کنتور

هرز شدن و یا شکستن بازوهای اتصال دو سر کنتور که نقطه اتصال می باشند، غیرقابل تعمیر بوده و در صورت وقوع کنتور باید تعویض شود.

۸-۱۰- نقص قطعات

دقت کنتور ارتباط مستقیمی با کیفیت و ابعاد قطعات به خصوص چرخ دنده ها دارد. در صورت استفاده از قطعات معیوب عملکرد مطلوب توسط کنتور ایجاد نخواهد شد.

۸-۱۱- شکستگی شیشه کنتور

شیشه کنتور گاهی به علت عدم وجود درپوش پلاستیکی و یا نامرغوب بودن جنس آن با کوچکترین ضربه‌ای می‌شکند. همچنین در صورت بخارآلود بودن شیشه کنتور، ممکن است به منظور قابل خواندن شدن آن، شیشه توسط مشترک یا کنتورخوان شکسته شود. این عمل باعث می‌شود تا مواد خارجی به داخل کنتور و شمارنده آن نفوذ کرده و در خراب شدن سایر قسمت‌ها تاثیر مستقیم بگذارد. همچنین با توجه به امکان گل آلود و کثیف شدن شیشه کنتور از خارج، پاک کردن مداوم آن می‌تواند در شفافیت و قرائت آسان بسیار موثر باشد.

۸-۱۲- عبور هوا از کنتور

در اثر قطع شدن آب شبکه توزیع، لوله‌ها از هوا پر شده و زمانی که جریان آب مجدداً برقرار شود مقداری هوا از کنتور عبور می‌کند. این مساله باعث می‌شود که کنتور عددی بیش از مقدار واقعی را نشان دهد که در صورت قطع مکرر آب در یک منطقه، این خطا به مقدار قابل توجهی خواهد رسید.

۸-۱۳- دستکاری کنتور

بعضی از مشترکین به صورت غیرمجاز و به بهانه تعمیر کنتور اقدام به دست کاری کنتور خود می‌کنند. بیشتر این کنتورها پس از دستکاری از حساسیت و دقت لازم برخوردار نخواهند بود.

۸-۱۴- عدم دقت در دبی شروع

در مواردی که دبی شروع به کار کنتور از دبی ذکر شده در برگ مشخصات کارخانه بیشتر باشد کنتور قادر به ثبت مصارف محدوده بین بده شروع اسمی و واقعی نخواهد بود و میزان جریان اندازه‌گیری شده کمتر از مقدار واقعی می‌باشد.

۸-۱۵- عدم دقت در دبی انتقالی تا حداکثر

علاوه بر ایجاد خطا در دبی شروع به کار کنتورها، خطای اندازه‌گیری می‌تواند در اثر عدم دقت در دبی انتقالی تا حداکثر خارج از محدوده مجاز واقع شود.

۸-۱۶- عوامل خارجی

عوامل خارجی مانند وارد شدن ضربه و سقوط اجسام سنگین به محفظه کنتور موجب آسیب دیدگی پوسته کنتورها می‌شود که این امر با توجه به وجود درپچه محفظه کمتر اتفاق می‌افتد. استفاده از آب جوش و پریموس در فصل یخ بندان برای رفع یخ زدگی کنتور و برقراری جریان آب در شبکه داخلی توسط مشترک از عوامل اصلی ایجاد شکاف و ترک در پوسته کنتورها است.

۸-۱۷- نوسانات فشار شبکه توزیع

نوسانات فشار آب و وجود فشارهای زیاده‌تر از فشار کار کنتور در شبکه توزیع از دیگر عواملی است که حتی منجر به خرد شدن چرخ دنده‌ها و خارج شدن آنها از محل محور خود نیز می‌شود.



۸-۱۸- عدم وجود شیر یکطرفه

عدم وجود شیر یک طرفه بعد از کنتور می تواند باعث بازگشت آب از شبکه داخلی مشترک، به خصوص آب گرم به کنتور شود که این امر در کاهش دقت کنتور و حتی تغییر شکل قطعات داخل آن نقش عمده ای دارد.

۹- دبی های مشخصه کنتور

حجم واقعی جریان عبوری بر واحد زمان را نرخ جریان یا دبی گویند. نرخ جریان کنتورها معمولاً با واحد مترمکعب بر ساعت بیان می شود. نمونه ای از منحنی عملکرد کنتور در شکل ۱ آمده است. منحنی افقی نرخ جریان بر حسب مترمکعب بر ساعت و محور عمودی میزان خطای کنتور بر حسب درصد در هریک از دبی های مشخصه کنتور است. هر کنتور آب دارای دبی های مشخصه به شرح زیر می باشد که بر حسب طراحی، مقادیر این دبی ها ممکن است تغییر کند.

۹-۱- نرخ جریان حداقل (Q1)

حداقل نرخ جریان که در آن، کنتور تحت شرایط بهره برداری اسمی در محدوده حداکثر خطای مجاز بهره برداری شود.

۹-۲- نرخ جریان انتقال (Q2)

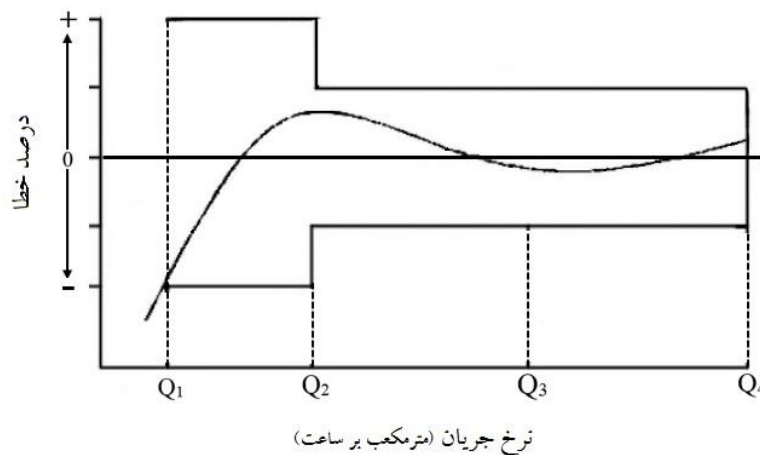
نرخ جریانی بین نرخ جریان پایدار و نرخ جریان حداقل می باشد که محدوده نرخ جریان را به دو ناحیه بالایی و پایینی با حداکثر خطای مجاز مخصوص به خود تقسیم می کند.

۹-۳- نرخ جریان پایدار (Q3)

حداکثر نرخ جریان که در آن، کنتور تحت شرایط بهره برداری اسمی در محدوده حداکثر خطای مجاز بهره برداری شود.

۹-۴- نرخ جریان اضافه بار (Q4)

حداکثر نرخ جریان که در آن، کنتور می تواند در مدت زمان کوتاهی در محدوده حداکثر خطای مجاز بهره برداری شود و بعد از آن تحت شرایط بهره برداری اسمی عملکرد خود را حفظ کند.



شکل ۱ - منحنی عملکرد کنتور

۱۰- مقادیر و روابط دبی‌های مشخصه کنتور

- ویژگی‌های نرخ جریان یک کنتور آب توسط دبی‌های مشخصه آن (Q_1, Q_2, Q_3 و Q_4) تعیین می‌شود.
- دبی‌های مشخصه کنتور با واحد مترمکعب بر ساعت (m^3/h) بیان می‌شوند.
- طراحی یک کنتور بر اساس نرخ جریان پایدار (Q_3) و نیز نسبت نرخ جریان پایدار به نرخ جریان حداقل ($R=Q_3/Q_1$) انجام می‌شود.
- مقدار R قابلیت کنتور از لحاظ دامنه جریان قابل اندازه‌گیری (فاصله Q_1 و Q_3) و نیز حداقل جریان قابل اندازه‌گیری (Q_1) را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر در Q_3 یک‌سان، کنتوری که R بزرگتری دارد قابلیت اندازه‌گیری حداقل دبی Q_1 کوچکتری را دارد. حداقل مقدار R مورد قبول در ایران $R=160$ می‌باشد.
- مقدار Q_3 از جدول ۴ انتخاب می‌شود. این مقادیر قابل افزایش یا کاهش می‌باشد.

جدول ۴ - مقادیر نرخ جریان پایدار کنتور (Q_3)

۱	۱/۶	۲/۵	۴	۶/۳
۱۰	۱۶	۲۵	۴۰	۶۳
۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰
۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۶۳۰۰

- مقادیر R در جدول ۵ آمده است. این مقادیر قابل افزایش می‌باشد.

جدول ۵ - مقادیر نسبت نرخ جریان پایدار به نرخ حداقل جریان عبوری از کنتور (R)

۴۰	۵۰	۶۳	۸۰	۱۰۰
۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۱۵
۴۰۰	۵۰۰	۶۳۰	۸۰۰	۱۰۰۰

- نسبت Q_2/Q_1 و Q_4/Q_3 باید به ترتیب برابر $1/6$ و $1/25$ باشد.
- تست یک کنتور در آزمون‌های تایید نوع، تصدیق اولیه و تصدیق ثانویه بر اساس مجموعه‌ای از دبی‌های مشخصه کنتور و نیز ضرایبی از آنها انجام می‌گیرد.

۱۱- طبقه بندی کلاس دقت کنتور

کنتورها باید طوری طراحی و ساخته شوند که خطای نشاندهی آنها تحت شرایط بهره‌برداری اسمی از حداکثر خطای مجاز تجاوز نکند. کنتورها (کنتورهای نو) بر اساس استاندارد OIML R49 و بر مبنای کلاس دقت و حداکثر خطای مجاز به دو کلاس یک و دو طبقه بندی می‌شوند. همچنین کلاس کنتور باید توسط سازنده آن مشخص شود.

۱۱-۱- کنتورهای آب با کلاس دقت یک:

حداکثر خطای مجاز برای ناحیه نرخ جریان بالایی ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) در دمای بین 0.1 الی 30 درجه سانتیگراد برابر با $\pm 1\%$ و برای دمای بالاتر از 30 درجه سانتیگراد برابر با $\pm 2\%$ می‌باشد. همچنین حداکثر خطای مجاز برای ناحیه نرخ جریان پایینی ($Q_1 \leq Q \leq Q_2$) بدون توجه به گستره دمایی برابر با $\pm 3\%$ می‌باشد.

۱۱-۲- کنتورهای آب با کلاس دقت دو:

حداکثر خطای مجاز برای ناحیه نرخ جریان بالایی ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) در دمای بین 0.1 الی 30 درجه سانتیگراد برابر با $\pm 2\%$ و برای دمای بالاتر از 30 درجه سانتیگراد برابر با $\pm 3\%$ می‌باشد. همچنین حداکثر خطای مجاز برای ناحیه نرخ جریان پایینی ($Q_1 \leq Q \leq Q_2$) بدون توجه به گستره دمایی برابر با $\pm 5\%$ می‌باشد.

۱۲- مراحل تست و تحلیل خطای کنتور

مراحل گام به گام تست و تحلیل خطای کنتورهای نو و کارکرده به طور خلاصه شامل مراحل زیر می‌باشد. در ادامه هر یک از مراحل به تفصیل توضیح داده خواهد شد.

- ۱- تعیین هدف تست
- ۲- تعیین جامعه آماری
- ۳- تعیین نمونه آماری (تعداد نمونه و انتخاب نمونه)
- ۴- تعیین نوع و کلاس دقت هر کنتور مورد آزمون
- ۵- تعیین دبی‌های تست هر کنتور
- ۶- تعیین حجم آب مورد نیاز در دبی‌های تست هر کنتور
- ۷- انجام تست و ثبت نتایج (مطابق با روش تست پرتابل و یا روش میز تست)

- ۸- محاسبه خطای نشاندهی هر کنتور در دبی های تست
- ۹- محاسبه متوسط خطای وزنی و ضریب تصحیح هر کنتور
- ۱۰- ثبت خطاها در برگه گزارش خطای کنتور و برگه بررسی خطای کنتور
- ۱۱- بررسی معیارهای تایید آزمون خطای کنتور و در نتیجه رد/تایید خطای کنتور
- ۱۲- محاسبه حجم هدر رفت ظاهری ناشی از خطای هر کنتور (مختص کنتورهای کارکرده)
- ۱۳- تحلیل فنی و اقتصادی هدر رفت ظاهری در نمونه آماری کنتورها (مختص کنتورهای کارکرده)
- ۱۴- تحلیل فنی و اقتصادی هدر رفت ظاهری در جامعه آماری کنتورها (مختص کنتورهای کارکرده)
- ۱۵- اولویت بندی تعویض کنتور ها (مختص کنتورهای کارکرده)

تیسره : کلیات مراحل تست و تحلیل خطای کنتور های نو و کنتور های کارکرده مشابه می باشد و تفاوت تنها در موارد زیر می باشد:

الف: نمونه برداری آماری : نمونه برداری آماری معمولاً در مورد کنتور های نو انجام نمی شود و فقط در مورد کنتور های کارکرده انجام می شود.

ب: دبی های تست هر کنتور: دبی های سه گانه تست کنتور های نو و کنتورهای کارکرده متفاوت می باشد. دبی های تست کنتور نو Q_1 ، Q_2 و Q_3 و دبی های تست کنتورهای کارکرده Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ می باشند.

ج: حجم آب در هر دبی تست: وزن هر دبی تست در کنتور کارکرده تابع الگوی مصرف آب مشترک می باشد و متفاوت از کنتور نو محاسبه می شود.

د: روش تست خطای کنتور: برای کنتور های نو تنها از روش میز تست استفاده می شود و برای کنتور های کارکرده هم از روش تست پرتابل و هم از روش میز تست استفاده می گردد.

ه: معیار های تایید خطای کنتور: مطابق با استاندارد OIML-R49,2013 حداکثر خطای مجاز کنتورهای کارکرده (در مدار بهره برداری) مطابق با مقررات ملی هر کشور تعیین می شود و تا ۲ برابر حداکثر خطای مجاز کنتور های نو پیشنهاد شده است. در این دستورالعمل مقدار خطای مجاز کنتور های کارکرده در حدود ۱,۵ برابر حداکثر خطای مجاز کنتور های نو در نظر گرفته شده است.

و: مراحل ۱۲ تا ۱۵ مختص کنتور های کارکرده می باشد و در رابطه با کنتور های نو کاربرد ندارد.

۱-۱۲- تعیین هدف تست

تست خطای کنتورها معمولاً با چهار هدف کلی زیر انجام می شود:

- ✓ ارزیابی کیفیت کنتورهای نو (در مناقصات و قراردادهای خرید کنتور)
- ✓ ارزیابی خطای کنتور کارکرده (بنا به نظر شرکت یا درخواست مشترک)
- ✓ تحلیل فنی و اقتصادی هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتورهای کارکرده
- ✓ اولویت بندی عملیات تعویض کنتورهای کارکرده

۱۲-۲- تعیین جامعه آماری

جامعه آماری کنتورهای مورد تست، بسته به هدف تست می‌تواند متغیر باشد. لذا قبل از انتخاب جامعه آماری می‌بایست هدف از انجام تست مشخص باشد. مطابق با یکی از اهداف زیر و یا مجموعه‌ای از آنها می‌توان جامعه آماری را انتخاب کرد:

- ✓ ارزیابی کیفی / خطای کنتورهای نو خریداری شده
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای نو بر اساس برند سازنده کنتور و یا کلاس دقت کنتور
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای کارکرده بر اساس مشخصه مکانی کنتور (استان، شهر، روستا، زون و ...)
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای کارکرده بر اساس طول عمر و یا کارکرد کنتور
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای کارکرده بر اساس الگوی مصرف مشترکین (کم مصرف، خوش مصرف، پر مصرف، بد مصرف، با مصرف معین)
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای کارکرده بر اساس برند سازنده کنتور و یا کلاس دقت کنتور
- ✓ ارزیابی خطای کنتورهای کارکرده بر اساس مشخصه هیدرولیکی شبکه توزیع مثل فشار آب قبل از کنتور
- ✓ ...

۱۲-۳- تعیین نمونه آماری

به منظور تصدیق اولیه کنتورهای نو می‌بایست تمام آنها (کل جامعه آماری) تحت آزمون قرار گیرند، لذا در مورد کنتورهای نو نمونه‌گیری آماری معمولاً انجام نمی‌گیرد.

در مورد تصدیق ثانویه کنتورهای کارکرده چنانچه به دلیل محدودیت‌های مالی، زمانی و پرسنلی امکان تست تمام کنتورها مقدور نباشد، می‌توان درصدی از جامعه آماری را به صورت تصادفی در قالب یک نمونه آماری انتخاب کرد و نتیجه تست نمونه آماری را به کل جامعه آماری تعمیم داد.

در تعیین نمونه آماری باید دقت کرد که نسبت کنتورهای موجود در نمونه آماری از نظر نوع، سایز و عمر متناسب با نسبت آنها در جامعه آماری باشد. در مورد کنتورها با سایز بزرگتر با توجه به اینکه معمولاً منجر به هدررفت ظاهری بیشتری می‌شوند باید از نسبت بیشتری در نمونه آماری نسبت به کنتورها با سایز کوچکتر استفاده کرد.

۱۲-۳-۱- برآورد اولیه تعداد نمونه آماری

در راهنمای عملیاتی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده تهیه شده توسط بانک جهانی، انتخاب تعداد یک درصد از کنتورهای مصرف کنندگان خانگی توصیه شده است. با توجه به کیفیت پایین کنتورها در ایران و سپری شدن سالهای زیاد از عمر مفید آنها به نظر می‌رسد این تعداد ناکافی باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که جهت تست خطای کنتورها تعداد **یک تا چهار درصد** کنتورهای جامعه آماری با قضاوت مهندسی و به صورت تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب شوند. همچنین اگر مطابق با نتایج فشارسنجی، فشار شبکه توزیع زیاد باشد، بایستی تعداد نمونه آماری را افزایش داد، چرا که احتمال خطای کنتور بیشتر است.

۱۲-۳-۲- کنترل تعداد نمونه آماری

برای کنترل تعداد نمونه آماری جهت تعمیم نتایج دقت کنتورها به کل جامعه آماری بایستی مجدداً تعداد نمونه آماری با استفاده از فرمول ۱ برآورد گردد. اگر تعداد نمونه آماری تست شده بیشتر از عدد محاسبه شده از فرمول ۱ باشد، نتایج را می‌توان به کل جامعه آماری مورد مطالعه تعمیم داد.

$$n = \left[\frac{Z \times S}{e} \right]^2 \quad (۱)$$

n: حداقل حجم نمونه آماری

Z: نماد توزیع نرمال استاندارد که در سطح اطمینان ۹۵٪ برابر ۱/۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹٪ برابر ۲/۵۸ است.

S: انحراف معیار خطای کنتورهای آزمایش شده

e: حداکثر خطای کنتورهای آزمایش شده (بر حسب نسبت)

به طور مثال اگر در یک تحقیق جامعه آماری شامل ۱۰۰۰ مشترک بوده و ۴۰۰ کنتور (معادل ۴٪) به عنوان نمونه آماری انتخاب و تست شوند و انحراف معیار خطای کنتورهای تست شده برابر ۰/۲۰۲ باشد، با فرض سطح اطمینان ۹۵٪ و حداکثر خطا دقت کنتور برابر ۲٪، تعداد نمونه آماری مورد نیاز به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$n = \left[\frac{Z \times S}{e} \right]^2 = \left[\frac{1.96 \times 0.202}{0.02} \right]^2 = 392$$

این مقدار برابر حداقل نمونه آماری مورد نیاز برای تعمیم نتایج دقت کنتورها به کل جامعه آماری می‌باشد. با این ترتیب تعداد ۴۰۰ کنتور نمونه آماری انتخاب شده در برآورد اولیه، صحیح بوده و احتیاج به آزمایش تعداد کنتور بیشتری نخواهد بود.

توجه ۱: تعداد حداقل کنتورهای نمونه آماری در دبی‌های تست مختلف، متفاوت می‌باشد چرا که مقادیر میانگین، انحراف معیار و حداکثر خطا در دبی‌های مختلف، متفاوت است لذا در تعیین حجم نمونه بایست عددی معقول را در دامنه اعداد بدست آمده انتخاب کرد.

توجه ۲: به منظور پوشش دادن مشکلات و اشتباهات احتمالی و یا کنتورهای غیر قابل آزمایش بایست تعداد حداقل کنتور نمونه آماری را ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش داد.

توجه ۳: شرکت‌های آب و فاضلاب موظف به انجام آزمون دوره‌ای خطای کنتور به میزان حداقل ۵ درصد کنتورهای مشترکین در سال می‌باشند. تناوب دوره‌ها تابعی از کیفیت کنتورها و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی می‌باشد.

۱۲-۳-۳- انتخاب نمونه آماری

به منظور انتخاب کنتورهای نمونه‌های آماری از بین جامعه آماری، روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک پیشنهاد می‌شود. مراحل انتخاب نمونه آماری به شرح ذیل می‌باشد:

۱- تعیین تعداد جامعه آماری (N) و مرتب کردن جامعه آماری بر اساس یکی از پارامترهای شماره اشتراک، تاریخ نصب کنتور، کارکرد کنتور و ...

۲- برآورد اولیه تعداد نمونه آماری (n) معادل ۱ تا ۴ درصد جامعه آماری

۳- تعیین فاصله نمونه‌گیری (K) با تقسیم تعداد جامعه آماری (N) بر تعداد نمونه آماری (n) ($K=N/n$)

۴- انتخاب یک عدد تصادفی (R) بین ۱ تا K

۵- انتخاب R امین مشترک از لیست مرتب شده جامعه آماری به عنوان اولین عضو نمونه آماری و سایر اعضای نمونه آماری به روش $R+K$, $R+2K$, , $R+(n-1)K$ انتخاب می شود.

مثال ۱ انتخاب نمونه آماری:

برای یک جامعه آماری با ۱۰۰۰۰ مشترک و انتخاب ۴۰۰ کنتور (معادل ۴٪ جامعه آماری) به عنوان نمونه آماری، مقدار K برابر ۲۵ می شود. اگر عدد تصادفی (R) انتخاب شده بین ۱ تا ۲۵ برابر ۱۲ باشد آنگاه کنتور مشترک ردیف ۱۲ از لیست مرتب شده ۱۰۰۰۰ مشترک به عنوان اولین کنتور جهت آزمایش انتخاب می شود و کنتور مشترک ردیف $۳۷ = ۱۲ + (۲۵ \times ۱)$ از لیست مرتب شده به عنوان کنتور منتخب دوم و به همین ترتیب کنتور مشترک ردیف $۹۹۸۷ = ۱۲ + (۳۹۹ \times ۲۵)$ به عنوان آخرین کنتور جهت آزمایش انتخاب می شود. همچنین اگر کنتورهای جامعه آماری را براساس یک خصوصیت (عمر کنتور، کارکرد کنتور، کارخانه سازنده کنتور) طبقه بندی کنیم، بایستی متناسب با تعداد جامعه آماری هر طبقه، نمونه آماری آن طبقه را با روش نمونه گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب کنیم.

مثال ۲ انتخاب نمونه آماری:

با توجه به اینکه به دلیل فرسایش، خوردگی، ورود مواد معلق و رسوبات در کنتور و تغییرات درجه حرارت با گذشت زمان از دقت کنتورها کاسته می شود، لذا اگر بخواهیم در یک تحقیق تاثیر عمر کنتور در دقت کنتور را بررسی کنیم، بایستی کنتورهای جامعه آماری را بر اساس عمر کنتور به طور مثال به چهار طبقه ۵-۱ سال، ۱۰-۶ سال، ۱۵-۱۱ سال و ۲۰-۱۶ سال طبقه بندی کنیم. سپس با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی سیستماتیک از بین جامعه آماری هر طبقه، ۴٪ آنها را به عنوان نمونه آماری مطابق مراحل زیر انتخاب کنیم:

۱- طبقه بندی جامعه آماری بر اساس عمر کنتور به چهار طبقه ۵-۱ سال، ۱۰-۶ سال، ۱۵-۱۱ سال و ۲۰-۱۶ سال و تعیین جامعه آماری هر طبقه (M)

۲- مرتب کردن جامعه آماری هر طبقه بر اساس تاریخ نصب کنتور

۳- تعیین فراوانی (F) و درصد فراوانی هر طبقه (DF)

۴- تعیین تعداد نمونه آماری هر طبقه (n) با ضرب درصد فراوانی هر طبقه در تعداد کل جامعه آماری

۵- تعیین فاصله نمونه گیری (K) هر طبقه با تقسیم جامعه آماری هر طبقه بر تعداد نمونه آماری همان طبقه

۶- انتخاب یک عدد تصادفی (R) بین ۱ تا K برای هر طبقه

۷- انتخاب n نمونه آماری برای هر طبقه به روش R , $R+K$, $R+2K$, , $R+(n-1)K$

۴-۱۲- تعیین دبی های تست کنتور

۴-۱۲-۱- دبی های تست کنتور نو

در مورد کنتورهای نو، انتخاب دبی های تست مطابق با استاندارد بوده و شامل دبی های Q_1 , Q_2 , Q_3 می باشد. مقادیر دبی های تست کنتور نو (Q_1 , Q_2 و Q_3) طی مراحل زیر تعیین می شود. همچنین حدود رواداری دبی های فوق در جدول ۶ آمده است.

۱- مقادیر Q_3 و R بر روی صفحه نمایشگر کنتور درج شده اند، لذا مقدار Q_3 به صورت مستقیم تعیین می شود.



۲- مقدار Q_1 از رابطه $Q_1 = Q_3/R$ تعیین می شود.

۳- مقدار Q_2 از رابطه $Q_2 = 1.6 Q_1$ تعیین می شود.

جدول ۶- حدود رواداری دبی های مشخصه تست کنتور نو

حدود رواداری	دبی مشخصه تست
Q_1 تا $1.1Q_1$	Q_1
Q_2 تا $1.1Q_2$	Q_2
Q_3 تا $0.9Q_3$	Q_3

۱۲-۴-۲- دبی های تست کنتور کارکرده

در مورد کنتورهای کارکرده دبی های مشخصه منطبق با استاندارد و الگوی مصرف مشترک انتخاب می شود. با توجه به اینکه مصرف آب مشترکین از دبی صفر تا دبی زیاد متغیر می باشد و چون رفتار کنتور در دبی های مختلف عبوری متفاوت می باشد، لذا خطای کنتور در دبی های مختلف متفاوت است. لذا برای اینکه برآورد دقیقتری از خطای کنتور استخراج و گزارش گردد، بایستی در سه نقطه کاری از دامنه کارکرد کنتور خطای نشاندهی بدست آید و با شبیه سازی رفتار کنتور متوسط خطای وزنی برای کنتور برآورد شود، بدین منظور بایستی کنتور مشترک (کنتور کارکرده) در سه دبی حداقل، متوسط و حداکثر به شرح ذیل تست شود:

- دبی حداقل (Q_1):

این دبی شبیه خروج آب از شیر جرم گرفته یک سماور می باشد. استفاده از این دبی برای مصارف معمولی نظیر شستشوی دست و صورت کمی اذیت کننده است. مصرف آب در این دبی، ناشی از چکه شیرآلات و مصرف کولر و مصارف لحظاتی باز و بست و تنظیم جریان شیرها و برخی موارد ناچیز مصرف می باشد. هرچه میزان مصرف مشترک بیشتر باشد درصد وزنی مصرف در دبی حداقل، کمتر می شود.

- دبی متوسط ($0.35(Q_2+Q_3)$):

این دبی در شرایط مصرف معمولی یک واحد ظرفشویی یا روشویی با شیرآلات معمولی رخ می دهد. با افزایش بعد خانوار و تعداد واحد مسکونی وزن مصرف این دبی کاهش می یابد.

- دبی حداکثر ($0.7(Q_2+Q_3)$):

این دبی در شرایط باز شدن همزمان دو شیر بطور مثال شیر ظرفشویی و شیر روشویی ایجاد می گردد. با افزایش بعد خانوار و تعداد واحد مسکونی، وزن مصرف مشترک در این دبی بیشتر می گردد.

مقادیر دبی های تست کنتور کارکرده Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ طی مراحل زیر تعیین می شود:

۱- مقادیر Q_3 و R بر روی صفحه نمایشگر کنتور درج شده اند.

۲- مقدار Q_1 از رابطه $Q_1 = Q_3/R$ تعیین می شود.

۳- مقدار Q_2 از رابطه $Q_2 = 1.6 Q_1$ تعیین می شود.



۴- مقدار $0.35(Q_2+Q_3)$ تعیین می شود.

۵- مقدار $0.7(Q_2+Q_3)$ تعیین می شود.

۱۲-۵- تعیین حجم آب مورد نیاز در دبی های تست کنتور

۱۲-۵-۱- حداقل حجم آب مورد نیاز تست خطای کنتور

حداقل حجم آب مورد نیاز برای تست خطای کنتور بر اساس زینه قرائت کنتور (حداقل عدد قابل قرائت از کنتور) بدست می آید. بدین صورت که حجم آب مورد نیاز به مقداری تعیین می شود که خطای قرائت به کمتر از ۱ درصد کاهش یابد. به عبارت دیگر حداقل حجم آب مورد نیاز برای تست کنتور ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابر زینه قرائت کنتور در نظر گرفته می شود. حجم آب مورد نیاز برای تست کنتور بر اساس زینه قرائت کنتور در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷- حداقل حجم تست بر اساس زینه قرائت کنتور

زینه قرائت کنتور (لیتر)	حداقل حجم لازم برای تست (لیتر)
۱	۱۰۰
۰/۵	۵۰
۰/۲۵	۴۰
≤ 0.1	۲۰

۱۲-۵-۲- توزیع حجم آب در دبی های تست کنتور کارکرده

در خصوص کنتورهای کارکرده، توزیع حجم آب مورد نیاز جهت تست کنتور کارکرده بر اساس جداول تیپ یا مطالعه الگوی مصرف مشترک تعیین می گردد.

۱۲-۵-۲-۱- توزیع حجم آب در دبی های تست بر اساس جداول تیپ

این روش تنها در مورد مصارف خانگی کاربرد دارد. به این صورت که به منظور تست کنتور یک مشترک خانگی با شرایط متعارف (از جمله یک خانوار ۴ الی ۶ نفره در یک واحد مسکونی با متوسط مصرف ماهانه ۲۰ تا ۳۰ مترمکعب در ماه طی یک سال گذشته بدون وجود کولر و چکه شیرآلات) حجم آب عبوری جهت تست کنتور در دبی های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ بر اساس جدول شماره ۸ انتخاب می شود. چنانچه مشترکی دارای شرایطی ویژه نسبت به شرایط متعارف باشد با استفاده از جدول شماره ۹ حجم آب عبوری در دبی های مشخصه تعدیل و تغییر خواهد کرد.



جدول ۸ - حجم مناسب آب برای تست کنتور کارکرده و حجم عبوری در هر دبی تست در شرایط متعارف

زینه قرائت (لیتر)	حداقل حجم لازم جهت تست کنتور (لیتر)	حجم عبوری در هر دبی تست (لیتر) (V_i)		
		Q_1	$0.35(Q_2+Q_3)$	$0.7(Q_2+Q_3)$
۱	۱۰۰	۱۰	۶۰	۳۰
۰/۵	۵۰	۵	۳۰	۱۵
۰/۲۵	۴۰	۴	۲۴	۱۲
$\leq 0/1$	۲۰	۲	۱۲	۶

جدول ۹ - تعدیل حجم آب عبوری در دبی های تست کنتور کارکرده در شرایط ویژه (برحسب درصد کل)

ردیف	عنوان	تغییر در Q_1	تغییر در $0.35(Q_2+Q_3)$	تغییر در $0.7(Q_2+Q_3)$
۱	به ازای وجود هر کولر آبی در هر خانوار	+۰/۵	-۰/۳	-۰/۲
۲	استفاده از شیرآلات معمولی (احتمال وجود چکه)	+۰/۵	-۰/۳	-۰/۲
۳	به ازای افزایش هر خانوار و مصرف مربوطه	-۰/۲	۰	+۰/۲
۴	به ازای هر مترمکعب مازاد بر ۳۰ مترمکعب مصرف در ماه	-۰/۲	۰	+۰/۲
۵	استفاده کامل از شیرآلات مجهز به پرلاتور	۰	+۰/۵	-۰/۵
۶	استفاده مشترک از مخزن ذخیره بعد از کنتور	+۰/۲۰	+۰/۱۰	-۰/۳۰

توجه: در صورتیکه در تست کنتور مشترک، همزمان چند وجه تمایز با وضعیت متعارف وجود داشته باشد، در این حالت با استفاده از جدول فوق و با جمع بندی اثرات، در حجم آب عبوری دبی های مشخصه تعدیل صورت خواهد گرفت.

مثال استفاده از جداول تیپ:

برای تست کنتور مشترکی با شیرآلات از نوع معمولی و مصرف خانوار ۵۲ مترمکعب در ماه، تغییرات در دبی های مشخصه عبوری از کنتور با زینه قرائت ۰/۲۵ لیتر، مطابق مراحل زیر تعیین می گردد:

مرحله ۱- مطابق جدول ۷، در زینه قرائت ۰/۲۵ لیتر، کل حجم لازم برای تست کنتور ۴۰ لیتر می باشد.

مرحله ۲- مطابق جدول ۸، توزیع حجم عبوری در دبی های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ به ترتیب ۴، ۲۴ و ۱۲ لیتر می باشد.

مرحله ۳- مطابق جدول ۹، برای تصحیح دبی های مشخصه به شرح ذیل عمل می شود:

- وجود شیرآلات معمولی:

مقدار تغییرات در دبی های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ به ترتیب +۰/۵، -۰/۳ و -۰/۲ است.

- ۲۰ مترمکعب مازاد مصرف:

مقدار تغییرات در دبی های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ به ترتیب -۰/۴، ۰ و +۰/۴ است.

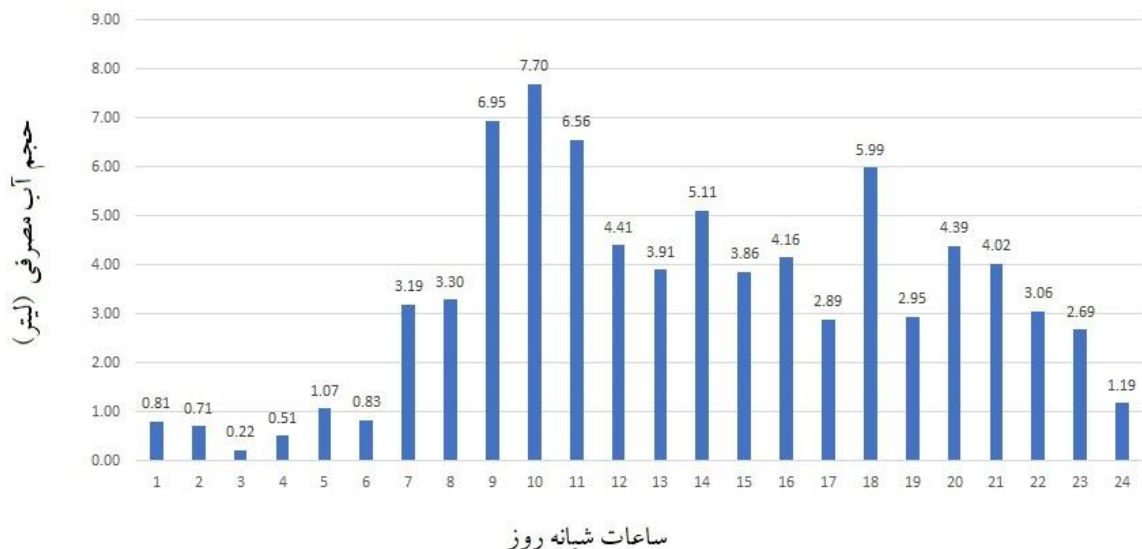
- جمع اثرات در دبی‌های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ به ترتیب $+1\%$ ، -3% و $+2\%$ خواهد بود که در ۴۰ لیتر حجم تست، اصلاحات به ترتیب $+0.4$ ، -1.2 و $+0.8$ لیتر است.

لذا حجم عبوری تعدیل شده جهت تست کنتور مشترک فوق در دبی‌های Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ به ترتیب $4/4$ ، $22/8$ و $12/8$ لیتر می‌باشد.

۱۲-۵-۲- توزیع حجم آب در دبی‌های تست بر اساس الگوی مصرف مشترک

الگوی مصرف آب توسط مشترک یکی از پارامترهای مهم و تاثیر گذار در دقت کنتور آب می‌باشد. جهت بررسی و تعیین الگوی مصرف آب توسط مشترک بایستی یک کنتور مجزا مجهز به دیتا لاگر که از دقت بالایی برخوردار باشد در نزدیک ترین مکان بعد از کنتور مشترک نصب و برای مدت زمان حداقل یک هفته میزان آب مصرفی مشترک توسط لاگر کنتور مبنای ثبت و اندازه‌گیری گردد.

در این بخش از دستورالعمل به منظور آموزش روش محاسبه دقت کنتور مشترک بر اساس الگوی مصرف، در یک مطالعه موردی یک عدد کنتور پورتابل التراسونیک مجهز به دیتا لاگر بعد از کنتور یک مشترک نصب گردید و برای مدت زمان یک هفته حجم آب عبوری از کنتور به صورت لحظه ای اندازه‌گیری گردید. متوسط حجم آب عبوری از کنتور مشترک مورد مطالعه برای یک شبانه روز در شکل ۲ و جدول ۱۰ ارائه شده است. کل حجم آب مصرفی مشترک مورد مطالعه $80/44$ لیتر در شبانه روز بوده و بیشترین حجم آب مصرفی در ساعت ۱۰ صبح به میزان $7/7$ لیتر است.



شکل ۲- حجم آب مصرفی مشترک در ساعات شبانه روز



جدول ۱۰- الگوی آب مصرفی مشترک در ساعات شبانه روز

مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف		مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف
درصد از کل	لیتر					درصد از کل	لیتر			
0.62	0.50	106	7	33		0.07	0.05	19	1	1
0.75	0.60	120	7	34		0.06	0.04	32	1	2
0.14	0.11	402	7	35		0.13	0.10	61	1	3
0.55	0.44	800	7	36		0.38	0.31	123	1	4
0.52	0.42	1500	7	37		0.12	0.10	360	1	5
0.66	0.53	1920	7	38		0.25	0.20	720	1	6
0.12	0.10	120	7	39		0.11	0.09	22	2	7
0.19	0.15	277	7	40		0.10	0.08	30	2	8
0.14	0.11	400	7	41		0.38	0.31	55	2	9
0.10	0.08	29	7	42		0.12	0.10	119	2	10
0.13	0.10	25	8	43		0.17	0.13	480	2	11
0.08	0.07	30	8	44		0.11	0.09	22	3	12
0.14	0.11	80	8	45		0.06	0.05	28	3	13
0.19	0.15	550	8	46		0.10	0.08	60	3	14
0.74	0.60	715	8	47		0.11	0.09	25	4	15
0.62	0.50	1805	8	48		0.08	0.07	30	4	16
0.62	0.50	120	8	49		0.25	0.20	66	4	17
0.65	0.53	172	8	50		0.19	0.16	561	4	18
0.06	0.05	30	8	51		0.14	0.11	24	5	19
0.37	0.30	120	8	52		0.05	0.04	30	5	20
0.48	0.39	280	8	53		0.25	0.20	45	5	21
0.11	0.09	19	9	54		0.19	0.15	554	5	22
0.12	0.10	24	9	55		0.27	0.22	779	5	23
0.50	0.40	60	9	56		0.43	0.35	1250	5	24
1.12	0.90	90	9	57		0.16	0.13	25	6	25
0.26	0.21	370	9	58		0.14	0.11	21	6	26
1.37	1.10	795	9	59		0.12	0.10	60	6	27
0.38	0.31	92	9	60		0.25	0.20	120	6	28
0.49	0.39	201	9	61		0.12	0.10	350	6	29
2.49	2.00	400	9	62		0.24	0.19	692	6	30
0.05	0.04	29	9	63		0.06	0.05	18	7	31
0.60	0.49	103	9	64		0.11	0.09	21	7	32



ادامه جدول ۱۰ - حجم آب مصرفی مشترک در ساعات شبانه روز

مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف	مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف
درصد از کل	لیتر				درصد از کل	لیتر			
0.09	0.07	26	12	97	0.66	0.53	240	9	65
0.25	0.20	80	12	98	0.17	0.14	252	9	66
0.61	0.49	118	12	99	0.31	0.25	300	9	67
0.88	0.71	511	12	100	0.17	0.13	24	10	68
0.33	0.27	96	12	101	0.06	0.05	30	10	69
0.76	0.61	220	12	102	0.64	0.51	80	10	70
0.97	0.78	400	12	103	0.87	0.70	120	10	71
0.10	0.08	29	12	104	1.45	1.17	842	10	72
0.39	0.31	94	12	105	1.04	0.84	1510	10	73
0.97	0.78	400	12	106	0.69	0.56	100	10	74
0.10	0.08	20	13	107	0.81	0.65	117	10	75
0.08	0.07	30	13	108	1.84	1.48	409	10	76
0.27	0.22	66	13	109	0.12	0.10	23	10	77
0.40	0.32	128	13	110	0.62	0.50	99	10	78
0.53	0.42	508	13	111	0.67	0.54	388	10	79
0.28	0.22	80	13	112	0.35	0.28	200	10	80
0.55	0.44	320	13	113	0.26	0.21	380	10	81
1.10	0.89	400	13	114	0.10	0.08	23	11	82
0.26	0.21	30	13	115	0.11	0.09	20	11	83
0.38	0.31	74	13	116	0.12	0.10	60	11	84
0.39	0.32	114	13	117	0.49	0.40	110	11	85
0.50	0.41	292	13	118	0.52	0.42	502	11	86
0.12	0.10	25	14	119	1.33	1.07	772	11	87
0.12	0.09	21	14	120	0.75	0.60	120	11	88
0.31	0.25	76	14	121	0.87	0.70	280	11	89
0.72	0.58	116	14	122	1.22	0.98	392	11	90
0.94	0.76	680	14	123	0.12	0.10	24	11	91
0.62	0.50	120	14	124	0.62	0.50	100	11	92
1.02	0.82	370	14	125	1.31	1.06	380	11	93
0.17	0.14	25	14	126	0.27	0.21	192	11	94
0.38	0.31	110	14	127	0.31	0.25	300	11	95
0.83	0.67	300	14	128	0.13	0.10	25	12	96



ادامه جدول ۱۰ - حجم آب مصرفی مشترک در ساعات شبانه روز

مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف		مصرف مشترک		دبی عبوری (Lit/hr)	ساعت شبانه روز	ردیف
درصد از کل	لیتر					درصد از کل	لیتر			
0.25	0.20	120	17	161		0.28	0.23	204	14	129
0.33	0.27	192	17	162		0.83	0.67	300	14	130
0.55	0.44	400	17	163		0.16	0.13	24	15	131
0.19	0.15	25	17	164		0.03	0.02	27	15	132
0.18	0.14	104	17	165		0.22	0.17	78	15	133
0.48	0.39	280	17	166		0.75	0.60	120	15	134
0.13	0.10	25	18	167		0.84	0.68	488	15	135
0.12	0.10	30	18	168		0.83	0.67	801	15	136
0.15	0.12	88	18	169		0.22	0.17	125	15	137
0.41	0.33	118	18	170		0.52	0.42	190	15	138
1.74	1.40	505	18	171		0.10	0.08	30	15	139
1.28	1.03	740	18	172		0.37	0.30	120	15	140
1.16	0.94	1685	18	173		0.56	0.45	402	15	141
0.75	0.60	108	18	174		0.20	0.16	194	15	142
0.52	0.42	380	18	175		0.24	0.19	25	16	143
0.14	0.11	23	18	176		0.12	0.10	22	16	144
1.04	0.83	120	18	177		0.23	0.18	66	16	145
0.17	0.14	25	19	178		0.42	0.34	82	16	146
0.08	0.07	30	19	179		0.66	0.53	380	16	147
0.31	0.25	90	19	180		0.94	0.76	680	16	148
0.67	0.54	108	19	181		0.25	0.20	90	16	149
1.14	0.92	1105	19	182		0.28	0.22	200	16	150
0.08	0.07	120	19	183		0.49	0.39	354	16	151
0.16	0.13	94	19	184		0.10	0.08	30	16	152
0.10	0.08	21	19	185		0.12	0.10	72	16	153
0.11	0.09	65	19	186		0.80	0.64	289	16	154
0.20	0.16	190	19	187		0.52	0.42	300	16	155
0.35	0.28	200	19	188		0.11	0.09	25	17	156
0.28	0.23	270	19	189		0.09	0.07	24	17	157
0.08	0.06	23	20	190		0.21	0.17	69	17	158
0.11	0.09	22	20	191		0.17	0.14	62	17	159
0.07	0.06	50	20	192		1.02	0.82	1472	17	160



ادامه جدول ۱۰ - حجم آب مصرفی مشترک در ساعات شبانه روز

ردیف	ساعت شبانه روز	دبی عبوری (Lit/hr)	مصرف مشترک		ردیف	ساعت شبانه روز	دبی عبوری (Lit/hr)	مصرف مشترک	
			لیتر	درصد از کل				لیتر	درصد از کل
193	20	116	0.26	0.32	217	22	54	0.08	0.09
194	20	452	0.63	0.78	218	22	100	0.28	0.35
195	20	500	0.69	0.86	219	22	410	0.57	0.71
196	20	925	1.28	1.60	220	22	652	0.72	0.90
197	20	120	0.20	0.25	221	22	120	0.10	0.12
198	20	188	0.31	0.39	222	22	402	0.45	0.56
199	20	30	0.06	0.07	223	22	30	0.10	0.12
200	20	65	0.09	0.11	224	22	101	0.14	0.17
201	20	200	0.28	0.35	225	22	200	0.33	0.41
202	20	270	0.38	0.47	226	23	24	0.09	0.11
203	21	24	0.10	0.12	227	23	30	0.08	0.10
204	21	18	0.10	0.12	228	23	60	0.20	0.25
205	21	60	0.07	0.08	229	23	99	0.19	0.24
206	21	119	0.50	0.62	230	23	502	0.70	0.87
207	21	685	0.95	1.18	231	23	800	1.11	1.38
208	21	1500	1.25	1.55	232	23	400	0.20	0.25
209	21	94	0.10	0.13	233	23	23	0.12	0.14
210	21	400	0.33	0.41	234	24	24	0.13	0.17
211	21	30	0.06	0.07	235	24	22	0.09	0.11
212	21	61	0.05	0.06	236	24	44	0.05	0.06
213	21	188	0.26	0.32	237	24	120	0.30	0.37
214	21	300	0.25	0.31	238	24	500	0.28	0.35
215	22	22	0.11	0.14	239	24	400	0.33	0.41
216	22	24	0.18	0.22	جمع کل				
								۸۰,۴۴	۱۰۰

تغییرات نرخ جریان آب مصرفی توسط مشترک در شکل ۳ ارائه شده است. مطابق شکل فوق، حدود ۷/۴۳ درصد حجم آب مصرفی مشترک در دبی کمتر از ۳۰ لیتر بر ساعت بوده و فقط ۳/۴۹ درصد حجم آب مصرفی در دبی بیشتر از ۱۵۰۰ لیتر در ساعت می باشد. همچنین بیش از ۸۰ درصد از حجم آب مصرفی مشترک در دبی جریان ۳۰ تا ۸۰۰ لیتر در ساعت است.



شکل ۳- تغییرات نرخ جریان آب مصرفی مشترک مورد مطالعه در شبانه روز

پس از بررسی و تعیین الگوی مصرف مشترک بایستی با استفاده از مشخصات درج شده روی صفحه کنتور مشترک از قبیل Q_3 و R مقادیر دبی‌های مشخصه کنتور مشترک شامل Q_1 ، Q_2 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ و Q_3 مطابق مراحل زیر تعیین گردد.

۱- مقدار Q_3 بر روی صفحه نمایشگر کنتور درج شده‌اند.

۲- مقدار Q_1 از رابطه $Q_1 = Q_3/R$ تعیین می‌شود.

۳- مقدار Q_2 از رابطه $Q_2 = 1.6 Q_1$ تعیین می‌شود.

۴- مقدار $0.35(Q_2+Q_3)$ تعیین می‌شود.

۵- مقدار $0.7(Q_2+Q_3)$ تعیین می‌شود.

با توجه به اینکه مشخصات R و Q_3 کنتور مشترک مورد مطالعه به ترتیب ۱۰۰ و ۲۵۰۰ لیتر در ساعت می‌باشد. مقدار Q_1 و Q_2 به ترتیب ۲۵ و ۴۰ لیتر در ساعت برآورد می‌گردد. همچنین دبی‌های مشخصه تست کنتور شامل Q_1 ، Q_2 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ و Q_3 می‌باشد و بایستی خطای کنتور مشترک در دبی‌های مشخصه به صورت جداگانه محاسبه گردد. سپس برای محاسبه خطای متوسط کنتور با توجه به الگوی مصرف مشترک (جدول ۱۰) و خطای کنتور مشترک در دبی‌های مشخصه کنتور مطابق جدول ۱۱ محاسبه می‌گردد.

جدول ۱۱- محاسبه خطای متوسط کنتور مشترک مورد مطالعه

خطای متوسط کنتور Σ (۳)	$(1) \times (2)$ 100	خطای کنتور (۲)	درصد از کل (۱)	مصرف (لیتر)	بازه تست (لیتر در ساعت)	دبی مشخصه
۴/۹۲	۰/۳۹	۷/۲	۵/۴۳	۴/۳۷	۰ - ۲۵	Q_1
	۰/۱۳	۶/۵	۲/۰۶	۱/۶۵	۲۵ - ۴۰	Q_2
	۳/۹۷	۴/۸	۸۲/۷۶	۶۶/۵۸	۴۰ - ۸۸۹	$0.35(Q_2+Q_3)$
	۰/۳۸	۴/۵	۸/۴۷	۶/۸۱	۸۸۹ - ۱۷۷۸	$0.7(Q_2+Q_3)$
	۰/۰۵	۴	۱/۲۹	۱/۰۳	۱۷۷۸ - ۲۵۰۰	Q_3



۱۲-۵-۳- توزیع حجم آب در دبی های تست کنتور نو

در خصوص کنتورهای نو، حداقل حجم و نیز توزیع حجم آب مورد نیاز در دبی های تست کنتور بر اساس زینه قرائت کنتور در جدول ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۱۲- حجم مناسب آب برای تست کنتور نو و حجم عبوری در هر دبی تست

حجم عبوری در هر دبی تست (لیتر) (V_i)			حداقل حجم لازم جهت تست کنتور (لیتر)	زینه قرائت (لیتر)
Q_3	Q_2	Q_1		
۳۰	۶۰	۱۰	۱۰۰	۱
۱۵	۳۰	۵	۵۰	۰/۵
۱۲	۲۴	۴	۴۰	۰/۲۵
۶	۱۲	۲	۲۰	$\leq ۰/۱$

۱۲-۶- انتخاب روش تست

۱۲-۶-۱- تست خطای کنتور با میز تست

روش میز تست اساساً به منظور تعیین خطای کنتورهای نو بکار گرفته می شود اما در صورتیکه امکان تعیین خطای کنتور کار کرده با استفاده از دستگاه پرتابل و در محل وجود نداشته باشد، می توان از این روش برای کنتورهای کار کرده نیز استفاده کرد. به این منظور می بایست کنتور کار کرده را از محل نصب باز کرده و به محل استقرار میز تست در آزمایشگاه یا کارگاه انتقال داد.

مطابق استاندارد، میز تست خطای کنتور از اجزای زیر تشکیل شده است:

- ۱- منبع تامین آب که شامل مخزن بدون فشار، مخزن تحت فشار، پمپ و غیره می باشد.
- ۲- خط لوله آزمون که شامل محل نصب کنتورها، ابزار تنظیم نرخ جریان مطلوب (مثل شیر کنترل جریان)، تجهیزات ایزوله کننده، ابزار اندازه گیری نرخ جریان، شیر تخلیه هوا، شیر یکطرفه و فیلتر می باشد.
- ۳- وسیله کالیبره مرجع که می تواند یک مخزن کالیبره حجمی و یا یک ترازوی کالیبره و یا کنتور کالیبره (با زینه قرائت دقیقتر از کنتور های مورد تست) باشد.
- ۴- ابزار اندازه گیری زمان آزمون
- ۵- تجهیزات خودکار کردن آزمون (در صورت نیاز)
- ۶- ابزار اندازه گیری دمای آب (در ورودی کنتور اول)
- ۷- ابزار اندازه گیری فشار آب (در ورودی کنتور اول)
- ۸- ابزار اندازه گیری چگالی آب (در صورت نیاز)
- ۹- ابزار اندازه گیری هدایت الکتریکی آب (در صورت نیاز)

همچنین مطابق با استاندارد شرایط مورد نیاز جهت آزمون خطا با میز تست کنتور به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- خطای نشاندهی کنتور به دو بخش خطای ذاتی و خطای ناشی از جهت نصب کنتور تقسیم می‌شود. مقصود از تعیین خطای نشاندهی در واقع تعیین خطای ذاتی کنتور بوده و در آزمون می‌بایست اثرات جهت نصب حذف گردد. لذا جهت نصب کنتور می‌بایست منطبق با دستورالعمل سازنده کنتور باشد. همچنین تجهیزات آزمون نباید به خودی خود در خطای آزمون نقش معنی‌دار داشته باشند.
- ۲- کیفیت آب عبوری از کنتور می‌بایست مطابق با کیفیت آب شبکه توزیع عمومی و فاقد هر گونه حباب و مواد آسیب رسان باشد.
- ۳- شرایط آزمون می‌بایست منطبق با شرایط آزمون تصدیق اولیه و ثانویه تنظیم شود و می‌بایست عاری از اختلال تاثیرگذار باشد.
- ۴- کنتورها به صورت تکی و یا سری آزمون می‌شوند و وجود یک کنتور نباید در خطای کنتور دیگر اثر معنادار داشته باشد.
- ۵- فشار خروجی هر کنتور می‌بایست حداقل 0.3 بار باشد و مانع از کاویتاسیون گردد.
- ۶- در مدت آزمون هر گونه نشتی و جریان ورودی و خروجی به جز جریان اصلی آب بین کنتور و وسیله کالیبره مرجع مجاز نمی‌باشد.
- ۷- حضور قطعات لوله و اتصالات در بخش خط آزمون نباید منجر به کاویتاسیون و یا اختلال جریان منجر به تغییر عملکرد کنتورها گردد.
- ۸- در حین انجام آزمون می‌بایست اقدامات احتیاطی زیر کنترل شود:
 - حجم واقعی آب عبوری از کنتور با حجم اندازه گیری شده توسط وسیله کالیبره مرجع یکسان باشد.
 - خط لوله از آب پر باشد.
 - خط لوله از هوا تخلیه باشد.
 - اثرات لرزش و شوک برطرف شده باشد.
- ۹- الزامات نصب و چیدمان کنتورها می‌بایست منطبق با توضیحات سازنده کنتور باشد.
- ۱۰- در رابطه با کنتورهای مکانیکی ممکن است شرایط ویژه‌ای وجود نداشته باشد اما در رابطه با کنتورهای مغناطیسی، هدایت الکتریکی (EC) آب می‌بایست مطابق با دامنه مشخص شده توسط سازنده باشد.
- ۱۱- به منظور جلوگیری از اندازه‌گیری‌های نادرست خطا می‌بایست اثرات اختلال جریان (مخصوصاً در کنتورهای الکتریکی) به حداقل برسد. به منظور جلوگیری از اختلال جریان می‌بایست کنتور مطابق دستورالعمل سازنده نصب شود، قطر داخلی لوله و کنتور یکسان باشد، طول مستقیم لوله در بالادست کنتور رعایت شود.
- پس از مشخص شدن حجم عبوری آب در دبی‌های تست کنتور و نیز بستن کنتور(های) مورد آزمون در خط آزمایش، آزمون خطای کنتور آغاز می‌گردد. روش محاسبه خطای کنتور در میز تست، معمولاً روش جمع‌آوری می‌باشد. به این صورت که حجم آب عبوری از کنتور در یک مخزن کالیبره جمع‌آوری می‌شود و حجم و یا وزن آب جمع‌آوری شده توسط وسیله کالیبره مرجع اندازه‌گیری می‌شود. وسیله کالیبره مرجع می‌تواند مخزن کالیبره حجمی و یا یک ترازوی کالیبره و یا یک کنتور کالیبره باشد. محاسبه خطای کنتور منوط به مقایسه حجم نشاندهی کنتور مورد آزمون با حجم واقعی اندازه‌گیری شده توسط ابزار مرجع کالیبره می‌باشد. در حین آزمون حجم آب مورد نیاز توسط سیستم تامین آب (که شامل مخزن و پمپ می‌باشد) تامین شده و به سمت خط لوله آزمون پمپاژ می‌گردد. ابتدا با باز کردن شیر بالادست کنتورها و عملکرد همزمان شیر تخلیه هوا، خط لوله آزمون از آب پر می‌شود. سپس با باز کردن شیر کنترل جریان موجود در پایین دست کنتورها، آزمون خطا آغاز شده و نرخ جریان توسط شیر کنترل جریان و دبی سنج کالیبره در مقدار مطلوب تنظیم می‌گردد. پس از ثابت شدن نرخ جریان، حجم نشاندهی کنتور



مورد آزمون قرائت می شود و با حجم اندازه گیری شده توسط ابزار مرجع مقایسه می شود. در طول آزمون کلیه پارامترهای کمی از جمله دما، فشار، EC، دبی تست (دبی کنتور مرجع) و حجم نشاندهی و حجم واقعی، مدت زمان آزمون و حجم کل آب ثبت می گردد.

به طور کلی آزمون خطای کنتور در میز تست به دو روش آزمون با قرائت کنتور ساکن و آزمون با قرائت کنتور متحرک انجام می شود که هر دو روش در جدول ۱۳ به طور خلاصه توضیح داده شده است.

جدول ۱۳- مقایسه روشهای تست خطای کنتور در روش میز تست

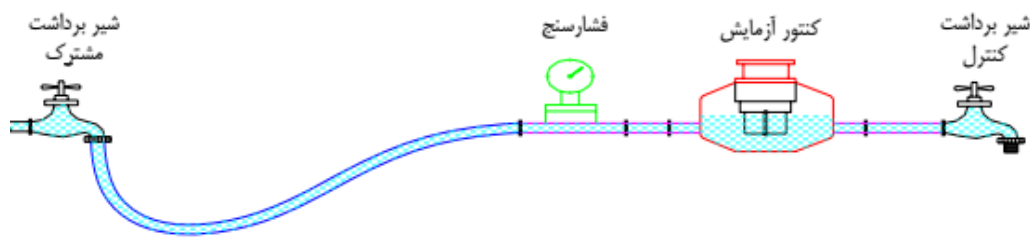
پارامترهای مهم	روشهای میز تست	
	آزمون با قرائت کنتور ساکن	آزمون با قرائت کنتور متحرک
وضعیت جریان آب	جریان عبوری از کنتور توسط شیر قطع و وصل موجود در پایین دست کنتور، قطع و وصل می شود.	جریان عبوری از کنتور توسط شیر سوییچی موجود در پایین دست کنتور در دو حالت (به سمت مخزن کالیبره و یا به سمت مجرای دیگر) هدایت می شود.
لحظه قرائت کنتور	کنتور در دو لحظه باز و بستن شیر قرائت می شود به عبارت دیگر شماره انداز کنتور در لحظه قرائت ثابت است.	کنتور در دو لحظه آغاز و پایان انحراف جریان به سمت مخزن و در شرایط جریان پایدار قرائت می شود. به عبارت دیگر شماره انداز کنتور در لحظه قرائت در حرکت است.
مدت زمان آزمایش	فاصله زمانی بین باز و بستن شیر می باشد.	فاصله زمانی آغاز و پایان هدایت جریان به سمت مخزن می باشد.
تنظیم دبی تست	تنظیم دبی تست توسط شیر کنترل جریان در پایین دست کنتور و دبی سنج مرجع کالیبره انجام می شود.	تنظیم دبی تست توسط شیر کنترل جریان در پایین دست کنتور و دبی سنج مرجع کالیبره انجام می شود.
حجم واقعی آب عبوری از کنتور	مدت زمان آزمایش ضربدر دبی کنتور مرجع برابر با حجم واقعی آب می باشد.	حجم آب جمع آوری شده در مخزن کالیبره برابر با حجم واقعی آب می باشد.
حجم نشاندهی کنتور	تفاضل دو قرائت انجام شده	تفاضل دو قرائت انجام شده
خطای نشاندهی کنتور	خطای نشاندهی از طریق فرمول گذاری و مقایسه حجم واقعی و حجم نشاندهی محاسبه می شود.	خطای نشاندهی از طریق فرمول گذاری و مقایسه حجم واقعی و حجم نشاندهی محاسبه می شود.

۱۲-۶-۲- تست خطای کنتور با دستگاه پرتابل

از روش تست پرتابل به منظور تعیین خطای کنتور کار کرده در محل نصب کنتور مشترک استفاده می گردد. دستگاه تست پرتابل خطای کنتور از اجزای زیر تشکیل شده است:

- ۱- شیلنگ فشار قوی
- ۲- لوله گالوانیزه
- ۳- کنتور کالیبره مرجع (با زینه قرائت دقیقتر از کنتور های مورد تست)
- ۴- فشارسنج متناسب با فشار شبکه توزیع

- ۵- شیر کنترل جریان
- ۶- شیلنگ معمولی
- ۷- مخزن مدرج
- ۸- کرنومتر
- ۹- اتصالات و سه راهی و بست ها



شکل ۴- شماتیک دستگاه تست پرتابل

توجه: به منظور کالیبره کردن کنتور مرجع (دستگاه تست کنتور پرتابل) می توان حجم معینی آب که توسط مخزن مدرج اندازه گیری شده را در دبی های مشخصه تست از کنتور مرجع عبور داده و خطای نشاندهی کنتور مرجع را در دبی های حداقل، متوسط و حداکثر و همچنین متوسط وزنی خطای نشاندهی کنتور مرجع بدست آورد.

۷-۱۲- مراحل تست خطای کنتور با دستگاه پرتابل

مراحل گام به گام تست کنتور مشترک در محل با استفاده از دستگاه تست کنتور پرتابل به شرح ذیل بیان می گردد.

۱- تعیین محدوده و فهرست مشترکین مورد مطالعه

قبل از شروع عملیات تست کنتور می بایست محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه مشخص شود و فهرست مشترکین از امور مشترکین شرکت اخذ گردد. همچنین بایستی تعداد و محل کنتورهای مورد آزمایش مشخص گردد.

۲- اطلاع رسانی زمان تست به مشترکین

قبل از انجام تست می بایست طی اطلاعیه ای که در سربرگ شرکت چاپ می گردد محدوده زمانی و اهداف تست به مشترکین اطلاع داده شود.

۳- اطمینان از سالم بودن دستگاه تست پرتابل و تهیه کاربرگ ثبت اطلاعات

در روز قبل از انجام تست می بایست از سالم بودن دستگاه تست پرتابل اطمینان حاصل کرد. همچنین باید کاربرگ ثبت اطلاعات تست کنتور (پیوست ۱) تهیه گردد.



۴- اطمینان از سالم بودن و عدم نشتی کنتور مشترک

پس از مراجعه به محل مشترک ابتدا می‌بایست از سالم بودن کنتور و عدم نشتی آن اطمینان حاصل کرد و در صورت هرگونه خرابی (توقف) و نشتی کنتور، عملیات تست انجام نمی‌گیرد.

۵- اطمینان از عدم وجود نشتی در لوله کشی داخلی

وجود نشتی در شبکه داخلی سبب اشتباه در آزمایش خواهد شد. انجام عملیات کنترل نشتی قبل از تست لازم است. برای این کار کل شیرهای برداشت داخل منزل بسته شده و حرکت عقربه کنتور کنترل شده و برای اطمینان بیشتر شیر فلکه کنتور را بسته و پس از پنج دقیقه باز شود. وجود صدای جریان آب در حین باز شدن ناگهانی شیر، می‌تواند دلیلی بر وجود نشتی در لوله‌کشی داخلی باشد. در صورت وجود نشتی داخلی عملیات تست کنتور انجام نمی‌شود.

۶- اطمینان از عدم مصرف آب توسط مشترک

وجود مصرف مشترک سبب اشتباه در آزمایش خواهد شد. انجام عملیات کنترل مصرف قبل از تست لازم است. می‌بایست به مشترک تذکر داده شود که کلیه شیرهای برداشت و شیر فلاش تانک بسته باشند و کلیه دستگاه‌های مصرف کننده آب مثل لباسشویی و ظرفشویی متوقف گردند.

۷- نصب دستگاه تست پرتابل به نزدیکترین شیر برداشت

دستگاه تست پرتابل در محل نزدیکترین شیر برداشت آب بعد از کنتور نصب می‌گردد. به منظور کاهش خطاهای احتمالی ناشی از نشت یا مصارف داخلی مشترک بهتر است دستگاه تست پرتابل به سه راهی و شیر نصب شده بلافاصله بعد از کنتور مشترک متصل گردد و جریان آب به سمت داخل ساختمان کاملاً قطع گردد.

۸- هواگیری

اولین کار لازم در دستگاه تست کنتور پس از نصب در محل شیر برداشت، هواگیری آن است. شیر کنترل جریان دستگاه را کاملاً باز کرده و سپس شیر برداشت را به آرامی باز می‌شود و با تکان دادن و لرزاندن آرام دستگاه، هوای داخل آن را تخلیه کرده و از پر شدن کامل دستگاه با آب اطمینان حاصل می‌گردد.

۹- فشارسنجی و ثبت فشار

به منظور تعیین فشار در محل آزمون، شیر برداشت را کاملاً باز کرده و شیر کنترل جریان دستگاه کاملاً بسته می‌شود و مقدار فشار قرائت و ثبت می‌گردد.

۱۰- ثبت ارقام اولیه

شیر دستگاه را بسته و ارقام کنتور مشترک و کنتور مرجع به دقت یادداشت می‌شود. برای جلوگیری از خطای قرائت، ارقام با نگاه عمود به عقربه کنتور و تا دو رقم اعشار قرائت و ثبت می‌شود.

۱۱- استقرار مخزن مدرج در خروجی دستگاه تست

شیپلنگ خروجی از شیر دستگاه پرتابل داخل مخزن مدرج قرار داده و با مخزن مدرج حجم عبوری در هر دبی تست کنترل می‌شود.

۱۲- تنظیم دبی حداقل (Q_1)

در حالیکه شیر برداشت باز است، شیر دستگاه را به تدریج و آرام باز کرده و دبی دستگاه تست کنتور را در حد Q_1 تنظیم کرده و اجازه داده می شود تا حجم لازم برای دبی حداقل (Q_1) از کنتور عبور کند. پس از عبور حجم لازم به صورت همزمان کنتور مشترک و کنتور مرجع قرائت و ثبت می شود.

۱۳- دبی متوسط ($0.35(Q_2+Q_3)$)

وقتی رقم کنتور مرجع حجم دبی کم را کامل نمود با باز کردن تدریجی شیر، دبی دستگاه را تا $0.35(Q_2+Q_3)$ افزایش داده تا در دبی متوسط، حجم لازم برای تست عبور کند. پس از عبور این حجم به صورت همزمان کنتور مشترک و کنتور مرجع قرائت و ثبت می شود.

۱۴- دبی حداکثر ($0.7(Q_2+Q_3)$)

وقتی رقم کنتور مرجع حجم دبی متوسط را کامل نمود با باز کردن تدریجی شیر، دبی دستگاه را تا دبی $0.7(Q_2+Q_3)$ افزایش داده تا در این دبی، حجم لازم برای تست کامل شود و به محض رسیدن رقم به حجم مورد نظر، جریان آب را قطع کرده و بصورت همزمان کنتور مشترک و کنتور مرجع قرائت و ثبت می شود.

۱۵- ثبت ارقام ثانویه

پس از قطع جریان آب، بایستی ارقام کنتور مورد تست و کنتور مرجع با دو رقم اعشار قرائت و ثبت شود.

۱۶- محاسبه خطای کنتور

خطای کنتور در هر دبی تست از اختلاف دو رقم اولیه و رقم انتهایی دبی در کنتور مشترک و کنتور مرجع محاسبه می شود. همچنین با توجه به اینکه جریان در مدت تست به صورت پیوسته از دبی کم به دبی زیاد تغییر می کند، متوسط وزنی خطای کنتور از اختلاف دو رقم اولیه و ثانویه کنتور مشترک و کنتور مرجع محاسبه می شود.

توجه: تست خطای کنتورهای بزرگ

کنتورهای ساینز بزرگ (۲ اینچ و بزرگتر) معمولاً در خروجی منابع تامین، ورودی یا خروجی مخازن، ورودی شبکه توزیع، ورودی و خروجی محدوده اندازه گیری مجزا (DMA)، ورودی مشترکین بزرگ (مثل کارخانجات، مجتمع های مسکونی، تجاری، صنعتی و عمومی، مراکز دولتی یا نظامی بزرگ) نصب می گردد.

با توجه به مشکلات باز و بست و حمل این کنتورها به کارگاه یا آزمایشگاه، بهتر است از تست پرتابل در محل به منظور تست این کنتورها استفاده کرد. به این منظور کنتور مرجع معمولاً از نوع کنتور اولتراسونیک کالیبره می باشد و می بایست در مدت زمان تست الزامات طول مستقیم لوله قبل و بعد از کنتور مورد تست و کنتور مرجع تا حد ممکن رعایت گردد.

۱۲-۸- محاسبه خطای نشاندهی کنتور

۱۲-۸-۱- خطای نشاندهی کنتور در هر دبی تست

خطای نشاندهی کنتور در هر یک از دبی‌های تست کنتور با استفاده از فرمول ۲ محاسبه و به صورت درصد گزارش می‌گردد. ثبت علامت مثبت یا منفی حاصل از محاسبه خطای نشاندهی مهم و ضروری می‌باشد. در ادامه به مفاهیم علامت‌های مختلف خطای نشاندهی پرداخته شده است.

$$e_i = \frac{v_i - V_i}{V_i} \times 100 \quad (2)$$

e_i : خطای نشاندهی کنتور تحت تست در دبی تست Q_i
 v_i (کوچک): حجم نشاندهی در دبی تست Q_i که از کنتور تحت تست قرائت می‌شود.
 V_i (بزرگ): حجم واقعی در دبی تست Q_i که از کنتور مرجع قرائت می‌شود.

نکته ۱:

- Q_i (دبی‌های تست) کنتور نو شامل Q_1 ، Q_2 و Q_3 می‌باشند.
- Q_i (دبی‌های تست) کنتور کارکرده شامل Q_1 ، $0.35(Q_2+Q_3)$ ، $0.7(Q_2+Q_3)$ می‌باشد.

نکته ۲:

- چنانچه $e_i > 0$ (مثبت باشد) لذا کنتور در دبی Q_i بیش اندازه می‌باشد و مقداری بیش از حجم واقعی عبوری را نشان می‌دهد.
- چنانچه $e_i = 0$ (صفر باشد) لذا کنتور در دبی Q_i مقدار واقعی حجم عبوری را نشان می‌دهد.
- چنانچه $e_i < 0$ (منفی باشد) لذا کنتور در دبی Q_i کم اندازه می‌باشد و مقداری کمتر از حجم واقعی عبوری را نشان می‌دهد.

نکته ۳:

وجود نشت و یا مصرف آب داخلی در مدت زمان تست کنتور مشترک منجر به ایجاد خطای مثبت کنتور می‌شود. لذا چنانچه در زمان تست، خطای اندازه‌گیری مثبت شد (کنتور بیش اندازه)، بایستی مجدداً احتمال نشت و مصرف داخلی کنترل گردد.

۱۲-۸-۲- متوسط وزنی خطای نشاندهی کنتور

پس از تعیین خطاهای نشاندهی در دبی‌های سه گانه تست کنتور، به منظور تجمیع خطاهای بدست آمده در کنتورهای کارکرده از مفهوم "متوسط وزنی خطای نشاندهی کنتور" استفاده می‌شود. متوسط وزنی خطای نشاندهی با استفاده از فرمول‌های ۳ یا ۴ محاسبه می‌گردد.

$$\bar{e} = \frac{\sum(e_i \times V_i)}{\sum V_i} \quad (3)$$

$$\bar{e} = \frac{\sum v_i - \sum V_i}{\sum V_i} \quad (4)$$

$\bar{e}$: متوسط وزنی خطای نشاندهی یک کنتور

e_i : خطای نشاندهی در هر یک از دبی‌های تست کنتور

v_i : حجم نشاندهی آب عبوری در هر یک از دبی‌های تست کنتور

V_i : حجم واقعی آب عبوری در هر یک از دبی‌های تست کنتور

توجه:

چنانچه $e > 0$ (مثبت باشد) لذا کنتور در مجموع بیش انداز می‌باشد و مقداری بیش از حجم واقعی را نشان می‌دهد.

چنانچه $e = 0$ (صفر باشد) لذا کنتور در مجموع نه کم انداز است و نه بیش انداز و مقدار واقعی را نشان می‌دهد.

چنانچه $e < 0$ (منفی باشد) لذا کنتور در مجموع کم انداز می‌باشد و مقداری کمتر از حجم واقعی را نشان می‌دهد.

۱۲-۹- معیارهای تایید آزمون خطای کنتور

مطابق با استاندارد، به منظور تایید آزمون خطای یک کنتور و به عبارت دیگر مجاز بودن خطای کنتور می‌بایست معیارهای ۱ و ۲ یا معیارهای ۱ و ۳ (بر حسب علائم خطاهای سه گانه) به صورت همزمان تایید (پاس) شوند.

معیار ۱- خطای نشاندهی اندازه گیری شده در هر دبی تست (بسته به کلاس دقت کنتور) نباید از حداکثر خطای مجاز کنتور تجاوز کند.

- حداکثر خطای مجاز کنتورهای نو در بند ۱۰ این دستورالعمل (طبقه‌بندی کلاس دقت کنتورها) ذکر شده است.

- حداکثر خطای مجاز کنتورهای کارکرده ۱/۵ برابر حداکثر خطای مجاز کنتور نوی متناظر با یک رقم اعشار در نظر گرفته می‌شود.

معیار ۲- اگر همه خطاهای نشاندهی یک کنتور آب هم علامت باشند، دست کم یکی از خطاها نباید از نصف حداکثر خطای مجاز تجاوز کند.

معیار ۳- اگر همه خطاهای نشاندهی یک کنتور آب هم علامت باشند، و هیچ یک از خطاها در محدوده نصف حداکثر خطای مجاز نباشد باید خطای نشاندهی در سایر دبی های تست ($Q_1, Q_2, Q_3, 0.35(Q_2+Q_3), 0.7(Q_2+Q_3)$ و Q_4) تعیین شود. چنانچه یکی از این خطاها دارای علامت معکوس باشد و یا در محدوده نصف حداکثر خطای مجاز قرار گیرد آزمون تایید می گردد.

توجه: در فرم بررسی معیارهای خطای کنتور (پیوست ۲) چنانچه معیارهای ۱ و ۲ و یا معیارهای ۱ و ۳ پاس شوند از علامت تیک (✓) در ستون مربوطه استفاده می شود و در غیر این صورت از علامت ضربدر (×) استفاده می شود. شرط لازم و کافی به منظور تایید آزمون خطای یک کنتور، یک علامت (✓) در یکی از ستونهای مذکور می باشد.

۱۲-۱۰- ضریب تصحیح کنتور

۱۲-۱۰-۱- محاسبه ضریب تصحیح کنتور

ضریب تصحیح کنتور، عددی بی بعد است که با اعمال آن مصرف نشاندهی (قرائت شده) مشترک به مصرف واقعی مشترک تبدیل می شود. ضریب تصحیح کنتور با استفاده از فرمول های ۵ یا ۶ محاسبه می گردد.

$$C = \frac{V}{v} \quad (5)$$

$$C = \frac{1}{1 + \bar{e}} \quad (6)$$

C: ضریب تصحیح کنتور

V: حجم واقعی مصرف مشترک

v: حجم نشاندهی مصرف مشترک

$\bar{e}$: متوسط وزنی خطای نشاندهی کنتور

۱۲-۱۰-۲- تحلیل ضریب تصحیح کنتور

کنتورهای آب را می توان بر اساس ضریب تصحیح محاسبه شده به چهار دسته زیر تقسیم بندی کرد:

۱- کنتور دارای ضریب تصحیح بزرگتر از یک (کنتور کم انداز)

در کنتورهای دارای ضریب تصحیح بزرگتر از یک، میزان مصرف ثبت شده در کنتور کمتر از میزان واقعی است. عبارت دیگر کنتورهای مزبور دارای هدر رفت ظاهری می باشند و از این طریق زیان به شرکتهای آب و فاضلاب وارد می شود.

۲- کنتور دارای ضریب تصحیح کوچکتر از یک (کنتور بیش انداز)

در کنتورهای دارای ضریب تصحیح کوچکتر از یک، میزان جریان ثبت شده در کنتور بیشتر از میزان واقعی می باشد. عبارت دیگر در این حالت میزان مصرف مشترک بیشتر از مقدار واقعی ثبت گردیده و از اینرو مشترک زیان می بیند.

۳- کنتور دارای ضریب تصحیح برابر با یک (کنتور سالم)

در کنتورهای دارای ضریب تصحیح برابر یک، میزان جریان عبوری از کنتور برابر میزان واقعی است، به عبارتی دیگر این کنتورها کاملاً سالم هستند.

۴- کنتور دارای ضریب تصحیح بی نهایت (کنتور متوقف)

در کنتورهای دارای ضریب تصحیح بی نهایت، هیچ جریانی ثبت نمی گردد و یا قابل قرائت نمی باشد، به عبارت دیگر این کنتورها کاملاً خراب (متوقف) هستند.

جدول ۱۴- طبقه بندی کنتورها بر حسب متوسط خطای وزنی و ضریب تصحیح

ردیف	طبقه بندی کنتور	تفاضل دو قرائت متوالی کنتور	متوسط خطای وزنی ($\bar{e}$)	ضریب تصحیح (c)
۱	سالم	غیر صفر	صفر	یک
۲	متوقف	صفر	صفر	بینهایت
۳	خطا دار	کم انداز	مثبت	بزرگتر از یک
۴		بیش انداز	منفی	کوچکتر از یک

۱۳- متوسط خطای کنتور و ضریب تصحیح در نمونه آماری

پس از تست و محاسبه خطا و ضریب تصحیح کلیه کنتورهای منتخب در نمونه آماری، می توان با استفاده از فرمول های ۷ و ۸ به ترتیب متوسط خطا و متوسط ضریب تصحیح را در کنتورهای نمونه آماری محاسبه نمود.

$$e_s = \frac{\sum v_i - \sum (v_i \times c_i)}{\sum (v_i \times c_i)} \quad (7)$$

$$C_s = \frac{1}{1 + e_s} \quad (8)$$

e_s : متوسط خطای کنتورهای نمونه آماری

C_s : متوسط ضریب تصحیح کنتورهای نمونه آماری

v_i : حجم آب مصرفی (قرائت شده) توسط مشترک i در بازه زمانی معین

c_i : ضریب تصحیح کنتور مشترک i

۱۴- هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور

پس از تست خطای کنتور مشترک و محاسبه ضریب تصحیح آن می توان، هدررفت ظاهری ناشی از عدم دقت کنتور مشترک را با استفاده از فرمول ۹ محاسبه نمود.

$$LA = v \times (1 - c)$$

(۹)

LA : حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور مشترک در بازه زمانی مورد نظر

C : ضریب تصحیح کنتور مشترک

v : کل حجم آبی مصرفی توسط مشترک در بازه زمانی مورد نظر (قرائت شده توسط کنتور)

۱۵- تحلیل اقتصادی هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور

با توجه به اینکه حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور از جنس حجم فروش آب می باشد، لذا به منظور تحلیل اقتصادی هدررفت ظاهری می بایست حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور را در متوسط قیمت فروش آب به مشترک مورد نظر ضرب کرد.

حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور $\times$ متوسط قیمت فروش آب به مشترک = هزینه خطای کنتور (۱۰)

توجه:

- چنانچه کنتور کم انداز و حجم هدررفت ظاهری منفی باشد، هزینه خطای کنتور نیز منفی بوده و شرکت آب و فاضلاب متحمل زیان مالی می شود.

- چنانچه کنتور بیش انداز و حجم هدررفت ظاهری مثبت باشد، هزینه خطای کنتور نیز مثبت بوده و شرکت آب و فاضلاب درآمد و سود کاذب دریافت می کند.

۱۶- تحلیل فنی و اقتصادی خطای کنتور در جامعه آماری

پس از نمونه برداری از جامعه آماری و بدست آوردن متوسط خطای کنتورها و ضریب تصحیح کنتورها در نمونه آماری می توان این ضرایب را به جامعه آماری تعمیم داد و تحلیل فنی و اقتصادی هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور را برای جامعه آماری با استفاده از فرمول های ۱۱ الی ۱۳ محاسبه کرد.

$$V_t = C_s \times v_t \quad (11)$$

$$LA_t = V_t - v_t \quad (12)$$

$$Pe_t = LA_t \times \bar{P} \quad (13)$$

V_t : کل حجم آب واقعی مصرفی مشترکین جامعه آماری در بازه زمانی مورد نظر

C_s : متوسط ضریب تصحیح کنتورهای نمونه آماری

v_t : کل حجم آب مصرفی (قرائت شده) مشترکین جامعه آماری در بازه زمانی مورد نظر

LA_t : کل حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور در جامعه آماری در بازه زمانی مورد نظر

Pe_t : کل هزینه خطای کنتور در جامعه آماری در بازه زمانی مورد نظر

$\bar{P}$: متوسط قیمت فروش آب در جامعه آماری در بازه مورد نظر



توجه:

چنانچه برآیند کنتورها در جامعه آماری کم انداز و حجم هدررفت ظاهری منفی باشد، هزینه خطای کنتور نیز منفی بوده و شرکت آب و فاضلاب متحمل زیان مالی می‌شود.

چنانچه برآیند کنتورها در جامعه آماری بیش انداز و حجم هدررفت ظاهری مثبت باشد، هزینه خطای کنتور نیز مثبت بوده و شرکت آب و فاضلاب درآمد و سود کاذب دریافت می‌کند.

۱۷- برنامه تست کنتور کارکرده

شرکت‌های آب و فاضلاب موظف می‌باشند به منظور برآورد هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور، سالانه نسبت به تست کنتور آب ۵ در صد از مشترکین اقدام نمایند. همچنین برنامه زمانی تست کنتورهای کارکرده، با توجه به سایز کنتور در جدول ۱۵ ارائه شده است.

جدول ۱۵- برنامه زمانی تست کنتورهای کارکرده به تفکیک سایز

سایز کنتور (اینچ)	فاصله زمانی تست کنتور (سال)
۱ و کمتر	۵
۱/۵ الی ۳	۴
۴ الی ۵	۲
۶ و بیشتر	۱

۱۸- برنامه تعویض کنتور کارکرده

تعویض کنتورهای کارکرده در شرکت‌های آب و فاضلاب به صورت موردی و یا به صورت گروهی (ادواری) در نتیجه اعتراض مشترک و یا به تشخیص شرکت انجام می‌گیرد. شرط لازم و کافی به منظور تعویض موردی کنتورها، توقف کنتور و یا عدم تایید خطای کنتور می‌باشد. به عبارت دیگر در تعویض موردی کنتور دو نوع کنتور تعویض می‌شوند: کنتور متوقف و کنتور خطاداری که آزمون خطا را پاس نکند.

در تعویض گروهی (ادواری) کنتور که در نتیجه برنامه‌ریزی سالانه شرکت‌ها و معمولاً به دنبال پیمایش دوره‌ای مشترکین انجام می‌شود، اولویت‌بندی تعویض به دلیل محدودیت اعتبارات از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. مهمترین پارامتر در اولویت‌بندی تعویض گروهی کنتورها "هزینه اثربخشی" می‌باشد.

تشخیص کنتورهای متوقف به سهولت و در نتیجه گزارش قاریان، پیمایشگران و یا مشترکین انجام می‌شود و میزان مصارف و صورت‌حساب این کنتورها به دو صورت زیر محاسبه می‌گردد:

۱- وجود سوابق مصرف با کنتور سالم در نرم افزار مشترکین: مصرف کنتور متوقف بر اساس سوابق موجود و متوسط مصرف ماهانه و یا متوسط مصرف در دوره مشابه محاسبه شده و صورت‌حساب قطعی صادر می‌گردد.

۲- عدم وجود سوابق مصرف با کنتور سالم در نرم افزار مشترکین: مصرف و صورتحساب کنتور متوقف بر اساس الگوی مصرف شهر یا روستا و به صورت علی الحساب صادر می شود. پس از تعویض کنتور متوقف صورتحساب های صادر شده بر اساس سوابق جدید و متوسط مصرف ماهانه و یا متوسط مصرف دوره مشابه اصلاح شده و مشترک بدهکار و یا طلبکار می گردد.

برخلاف کنتورهای متوقف، تشخیص خطادار بودن کنتورهای با ظاهر سالم بسیار مشکل است، بویژه اینکه اگر خطا از ابتدای نصب کنتور وجود داشته باشد و تغییرات فاحش در مصرف مشترک مشاهده نشود. همچنین در اغلب موارد صورتحسابی بابت خطای کنتور تا زمان تشخیص صادر نمی شود.

لذا خسارت مالی ناشی از کنتورهای خطادار بسیار بیشتر از کنتورهای متوقف بوده و در تعویض گروهی کنتورها از نظر در آمدزایی و کاهش آب بدون درآمد، کنتورهای خطادار کم انداز (که آزمون خطا را پاس نکنند) در اولویت بالاتری نسبت به کنتورهای متوقف قرار دارند.

پس از مشخص شدن نتایج آزمون خطای کنتورها به منظور اولویت بندی تعویض کنتورهای خطادار (از انواع و اقطار مختلف) می توان از شاخص "دوره بازگشت سرمایه" استفاده کرد. به عبارت دیگر کنتورهای خطاداری در اولویت تعویض قرار می گیرند، که شروط سه گانه ذیل را به صورت همزمان دارا باشند:

- ۱- کنتور معیارهای خطا را پاس نکند. (معیارهای تایید یا رد خطای کنتور کارکرده در بخش ۱۲-۹ مورد بحث قرار گرفته است)
- ۲- کنتور کم انداز باشد. (طبقه بندی کنتورها و معیار کم انداز بودن آنها نیز در بخش ۱۲-۱۰-۲ مورد بحث قرار گرفته است)
- ۳- تعویض کنتور دوره بازگشت سرمایه کوتاهتری داشته باشد.

دوره بازگشت سرمایه بعد از تعویض کنتور:

از فرمول های ۱۴ الی ۱۶ محاسبه می شود:

(۱۴) نسبت هزینه سرمایه ای (خرید و نصب) کنتور جدید به زیان مالی سالانه کنتور موجود = دوره بازگشت سرمایه

(۱۵) تعرفه فروش آب در طبقه مصرف واقعی مشترک $\times$ حجم سالانه هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور = زیان مالی سالانه

(۱۶) (ضریب تصحیح کنتور-۱) $\times$ حجم سالانه مصرف قرائت شده کنتور موجود = حجم سالانه هدررفت ظاهری

توجه:

هر چه دوره بازگشت سرمایه کنتور خطادار کوتاهتر باشد، در اولویت بالاتری برای تعویض قرار دارد. بهترین حالت وقتی است که دوره بازگشت سرمایه کنتور از عمر مفید کنتور (۵ تا ۸ سال) کمتر باشد. البته با توجه به بالا بودن هزینه ها و پایین بودن تعرفه فروش آب در ایران در اغلب اوقات دوره بازگشت سرمایه کنتور از عمر مفید آن بیشتر می شود. نمونه فرم اولویت بندی تعویض کنتورهای کارکرده در پیوست ۳ ارائه شده است.



پیوست ۱: فرم ثبت اطلاعات تست کنتور و محاسبه متوسط خطا و ضریب تصحیح نمونه آماری

ردیف	کد مشتری	تعداد آحاد (n)	سازنده کنتور	سایر کنتور	کلاس دقت کنتور	مصرف نشاندهی سالانه (۷)	دبی های تست			خطاهای تست			مصرف واقعی سالانه (۷)	ضریب تصحیح (c)	متوسط خطای وزنی (e)	حجم هدر رفت ظاهری کنتور (LA)
							Q ₁	Q ₂	Q ₃	e ₁	e ₂	e ₃				
۱																
۲																
۳																
۴																
۵																
...																
جمع کل		$\sum n$				$\sum v$										$\sum LA$
حجم هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتور در نمونه آماری																
$\sum LA$																
متوسط خطای کنتور در نمونه آماری (e _s)																
$\frac{\sum v - \sum V}{\sum V} \times 100$																
ضریب تصحیح کنتور در نمونه آماری (c _s)																
$\frac{1}{1 + e_s}$																

پیوست ۲: فرم بررسی معیارهای خطای کنتورها

ردیف	کد مشتری	تعداد آحاد (n)	سازنده کنتور	سایر کنتور	کلاس دقت کنتور	مصرف نشاندهی سالانه (۷)	دبی های تست			خطاهای تست			تایید معیار ۲	تایید معیار ۳	تایید خطای مجاز کنتور (در صورت تایید یکی از ستونهای قبلی)
							Q ₁	Q ₂	Q ₃	e ₁	e ₂	e ₃			
۱															
۲															
۳															
۴															
۵															
...															

پیوست ۳: فرم اولویت بندی تعویض کنتور های کارکرده

ردیف	۱	۲	۳	۴	۵	∴
کد مشتری						
تعداد آحاد (n)						
سازنده کنتور						
سایر کنتور						
کلاس دقت کنتور						
مصرف نشاندھی سالانه (v)						
بی های تست	Q̄					
	Q̄					
	Q̄					
	e					
	e					
متوسط خطای وزنی (e)						
ضریب تصحیح (c)						
مصرف واقعی سالانه (v)						
حجم هدر رفت ظاهری کنتور (h)						
تعرفه فروش						
زبان مالی ناشی از خطای کنتور (ریال در سال)						
هزینه سرمایه گذاری (خرید و نصب کنتور) (ریال)						
دوره بازگشت سرمایه (سال)						
شماره اوروبت تقویم کنتور						

وزارت نیرو



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت راهبردی و
نظارت بر بهره‌برداری

دقت مدیریت مصرف، خدمات مشترکین
و کاهش هدررفت

<http://:ope.nww.ir>

