شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت نظارت بر بهره برداری
دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب بدون درآمد

دستورالعمل

آزمون دقت کنتور

(ویرایش اول)

تهیه و تدوین:
دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب بدون درآمد

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار: ۱
۱ – مقدمه: ۳
۲- دلایل عدم دقت کنتور ٤
۲-۱- فرسایش ٤
۲-۲- افزایش درجه حرارت ٥
۲-۳- خوردگی ٥
۲-٤- مواد معلق ٥
۲-٥- نقص در ساخت ٦
۲-٦- عبور هوا از داخل محفظه کنتور ٦
۲-۷- دستکاری کنتور توسط مشترکین ٦
۲-۸- عدم دقت در دبی شروع به کار کنتور ۷
۳ – مشخصات کنتورهای آزمایش شونده ۷
٤ – روش تعیین تعداد و محل کنتورهای تست شونده ۷
٤-۱- متدولوژی نمونه گیری ۸
٤-۱-۱- تخمین اولیه تعداد کنتور نمونه ۸
٤-۱-۱-۱- استاندارد بانک جهانی ۸
٤-۱-۱-۲- استفاده از جدول نمونه در استاندارد ایران ۹
٤-۱-۲- نحوه تعیین محل نمونه ها: ۹
٤-۱-۳- تعیین دقت کنتورهای مبنا جهت آزمایش ۱۱
٤-۲- روش کنترل کفایت تعداد کنتورهای انتخاب شده ۱۱
۲-٤-۱- روش اول استفاده از فرمول ۱۲
٤-۲-۲- روش دوم استفاده از نتایج پایلوتهای دیگر ۱۳
٥ – آزمایش دقت اندازه گیری کنتورهای پیشین ۱٤
٥-۱- کنتورهای آب از دیدگاه استاندارد ۱٤
دبی شروع (Starting flow rate) (Qs یا Qo) ۱۷
دبی حداقل (Minimum flow rate) (Qmin) ۱۸
دبی انتقال (Transitional flow rate)(Q_t) ۱۸
دبی اسمی (Nominal flow rate) (Qn) ۱۸
دبی حداکثر (Maximum flow rate) (Qmax) ۱۸
- محدوده نسبت جریان یا محدوده دبی (flow rate range) ۱۹

- اندازه اسمی (Dn) (Nominal size) ۱۹
- فشار اسمی (Pn) (Nominal pressure) ۱۹
- افت فشار (Pressure loss) ۱۹
- حداکثر حرارت مجاز کاری (Maximum admissible temperature) ۱۹
جدول ۳: مشخصات کنتورهای $\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{4}$ اینچ ۲۰
کنتورهای حجیم مدل DB ۲۰
مزایای کنتور ۲۱
۵-۲- تعیین دبی های آزمایش ۲۲
٦ – روش آزمایش کنتورها در محل ۲۳
۷ – شرایط و مراحل لازم جهت عملیات آزمایش دقت کنتور ۲۹
۷-۱- شرایط لازم ۲۹
۷-۲- مراحل لازم ۳۰
۸ – آزمایش کنتورها در آزمایشگاه ۳٤
۸-۱- روش مقایسه ای ۳۵
۸-۲- اندازه گیری حجمی ۳۵
۹ – آزمایش ادواری کنتورها ۳٦
۹-۱- تست کنتورهای کوچک (۰/۵ و ۰/۷۵ اینچ) ۳۷
۹-۱-۱- خط آزمایش ۳۷
۹-۱-۲- دبی های آزمایش ٤۰
۹-۲- آزمایش کنتورهای بزرگ ٤٤
۹-۲-۱- کاربرد کنتورهای بزرگ ٤٤
۹-۲-۲- ضرورت آزمایش کنتورهای بزرگ ٤٤
۹-۲-۳- کاربرد نتایج آزمایش کنتورهای بزرگ ٤۵
۹-۲-۳-۱- آزمایش کنتورها در محل ٤٦
۹-۲-۳-۲- آزمایش کنتور در آزمایشگاه ٤٦
۹-۲-٤- شرح دستگاه آزمایش کنتورهای بزرگ در آزمایشگاه ٤۷
۹-۲-۵- فضای مورد نیاز برای آزمایشگاه کنتورهای بزرگ ۵۰
۹-۲-٦- پرسنل مورد نیاز ۵۰
۹-۲-۷- دبی های مورد نظر برای آزمایش کنتورهای بزرگ ۵۰
۱۰ – جمعبندی ۵٤

پیشگفتار

با اتمام مدت فعالیت طرح ملی تحقیق، توسعه و بهسازی آب کشور، دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب به حساب نیامده در معاونت نظارت بر بهره برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور متولی ادامه فعالیتهای این طرح گردید. با توجه به قرارگرفتن در دوره خشکسالی و نیاز آب شهری، توجه به کاهش آب به حساب نیامده نه تنها کم نگردید بلکه بیشتر از گذشته شده و رویکردهای جدید دفتر آب به حساب نیامده نیز باعث گردید تا درتمام زمینه ها این فعالیتها سرعت بیشتری یابد.

در حال حاضر، هر چندامکانات سابق برای فعالیتهای ستادی وجود ندارد ولی دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب به حساب نیامده تلاش دارد با تشدید فعالیتها و با بهره گیری حداکثر از حداقل امکانات دست آوردهای جدیدی را در قالب دستورالعمل ها وانتشارات دیگر برای شرکتهای آب و فاضلاب تهیه و ارسال نماید. براین اساس کمیته تدوین دستورالعملهای آب به حساب نیامده در صدد است با جمع آوری و تدوین تجربیات و دستاوردهای ارائه دستورالعملهای لازم در راستای بهبود کیفی مطالعات و اجراء فعالیتهای کاهش آب به حساب نیامده گام بردارد.

در همین رابطه دستورالعمل حاضر به صورت پیش نویس ارائه می گردد. بدیهی است با توجه به کثرت مطالب در این مطالعات، این دستورالعمل، کامل و خالی از نقص نمی باشد.

امید است کلیه مدیران، کارشناسان و پرسنل محترم شرکتهای آبفا و همچنین کلیه مهندسین مشاور و کارشناسانی که به نوعی با این مطالعات سرو کار دارند با تجربیات ارزشمند علمی و عملی خویش ما را در جهت رفع نقایص و تکمیل این دستورالعمل یاری بخشند. انتظار می رود با بهره گیری سریع از نظرات و پیشنهادات شما عزیزان و پس از تکمیل و اصلاح، این دستورالعمل به صورت نهایی آماده و

جهت اجرا به کلیه شرکتها ابلاغ گردد. و در نهایت نیز در ردیف استانداردهای ملی سازمان مدیریت و برنامه ریزی قرار گیرد.

اعضای کمیته تهیه و تدوین دستورالعملهای آب به حساب نیامده عبارتند از:

آقای دکتر مسعود تابش: عضو هیئت علمی دانشکده علمی دانشگاه تهران، دکترا در مهندسی عمران، سیستمهای منابع آب

آقای مهندس حمیدرضا هنری: شرکت مهندسین مشاور آبران وعضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران، فوق لیسانس مهندسی محیط زیست

آقای مهندس مجتبی قیاسی: شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ، لیسانس مکانیک

آقای مهندس محمود رضایی نیا: شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ، لیسانس مکانیک

این افراد مستقیما زیر نظر مدیر دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب به حساب نیامده، آقای مهندس عزیزاله مبینی، دستورالعمل ضمیمه و سایر دستورالعملها را تدوین می نمایند.

دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب بدون درآمد

مرداد ۱۳۸۵

۱ – مقدمه:

کنتورها یکی از ابزار بسیار موثر جهت اندازه گیری میزان جریان در شبکه های توزیع آب شهری می باشند از آنجا که آگاهی شرکتهای آب و فاضلاب از میزان آب تولیدی و آب ورودی به شبکه توزیع و آب مصرف شده توسط مشترکین بسیار ضروری و حیاتی می باشد میزان دقت کنتورها در این رابطه بسیار اهمیت می یابد.

عدم دقت کنتورها در محل ورود آب به شبکه توزیع، اطلاعات موردنیاز جهت میزان آب تولیدی را مشخص نمی سازد. این مسئله می تواند در امر سرمایه گذاری جهت استفاده از منابع جدید و تعیین میزان واقعی تلفات آب، شرکتها را دچار خطا و ضرر سازد.

با توجه به اینکه عمده درآمد شرکتهای آب و فاضلاب از طریق آب بهاء مشترکین تامین می گردد وجود کنتورهای با دقت کم می تواند عامل عمده ای در کاهش درآمد شرکتها باشد. همچنین به دلیل وجود کنتورهای غیر دقیق برآورد صحیح میزان مصرف و برنامه ریزی جهت تامین منابع تولید آب دچار اختلال شده و صدمات زیادی را به سرمایه های ملی و شرکتهای آبفا وارد می نماید.

خطای کنتور در ادبیات آب به حساب نیامده جزئی از تلفات ظاهری محسوب می گردد.

به همین دلیل یکی از مواردی که امور مشترکین، دفتر آب به حساب نیامده و معاونت بهره برداری هر شرکت آب وفاضلاب مستقیما با آن درگیر و از آن متاثر می باشند اندازه گیری میزان خطای کنتورهای منصوبه در شبکه و نقاط مصرف می باشد. لذا ضرورت وجود یک روال علمی و یکسان جهت آزمایش کنتورها و تعیین میزان دقت آنها به شدت احساس می شود. لذا لازم است طبق یک برنامه منظم و زمان بندی شده نسبت به آزمایش دقت کنتورهای منصوبه و نو در شرکتها اقدام و با شناخت میزان دقت کنتورها نسبت به تعیین ضریب تصحیح و یا تعویض آنها اقدام نمود.

دستورالعمل حاضر ضمن بررسی علت ایجاد خطا در کنتور روشهایی را برای نحوه انجام آزمایش دقت کنتورهای کوچک و بزرگ ارائه می دهد.

۲– دلایل عدم دقت کنتور

در کنتورهای سرعتی حرکت توربین به یک قسمت جعبه دنده منتقل شده و توسط عقربه های شمارشگر ثبت می گردد. لذا ثبت جریان آب مستقیما بستگی به مقدار گردش توربین دارد. یک کنتور هنگامی جریان را دقیق اندازه می گیرد که قسمت ثبات آن دقیقا کالیبره شده باشد. در صورت ایجاد خلل در انتقال سرعت چرخش توربین به قسمت ثبات، کنتور از دقت لازم برخوردار نخواهد بود و در این حالت دبی آب را کمتر و یا بیشتر از مقدار واقعی آن نشان خواهد داد. عواملی که می توانند در تغییر دقت کنتور از محدوده استاندارد موثر باشند ذیلا شرح داده شده اند.

۲–۱– فرسایش

فرسایش زیاد قسمتهای متحرک کنتور در اثر نصب نامناسب، انتخاب نامناسب کنتور که منجر به سرعت زیاد آب ورودی به کنتور می گردد و همچنین ذرات جامد معلق ایجاد می شود. نتیجه فرسایش توربین و یا قسمت اندازه گیری نشت از کنتور، کم خوانی آن است که به مرور زمان باعث از کارافتادگی کنتور خواهد شد. برای جلوگیری از این عمل باید کنتور به صورت تراز قرار گرفته و حداکثر سرعت جریان آن متناسب با ظرفیت حداکثر کنتور باشد. به عبارت دیگر کنتور متناسب با حداکثر مصرف انتخاب شده باشد. ظرفیت حداکثر عبور جریان از کنتور در کاتالوگ کارخانه مربوطه درج می‌شود.

۲-۲- افزایش درجه حرارت

کلیه کنتورها غالبا برای درجه حرارت ۲۷ درجه سانتی گراد طراحی شده اند، درجه حرارت بالای آب باعث انبساط توربین و ایجاد اصطکاک غیر معمول در شافت توربین شده که در نهایت باعث خرابی و کم خوانی کنتور خواهد شد. در صورتی که قسمت ثبات از پلاستیک باشد درجه حرارت بالا باعث تغییر شکل در نتیجه خرابی آن خواهد شد.

درجه حرارت پایین تاثیر عمده ای در کارکرد کنتور ندارد فقط حرارت زیر صفر موجب یخ زدگی و شکستگی کنتور خواهد گردید. برای جلوگیری از اثرات درجه حرارت، محفظه کنتور باید در جای مناسب قرار گیرد و برای جلوگیری از برگشت آب گرم به کنتور باید از شیر یک طرفه استفاده نمود. در موارد خاص که امکان برگشت آب تحت فشار و درجه حرارت بالا وجود دارد باید کنتورها مجهز به شیرهای اطمینان درجه حرارت و فشار شوند.

۲-۳- خوردگی

تمام قسمتهای فلزی که در کنتور به کار می روند باید در مقابل خوردگی مقاوم باشند. در صورتی که خورندگی آب در مناطق خاص بالا باشد لازم است برای قطعات داخل کنتور و پوسته آن از آلیاژهای مقاوم تر استفاده شود.

۲-۴- مواد معلق

مواد معلق داخل آب در بین پره های توربین قرار گرفته و باعث کمتر خوانده شدن کنتور می گردد. به همین دلیل استفاده از صافی برای جلوگیری از ورود رسوبات به داخل کنتور ضروری است. این

صافیها باید تمیز شوند زیرا به دلیل عدم ورود یکنواخت آب به داخل کنتور باعث اشتباه در ثبت جریان خواهد شد.

۲–۵– نقص در ساخت

استانداردهای ساخت کنتور حد خطای مجاز برای دقت کنتورها را تعیین نموده اند. عدم دقت در ساخت و استفاده از وسایل مرغوب، عدم دقت در انبارداری و حمل باعث می گردد که برخی از کنتورهای نو دقت لازم را نداشته و ارقام اطمینان بخش را ارائه ندهند.

۲–۶– عبور هوا از داخل محفظه کنتور

در اثر قطع شدن آب شبکه، لوله ها از هوا پرشده و زمانی که جریان آب مجددا برقرار گردد مقداری هوا از کنتور عبور می نماید. این مسئله باعث می شود که کنتور رقمی بیش از مقدار واقعی را نشان دهد که در صورت قطع مکرر آب در یک منطقه این خطا به مقدار قابل توجهی خواهد رسید.

۲–۷– دستکاری کنتور توسط مشترکین

بعضی از مشترکین به صورت غیرمجاز و به بهانه تعمیر کنتور اقدام به دستکاری کنتورخود می نمایند. بررسیها نشان می دهد که اکثر این گونه کنتورها پس از دستکاری از حساسیت و دقت لازم برخوردار نخواهند بود.

۲–۸– عدم دقت در دبی شروع به کار کنتور

در مواردی که دبی شروع به کار کنتور از دبی اظهار شده در کاتالوگ کارخانه بیشتر باشد کنتور قادر به ثبت مصارف محدوده بین دبی شروع اسمی و واقعی نخواهد بود و بنابراین عنوان جریان اندازه گیری شده کمتر از مقدار واقعی است.

۳ – مشخصات کنتورهای آزمایش شونده

با توجه به اینکه پس از یک دوره پیمایش خانه به خانه و کنترل اماکن، آمار لازم و کافی از تعداد اندازه و نوع و وضعیت کلیه کنتورها به دست می آید می توان به دسته بندی کنتورها اقدام نمود. پس از تفکیک کنتورهای خراب که به هر علتی کار نمی کنند و سالم نیستند لیست محل، نوع و اندازه تمامی کنتورهای سالم مشخص می گردند.

برای آزمایش کنتورهای مصوبه لازم است درصدی از کنتورهای سالم با روشهای علمی و استانداردی که در این دستورالعمل ذکر می شود آزمایش شده و میزان دقت آنها مشخص گردد.

۴ – روش تعیین تعداد و محل کنتورهای تست شونده

از آنجا که آزمایش تمامی کنتورهای منصوبه در یک زمان کوتاه امکان پذیر نمی باشد لازم است با انتخاب درصدی از کنتورها به صورت تصادفی در قالب یک جامعه نمونه آماری نسبت به آزمایش آنها اقدام و سپس نتیجه را به کل منطقه تعمیم داد. در تعیین جامعه نمونه آماری باید دقت نمود که درصد مناسبی از کلیه انواع کنتورهای موجود در منطقه در جامعه آماری نیز وجود داشته باشد. همچنین تعداد نمونه ها نسبت به اندازه کنتورها باید متفاوت باشد. از آنجا که خطا در کنتورهای

بزرگ منجر به تلفات قابل توجه می شود باید نمونه ها در اندازه گیری بزرگ، از کنتورهای کوچک بیشتر باشد. از طرف دیگر در صورت وجود اطلاعات لازم در خصوص عمر کنتورها، تعداد نمونه ها در هر گروه سنی باید متناسب با نسبت هر گروه در کل کنتورها انتخاب گردد.

۴-۱- متدولوژی نمونه گیری

۴-۱-۱- تخمین اولیه تعداد کنتور نمونه

برای تعیین تعداد کنتور لازم برای آزمایشی که نتایج آن مصرف کل منطقه باشد از روشهای گوناگونی می توان استفاده نمود.

۴-۱-۱-۱- استاندارد بانک جهانی

جزوه راهنمای عملیاتی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده تهیه شده توسط بانک جهانی انتخاب تعداد با **یک درصد** از کنتورهای مصرف کنندگان خانگی را پیشنهاد نموده است. با توجه به کیفیت پایین کنتورها در کشور ما و سپری شدن سالیان دراز از عمر مفید آنها به نظر می رسد این عدد مقدار دست پایینی باشد. بنابراین پیشنهاد می شود جهت آزمایش کنتورها در مرحله اول تعداد **یک الی ۲/۵ درصد** کنتورها به عنوان جامعه نمونه آماری انتخاب گردند.

۴-۱-۱-۲- استفاده از جدول نمونه در استاندارد ایران

با توجه به ارائه جداول حداقل درصد نمونه گیری لازم جهت تهیه اطلاعات در مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری (نشریه شماره ۳-۱۱۷ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه و استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو) میزان کنتورهای جامعه نمونه آماری می تواند از طریق جدول ذیل مشخص گردد.

جدول ۱ : حداقل درصد نمونه گیری لازم جهت تست کنتورهای خانگی

طبقه بندی جمعیتی	هزار نفر ۵۰۰>	هزار نفر ۲۵۰-۵۰۰	هزار نفر ۱۰۰-۲۵۰	هزار نفر ۵۰-۱۰۰	هزار نفر ۲۵-۵۰	هزار نفر ۱۰-۲۵	هزار نفر ۵-۱۰	هزار نفر ۵>
حداقل درصد کنتور جهت آزمایش	۱	۱-۱/۵	۱/۵-۲/۵	۲/۵-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵

همانگونه که مشاهده می شود تعداد کنتور در جامعه نمونه آماری در شهرهای کم جمعیت از حد معقول زیادتر خواهد شد که می توان با قضاوت مهندسی میزان متفاوتی را انتخاب نمود. همچنین در صورتی که طبق نتایج فشار سنجی میزان فشار در شبکه زیاد باشد باید تعداد جامعه نمونه آماری را افزایش داد زیرا احتمال خطای کنتور بیشتر می باشد.

۴-۱-۲- نحوه تعیین محل نمونه ها:

در روش جمع آوری اطلاعات از تکنیک نمونه گیری خوشه ای که هر خوشه شامل (٦ الی ١٠) کنتور می باشد استفاده می شود. انتخاب این مقدار بستگی به توان اجرایی یک روز کاری تیم

آزمایش کننده دارد. با در دست داشتن لیست کامل و بهنگام از مشترکین شامل شماره اشتراک، آدرس و نوع مصرف جامعه مورد مطالعه، انتخاب خوشه ها به صورت سیستماتیک انجام می شود. جهت این کار اگر تعداد کل نمونه ها n و تعداد خوشه ها m باشد برای انتخاب $(\frac{m}{n})$ نقطه تصادفی به صورت سیستماتیک از میان کل مشترکین پایلوت ابتدا پارامتر k به صورت زیر بدست می آید.

$$K = \frac{\text{تعداد کل مشترکین}}{m/n}$$

سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی، یک عدد تصادفی مابین ۱ تا k انتخاب می نماییم.

به عنوان مثال اگر بعد از محاسبات آماری تعداد نمونه کنتور جهت آزمایش کنتورها، ۸۰۰ مورد برای ۲۰۰۰۰ مشترک باشد (یعنی ٤٪ کل کنتورها) و برای هر خوشه ۱۰ کنتور منظور شده باشد باید ۸۰ خوشه تعیین محل شوند. لذا با انتخاب ۸۰ نقطه تصادفی به روش سیستماتیک از بین ۲۰۰۰۰ مشترک، مقدار k برابر ۲۵۰ می شود اگر عدد انتخاب شده از جدول اعداد تصادفی (بین ۱ تا ۲۵۰) برابر ۹۹ باشد آنگاه ۸۰ نقطه که به روش زیر انتخاب می گردند.

$$99, 99+k, 99+2k, \ldots 99+(80-1)k$$

پس از مشخص شدن نقاط تصادفی باید از لیست مشترکین، شماره اشتراک و آدرس نقاط انتخاب شده استخراج گردد. سپس بدون در نظر گرفتن نقطه به دست آمده، ۵ مشترک سمت راست و ۵ مشترک سمت چپ به عنوان ۱۰ کنتور یک خوشه در نظر گرفته شده و آزمایشات لازم بر روی آن صورت پذیرد.

در این حین می تواند تستهای مربوط به همگنی داده ها نیز صورت پذیرد به طوری که جامعه نمونه از نظر نوع وعمر نیز با کنتورهای جامعه اصلی مقایسه گردد.

۴-۱-۳- تعیین دقت کنتورهای مبنا جهت آزمایش

برای آزمایش کنتورها در محل لازم است در ابتدا یک کنتور مبنا تعیین گردد. سپس هر یک از کنتورهای مذکور جداگانه برای تمامی دبی های حداقل، متوسط و حداکثر آزمایش شده و ضریب خطای آن (که باید در محدوده خطای استاندارد قرار گیرد) مشخص شود. بدین منظور با عبور دادن حجم معینی از آب که حجم آن بوسیله ظروف مدرج اندازه گیری می شود، مقدار قرائت کنتور کنترل گردد. ضریب تصحیح کنتور برابر است با حجم واقعی آب عبور داده شده تقسیم بر حجمی که بوسیله کنتور نشان داده می شود.

۴-۲- روش کنترل کفایت تعداد کنتورهای انتخاب شده

برای اینکه از نظر آماری نتایج به دست آمده از دقت کنتورها قابل تعمیم به کل جامعه نمونه باشد می‌توان از روشهای زیر براساس وجود اطلاعات، کفایت تعداد کنتورهای آزمایش شده را تشخیص داد.

۲-۴-۱- روش اول استفاده از فرمول

در این روش، پس از محاسبه میزان خطای میانگین و واریانس خطای کنتورهای آزمایش شده، تعداد نمونه لازم از فرمول زیر بدست می آید.

$$n=[\frac{Z(1-a/2)\times\sigma}{d}]^2$$

که در آن

σ^2 = واریانس

σ = انحراف از معیار

$(1-a/2)$ = ضریب ثابت برای سطح اطمینان ۹۵٪ یا ۹۹٪

z = درصد خطا (مثلا ۵٪ یا ۲٪)

d = دقت نمونه گیری (اشتباه برآورد هزینه)

حالا اگر به طور مثال ضریب تصحیح و انحراف معیار به دست آمده از آزمایش تست کنتورها برای دبی متوسط برابر

$$x=1/004,\sigma=0/257$$

باشد با فرض درصد خطای ۵٪ (سطح اطمینان ۹۵٪) و دقت ۲٪ (d =٪۲) خواهیم داشت.

$$Z_{(1-a/2)}=2_{0/975}=1/96$$

$$n=[\frac{2(1-a/2)\times\sigma}{d}]^2=[\frac{1/96\times0/257}{0.02}]^2=635$$

که این مقدار برابر حداقل نمونه لازم برای بررسی ضریب تصحیح کنتورها در دبی متوسط در پایلوت موردنظر می باشد به این ترتیب تعداد ۸۰۰ نمونه انتخاب شده در برآورد اولیه صحیح بوده و احتیاج به آزمایش تعداد نمونه بیشتر نخواهد بود.

۴-۲-۲- روش دوم استفاده از نتایج پایلوتهای دیگر

در این روش برای تعیین تعداد نمونه ها از تحقیقات و مطالعات انجام شده در سایر پایلوتها استفاده می شود. بدین معنی که بدون انتخاب تعداد اولیه کنتور لازم برای آزمایش و تعیین میانگین و انحراف معیار خطای کنتورها، از مقادیر میانگین و انحراف معیار به دست آمده در سایر پایلوتها استفاده می شود. مثلا اگر براساس مطالعه آزمایش کنتورها در یکی از پایلوتهای کشور خطای کنتور (x) حدود ۹۵٪ و انحراف معیار (σ) برابر ۰/۲۷۷ بدست آمده باشد با استفاده از فرمول بخش ٤-۲-۱ برای نسبت با حدود اطمینان ۹۵٪ که اشتباه برآورد (d) از ۲٪ تجاوز نخواهد کرد مقدار (n) عبارتست از

$$n = [\frac{1/96 \times 0/277}{0/02}]^2 = 737$$

البته با توجه به اینکه استنتاج روش دوم بر مبنای اطلاعات پایلوتهای دیگر است بدیهی است که روش اول براین روش ارجحیت دارد.

قابل ذکر است که تعداد نمونه های لازم برای دبی های مختلف اعداد متفاوتی خواهند بود (چون میزان σ و x در دبی های مختلف تغییر خواهد نمود) در این صورت باید عدد معقولی را در

محدوده اعداد محاسبه شده انتخاب نمود. همچنین برای در نظر گرفتن مواردی که به دلایل مختلف ممکن است در حین آزمایش کنتورها اشکالات یا اشتباهاتی رخ دهد و یا کنتور انتخاب شده شرایط لازم برای آزمایش را دارا نباشد می توان به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد به میزان کنتورهای محاسبه شده جهت جامعه نمونه آماری (روشهای اول یا دوم) اضافه نمود.

۵ – آزمایش دقت اندازه گیری کنتورهای پیشین

۵–۱– کنتورهای آب از دیدگاه استاندارد

پیش از شروع بحث نحوه آزمایش کنتورها لازم است درابتدا شناخت مختصری از کنتورهای آب از دیدگاه استاندارد داشته باشیم.

در مورد کنتورهای آب استانداردهای مختلفی توسط سازمان بین المللی استاندارد (ISO)، جامعه اقتصادی اروپا (EEC)، انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA) ارائه گردیده است از جمله استانداردهای معتبر در مورد کنتورهای آب سرد استاندارد ISO 4064 می باشد که شامل سه بخش مجزا به شرح زیر است:

- ISO 4064/I در مورد مشخصات فنی کنتورهای مکانیکی آب سرد
- ISO 4064/II الزامات و دستورالعملهای مربوط به نصب کنتور
- ISO 4064 /III در خصوص نحوه تست کنتورهای مکانیکی آب سرد و تجهیزات مورد نیاز

طبق استاندارد **ISO 464** کنتورهای آب سرد براساس دقت عملکردشان کلاسه بندی می شوند. طبق آخرین تجدید نظر این استاندارد در سال ۱۹۹۳، کنتورهای آب سرد در چهار کلاس A و B و C و D قرار می گیرند (جدول شماره ۲) به طوری که از کلاس A، به سمت کلاس D دقت کنتور افزایش می یابد. بدین معنی که با کمترین مقدار عبور جریان آب از داخل کنتور، کنتور می‌تواند با دقت مناسب جریان را اندازه گیری نماید.

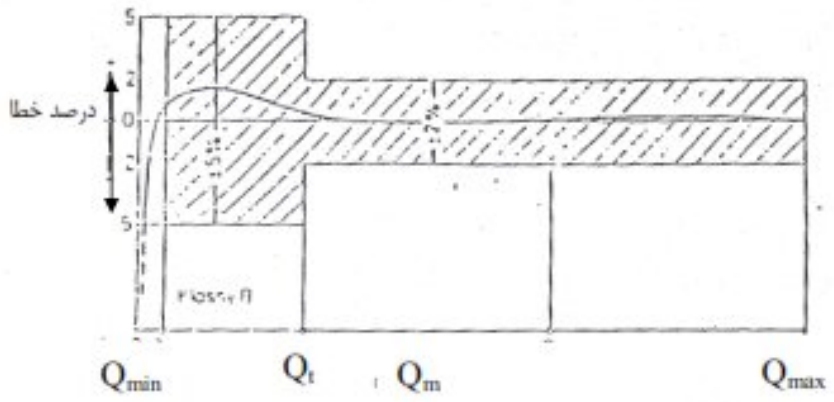
جدول شماره ۲: دسته بندی کنتورهای آب بر طبق مقادیر $q\min$ و q (بر حسب متر مکعب در ساعت)

کلاس	مقدار عددی مصرف کنتور (N)	
کلاس A $q_t \rightarrow q_{min}$	N< ۱۵ ۰/۰٤ N ۰/۱ N	N>۱۵ ۰/۰۸ V ۰/۳ N
کلاس B $q_t \rightarrow q_{min}$	 ۰/۰۲N ۰/۰۵ N	 ۰/۰۳ N ۰/۲N
کلاس C $q_t \rightarrow q_{min}$	 ۰/۰۱N ۰/۰۱۵N	 ۰/۰۰٦N ۰/۰۱۵N
کلاس D $x_t \rightarrow x_{min}$	۰/۰۰۷۵ N ۰/۰۱۱۵ N	-- --

پارامتر N مقدار جریان عبوری از محلی که کنتور نصب می‌شود می‌باشد.

(برحسب متر مکعب در ساعت)

ه منظور تعیین دقت کنتور، با رسم منحنی عملکرد آن توسط دستگاه تست استاندارد می‌توان به دقت کنتور پی برد. در شکل زیر نمونه ای از منحنی عملکرد این نوع کنتورها به صورت شماتیک رسم شده است.



شکل ۱: منحنی دقت کنتور

در این شکل محور افقی، دبی یا نسبت جریان (flow rate) می‌باشد که حاصل تقسیم حجم آب عبوری بر زمان $(Q=\frac{V}{t})$ است و بر حسب متر مکعب بر ساعت، لیتر بر دقیقه و یا واحدهای مشابه بیان می‌شود. محور عمودی که دقت یا میزان خطای کنتور بر حسب درصد را نشان می‌دهد با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{دقت کنتور (Accuracy)} = \frac{V_i - V_c}{V_c} \times 100$$

که در این رابطه:

V_c = حجم آب واقعی عبور داده شده از کنتور که از روی دستگاه تست خوانده می‌شود.

V_i = حجم آب نشان داده شده توسط کنتور می‌باشد.

به منظور تعیین منحنی مشخصه یا منحنی دقت (Accuracy Curve) یک کنتور، در چند دبی مشخص، مقدار معینی آب از داخل کنتور عبور داده می‌شود و در هر دبی میزان خطای کارکرد کنتور با استفاده از فرمول فوق محاسبه می‌شود، که هر چه تعداد نقاط آزمایش بیشتر باشد منحنی دقیق تر است. از روی این منحنی، علاوه بر تعیین کلاس کنتور، می‌توان شرایط عمومی عملکرد کنتور را نیز تفسیر نمود.

نقاط مهم این منحنی که جزو مشخصات فنی کنتورهای مکانیکی آب سرد نیز محسوب می‌شوند عبارتند از:

دبی شروع (Starting flow rate) (Qs یا Qo)

دبی است که در آن کنتور شروع به کار می‌نماید. در کنتورهای سرعتی مقدار آن بستگی به میزان اصطکاک قطعات متحرک کنتور و در کنتورهای حجمی بستگی به شکاف فرار آب از بین جزء تشخیص دهنده و محفظه کاری کنتور دارد.

دبی حداقل (Qmin) (Minimum flow rate)

حداقل جریانی است که در آن منحنی عملکرد کنتور وارد محدوده مجاز ۵٪ ± می‌شود و به عنوان یکی از مشخصه های تعیین کلاس کنتور بکار می‌رود.

دبی انتقال (Q_t)(Transitional flow rate)

دبی است که در آن خطای عملکرد کنتور از محدوده مجاز ۵٪ ± به محدوده ۲٪± وارد می‌شود و به عنوان مشخصه دیگر تعیین کلاس کنتور بکار می‌رود.

دبی اسمی (Qn) (Nominal flow rate)

دبی است که کنتور در شرایط عمومی خود و یا به عبارت دیگر در شرایط کاری پیوسته و متناوب بدون تجاوز از خطای مجاز ۲٪± کار می‌کند و معمولا برابر نصف دبی حداکثر می‌باشد. این دبی به عنوان یکی از مشخصات فنی کنتور از طرف تولید کننده بیان می‌شود.

دبی حداکثر (Qmax) (Maximum flow rate)

بیشترین دبی است که کنتور می‌تواند در یک فاصله زمانی کوتاه بدون خرابی و بدون افزایش در خطای مجاز ۲٪± و افت فشار شبکه کار کندو به عنوان یکی دیگر از مشخصات فنی کنتور از طرف تولید کننده ارائه می‌شود.

محدوده نسبت جریان یا محدوده دبی (flow rate range)

که فاصله بین Qmin و Qmax می باشدو همانگونه که از روی شکل دیده می‌شود، به دو محدوده مجاز ۵٪ ± (بین Qmin و Q_t و ۲٪ ± (بین Q_tو Qmax) تقسیم می‌شود.

به جز مشخصات فنی فوق، تعاریف زیر نیز برای یک کنتور در نظر گرفته می‌شود:

اندازه اسمی (Dn) (Nominal size)

شاخص عددی قطر دهانه های ورودی و خروجی کنتور می‌باشد که به منظور انطباق آن با دیگر تجهیزات متصل به کنتور و یا برعکس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فشار اسمی (Pn) (Nominal pressure)

شاخص عددی فشار کاری کنتور به منظور انطباق آن با دیگر تجهیزات متصل به کنتور و یا برعکس بکار می‌رود.

افت فشار (Pressure loss)

افت فشار ناشی از قرار گرفتن کنتور آب در شبکه در یک دبی مشخص می‌باشد.

حداکثر حرارت مجاز کاری (Maximum admissible temperature)

حداکثر درجه حرارتی که یک کنتور آب می‌تواند در فشار اسمی خود کار کند.

مقادیر پارامترهای ذکر شده فوق برای کنتورهای آبفر در اندازه های $\frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ 3,2 اینچ در جداول و شکلهای ضمیمه زیر به عنوان نمونه ارائه گردیده اند.

مشخصات جدول			
نوع کنتور		دوریس ۳	دوریس ۵
DN قطر اسمی		۱۵ mm $(\frac{1}{2})$	۲۰ mm $(\frac{3}{4})$
Qmax دبی حداکثر	m3/h	۳	۵
Qn دبی اسمی	m3/h	۱/۵	۲/۵
Qt دبی انتقال	l/h	۱۲۰	۲۰
Qmin دبی حداقل	l/h	۳۰	۵۰
Qs دبی راه اندازی	l/h	۱۵	۲۰
Pmax فشار تست شده	bar	۲۰	۲۰
Pa فشار مجازی کاری	bar	۱۰	۱

جدول ۳: مشخصات کنتورهای $\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{4}$ اینچ

کنتورهای حجیم مدل DB

کنتورهای جدید تولیدی مدل DB شرکت آبفر از نوع نسبتی (Proportional) می‌باشد. این کنتور با ویژگیهای خاص خود می‌تواند جایگزین قابل اطمینانی به جای انواع دیگر کنتورها باشد.

کنتورهای مدل DB در سایزهای دو اینچ (DN50) و سه اینچ (DN80) عرضه شده است. علاوه بر کاربردهای عمومی در شبکه ها و صنایع. این کنتور به خصوص برای اندازه گیری آبهای تصفیه نشده و حاوی رسوبات و ذرات معلق (تا قطر ۳ سانتی متر) توصیه می‌شود.

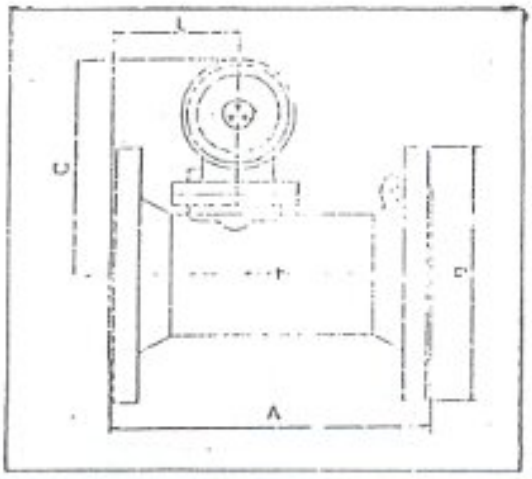
مکانیزم این کنتور به گونه ای است که مسیر جریان اصلی باز بوده و هیچگونه مانعی در مقابل جریان آب وجود ندارد.

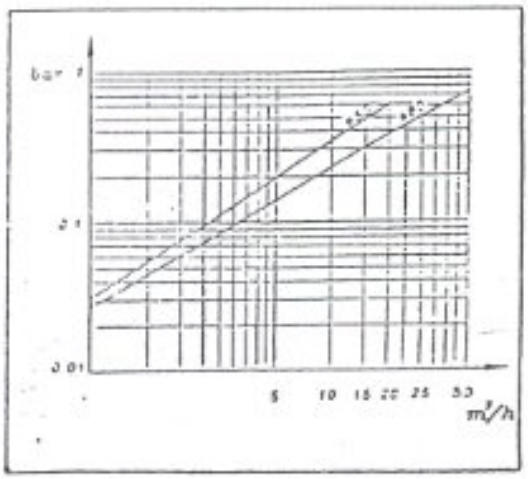
مزایای کنتور

- قیمت مناسب و قابلیت اطمینان در تمام شرایط کاری
- مقاوم در برابر خوردگی و تجهیز به فیلتر استنلس استیل
- ابعاد استاندارد مطابق با سیستم های رایج در صنعت آب کشور
- مجهز به شیشه پاک کن مخصوص
- تعمیر ونگهداری آسان بدون جداکردن کنتور از شبکه
- گارانتی و خدمات پس از فروش معتبر در سراسر کشور

جدول ٤: مشخصات کنتورهای ۲ و ۳ اینچ

DN mm (in)	50 (2")	80 (3")
Q_{min} m^3/h	1.5	1.5
Q_n m^3/h	15	25
Q_{max} m^3/h	30	50
A mm	250	250
B mm	165	200
C mm	175	160
L mm	90	95
فشار کاری bar	10	
دمای کاری °C	40	
Max. Indication	10^5 m^3	
Type of drilling	4 holes of ⌀ 18mm	8 holes of ⌀ 18mm
Drilling diameter	125 mm	160 mm
Connection std.	DIN 28605	
وزن Kg	10	14





شکل ۲: منحنی افت فشار کنتورهای حجیم

تذکر: برای کسب اطلاعات بیشتر به دفترچه فنی مراجعه شود.

۵-۲- تعیین دبی های آزمایش

قبل از شروع آزمایش باید مشخص گردد که یک کنتور تحت چه شدت جریانهایی باید آزمایش گردد. همانگونه که از جداول ۳ الی ۵ مشاهده می‌گردد ۵ نوع دبی برای کنتورهای آبفر با اندازه های مختلف به شرح زیر معرفی شده‌اند.

دبی راه اندازی (Qs)، دبی حداقل (Qmin) ، دبی انتقال (Qt) ، دبی اسمی (Qn) و دبی حداکثر Qmax که معمولا $Qn=\frac{1}{2}\ Qmax$

در حالت تئوریک لازم است که آزمایش کنتورها برای هر ۵ نوع دبی ذکر شده فوق انجام پذیرد ولی در شرایط عملی ملاحظات ذیل می‌توانند مد نظر قرار گیرند.

- دبی شروع که در عمل واقع می‌شود معمولا بیشتر از دبی شروع ذکر شده توسط کارخانه است که باید با سعی و خطا برای انواع مختلف کنتورها مشخص گردد.

- برای کنتورهای کوچک یکی از دبی های تست را می‌توان برای مصرف متوسط روزانه مشترک و دبی دیگر را $\frac{1}{4}$ آن در نظر گرفت.

روش تعیین این دبی به این صورت است که با بررسی آمار مصرف استخراج شده از فایلهای کامپیوتری مرکز خدمات ماشینی شرکت آب و فاضلاب، مصرف متوسط هر انشعاب مسکونی در منطقه در سال بر حسب لیتر در ساعت محاسبه می‌گردد. اگر فرض شود که بیشترین مقدار مصرف به طور متوسط در ٦ ساعت از شبانه روز انجام می‌شود، مصرف حداکثر ساعتی برابر میزبان ($\frac{\text{کل مصرف روزانه}}{٦}$) خواهد بود.

۶ - روش آزمایش کنتورها در محل

ابزار و لوازم مورد نیاز جهت انجام آزمایش کنتور در محل عبارتند از:

- شیلنگ فشار قوی به طول حداقل یک متر که دو سر آن قابل اتصال به شیر سرشلنگی و لوله گالوانیزه به قطر $\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{4}$ اینچ همراه با مهره و واشر باشد.
- لوله گالوانیزه به طول تقریبی ۵۰ سانتیمتر
- سه راهی
- فشار سنج مدرج با فشار کار صفر تا ۱۰ اتمسفر به قطر اتصال $\frac{1}{2}$ اینچ
- کنتور سالم و آزمایش شده تست

- شیر فلکه
- شیلنگ معمولی به طول مناسب
- بست به قطر $\frac{1}{2}$ اینچ
- ظرف مدرج بیست لیتری پلاستیکی
- کرونومترو تجهیزات لازم

پس از نصب قطعات به یکدیگر بر حسب شرایط محل، مراحل آزمایش به شرح زیر انجام می‌شود.

۱ – برای آزمایش، نزدیک ترین شیر قابل دسترس به کنتور مشترک انتخاب شده، سیستم فوق را به آن اتصال داده و محل اتصالات کاملا آب بندی می‌گردد. همچنین به مشترک تذکر داده می‌شود که حین انجام آزمایش کلیه شیرهای موجود در ملک بسته باشند و چنانچه شیری نشت دارد گزارش شود.

۲ – جهت قرائت ثبت فشار آب در محل مورد نظر، شیر آب را به طور کامل باز کرده و شیر قطع و وصل متصل به کنتور استاندارد را بسته، بوسیله فشار سنج که قبل از کنتور استاندارد تعبیه شده است فشار خوانده و یادداشت می‌شود.

۳ – شیر قطع و وصل را کاملا باز کرده تا عمل هواگیری انجام گردد این عمل جهت کاهش خطای کار صورت می‌گیرد.

٤ – شیر قطع و وصل را به طور کامل بسته و ارقام موجود در کنتور استاندارد و کنتور مشترک خوانده و یادداشت می گردند.

۵ – همچنین با اندازه گیری زمان و مقدار حجم آب خارج شده از کنتور تست دبی جریان به دست می‌آید که در امر تصحیح ضریب کنتور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

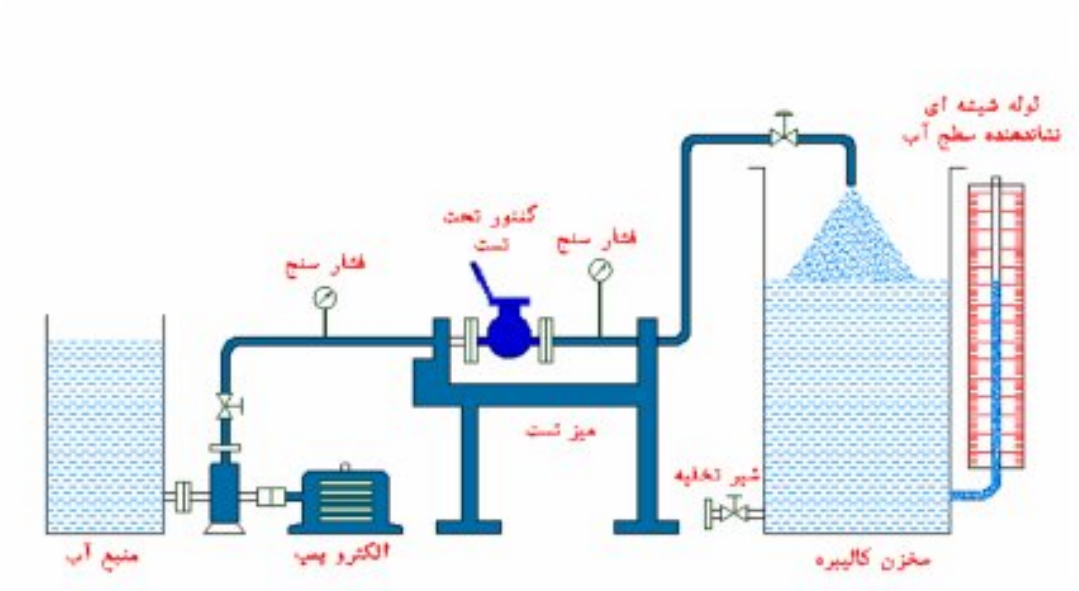
٦ – شیر قطع و وصل به طوری تنظیم می‌شود که دبی آب عبوری از کنتور استاندارد در محدوده دبی‌های تست مورد نظر قرار گرفته و سپس مراحل ۳ الی ٦ تکرار می‌گردد.

شکلهای پیوست، چگونگی مراحل مختلف تست را نشان می‌دهد.

همچنین فرم ثبت اطلاعات لازم جهت محاسبه ضریب تصحیح کنتورها در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

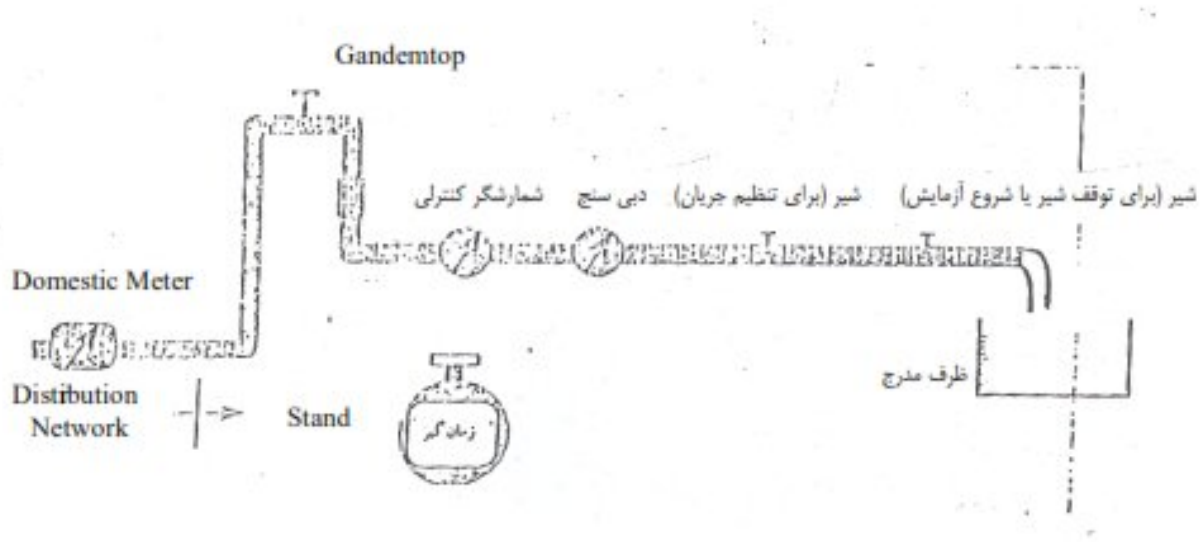
جدول شماره ۵: فرم ثبت اطلاعات لازم جهت محاسبه ضریب تصحیح کنتورها

۱ ردیف	۲ نام کنتور mm	۳ شماره بدنه کنتور	۴ کارخانه سازنده بدنه کنتور	۵ کارخانه سازنده شماره‌بدنه کنتور	۶ مظور از کاربری	۷ وضعیت کارکرد کنتور	۸ از ساعت hr min	۹ تا ساعت hr mn	۱۰ رقم کنتور در شروع دوره کاربری m^3	۱۱ رقم کنتور در پایان دوره کاربری m^3	۱۲ تفاضل مصرف دوره hr mn	۱۳ تفاضل ستون های ۱۰ و ۱۱ m^3	۱۴ حاصل خسب ستون های ۱۲ و ۱۳ m^3/hr یا m^3/mn	۱۵ حجم آب واقعی پاشی m^3	۱۶ ضریب تصحیح	۱۷ درصد خطا
					Qs											
					Q_{max}											
					Qt											
					Qn											
					Q_{min}											
					Qs											
					Q_{max}											
					Qt											
					Qn											
					Q_{min}											
					Qs											
					Q_{max}											
					Qt											
					Qn											
					Q_{min}											
					Qs											
					Q_{max}											
					Qt											
					Qn											
					Q_{min}											
					Qs											
					Q_{max}											
					Qt											
					Qn											
					Q_{min}											



شکل ۳: نمای شماتیک دستگاه تست کنتورهای مکانیکی

شکل ٤: دستگاه اتوماتیک تست کنتور



شکل ۵: نمودار شماتیک وسیله آزمایش دارای کنتور کنترلی برای اندازه گیری جریان

۷ – شرایط و مراحل لازم جهت عملیات آزمایش دقت کنتور

۷–۱– شرایط لازم

همانگونه که در بخشهای قبل ذکر شد انجام عملیات تست و محاسبه خطای کنتورها تنها در مورد کنتورهای سالم و پلمپ بسته به دلیل اطمینان در عدم دستکاری آنها توسط مشترکین قابل اجراست. همچنین علاوه بر این شرط، جهت بالا رفتن دقت عملیات، شرایط ذیل لازم و ضروری است.

۱ – وجود شیر آب مناسب در نزدیکی محل نصب کنتور

۲ – همکاری مشترک با مامورین تست و عدم استفاده از شیرهای آب داخل ساختمان در مدت زمان انجام آزمایش

۳ – قرار داشتن کنتور در عمق مناسب جهت قرائت صحیح و تسلط کامل بر حرکت عقربه کنتور

٤ – موقعیت صحیح نصب کنتور به ویژه در کنتورهای دیواری به طوریکه صفحه کنتور در زاویه مناسب جهت قرائت قرار گرفته باشد.

۵ – شفافیت شیشه محافظ کنتور و عدم وجود بخار یا کدورت بر روی شیشه مذکور

٦ – عدم وجود نشت در شیرهای آب و لوله کشی داخل ساختمان

عوامل ۲ و ٦ از عوامل خطای محاسباتی در هنگام آزمایش می‌باشند به طوریکه درصد قابل توجهی از خطای مثبت کنتورها به دلیل وجود نشت و چکه کردن آب از شیرهای خراب درون ساختمان و همچنین عدم همکاری مشترکین در مدت زمان انجام تست می‌باشد. امکان دارد برخی از مشترکینی که از خطای کنتور خود آگاه می‌باشند جهت جلوگیری از آشکار شدن این مسئله با بازکردن شیرهای آب داخل ساختمان بدون اطلاع مامورین باعث بالا رفتن درصد خطای مثبت وایجاد اختلال در انجام عملیات تست گردند به همین علت باید عملیات تست تکرار گردد تا نسبت به نتایج به دست آمده اطمینان حاصل شود.

۷-۲- مراحل لازم

مراحل آزمایش کنتورهای خانگی را می‌توان به ترتیب زیر خلاصه نمود:

الف – محدوده مورد مطالعه به اضافه محل کنتورهایی که باید آزمایش شوند بر روی نقشه مشخص می‌شوند.

ب – لیست مشترکین مورد آزمایش از امور مشترکین تهیه می‌گردد.

ج – فرم های مخصوص ثبت اطلاعات تهیه می‌گردد.

د – اطلاعیه مربوط به آزمایشهای پیشنهادی برای کنتورها که در سربرگ شرکت آب و فاضلاب چاپ شده، پیشاپیش در میان مشترکین مورد آزمایش توزیع شده و در آنها هدف از آزمایش و دیگر جزئیات مربوط به این اقدام توضیح داده می‌شود نمونه این فرم به شکل زیر می‌باشد.

وزارت نیرو

شرکت آب و فاضلاب

موضوع: آزمایش کنتور آب در محدوده .....

مشترک گرامی

در خلال (نام روز ماه)، این شرکت آزمایش جریان را بر روی کنترل آب تعدادی از مشترکین از جمله شما اجرا خواهد کرد. نتایج آزمایشها بخش قابل ملاحظه ای از تحقیق مورد اجرا توسط این شرکت در مورد کارایی کنتورهای آب را تشکیل خواهد داد. با توجه به کمبود منابع آب و سرمایه گذاری زیاد جهت استحصال منابع جدید، این نتایج در مورد تعیین میزان آب به حساب نیامده بسیار موثر خواهد بود. بدین لحاظ لازم است در تاریخ یاد شده در منزل حضور داشته و به مامورین ما که با کارت شناسایی معتبر عکس دار مراجعه می‌نمایند اجازه دسترسی به کنتور و شیر آب باغچه خود را بدهید. این آزمایش تقریبا به یک ساعت (ذکر ساعت مربوطه) در روز مورد نظر محدود خواهد شد. ما تمام تلاش خود را به کار می بریم تا وقفه در آبرسانی شما به حداقل برسد.

پیشاپیش از همکاری شما سپاسگزاریم.

مدیر عامل ....

هـ – روز پیش از آزمایش، وسایل آزمایش بازبینی می‌شود تا اطمینان حاصل شود که درست کار می‌کنند.

و – در روز آزمایش یکی از اعضای گروه زودتر از دیگران به محل رفته و از صحت و سلامت کنتورها و عدم نشتی در آن اطمینان می یابد. همچنین ساعت دقیق انجام آزمایش را به اطلاع مشترک می رساند.

ز – گروه آزمایش از ساکنان درخواست می‌نماید تا در طی آزمایش هیچ آبی مصرف نکنند. قبل از برپا کردن وسایل آزمایش، گروه با بازبینی از این امر که کنتور کاملا از کار افتاده باشد و نشتی در

ساختمان وجود نداشته باشد اطمینان می یابد. اگر نشتی پیدا شود هیچ آزمایشی در آن محل انجام نخواهد شد.

ح – آزمایشات در دبی های مورد نظر انجام و نتایج در فرم مربوطه ثبت می‌شوند.

ط – پس از انجام آزمایش از ساکنان برای همکاری شان قدردانی شده و گروه به محل دیگر می‌رود.

ی – برگه های آزمایش به یک برنامه پارانه ای صفحه گستر (Spread Sheet) منتقل و مورد تجلیل قرار می‌گیرد.

تذکر: لازم است کسی که کنتورها را می‌خواند با قرائت درجه بندیها و کسرهای کوچکتر درجه‌بندی‌های کنتور آشنایی کامل داشته باشد. عموما کنتور خوانها فقط به قرائت اعداد صحیح عادت دارند و در قرائت اعداد اعشاری با مشکل مواجه می‌شوند. این موجب می‌شود نتایج آزمایش به ویژه نتایج مربوط به آزمایش جریانات کم را حذف نمایند که باعث خطای آزمایش می‌گردد.

همانگونه که قبلا ذکر شد خطای کنتور با بکارگیری فرمول زیر محاسبه می شود.

$$\text{درصد خطا} = \frac{\text{اندازه گیری V} - \text{قرائت V}}{\text{اندازه گیری شده N}} \times ۱۰۰$$

که در آن قرائت شده V = حجم آب قرائت شده روی کنتور مورد آزمایش

اندازه گیری شده V = حجم آب اندازه گیری شده توسط وسیله آزمایش

در رابطه فوق خطای مثبت نشان دهنده این است که کنتور قرائت بیش از اندازه واقعی به دست داده است. یعنی مقدار آب کمتر از آنی که روی کنتور نشان داده شده است از میان کنتور عبور کرده است.

خطای منفی نشانگر این است که کنتور آب کمتر از اندازه واقعی نشان داده است. یعنی مقدار آب بیشتر از آنی که روی کنتور نشان داده شده از میان کنتور آب گذر کرده است.

همانگونه که ملاحظه می‌شود برای هر کنتور در هر یک از دبی های مورد آزمایش یک میزان درصد خطا و ضریب تصحیح به دست می‌آید که در نهایت لازم است با یک عمل میانگین گیری وزنی درصد خطا و ضریب تصحیح متوسط هر کنتور محاسبه گردد. روال کار به این صورت است که در ابتدا با یک مطالعه مقدماتی بر روی میزان مصرف انواع مختلف مصرف کنندگان باید مشخص کرد که میزان مصرف هر نوع مصرف کننده به طور متوسط در چند درصد طول ساعات شبانه روز در محدوده کدام یک از دبی های ۵ گانه قرار می‌گیرد و سپس با تعیین وزن زمان هریک از دبی ها از فرمول

$$\text{درصد خطای متوسط} = \frac{\text{(درصد خطا) } i \times Qi \times ti}{Qi \;\; ti}$$

که i به ترتیب دبی های پنجگانه را شامل می‌شود و ti مدت زمانی که کنتور در محدوده Qi کار می‌کند (برحسب ساعت) را مشخص می سازد.

۸ – آزمایش کنتورها در آزمایشگاه

آزمایش کنتورها در محل برای کنتورهای کوچکتر از یک اینچ عملی می‌باشد ولی آزمایش کنتورهای با اقطار بالاتر از یک اینچ باید در آزمایشگاه انجام پذیرد. لذا با توجه به اینکه مقدار مشترکین دارای اقطار یک اینچ و بیشتر نسبت به انشعابات مشترکین کمتر از یک اینچ در شهرها ناچیز می‌باشند

توصیه می‌شود شرکتهای آب و فاضلاب تعدادی کنتور یک اینچ و بزرگتر که آزمایش شده و آماده بهره برداری باشند را در آزمایشگاه به عنوان ذخیره داشته باشند تا جایگزین کنتورهای قطر بزرگ که باید مورد آزمایش قرار گیرند شده و از مصرف آب بدون کنتور توسط مشترکین جلوگیری شود.

در آزمایشگاه کنتور دقت کنتورها از نظر اندازه گیری حجم آب عبور داده شده به دو روش، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۸-۱- روش مقایسه ای

در این روش کنتورهای کوچک با کنتور استاندارد شده به صورت سری بسته شده و با عبور جریان آب مقادیر اندازه گیری شده آنها مقایسه می‌شوند.

۸-۲- اندازه گیری حجمی

در این روش حجم معینی آب از کنتور مشترک عبور داده شده و مقدار اندازه گیری شده با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن میز تست کنتور مقایسه می‌گردد. این روش برای کنتورهای با قطر ۱ اینچ به بالا ضروری می‌باشد مشروح این روش در قسمت تست کنتورهای بزرگ ارائه شده است.

کنتورهای عمده باید سالیانه یک بار از خط لوله جدا شده، قطعات آن باز تمیزکاری و مونتاژ شده و توسط تکنسین ها و مراکز مجاز و ذیصلاح تست و کالیبره شوند.

نکته مهمی که در رابطه با دبی های تست وجود دارد این است که این دبی ها برمبنای استاندارد و تحلیل علمی مشخص شده و باید خطای کنتور در محدوده خطای مجاز قرار گیرد.

توصیه می‌شود شرکتهای آب و فاضلاب تعدادی کنتور یک اینچ و بزرگتر که آزمایش شده و آماده بهره برداری باشند را در آزمایشگاه به عنوان ذخیره داشته باشند تا جایگزین کنتورهای قطر بزرگ که باید مورد آزمایش قرار گیرند شده و از مصرف آب بدون کنتور توسط مشترکین جلوگیری شود.

در آزمایشگاه کنتور دقت کنتورها از نظر اندازه گیری حجم آب عبور داده شده به دو روش، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۸-۱- روش مقایسه ای

در این روش کنتورهای کوچک با کنتور استاندارد شده به صورت سری بسته شده و با عبور جریان آب مقادیر اندازه گیری شده آنها مقایسه می‌شوند.

۸-۲- اندازه گیری حجمی

در این روش حجم معینی آب از کنتور مشترک عبور داده شده و مقدار اندازه گیری شده با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن میز تست کنتور مقایسه می‌گردد. این روش برای کنتورهای با قطر ۱ اینچ به بالا ضروری می‌باشد مشروح این روش در قسمت تست کنتورهای بزرگ ارائه شده است.

کنتورهای عمده باید سالیانه یک بار از خط لوله جدا شده، قطعات آن باز تمیزکاری و مونتاژ شده و توسط تکنسین ها و مراکز مجاز و ذیصلاح تست و کالیبره شوند.

نکته مهمی که در رابطه با دبی های تست وجود دارد این است که این دبی ها برمبنای استاندارد و تحلیل علمی مشخص شده و باید خطای کنتور در محدوده خطای مجاز قرار گیرد.

به همین دلیل در کشورهای پیشرفته برخی از شرکتهای آب و فاضلاب برنامه دوره ای تعویض داشته و پس از پایان عمر بهینه و یا در صورت مجاز نبودن خطاهای کنتورها، اقدام به تعویض آن می‌نمایند. از آنجا که طبق شرایط موجود در کشور ما کیفیت کنتورهای تولیدی مناسب نبوده و میزان تولید کنتور و سرمایه موجود شرکتها، تکافوی تعویض کنتورها پس از پایان عمر مفید را نمی نماید تشخیص اینکه چه حد از خطا در کنتورها قابل قبول می‌باشد به قضاوت کارشناسی نیازمند است که زمان تعویض کنتور را مشخص نمایند.

همچنین به دلایل متعدد می‌توان نسبت به تست ادواری کنتورها اقدام نمود که در بخش بعد ذکر خواهد گردید.

۹ – آزمایش ادواری کنتورها

در طرح کاهش آب به حساب نیامده، سنجش دقت اندازه گیری کنتورهای مشترکین به صورت دوره ای ضروری و واجد اهمیت ویژه است یکی از نتایج تست ادواری تعیین حالت جدی بین میزان آب به حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتور و هزینه تعویض کنتور می‌باشد. به دست آوردن این نسبت می‌تواند زمان تعویض کنتور را مشخص نماید. همچنین با داشتن کارگاه آزمایش کنتور می‌توان نسبت به آزمایش همه یا درصدی **از کنتورهای نو** قبل از نصب اقدام و میزان خطای آنها را محاسبه نمود. در صورت خطای غیرقابل قبول کنتور میبایست به کارخانه عودت داده شود و در صورت خطای کم از ابتدای نصب می‌توان بر میزان آب به حساب نیامده و درآمد تلف شده نیز اشراف داشت.

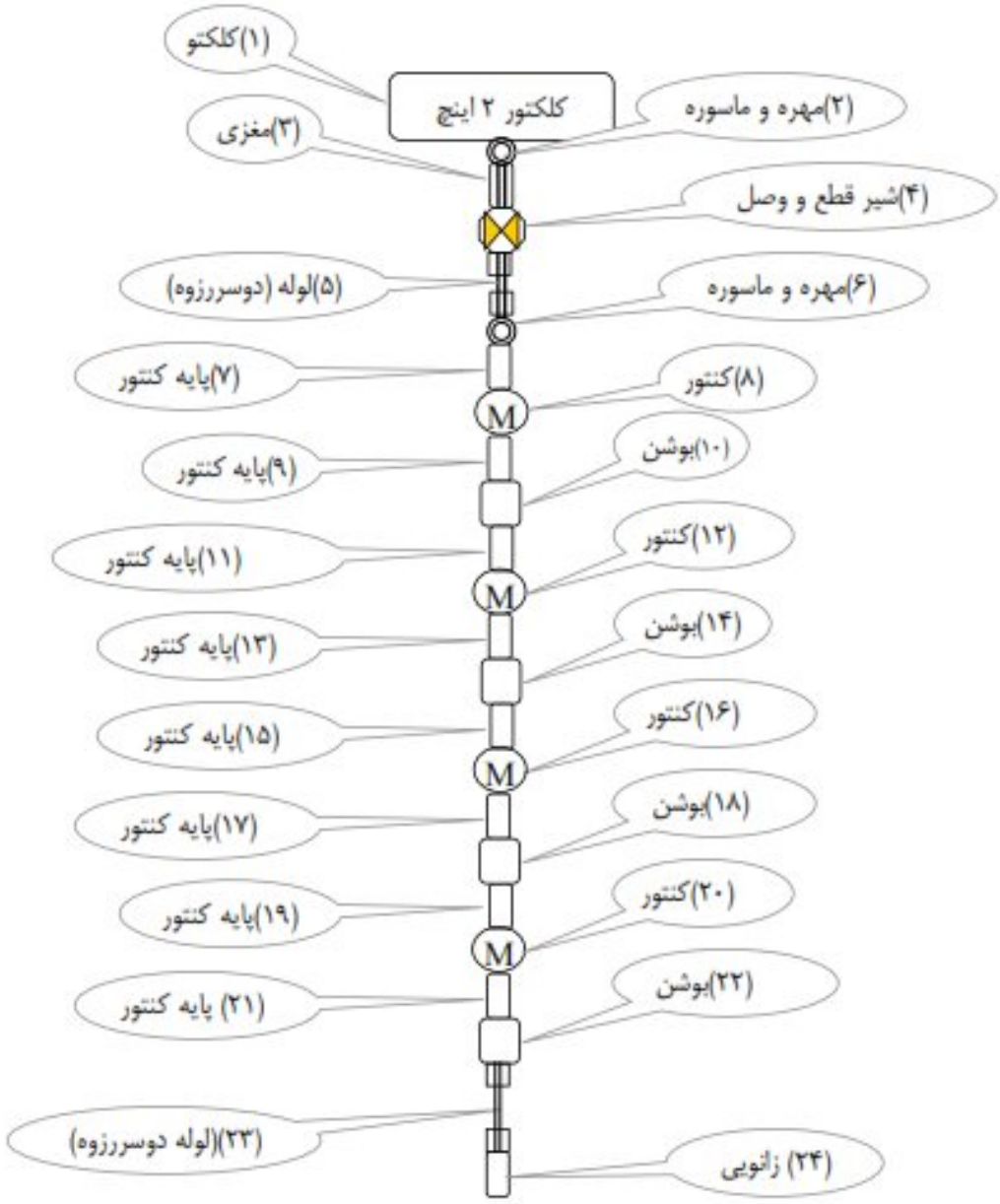
با توجه به اینکه در صورت نگهداری مناسب از کنتورها، زمان کارکرد آنها افزایش می یابد برای حصول اطمینان از صحت کارکرد کنتورها تست ادواری لازم است. طبق استاندارد AWWA حداقل فاصله زمانی تست برای کنتورهای مختلف به شرح زیر است.

اندازه کنتور (اینچ)	۵/۸	۳/٤	۱	۱/۵	۲	۳	٤	٦	>٦
فواصل زمانی آزمایش (سال)	۱۰	۸	٦	٤	٤	٤	۲	۱	۱

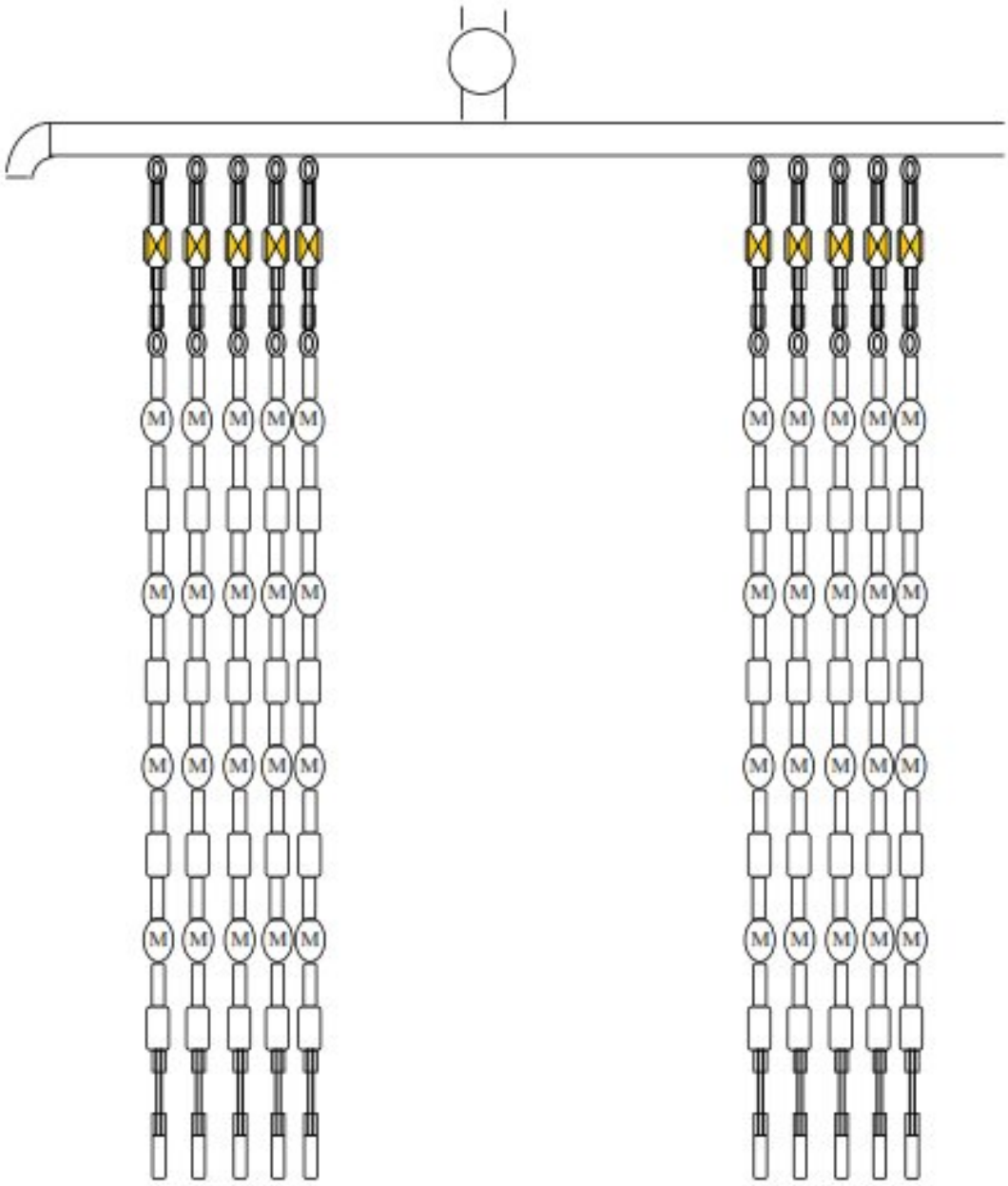
۹-۱- تست کنتورهای کوچک (۰/۵ و ۱۰/۷۵ اینچ)

۹-۱-۱- خط آزمایش

با توجه به مطالب ذکر شده در بخش های گذشته در هر مرحله ٤ کنتور برای تست به یکدیگر به صورت سری متصل می گردند. مجموعه این چهار کنتور به انضمام اتصالات بکار رفته، خط تست نامیده می‌شود. (شکل شماره ٦)



شکل ۶: جزئیات و ترتیب اتصال تجهیزات بر روی خط تست



شکل شماره ۷: جزئیات نحوه اتصال خطوط تست روی کنتور

مطابق طرح ارائه شده در شکل یک هر خط تست شامل تجهیزات و اتصالات به شرح زیر می‌باشد:

۱ – کلکتور	۱۳ – پایه کنتور
۲ – مهره و ماسوره	۱٤ – بوشن
۳ – مغزی	۱۵ – پایه کنتور
٤ – شیر قطع و وصل	۱٦ – کنتور
۵ – لوله (دوسر رزوه)	۱۷ – پایه کنتور
٦ – مهره ماسوره	۱۸ – بوشن
۷ – پایه کنتور	۱۹ – پایه کنتور
۸ – کنتور	۲۰ – کنتور
۹ – پایه کنتور	۲۱ – پایه کنتور
۱۰ – بوشن	۲۲ – بوشن
۱۱ – پایه کنتور	۲۳ – لوله دو سررزوه
۱۲ – کنتور	۲٤ – زانویی

۹–۱–۲– دبی های آزمایش

کلیه خطوط تست (کنتورها) باید حداکثر در دبی های Q_s، Q_{min}، Q_t، Q_n ، Q_{max} مورد تست قرار گیرند. در ابتدای هر یک از خطوط تست شیر قطع و وصل در نظر گرفته شده است که با استفاده از آن می‌توان دبی جریان آب در هر یک از خطوط تست را تنظیم نمود.

از آنجا که در کارگاه ۱۰ خط تست منظور شده است (شکل شماره ۷)، کلیه خطوط در دبی خاص خود تنظیم می گردند. (مثلا اگر چهار دبی ۱۵، ۳۰، ٦۰، ۱۲۰ لیتر در ثانیه به عنوان دبی تست در نظر گرفته شوند. دو خط در دبی ۱۰ لیتر بر ساعت، شش خط در دبی ۳۰ لیتر بر ساعت، یک خط در دبی ٦۰ لیتر بر ساعت و یک خط نیز در دبی ۱۲۰ لیتر بر ساعت تنظیم و توسط برچسب هایی مشخص می‌شوند. معمولا دبی های تنظیم شده تا زمانی که دستکاری نشوند از تنظیم خارج نمی شوند و بدین

ترتیب مدتها ممکن است بدون نیاز به تنظیم از دبی آنها استفاده نمود، این امر در کاهش زمان تست بسیار موثر خواهد بود، با این حال لازم است در دوره های زمانی معینی (مثلا هفتگی) دبی های خروجی مورد بررسی قرار گیرد و در صورت نیاز مجددا تنظیم گردد.

تنظیم دبی به دوروش زیر عملی است:

- توسط فلومتر: در این روش با استفاده از یک فلومتر و شیر قطع و وصل، دبی مورد نظر روی خط تنظیم و ثابت می‌گردد.

- استفاده از ظرف مدرج: در این روش با توجه به زمان پرشدن ظرف مدرج و چندین مرحله اندازه گیری، دبی موردنظر را می‌توان توسط شیر قطع و وصل روی خط تنظیم نمود. مثلا برای تنظیم دبی ۳۰ لیتر بر ساعت چنانچه از ظرف ۱۰ لیتری استفاده شود، دبی عبوری از خط باید به نحوی تنظیم گردد که در طول مدت ۳۰ دقیقه حجم آب به ۱۰ لیتر برسد و یا اینکه در مدت ۱۰ دقیقه حجم آب ورودی به ظرف مدرج برابر ۷/۵ لیتر گردد. بدین ترتیب دبی مورد نظر با انجام چندآزمایش مقدماتی و سعی و خطا بدست می‌آید.

جدول ۶: حداقل زمان و حجم ظرف مدرج لازم برای کارگاه تست (به عنوان مثال)

ردیف	Lit/h	زمان لازم (دقیق)	حجم ظرف مدرج مورد نیاز Lit
۱	۱۵	۳۰	۱۰
۲	۳۰	۱۵	۱۰
۳	٦۰	۱۵	۲۰
٤	۱۲۰	۱۰	۳۰

هرچند سنجش دقیق زمان برای هر مرحله از انجام آزمایش لزومی ندارد ولی باید محدوده زمانی فوق رعایت گردد تا امکان آزمایش کلیه کنتورها در یک زمان معین امکان پذیر گردد. در همین ارتباط حجم آب ورودی به ظرف مندرج نیز باید با دقت زیاد تعیین و در کاربرگ فوق ثبت گردد.

کاربرگ عملیات تست کنتورها دارای چهار ردیف اصلی است که هر ردیف مربوط به یکی از چهار کنتور نصب شده بر روی خط تست است. هر یک از این ردیف ها نیز به چهار ردیف کوچکتر تقسیم می‌شوند که مربوط به درج نتایج تست در یکی از دبی ها می‌باشد که کنتور در آن دبی تست می‌شود. کنتورهای روی یک خط تست، از ابتدای خط به ترتیب شماره گذاری می‌شود تا در موقع وارد کردن اطلاعات در فرم کاربرگ، امکان به وجود آمدن اشتباه به حداقل رسانده شود.

با شروع آزمایش و پس از گذشت زمان لازم، جریان آب قطع و مجددا رقم روی کنتور و همچنین میزان آب ورودی به ظرف مدرج در کاربرگ فوق یادداشت می‌گردد. در ادامه کار خط تست از محل مهره ماسوره باز و بر روی خط با دبی دیگر، نصب می‌شود.

بدین ترتیب یک مرحله از تست پایان یافته و این مرحله برای سه دبی باقیمانده تکرار می‌شود.

وزارت نیرو
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت نظارت بر بهره برداری
دفتر مدیریت مصرف و نظارت بر کاهش آب بدون درآمد
شرکت آب و فاضلاب ....

نام و نام خانوادگی مامور انجام آزمایش: تاریخ:
نام و نام خانوادگی تایید کننده: شماره:

طرح کاهش آب بدون درآمد

فرم شماره ۱: کاربرگ عملیات تست کنتورها

شماره کنتور	کنتور		دبی تست Lit/h	رقم کنتور قبل از تست	رقم کنتور بعد از تست	کارکرد کنتور (lit)	حجم آب در ظرف مدرج lit	ضریب تصحیح	ملاحظات
	نوع	سریال							
۱			۱۵						
			۳۰						
			٦۰						
			۱۲۰						
۲			۱۵						
			۳۰						
			٦۰						
			۱۲۰						
۳			۱۵						
			۳۰						
			٦۰						
			۱۲۰						
٤			۱۵						
			۳۰						
			٦۰						
			۱۲۰						

۹-۲- آزمایش کنتورهای بزرگ

تعریف: در این دستورالعمل به کنتورهای از ۲ اینچ به بالا کنتور بزرگ اطلاق می‌گردد.

۹-۲-۱- کاربرد کنتورهای بزرگ

کنتورهای بزرگ آب را از نظر نوع کاربرد می‌توان به سه گروه زیر تقسیم کرد:

الف – کنتورهای اندازه گیری خروجی از مخازن

این نوع کنتور مقدار کل آبی را که به شبکه توزیع تحویل می‌گردد اندازه گیری می‌نماید.

ب – کنتورهای منطقه ای

این کنتورها مقدار آبی که به منطقه مورد نظر تحویل می گردد را مشخص می‌نمایند. (منظور از منطقه مورد نظر بخشی از شبکه توزیع آب مد نظر می‌باشد که بخواهیم مقدار جریان ورودی یا خروجی آن را اندازه گیری نماییم).

پ – کنتور مشترکین بزرگ

این کنتورها برای سنجش مقدار آب تحویل شده به مشترکین بزرگ نظیر کارخانه های صنعتی یا مجتمعهای صنعتی، تجاری و اماکن عمومی و دولتی بزرگ استفاده می‌شوند.

۹-۲-۲- ضرورت آزمایش کنتورهای بزرگ

کنتور یک دستگاه مکانیکی است و مانند هر وسیله مکانیکی دیگر در اثر کارکرد و زمان، فرسوده و مستهلک شده و از دقت عمل آن کاسته می‌شود. مدت زمانی که یک کنتور می‌تواند کارکرد و دقت خود را حفظ نماید به پارامترهای مختلفی از جمله کیفیت آبی که اندازه گیری می‌شود، سرعت

جریان، فشار آب و مقدار دبی آب، بستگی دارد. بدین منظور باید کنتورها به طور مرتب مورد آزمایش قرار گیرند تا از صحت عمل آنها مطمئن شد.

۹-۲-۳- کاربرد نتایج آزمایش کنتورهای بزرگ

نتایج حاصله از تست کنتورهای بزرگ اطلاعاتی به خصوص در مورد مدت زمان تعویض کنتورهای بزرگ و دقت متوسط تمام این کنتورها در دسترس ما قرار می‌دهد و در نتیجه پیگیری مداوم این بررسی ها افزایش بالقوه درآمد ناشی از بهبود صحت عمل کنتورها را در پی داشته و سیاست آینده را نیز مشخص می‌نماید.

مطابقت دادن کنتورها با مشخصات فنی اعلام شده از طرف سازنده و تعیین میزان دقت کاری با همان کلاس کنتور از طریق آزمایشهای استاندارد میسر می‌باشد.

انجام آزمایشات دوره ای بر روی کنتورها می‌تواند ما را در عملیات کاهش نشت آب از طریق تحقیق و بررسی در میزان تولید، مصرف و اتلاف آب از طریق اندازه گیری دقیق و مطمئن آن یاری دهد.

معمولا برای آزمایش کنتورها از دو روش در محل و آزمایشگاه استفاده می‌شود:

۱ – آزمایش کنتورها در محل

۲ – آزمایش کنتورها در آزمایشگاه

۹-۲-۳-۱- آزمایش کنتورها در محل

به خاطر مسائل جانبی مربوط به باز کردن کنتور مشترک و مخارج تعمیر لوله ها و اتصالات که این کنتورها به آنها بسته شده‌اند و مشکلات مربوط به باز و بسته نمودن و حمل کنتورها به آزمایشگاه تست کنتور، آزمایش درجا یا در محل مورد توجه قرار دارد.

روش عمل بدین صورت است که کنتورهای بزرگ با استفاده از کنتور اولتراسونیک در محل و کنتورهای کوچک از طریق مقایسه با کنتور آزمایشی که معمولا به طور دقیق کالیبره شده و یا از نوع کنتورهای دقیق و نو می‌باشند و با ارتباط سری سنجیده می‌شوند. پیشنهاد می‌گردد بعد از این کنتورها یک لوله دو سر حدیده (یا دو سر فلنج) به اندازه طول کنتور تست نصب گردد تا هر زمان که نیاز به آزمایش کنتور باشد، تنها این لوله باز شده که کنتور مبنا با کنتور مشترک به صورت سری بسته شود.

۹-۲-۳-۲- آزمایش کنتور در آزمایشگاه

در این روش حجم معینی آب از کنتور تحت آزمایش و در دبی های مختلف و مورد نظر عبور داده شده و مقدار اندازه گیری شده توسط کنتور با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن تست، مقایسه و ضرایب مربوطه مشخص می‌گردد.

کنتورهای بزرگ باید سالیانه یک بار از خط لوله جدا شده، تمیزکاری و سرویس شده و توسط مراکز ذیصلاح آزمایش و کالیبره و سپس مونتاژ مجدد شوند.

۹-۲-۴- شرح دستگاه آزمایش کنتورهای بزرگ در آزمایشگاه

کار این دستگاه براساس عبور حجم معینی آب از کنتور مورد آزمایش و ورود آن به مخزن آزمایش مدرج می‌باشد که مقدار اندازه گیری شده توسط کنتور با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن، مقایسه و ضرایب خطای مربوط به دبی های مختلف تعیین می‌گردد.

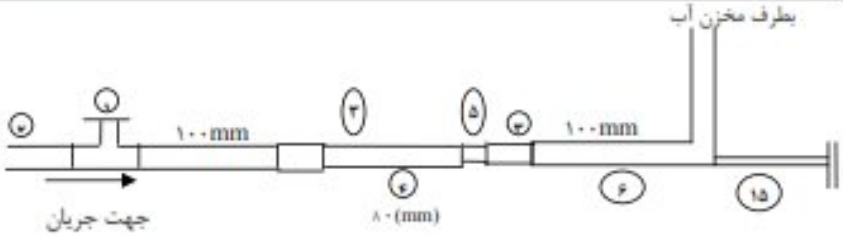
دستگاه آزمایش کنتورهای بزرگ می‌تواند دارای شکلهای مختلفی باشد ولی به طور کلی از یک قسمت ورودی تحت فشار که شیر فلکه ای بر روی آن نصب گردیده و همچنین در طرف دیگر آن لوله خروجی آب از کنتور مورد آزمایش که آب را وارد مخزن اندازه گیری می‌کند، تشکیل شده است. این دستگاه از یک شاسی ثابت و یک فک متحرک ساخته شده است که قسمت ورودی روی شاسی ثابت و قسمت خروجی روی فک متحرک قرار می‌گیرد.

برای آزمایش کنتور موردنظر، ابتدا اتصالات لازم که شامل تبدیل ها و نیز لوله دو سر فلنج ساده و همچنین کنتور موردنظر می‌باشد را به کمک پیچ و مهره و واشرهای مربوطه در محل خود نصب کرده و از آب بندی آنها مطمئن می شویم. لازم به توضیح است که قسمت ورودی دستگاه بر روی شاسی ثابت قرار گرفته اند و قسمت خروجی دستگاه که روی فک متحرک قرار دارد، توسط یک فرمان و برای ایجاد فضای لازم جهت نصب اتصالات می‌تواند جابجا شود. همانطور که در شکل شماره ۸ مشاهده می‌گردد. برای آزمایش کنتورهای ۸۰ تا ۲۰۰ میلیمتری که در شکل مربوطه نشان داده شده است قبل از کنتور یک لوله دو سر فلنج به طول یک متر نصب می‌گردد که دلیل آن جلوگیری از ایجاد جریان آشفته و توربولانس و جدا شدن لایه های جریان از یکدیگر قبل از ورود به کنتور بوده و اصولا طبق توصیه کارخانه سازنده قبل از ورود جریان به کنتور حداقل تا ۵ برابر اندازه قطر کنتور، مسیر لوله مستقیم و فاقد تبدیل و شیرفلکه باید باشد.

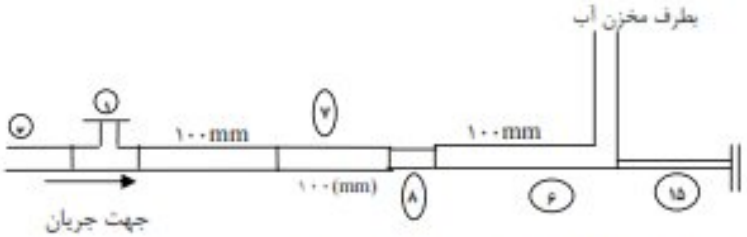
برای نصب هر کنتور با قطر مشخص، ابتدا اتصالات مربوط به آن رانصب کرده و سپس کنتور را در محل خود قرار می دهیم. در دستگاه ترسیم شده در شکل شماره ۸، جریان آب ورودی از طریق لوله ۱۰۰ میلیمتری وارد سیستم اندازه گیری شده و بعد از عبور از تبدیل و لوله دو سر فلنج و کنتور نصب شده در مسیر، وارد (مخزنی) به حجم مشخص می‌گردد که ارتفاع آب در این مخزن توسط شاخصی قابل اندازه گیری می‌باشد. با اندازه گیری ارتفاع آب در این مخزن و با کمک جدولی که تهیه شده است، میزان حجم واقعی آب عبور کرده از کنتور مشخص می‌شود و با در دست داشتن رقم ثبت شده در کنتور برای همان حجم واقعی، می‌توان ضریب تصحیح کنتور مورد نظر را تعیین نمود.

۱: شیرپروانه ای ((mm) ۱۰۰)
۲: لوله تحت فشار ((mm) ۱۰۰)
۳: تبدیل ((mm) ۱۰۰/ ۸۰)
۴: لوله دو سر فلنج بطول یک متر((mm) ۸۰)
۵: کنتور ((mm) ۸۰)
۶: لوله هدایت آب به مخزن اندازه گیری
۷: لوله دو سر فلنج به طول ۱ متر((mm) ۱۰۰)
۸: کنتور((mm) ۱۰۰)
۹: تبدیل ((mm) ۱۵۰/۱۰۰)
۱۰: لوله دو سر فلنج به طول یک متر
۱۱:کنتور ((mm) ۱۵۰)
۱۲: تبدیل ((mm) ۲۰۰/۱۰۰)
۱۳: لوله دوسر فلنج به طول یک متر ((mm) ۲۰۰)
۱۴: کنتور((mm) ۲۰۰)
۱۵: دستگاه تنظیم فاصله

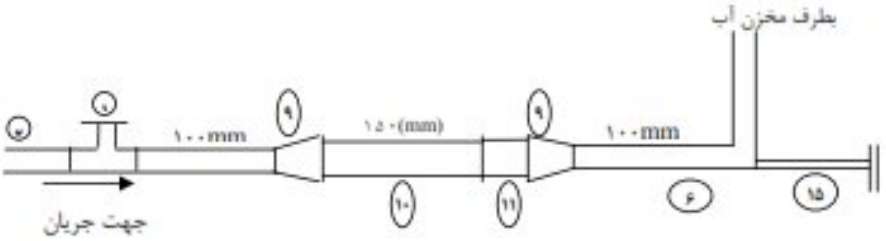
الف) متعلقات ثابت دستگاه تست کنتور



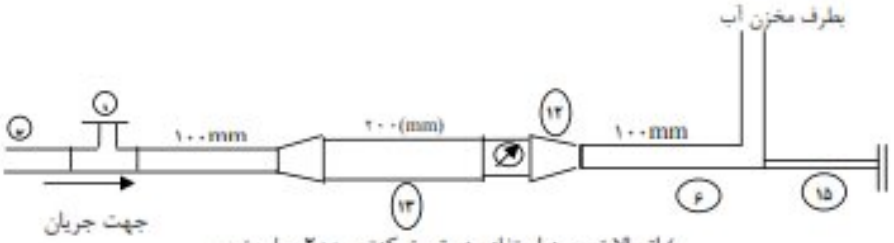
ب) اتصالات مورد استفاده در تست کنتور ۸۰ میلیمتری



ج) اتصالات مورد استفاده در تست کنتور ۱۰۰ میلیمتری



د) اتصالات مورد استفاده در تست کنتور ۱۵۰ میلیمتری



ر) اتصالات مورد استفاده در تست کنتور ۲۰۰ میلیمتری

شکل شماره ۸: ترتیب و تجهیزات مورد استفاده در تست کنتورهای ۸۰ تا ۲۰۰ میلیمتری

۹-۲-۵- فضای مورد نیاز برای آزمایشگاه کنتورهای بزرگ

فضای در نظر گرفته شده برای یک آزمایشگاه کنتور بزرگ باید در حدی باشد که علاوه بر امکان نصب تجهیزات لازم و همچنین مخزن آب، فضای لازم برای قرار دادن ابزار کار جهت تعمیرات احتمالی کنتورها و همچنین مانور و فعالیت پرسنل در زمان تست فراهم گردد. همچنین نصب یک جرثقیل سقفی برای جابجا کردن کنتورها و وسایل سنگین ضروری می‌باشد.

۹-۲-۶- پرسنل مورد نیاز

برای انجام عملیات آزمایش کنتورهای بزرگ افراد زیر مورد نیاز می‌باشد:

۱ – یک نفر تکنسین جهت مونتاژ و جداسازی اتصالات و کنتور و آب بندی کامل آنها و نیز باز و بسته کردن شیر فلکه ورودی آب

۲ – یک نفر تکنسین جهت قرائت ارقام کنتور و ثبت زمان اندازه گیری و تنظیم دبی ورودی به کنتور

۳ – یک نفر سرتکنسین جهت قرائت شاخص ارتفاع آب مخزن و انجام محاسبات لازم و سرپرستی اکیپ

مدت زمان لازم با توجه به دبی های مورد نظر برای اندازه گیری و بدون احتساب زمان لازم برای نصب و جداسازی کنتور واتصالات مربوطه، حدود ۲ ساعت می‌باشد.

۹-۲-۷- دبی های مورد نظر برای آزمایش کنتورهای بزرگ

با توجه به کاتالوگ فنی تهیه و ارائه شده توسط هر یک از شرکتهای سازنده کنتورهای بزرگ، دبی‌های مورد نظر در رابطه با بررسی کار کنتورها، شامل دبی های راه انداز (Q3)، حداقل (Qmin)

، انتقال (Qt) ، اسمی (Qn) و حداکثر (Qmax) می‌باشد. نمونه ای از این کاتالوگها در شکل ۹ نشان داده شده‌اند.

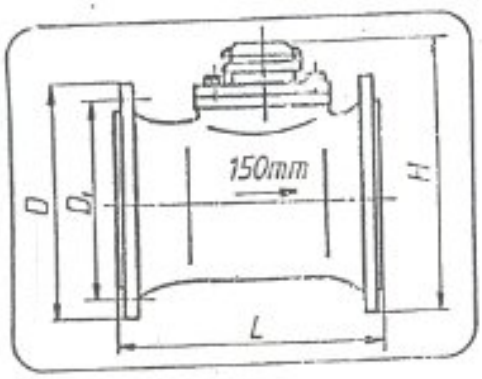
مشخصات فنی

Technical Data

Meter Size DN (mm)	Nominal Flowrate Qn	Transit Flowrate Qt		Min. Flowrate Qmin		Max. Reading	Min. Reading
	m^3/h	m^3/h		m^3/h		m^3	
		A	B	A	B		
50	15	4.5	3	1.2	0.45	999999.99	0.01
80	40	12	8	3.2	1.2		
100	60	18	12	4.8	1.8	9999999.9	0.1
150	100	45	30	12	4.5		
200	250	75	50	20	7.5		

ابعاد و وزن

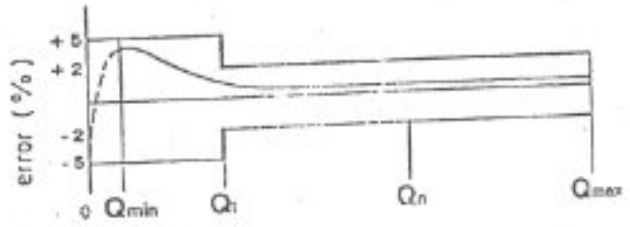
Dimensions and Weights



Meter Size DN mm	Length L mm	Height H mm	Connecting Flange			Weight Kg
			Outer Dia.D	Bolt Circle Dia.D_1	Connecting P-Sxpcs	
50	200	255	165	125	Id 16x4	13.5
80	225	265	200	160	M 16x8	15
100	250	275	220	180	M 16x8	18
150	300	305	285	240	M 20x8	31.5
200	350	375	340	295	M 20x8	46

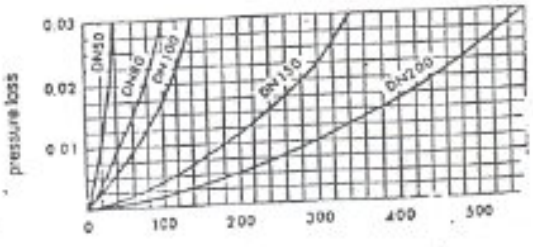
منحنی خطای جریان

Flow Error Curve



منحنی افت فشار

Pressure Loss Curve



شکل ۹: نمونه ای از مشخصات فنی مربوط به کنتورهای ۵۰ الی ۲۰۰ میلیمتر این دو نمونه به عنوان راهنما هستند و برای هر کنتور باید طبق کارخانه سازنده عمل شود.

پس از نصب کنتور در محل آزمایش با در دست داشتن هر کدام از دبی های مورد نظر برای آزمایش (از روی کاتالوگ کنتور که نمونه ای از آن برای اقطار ۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتری در شکل ۹ نشان داده شده‌اند). با تنظیم شیر فلکه ورودی ابتدای دبی استارت و سپس دبی های بعدی شامل حداقل، اسمی و در صورت لزوم حداکثر را از کنتور عبور داده و با استفاده از ارقام شاخص مخزن و همچنین اعداد ثبت شده در کنتور و انجام محاسبات لازم، میزان ضریب خطا را در هر کدام از دبی ها به دست آورد.

جهت اطمینان از ضرایب تعیین شده لازم است که هر کدام از دبی ها در چند نوبت اندازه گیری و در جدول شماره ۵ (فرم ثبت اطلاعات لازم جهت محاسبه ضریب تصحیح) درج گردند.

به طور مثال نحوه محاسبه ضریب تصحیح کنتور برای یک محدوده دبی می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$(T) = ۱۵ \text{ min} = ۰/۲۵ \text{ h2}$	زمان آزمایش کنتور
$Q_1 = ۸ \text{ m}^3 / ۱۵ \text{ min} = ۳۲ \frac{m^3}{h}$	حجم آب عبوری ثبت شده در کنتور
$Q_2 = ۷/۸ \text{ m}^3 / ۱۵ \text{ min} = ۳۱/۲ \frac{m^3}{h^2}$	حجم واقعی آب عبوری ثبت شده در مخزن
$Q_2 : Q_1 = ۳۱/۲ : ۳۲ = ۰/۹۷۵$	ضریب تصحیح کنتور مورد آزمایش در دبی یاد شده

منظور از ضریب تصحیح، ضریبی است که رقم ثبت شده در کنتور در یک محدوده دبی مشخص را باید در آن ضرب کرد تا رقم واقعی دبی عبور داده شده را به دست آورد.

از روی ضریب تصحیح می‌توان درصد خطا را نیز به دست آورد:

درصد خطا = [(ضریب تصحیح −۱) :۱] × ۱۰۰

درصد خطا = (۱ − ۰/۹۷۵) × ۱۰۰ = ۲/۵

و یا فرمول زیر می‌توان خطای کنتور را محاسبه نمود:

$$[(V_R - V_A) : V_A] \times 100$$

که در آن:

V_R= حجم آب قرائت شده روی کنتور مورد آزمایش

V_A = حجم آب واقعی ثبت شده توسط وسیله آزمایش

۱۰ – جمع بندی

در این دستورالعمل دلایل عدم دقت کنتور، مشخصات کنتورهای آزمایش شونده، روش تعیین تعداد و محل کنتورهای آزمایش شونده، آزمایش اندازه گیری دقت کنتورهای خانگی و بزرگ در محل و در آزمایشگاه مورد بحث قرار گرفت. با توجه به نوع و اندازه کنتور و تعیین روش آزمایش ضریب خطای کنتور محاسبه شده و میزان آب به حساب نیامده ناشی از خطای کنتورها مشخص می‌گردد. همچنین با استفاده از نتایج آزمایش دقت کنتورها، برنامه ریزی و زمان بندی تعویض کنتورهای با خطای غیر استاندارد میسر گردد. همچنین با داشتن ضرایب تصحیح کنتورها میزان آب تولید شده، ورودی به شبکه و مصرف شده به صورت واقعی تری محاسبه گردد.